

ACTIVIDAD ACARICIDA *IN VITRO* DE COMPUESTOS SOBRE *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst), (ACARI: TETRANYCHIDAE), ÁCARO HINDÚ DE LOS CÍTRICOS

Fredy A. Ortiz Meneses¹, B.E. Guerra Sierra¹, Carlos E. Osorio Alvarado¹ y
Leidy G. Rodríguez González²

RESUMEN

El cultivo de lima Tahití (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) ocupa un importante porcentaje dentro de la cadena comercial de los cítricos en Colombia, pero es atacado por *Schizotetranychus hindustanicus* o ácaro hindú, un fitófago que produce lesiones típicas en el haz de las hojas y frutos, caracterizadas por manchas blanquecinas circulares que corresponden a las telarañas que teje la hembra y que le restan valor estético al fruto y a su comercialización. El objetivo del presente estudio consistió en evaluar *in vitro* los efectos acaricidas de distintos compuestos en tres tiempos de contacto sobre poblaciones del ácaro. Se evaluó extracto oleaginoso de Neem (*Azadirachta indica*) al 1,0 %, azufre micronizado al 0,5 %, extracto acuoso de Azadirachtina 0,4 %, filtrado de caldo de ceniza al 15 %. Como control positivo se utilizó Abamectina al 0,2 %, producto reconocido por su efecto acaricida, y se usó agua destilada como control negativo. Se evidenció que los tratamientos más efectivos fueron el extracto oleaginoso de Neem- *A. indica* al 1,0 %, azufre micronizado al 0,5 %, y Abamectina al 0,2 % con valores de mortalidad del 96,4; 97,9 y 100 % a las 72 horas respectivamente. Los resultados permiten sugerir el uso de compuestos naturales a base de *Azadirachta indica* en soluciones oleaginosas para el control de esta plaga, pues no afectan el ecosistema a la vez que no se han reportado resistencias del fitófago por su uso.

Palabras clave adicionales: Acaricidas, *Azadirachta indica*, lima Tahití

ABSTRACT

Acaricidal activity of compounds on *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst), (Acari: Tetranychidae), citrus hindu mite *Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez or Tahiti lime has a significant percentage within the commercial citrus chain in Colombia. *Schizotetranychus hindustanicus* or hindu mite, produces typical lesions in the upper part of the leaves and fruits, characterized by circular whitish spots, which correspond to the cobwebs that the female weaves, reducing the aesthetic value of the fruit and its commercialization. The objective of this study was to evaluate *in vitro* the acaricidal effects of different compounds through three contact times on populations of the mite. The following compounds were evaluated: oleaginous extract of Neem-*Azadirachta indica* 1.0 %, 0.5 % micronized sulfur, 0.4 % water soluble extract of Azadirachtin, 15 % ash broth filtrate, and a control of Abamectin 0.2 %, recognized for its acaricidal effect. Water distilled was used as a negative control. It was evidenced that the most effective treatments were Neem-*A. indica* oleaginous extract at 1.0 %, micronized sulfur at 0.5 %, and Abamectin at 0.2 %, with mortality values of 96.4, 97.9 and 100 % at 72 h, respectively. These results allow suggesting the use of natural compounds based on *Azadirachta indica* in oleaginous solutions for the control of the mite, since they do not affect the ecosystem, and resistance to them has not been reported.

Additional keywords: Acaricides, *Azadirachta indica*, Tahiti lime

INTRODUCCIÓN

Según cifras de la FAO (2017) el cultivo de los cítricos obtuvo una producción superior a 124 mil toneladas, y para Colombia una producción de

239.200 Mg; en el país se cultiva la lima Tahití o lima persa (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez) (Grayum et al., 2012).

Durante los últimos cuatro años la lima Tahití ha tenido un aumento considerable en su área de

Recibido: Mayo 18, 2021

Aceptado: Marzo 3, 2022

¹ Universidad de Santander, Facultad de Ciencias Naturales. Bucaramanga, Colombia.

e-mail: fr.ortiz@mail.udes.edu.co; bguerra@udes.edu.co (autora de correspondencia); cakios02@hotmail.com

² Centro Industrial de Mantenimiento Integral SENA, Bucaramanga, Colombia e-mail: lgrodriguezg@sena.edu.co

cultivo en Colombia, siendo el departamento de Santander el primer productor nacional con una producción superior a 30 mil toneladas (Minagricultura, 2020).

