

# ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DEL ÁCARO ROJO *Raoiella indica* Hirst (ACARI: TENUIPALPIDAE) SOBRE *Cocos nucifera* Y RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN

Orlando Grimán<sup>1</sup>, Carlos Vásquez<sup>1</sup>, Yolmar Ríos<sup>1</sup> y Alcides Mondragón<sup>1</sup>

## RESUMEN

Desde su introducción en Venezuela, el ácaro *Raoiella indica* Hirst ha provocado severos daños en plantaciones comerciales de coco; sin embargo, la información sobre las estrategias para el manejo de sus poblaciones es escasa. La fertilización en cultivos ha demostrado tener un potencial efecto positivo en la inducción de la resistencia natural de plantas. En este sentido, el presente estudio plantea evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánico e inorgánico sobre la variación en la densidad poblacional y los parámetros biológicos de *R. indica* en dos cultivares de coco utilizados en el país. Bajo condiciones de umbráculo, plantas de coco de 1-2 años de edad fueron fertilizadas con vermicompost o con fórmula química N-P-K (10-20-20) y posteriormente infestadas con 20 hembras por foliolo de *R. indica*. La variación en la densidad de ácaros por foliolo fue evaluada semanalmente durante 6 semanas consecutivas. En el laboratorio, la duración del ciclo biológico, fecundidad y longevidad fueron evaluadas sobre discos de hoja provenientes de plantas tratadas con fertilizantes (orgánico e inorgánico). Las plantas fertilizadas mostraron menor densidad de ácaros por foliolo cuando fueron comparadas con plantas no fertilizadas. Aunque no se detectó efecto de la fertilización sobre la duración del tiempo de desarrollo de *R. indica*, la longevidad y fecundidad de las hembras fueron negativamente afectadas. Los resultados demuestran que la aplicación de diferentes fuentes de fertilizantes ocasiona un efecto positivo en la resistencia natural de las plantas al ácaro. Sin embargo, se requiere mayor número de estudios para determinar los mecanismos que subyacen a la inducción de resistencia.

**Palabras clave adicionales:** Ácaros fitófagos, fertilizante inorgánico, manejo ecológico de plagas, vermicompost

## ABSTRACT

### Bioecological studies of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on *Cocos nucifera* in response to fertilization

After being introduced, *Raoiella indica* Hirst has inflicted severe damages in commercial coconut plantations; however, information about the pest management strategies is scarce. Crop fertilization has shown to positively affect natural plant resistance. Thus, this study aimed to evaluate the effect of organic or inorganic fertilizations on mite density variation and biological parameters of *R. indica* in two coconut cultivars commonly used in Venezuela. Under greenhouse conditions, 1-2 year-old coconut plants were fertilized using vermicompost or chemical formula N-P-K (10-20-20) and then infested with 20 females/leaflet of *R. indica*. Variation in mite number was evaluated at weekly intervals during six consecutive weeks. At the laboratory, developmental time, fecundity and longevity were evaluated on leaf disks from fertilizer treated plants. Fertilized plants showed lower mite number/leaflet when compared with no fertilized plants. Although no effect of fertilization on developmental time of *R. indica* was detected, longevity and fecundity of females was adversely affected. Results showed that application of different fertilizer sources causes a positive effect on the plant natural resistance to the mite. However, more detailed studies are required to determine the mechanism underlying such induction of plant resistance.

**Additional key words:** Ecological pest management, inorganic fertilizer, phytophagous mites, vermicompost

## INTRODUCCIÓN

El ácaro rojo de las palmeras fue descrito a partir de especímenes colectados en hojas de coco en la India (Hirst, 1924) y es considerado una plaga importante en cocotero, palma dátil y palma

areca en varios países del hemisferio oriental incluyendo Pakistán, Malasia, Egipto, Irán, Israel y Filipinas (Zaher et al., 1969; Daniel, 1981; Nahesha y Channabassavana, 1984;). En el 2004 se informó sobre su presencia en la isla Martinica (Flechtmann y Etienne, 2004) desde donde se

Recibido: Junio 5, 2014

Aceptado: Diciembre 8, 2014

<sup>1</sup> Dpto. de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: carlosvasquez@ucla.edu.ve

dispersó rápidamente a las Antillas e islas del Caribe (Flechtmann y Etienne, 2005; Etienne y Flechtmann, 2006; Rodríguez et al., 2007). En Venezuela, las plantaciones de coco han sido severamente afectadas por el ataque del ácaro rojo de las palmeras, la cual fue introducida al país a finales del 2007, posiblemente proveniente de Trinidad y Tobago (Vásquez et al., 2008a).

A diferencia de otras especies de ácaros, *R. indica* se alimenta del contenido celular del mesófilo introduciendo sus estiletes a través de la abertura estomática (Ochoa et al., 2011). Las mayores pérdidas por alimentación de esta especie plaga han sido observadas durante la fase de vivero pudiendo ocasionar la muerte de las plantas. En hojas maduras, con el desarrollo de la infestación, la apariencia general de la planta y de las hojas pasa de un color verde brillante a un aspecto pálido y finalmente pardo del folíolo (Rodrigues et al., 2007). En plantaciones adultas los daños son más evidentes en hojas maduras, las cuales se tornan amarillentas y pueden llegar a secarse completamente disminuyendo la tasa fotosintética y aborto de flores, lo cual afecta el rendimiento (Sathiamma et al., 1996).

Aunque estudios previos han demostrado el potencial efecto de la fertilización sobre el manejo de plagas, los resultados mostrados no son concluyentes (Chau y Heong, 2005; Chen et al., 2007; El-Zahi et al., 2012). Por una parte, no se observó efecto de las diferentes dosis de nitrógeno sobre el número de ácaros en plantas de geranio, mientras que altas dosis de fósforo promovieron mayor número de ácaros después de ocho semanas de aplicación (Chen et al., 2007). Contrariamente, otros estudios verificaron que estos mismos nutrientes pueden provocar disminución de insectos chupadores (Chau y Heong, 2005; El-Zahi et al., 2012). Con relación al papel del potasio en la resistencia de la planta, la mayoría de los estudios establece que el potasio juega un rol importante en la reducción de la incidencia de plagas debido a que está relacionado con rutas fitohormonales involucradas en los mecanismos de defensa de la planta (Amtmann et al., 2008). A pesar de la importancia del ácaro rojo de las palmeras en la disminución de la producción de coco en el Caribe, hasta el presente existe poca información disponible sobre cómo las prácticas

culturales pueden afectar las poblaciones del ácaro rojo de las palmeras de modo de incluirlas en programas de manejo integrado de las poblaciones de la plaga. Por ello, en el presente estudio se evaluó el posible efecto de la fertilización en plantas de coco sobre la variación poblacional y aspectos biológicos de *R. indica* bajo condiciones de umbráculo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en dos etapas: en la primera se evaluó el efecto de la fertilización sobre la fluctuación poblacional de *R. indica* bajo condiciones de umbráculo, mientras que en la segunda se determinó el efecto de la fertilización sobre aspectos biológicos del ácaro bajo condiciones de laboratorio.

**Efecto de la fertilización sobre la fluctuación poblacional de *R. indica* en condiciones de umbráculo.** El efecto de dos fuentes de fertilización (orgánica e inorgánica) sobre la fluctuación poblacional de *R. indica* en los cultivares de coco ‘Enano Amarillo Malayo’ (EAM) y el híbrido EAMxAC (EAM x “Alto del Caribe”) fue evaluado bajo condiciones de umbráculo en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) en Barquisimeto, estado Lara. De cada cultivar fueron utilizadas 30 plantas de 1-2 años de edad sembradas en bolsas de polietileno (40 cm de diámetro x 50 cm de altura) conteniendo arena, mantillo y cascarilla de arroz en proporción 1:1:1 como sustrato. Los tratamientos de fertilización fueron incorporados al sustrato de siembra y aplicados al inicio del ensayo, de acuerdo al siguiente esquema:

I. Sin fertilización

II. Fertilización con N-P-K (10-20-20) en dosis comercial (100 g por planta)

III. Fertilización con 15% del volumen de sustrato substituido por vermicompost obtenido por la bioactividad de *Eisenia foetida* y cuya composición se muestra en el Cuadro 1.