Los ataques de varias plagas, incluidas las de los ácaros, inciden en la producción de los cítricos, principalmente al afectar la apariencia comercial externa del fruto (León y Kondo, 2017). Debido a esto, los agricultores optan por el uso de agroquímicos para controlar las plagas a fin de evitar las pérdidas de sus cultivos, ocasionando contaminación del suelo y agua con riesgos hacia la salud de los agricultores (Jiménez et al., 2016; del Puerto et al., 2018).

Dentro de las familias de ácaros más representativas y de importancia económica en cítricos en Colombia se reporta la familia Tetranychidae en donde se ha encontrado el ácaro hindú, *S. hindustanicus* (Mesa y Rodríguez, 2012). El género *Schizotetranychus* Trägårdh (Acari: Tetranychidae), posee una gran cantidad de especies y principalmente su identificación se ha basado en la forma de su órgano copulador masculino denominado edeago (Navia y Marsaro, 2010; NAPPO, 2014).

El ácaro *Schizotetranychus hindustanicus*, conocido como el ácaro hindú de los cítricos, se caracteriza por ser una plaga de importancia cuarentenaria que ocasiona una gran cantidad de manchas blanquecinas circulares de 1 a 3 mm de diámetro en hojas y frutos; estas manchas corresponden al sitio donde elaboran sus nidos, cuya función es la de albergue y protección en todas sus etapas o etapas de desarrollo (Navia y Marsaro, 2010; NAPPO, 2014), y afectan la capacidad fotosintética en la planta, dañan la apariencia normal del fruto y conducen a la pérdida del valor comercial del mismo. En Colombia *S. hindustanicus* se encuentra reportado para los departamentos: Atlántico, Bolívar, Guajira, Magdalena y Vichada (ICA, 2012, 2017); sin embargo, previamente no se había reportado para el departamento de Santander.

Productos agroquímicos con contenidos de azufre como ingrediente activo se han empleado como alternativa para el control de diversos ácaros fitófagos en cultivos de importancia económica (Duran et al., 2017; Correa et al., 2018; Vacacela et al., 2020) con resultados que muestran una

reducción del 95 % de las poblaciones, junto a afectaciones en la fecundidad y fertilidad de las diferentes especies de ácaros. También se ha utilizado el ingrediente activo Abamectina para el control de *Tetranychus urticae* Koch y *Panonychus ulmi* Koch (Beers et al., 1997); sin embargo, para este último se ha reportado la generación de resistencia (Simma et al., 2020; Tollerup y Higbee, 2020; Wang et al., 2020).

Para el control de los ácaros se ha evidenciado la potencialidad que tienen los extractos botánicos presentes en diferentes cultivos, atribuyendo sus efectos a los metabolitos secundarios sintetizados por las plantas para su propia defensa (Castiglioni, et al., 2002; Soto et al., 2011; Fernández et al., 2016). Para el caso de *Azadirachta indica* A. Juss, conocida vulgarmente como árbol de Neem, se ha descrito que presenta acción acaricida, baja toxicidad para el hombre y animales domésticos, gracias a su contenido de Azadirachtina y otros tetranotriterpenoides a los que se le atribuyen efectos de: altos porcentajes de mortalidad, reducción de la fecundidad, inviabilidad de formas inmaduras y repelencia en el control de los ácaros (González et al., 2006; Encima et al., 2011; Venzon, et al., 2020).

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha venido realizando diferentes recomendaciones para el control de *S. hindustanicus* en los cultivos de cítricos (ICA, 2017) relacionados con controles culturales, químicos y físicos; no obstante, los citricultores emplean otras prácticas culturales como uso del caldo de ceniza debido a su bajo precio, la disponibilidad de sus ingredientes y fácil preparación; sin embargo, su efectividad no había sido aún evaluada.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar el potencial acaricida de diversos productos comerciales utilizados por los citricultores, y comprobar la eficacia de los mismos específicamente en la especie *S. hindustanicus*, con el propósito de dejar una recomendación útil para el citricultor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de tejidos vegetales de hojas y frutos de lima Tahití afectadas con lesiones típicas del ácaro en estudio fueron colectadas en el municipio

de Girón, Santander, en las fincas denominadas: El Diamante y Los Almendros; localizadas a 7°00' N 73°09' W y 7°02' N 73°09' W, con temperaturas promedio de 29,3 °C y 28 °C, respectivamente. Las muestras fueron transportadas durante las primeras 4 horas después de su recolección para el procesamiento en laboratorio de investigación en Biotecnología Agroambiental LIIBAAM de la Universidad de Santander UDES.