Una vez establecidas las plantas de cada tratamiento, un folíolo de cada planta fue infestada artificialmente con 20 hembras de *R. indica* de 1-2 días de edad obtenidas de la cría en laboratorio y transferidas con la ayuda de un pincel fino (000). Semanalmente, en cada tratamiento se contabilizó

el número total de fases móviles de ácaros (incluyendo larvas, ninfas, hembras y machos) en cinco puntos de 10 cm<sup>2</sup> cada uno, tomados al azar sobre la cara abaxial del folíolo con ayuda de una lupa de mano, durante seis muestreos consecutivos.

**Cuadro 1.** Composición química del vermicompost de *E. foetida* obtenido de estiércol de bovino

Macrolementos	(%)
Nitrógeno	0,81
Fósforo	0,80
Potasio	0,59
Calcio	1,79
Magnesio	0,43
Microlementos	mg·kg <sup>-1</sup>
Zinc	258
Cobre	20
Hierro	7567
Manganeso	700

**Efecto de la fertilización sobre los parámetros biológicos y reproductivos de *R. indica* en condiciones de laboratorio.** Para la determinación del efecto de la fertilización sobre los parámetros biológicos y reproductivos de *R. indica* fue conducido un ensayo de laboratorio usando unidades de cría, según la metodología de Helle y Overmeer (1985). Estas unidades de cría consistieron en cápsulas de Petri con poliuretano sobre los cuales se colocaron dos discos de hoja (3 cm de diámetro) dispuestos con la cara abaxial hacia arriba provenientes de cada uno de los tratamientos previamente descritos. En cada disco de hoja fueron colocadas diez hembras recién emergidas junto con dos machos para la obtención de huevos con los que se inició el estudio de ciclo biológico. Una vez obtenidos los huevos, las hembras y machos fueron descartados. Estos huevos fueron colocados individualmente en unidades de cría y observados cada 12 horas para registrar el tiempo de incubación. Una vez emergidas las larvas, estas fueron transferidas individualmente a nuevos discos de hoja provenientes de plantas del tratamiento respectivo para determinar el tiempo de duración de las fases móviles inmaduras (larva, protoninfa, deutoninfa) del ácaro a intervalos de observación de 12 horas. El cambio de fase fue determinado por la

aparición de la fase inmóvil respectiva (protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida). Una vez obtenidas las hembras adultas, éstas fueron observadas a intervalos de 24 horas para determinar su longevidad y fecundidad.

Ambos ensayos fueron conducidos en un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y diez repeticiones. Cada tratamiento representado por un tipo de fertilización (sin fertilización, fertilización con vermicompost y fertilización con N-P-K). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de medias según la prueba de Tukey usando el paquete estadístico Statistix versión 8.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Parámetros poblacionales.** Se detectaron efectos de la fertilización tanto orgánica como inorgánica en el híbrido (ACxEAM), mientras que el cultivar EAM sólo respondió a la aplicación de fertilizante N-P-K (Cuadro 2). En el híbrido, la densidad poblacional osciló entre 6,87 ácaros por cm<sup>2</sup> hasta 4,0 ácaros por cm<sup>2</sup> al final del ensayo cuando fue tratado con N-P-K. Los resultados obtenidos en plantas tratadas con vermicompost fueron variables a lo largo del período de muestreo, mostrando similitud con el efecto del fertilizante inorgánico durante las dos primeras y últimas semanas del ensayo. Con relación al cultivar EAM, las menores densidades fueron observadas consistentemente en plantas tratadas con N-P-K con valores de hasta 8,0 ácaros por cm<sup>2</sup> durante las primeras cinco semanas, los cuales tendieron a disminuir hasta 4,73 ácaros por cm<sup>2</sup> al final del ensayo. Contrariamente, en plantas tratadas con vermicompost, las densidades fueron superiores o iguales a las plantas control. Aunque no se encontraron estudios previos que relacionen el efecto de la fertilización en plantas de coco sobre la inducción de resistencia a plagas, existe alguna información disponible en otros cultivos. Ribeiro (2010) encontró diferencias en la dinámica poblacional de *Tetranychus urticae* (Koch) en plantas de fresa fertilizadas con N y K, observando que las poblaciones del ácaro fueron significativamente menores en plantas fertilizadas con urea, nitrato de potasio y sulfato de potasio comparadas con plantas no fertilizadas.