Identificación de los ácaros. Los individuos recuperados fueron colocados en tubos Ependorf con lactofenol durante 5 días para su aclarado (Vacante, 2010); posteriormente, se realizaron montajes en cámara de Neubauer para la identificación morfológica. Mediante el uso del microscopio fotónico (Nikon Eclipse Ni 930851), se realizaron procedimientos de compilación de múltiples imágenes con el software NIS-Elements (V.4.0), y mediante el software ImageJ 1.50i se realizaron las mediciones en μm de las diferentes partes del cuerpo de ácaros adultos (patas, gnatosoma e idiosoma) tanto de individuos machos como hembras.

Establecimiento y reproducción de ácaros en plántulas de *Citrus citrus x latifolia*. Ácaros vivos previamente identificados como *S. hindustanicus* fueron inoculados en plantas de vivero de *Citrus x latifolia* de aproximadamente 80 cm de altura (4 a 6 meses de desarrollo y 20 a 70 hojas). Con la ayuda de cinta pegante se unieron las caras adaxiales de hojas infestadas y sanas para aumentar su población (Rivero y Vásquez, 2009; Fantine, 2011; Villar, 2016). Después de la inoculación, las plantas fueron observadas diariamente hasta la aparición de las lesiones características; posteriormente las hojas infestadas fueron recolectadas y se llevaron a observación y aislamiento de los ácaros.

Condiciones experimentales para la evaluación *in vitro* de compuestos acaricidas. Se utilizaron hojas completas con nidos que contenían adultos de *S. hindustanicus*, las cuales fueron depositados dentro de vasos plásticos de capacidad 50 mL, que contenían 15 mL de agua potable, en donde se sumergió el peciolo de la hoja para mantener su turgencia. Se realizó un recuento inicial de las poblaciones de ácaros (entre 25 a 30 individuos adultos y protoninfas) por ambas caras de la hoja de la planta. Las hojas dispuestas en los vasos se

ubicaron dentro de un estante adaptado con tubos fluorescentes (FO17W/54-765-T8 Sylvania) para asegurar un fotoperiodo de 12/12 horas luz/oscuridad, con temperatura 26 °C \pm 2 y humedad relativa aproximada de 80 %. Posteriormente se aplicaron los tratamientos señalados en el siguiente párrafo y se realizaron los recuentos de individuos muertos después de 24, 48 y 72 h, tomando como criterio aquellos individuos que no respondían con movimiento al toque de un pincel fino 000 Gogiar (Fernández et al., 2016).

Cuantificación *in vitro* del efecto acaricida de ingredientes comerciales. Se probaron los siguientes tratamientos para el control de ácaros adultos y protoninfas de *S. hindustanicus*: (i) extracto oleaginoso de Neem- *A. indica* al 1,0 %, (ii) azufre micronizado al 0,5 %, (iii) extracto acuoso de Azadirachtina 0,4 %, (iv) filtrado caldo de ceniza 15 % (testigo del productor), (v) abamectina al 0,2 %, (testigo +) y (vi) agua destilada (testigo -). Se aplicaron 0,80 mL por hoja, mediante aspersion con frascos atomizadores, previamente calibrados a los cuales con anterioridad se verificó el volumen generado para aplicación, se consideró una muestra de cuatro hojas para cada uno de los tratamientos en cuatro réplicas.

Para la comparación del efecto de los productos sobre el porcentaje de mortalidad de los ácaros, se empleó la relación $\text{Mortalidad} = 100 * (\text{individuos muertos} / \text{población inicial})$, seguida de un análisis de varianza y prueba de medias de Tukey. Así mismo, se utilizó un diseño de mediciones repetidas en el tiempo para comparar las evaluaciones realizadas a las 24, 48 y 72 horas después de la aspersion. Todos los análisis se llevaron a cabo empleando el programa Statistix 10 (Tallahassee, FL, USA).

Finalmente, para el análisis morfológico de los ácaros bajo microscopía de fluorescencia, se tomaron muestras de ácaros muertos a las 24 horas procedentes de los diferentes tratamientos, seguidamente se realizó el montaje con lactofenol y se observó al microscopio con filtro de fluorescencia UV-2A de 330-380 nm, para observar los cambios ocasionados por los tratamientos aplicados. Para el registro fotográfico se utilizó el programa ImageJ 1.50i.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las observaciones microscópicas de las lesiones blancas o nidos de tamaño de 1-3 mm de diámetro, desarrolladas en las plantas y características del ácaro hindú, se pudo observar la postura de huevos y diferentes estadios de desarrollo de individuos de ambos sexos protegidos por telarañas, típicas de esta especie. En el montaje en fresco, el cuerpo del ácaro mostró un color amarillento de apariencia traslucida, ojos de color rojo, con algunos puntos verdes oscuros al interior del idiosoma, similares a los reportados por Navia y Marsaro (2010).

Microscópicamente se observó un marcado dimorfismo sexual; en las hembras el idiosoma presento forma oval, se observó con gran detalle la apertura genital y el patrón de distribución de

las setas dorsales propias de la especie, similares a las publicadas por Navia y Marsaro (2010) y NAPPO (2014). En este estudio las mediciones realizadas mostraron un promedio entre las setas dorsales c1 hasta d1 de $69,07 \pm 2,07 \mu\text{m}$, entre d1 y f1 $69,07 \pm 1,98 \mu\text{m}$, y entre las setas f1 y fl a una separación promedio de $82,35 \pm 1,89 \mu\text{m}$. Los machos se caracterizaron por tener patas más largas, el idiosoma presentó forma ovoide y su aparato copulador, se encontró ubicado en la parte distal del idiosoma; morfológicamente se observó curvado en forma de "S", agudo en la última curva, a modo de forma ligera de gancho en la punta, de apariencia similar a la descripción de Navia y Marsaro (2010) con medidas cercanas para la parte externa de $11,24 \pm 0,32 \mu\text{m}$. Las mediciones de diferentes regiones del cuerpo de hembras y machos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Mediciones de regiones del cuerpo de hembras y machos de *Schizotetranychus hindustanicus* (Promedio \pm SD)*

Regiones del cuerpo	Hembra (μm)	Macho (μm)
Largo del idiosoma	$435,25 \pm 0,66$	$384,89 \pm 3,00$
Ancho del idiosoma	$241,32 \pm 0,98$	$211,14 \pm 3,31$
Primer par de patas	$239,70 \pm 4,24$	$519,45 \pm 12,06$
Segundo par de patas	$158,88 \pm 11,42$	$306,83 \pm 4,09$
Tercer par de patas	$136,59 \pm 5,70$	$275,35 \pm 8,20$
Cuarto par de patas	$131,24 \pm 9,31$	$349,54 \pm 5,30$
Longitud del gnatosoma	$113,11 \pm 5,66$	$131,58 \pm 3,47$
Apertura genital	$52,55 \pm 1,14 \times 41,87 \pm 0,82$	-
Edeago	-	$11,24 \pm 0,32$

* 40 individuos por sexo analizados

Cuantificación *in vitro* del efecto acaricida. Los resultados de las pruebas *in vitro* muestran que los tratamientos con mayores porcentajes de mortalidad sobre *S. hindustanicus* fueron Abamectina, azufre micronizado y extracto oleaginoso de *A. indica* al 1 % con valores de 100, 97,9 y 96,4 %, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la actividad acaricida entre estos tres productos, los cuales formaron un grupo homogéneo (Cuadro 2).

Se observó que los tratamientos mostraron su mayor efectividad a las 48 horas después de aplicados, con resultados de porcentajes de mortalidad que concuerdan con los obtenidos en otras especies de interés agronómico (Duran et al.,

2017; Correa et al., 2018; Vacacela et al., 2020), y para *S. hindustanicus* se presentan por primera vez en este estudio.

En otras especies de ácaros se ha demostrado el desarrollo de resistencia hacia la abamectina cuando es utilizada de forma repetida (Simma et al., 2020; Tollerup y Higbee, 2020; Wang et al., 2020), caso contrario al uso del azufre micronizado y la *A. indica*, de los cuales no se han reportado trabajos donde se evidencien resistencias. Con respecto a Azadirachtina en presentación acuosa al 0,4 % y el caldo de ceniza 15 %, mostraron valores de mortalidad por debajo del 30 % (Cuadro 2). Estos son valores bajos, no deseables para el control de ácaros ya que

los individuos sobrevivientes pueden continuar su ciclo de vida, para colonizar plantas sanas y otras especies de cítricos (Gupta y Gupta, 1994; Nienstaedt y Marcano, 2009; ICA, 2012)

En este estudio se demostró que el componente activo de Azadirachtina al 0,4 % en la presentación acuosa no tiene la misma efectividad acaricida en comparación con la presentación oleaginoso de *A. indica* al 1 %, lo que concuerda con lo descrito por Agbo et al. (2019) al señalar que las presentaciones oleaginosas son más efectivas aún a bajas dosis; así mismo, estudios desarrollados por Castiglioni et al. (2002) y Soto et al. (2011) muestran que las preparaciones de laboratorio y marcas comerciales de *A. indica*

tienen diversidad de valores de DL₅₀ sobre *Tetranychus urticae* (Koch) y *Phytoseiulus macropilis* (Banks).

Las muestras de *S. hindustanicus* recuperadas a las 24 horas después de aplicar cada uno de los tratamientos fueron analizadas en microscopía de luz. Se observó que el tratamiento con agua (testigo negativo) no mostró daños morfológicos y la anatomía del acaro conservó la turgencia. No se presentó deformación o daño en sus partes, como el idiosoma y patas, contrariamente a lo encontrado en el resto de tratamientos químicos donde se observó, en general, que los bordes correspondientes al cuerpo del ácaro presentaban rugosidades y deformaciones morfológicas (Figura 1).

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de *H. hindustanicus* en condiciones *in vitro*, con diferentes tratamientos acaricidas y tiempos de evaluación

Tratamientos	Tiempo (horas)			Promedio*
	24	48	72	
T1: Extracto oleaginoso de <i>Azadirachta indica</i> 1,0 %	87,6	96,4	96,4	93,5 a
T2: Azufre micronizado 0,5 %	93,4	97,9	97,9	96,4 a
T3: Azadirachtina, solución acuosa 0,4 %	17,2	19,6	20,9	19,2 b
T4: Caldo de ceniza 15 %	26,2	27,3	28,5	27,4 b
T5 (+): Abamectina 0,2 %	99,0	100,0	100,0	99,7 a
T6 (-): Agua	1,1	4,7	5,9	3,9 c
Promedio*	54,1 c	57,7 b	58,3 a	56,7

*Valores seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Las muestras de ácaros expuestas a luz UV (filtro UV-2A), mostraron en general una auto fluorescencia natural caracterizada por una coloración azul agua marina intensa alrededor de todo su cuerpo, coloración similar a la reportada por Shade (2018) en diferentes especies de garrapata, y en regiones específicas como los quelíceros y la apertura genital (Figura 2a). Según este mismo autor, la autofluorescencia podría obedecer a la presencia de quitina y otras proteínas relacionadas con la flexibilidad, propias del exoesqueleto de los ácaros.

Se observó además que la intensidad de la fluorescencia disminuye o se va perdiendo con los efectos de los diferentes compuestos químicos (Figura 2b, 2c, 2d), siendo más evidente este

cambio en el tratamiento con el extracto oleaginoso *Azadirachta indica* al 1,0 % (Figura 2d). Hasta la fecha no se han reportado estudios similares relacionados a los cambios morfológicos de *S. hindustanicus* u otras especies de ácaros fitófagos muertos por tratamiento acaricidas y sus observaciones con luz UV; sin embargo, se infiere que la pérdida de la autofluorescencia natural del ácaro puede ser debida a los diferentes compuestos activos presentes en cada uno de las sustancias químicas ensayadas en este estudio, que podrían estar desencadenando mecanismos de resistencia enzimáticos y de estrés oxidativo por parte del ácaro *S. hindustanicus* para contrarrestar los efectos tóxicos de los tratamientos (Cerna et al., 2005; Landeros et al., 2010).

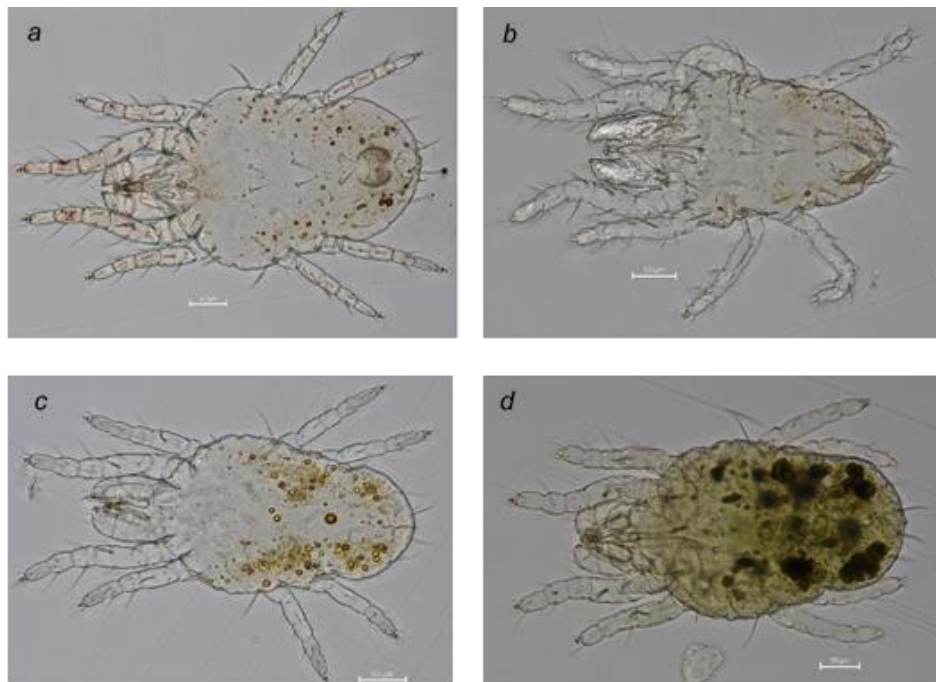


Figura 1. Microfotografías de hembras *Schizotetranychus hindustanicus* recuperadas a las 24 horas del ensayo *in vitro* de efecto acaricida: a) Agua (Testigo -); b) Abamectina 0,2 % (Testigo +); c) Azufre micronizado 0,5 % d) Extracto oleaginoso de *Azadirachta inidica* 1,0 %. La barra representa 50 µm. Microscopía de luz convencional

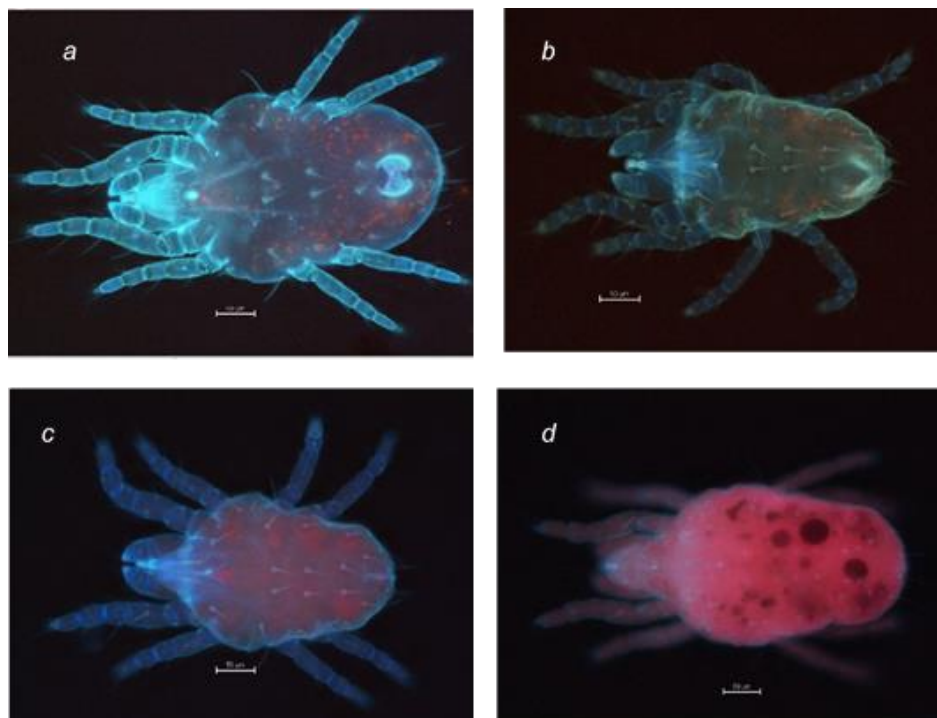


Figura 2. Microfotografías con filtros fluorescencia UV-2ª de 330-380 nm de hembras *Schizotetranychus hindustanicus* recuperadas a las 24 horas del ensayo *in vitro* de efecto acaricida: a) Agua (Testigo -); b) Abamectina 0,2 % (Testigo +); c) Azufre micronizado 0,5 % d) Extracto oleaginoso de *Azadirachta inidica* 1,0 %. La barra representa 50 µm

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se pudo evidenciar que la aplicación del extracto natural oleaginoso de *Azadirachta indica* al 1 %, mostró un porcentaje de mortalidad en las poblaciones de ácaro *S. hindustanicus*, cercano a las obtenidos con los ingredientes químicos ensayados en este estudio al tiempo de observación final, por lo cual se recomienda su uso como un acaricida efectivo. A la fecha de esta investigación no se conocen reportes relacionados con efectos deletéreos al ecosistema y tampoco se han reportado resistencias de esta especie de ácaro a este producto natural, por lo cual su uso podría contribuir al desarrollo sostenible de cultivos de importancia económica como la lima Tahití.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Santander por el macroproyecto de fortalecimiento institucional “Estrategias Biotecnológicas para el control de ácaros en cítricos de la región de Girón-Santander-Colombia (PICE0118531333312EJ)”, al laboratorio de biotecnología Agroambiental LIIBAAM-UEDES y a Adriana Sandoval por el soporte brindado en el laboratorio de Microscopía. Al servicio nacional de aprendizaje, SENA, A la Secretaría de Agricultura del Municipio de Girón y su grupo técnico por la financiación del transporte y su acompañamiento, a la Asociación de Citricultores de Santander, a Georjín Florez por el apoyo con los diferentes espacios para la socialización de los resultados de este trabajo y capacitación a los citricultores.

LITERATURA CITADA

1. Agbo, B.E., A.I. Nta y M.O. Ajaba. 2019. Bio-pesticidal properties of Neem (*Azadirachta indica*). Adv. Trends Agric. Sci. 1: 17-26.
2. Beers, E.H., A. Andersen y R.D. Brown. 1997. Absorption and translaminar activity of abamectin in apple and pear foliage as determined by spider mite (Acari: Tetranychidae) Mortality. Journal of Economic Entomology 90(2): 566-573.
3. Castiglioni, E., J. Vandramim y M. Tamai. 2002. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de Meliaceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). Agrociencia 6(2): 75-82.
4. Cerna, E., E. Landeros, A. Guerrero, E. Flores y M. Badii. 2005. Detección de resistencia enzimática por productos sinergistas en una línea de campo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Folia Entomológica Mexicana 44(3): 287-295.
5. Correa, A., R. Osorio, L. Hernández, E. De la Cruz, C. Márquez y R. Salinas. 2018. Control químico del ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 5(14): 319.
6. del Puerto, A., S. Suárez y D. Palacio. 2018. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología 52(3): 372-387.
7. Duran, Y., G. Otero, L. Ortega, V. Arriola, J. Mora, A. Damina y P. García. 2017. Evaluación de insecticidas para el control de trips y ácaros plagas del mango (*Mangifera indica* L.) en tierras calientes, Guerrero México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 20: 381-394.
8. Encina, R., M. Ramírez y C. Pino. 2011. Efecto de dos extractos acuosos de meliáceas sobre *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) en condiciones de laboratorio. Investig. Agrar. 13(2): 95-100.
9. Fantine, A. 2011. *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst, 1924) (Acari: Tetranychidae): rotas de risco e potencial de impacto para a citricultura brasileira (Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Dissertação (Mestrado em Ciência entomológica; Tecnología entomológica). <https://n9.cl/n1m9i> (consulta de julio 17, 2021).
10. FAO. 2017. Citrus Fruit - Fresh and Processed Statistical Bulletin 2016. Rome. <https://n9.cl/lj16e> (consulta de julio 17, 2021).
11. Fernández, O., M. Sandoval, M. Sanabria y C. Vásquez. 2016. Efectividad in vitro del extracto etanólico de *Cymbopogon citratus* (D.L.) Stapf y hexythiazox sobre *Raoiella indica* Hirst. Idesia 4(2): 77-84.
12. González, R., G. Otero, J. Villanueva y J. Pérez.

2006. Toxicidad y repelencia de *Azadirachta indica* contra *Varroa destructor* (Acari: varroidae). *Agrociencia* 40(6): 741-751.
13. Grayum, M., B. Hammel y Q. Jiménez. 2012. Validation of a scientific name for the tahitian lime. *Phytoneuron* 101: 1-5.
14. Gupta, S. y Y. Gupta. 1994. A taxonomic review of Indian Tetranychidae (Acari: Prostigmata) with descriptions of new species, re-descriptions of known species and keys to genera and species. *Memoirs of the Zoological Survey of India* 18: 1-196.
15. ICA. 2012. Situación actual de ácaro hindú de los cítricos *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Prostigmata: Tetranychidae) en Colombia. *Boletín Epidemiológico Subgerencia de Protección Vegetal Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria*. <https://n9.cl/hutre> (consulta de julio 17, 2021).
16. ICA. 2017. Manejo del ácaro hindú de los cítricos. Bogotá, Colombia. <https://n9.cl/vwgmkn> (consulta de julio 17, 2021).
17. Jiménez, C., A. Pantoja y H. Leonel. 2016. Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuencia “La Pila”. *Universidad y Salud* 18(3): 417.
18. Landeros, J., C. Ail, E. Cerna, Y. Ochoa, L. Guevara y L. Aguirre. 2010. Susceptibilidad y mecanismos de resistencia de *Tetranychus urticae* (Acariformes: Tetranychidae) en rosal de invernaderos. *Revista Colombiana de Entomología* 36(1): 5-9.
19. León, G. y T. Kondo. 2017. Insectos y ácaros de los cítricos Compendio ilustrado de especies dañinas y benéficas para el manejo integrado de plagas. Editorial Corpoica, Mosquera, Colombia. 184 p.
20. Minagricultura. 2020. Cadena de los cítricos, indicadores e instrumentos. Bogotá, Colombia. <https://n9.cl/v36xa> (consulta de julio 17, 2021).
21. Mesa, N. y I. Rodríguez. 2012. Ácaros que afectan la calidad del fruto de los cítricos en Colombia. *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización*. 63-171. Caldas, Colombia: Corporación Universitaria Lasallista
22. NAPPO. 2014. PD 03: Identificación morfológica de las arañas rojas (Tetranychidae) que afectan a las frutas importadas. Secretaría de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas, 36. <https://n9.cl/rwxg2> (consulta de julio 17, 2021).
23. Navia, D. y A. Marsaro. 2010. First report of the citrus hindu mite, *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Prostigmata: Tetranychidae), in Brazil. *Neotropical Entomology* 39(1): 140-143.
24. Nienstaedt, B. y M. Marcano. 2009. Estudio de la biología del ácaro hindú de los cítricos *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst, 1924) (Acari: Tetranychidae) en tres tipos de alimentos. *Entomotropica* 24(2): 51-56.
25. Rivero, E. y C. Vásquez. 2009. Biología e tabela de vida de *Tetranychus desertorum* (Acari: Tetranychidae) sobre folhas de feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Zoologia* 26(1): 38-42.
26. Shade, D.A. 2018. Morphological observations of fluorescence in different tick species (Family: Ixodidae). *Acarologia* 58(4): 989-994.
27. Simma, E.A., B. Hailu, W. Jonckheere, C. Rogiers, L. Duchateau, W. Dermauw y T. Van Leeuwen. 2020. Acaricide resistance status and identification of resistance mutations in populations of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* from Ethiopia. *Experimental and Applied Acarology* 82(4): 475-491.
28. Soto, A., H. Oliveira y A. Pallini. 2011. Integración de control biológico y de productos alternativos contra *Tetranychus urticae* (acari: Tetranychidae). *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* 14(1): 23-29.
29. Tollerup, K., y Higbee, B. 2020. Evaluation of a ‘preventative’ strategy to manage spider mites on almond. *Insects* 11(11): 772.
30. United States Department of Agriculture (USDA). 2021. Citrus: world markets and trade. U.S. Production and exports forecast down despite global gains. <https://n9.cl/yprm3> (consulta de julio 17, 2021).
31. Vacacela, H., E. Oliveira, F. Lemos, K. Haddi, F. Colares, P.H. Marques y A. Pallini. 2020. Effects of lime sulfur on *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis*, two naturally occurring enemies of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science* 76(3): 996-1003.
32. Vacante, V. 2010. Citrus mites Identification, Bionomy and Control. Italia: CABI.
33. Venzon, M., P.H.B. Togni, A.L. Pérez y J.M. Oliveira. 2020. Control of two-spotted spider

- mites with neem-based products on a leafy vegetable. *Crop Protection*, 128, 105006.
34. Villar, E. 2016. Contribución al manejo integrado de ácaros tetraníquidos (Acari: Tetranychidae) que afectan a frutales de clima templado. Universidad de La Rioja. <https://n9.cl/nil7d> (consulta de julio 17, 2021).
35. Wang, M., X. Liu, L. Shi, J. Liu, G. Shen, P. Zhang y L. He. 2020. Functional analysis of UGT201D3 associated with abamectin resistance in *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval). *Insect Science* 27(2): 276-291.