Contrariamente, el número de *T. urticae* en plantas de geranio no varió por efecto de las aplicaciones de nitrógeno, mientras que ligeramente varió con las aplicaciones de fósforo (Chen et al., 2007). Aunque la calidad nutricional de la planta juega un papel importante en la resistencia a ácaros e insectos, sus efectos están influenciados por la variación fenotípica en plantas en cuanto al contenido de nutrientes y concentración de metabolitos secundarios (Herms,

2002). Adicionalmente, estudios poblacionales demostraron que las densidades de *R. indica* pueden variar por efecto tanto de la precipitación como de la acción de los enemigos naturales, principalmente, *Amblyseius largoensis* (Muma) (Vásquez, 2012). Por ello, estudios que involucren la acción conjunta de estos factores junto con el efecto de la fertilización deberían ser conducidos para diseñar programas de manejo poblacional de esta plaga en el país.

**Cuadro 2.** Fluctuación poblacional de *Raoiella indica* (individuos por foliolo) en plantas de coco cultivar Enano Amarillo Malayo (EAM) e híbrido EAMxAC tratadas con dos fuentes de fertilizantes

	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
Cultivar EAM						
Testigo	8,90 a	4,73 b	8,40 b	10,20 ab	11,00 a	14,40 a
Vermicompost	12,70 a	9,40 a	13,90 a	14,47 a	12,80 a	14,30 a
N-P-K	2,60 b	5,60 b	8,00 b	7,95 b	5,40 b	4,73 b
Híbrido EAMxAC						
Testigo	21,90 a	19,40 a	8,26 a	9,13 a	14,86 a	14,06 a
Vermicompost	3,90 b	9,13 b	9,26 a	9,23 a	8,86 b	7,80 b
N-P-K	5,40 b	6,87 b	5,20 b	6,00 b	5,80 b	4,00 c

Valores en cada columna con igual letra no difieren significativamente entre sí según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,01$ )

### Tiempo de desarrollo y parámetros reproductivos.

**Ciclo de vida.** El tiempo de desarrollo de *R. indica* no fue afectada por la fuente de fertilización en cada uno de los cultivares evaluados (Cuadro 3). El tiempo promedio de desarrollo fue de 29,9 y 29,2 días cuando *R. indica* fue criada sobre el cultivar EAM y sobre el híbrido EAMxAC, respectivamente. De manera similar, la duración de

los estadios inmaduros (huevos, larvas y ninfas) tampoco fue afectada por la fertilización. El tiempo promedio de incubación de huevos fue de 8,5 sobre EAMxAC, mientras que en EAM fue de 8,9 días. Con relación a las fases móviles inmaduras, la duración promedio fue de 6,7 y 7,0 días para larvas, 7,5 y 7,6 días para protoninfa y 6,5 y 6,3 días para deutoninfas cuando fueron criadas sobre EAMxAC y EAM, respectivamente.

**Cuadro 3.** Duración (días±SD) del ciclo de vida de *Raoiella indica* criada sobre plantas de coco cultivar Enano Amarillo Malayo (EAM) e híbrido EAMxAC tratadas con dos fuentes de fertilizantes\*

Material vegetal	Tratamiento	Huevo	Larva	Protoninfa	Deutoninfa	Total
EAM	Control	8,7±0,674	6,9±0,663	7,7±0,532	6,3±0,141	29,6±1,490
	Vermicompost	8,5±0,735	6,9±0,663	8,0±0,794	6,5±0,425	29,8±0,761
	N-P-K	9,7±0,986	7,3±0,450	7,2±0,988	6,1±0,216	30,3±1,040
EAMxAC	Control	8,5±1,492	7,1±0,250	7,5±0,236	6,5±0,116	29,6±1,584
	Vermicompost	8,7±0,539	6,5±1,000	7,3±0,330	6,4±0,497	28,8±1,679
	N-P-K	8,3±0,889	6,6±0,657	7,6±0,478	6,7±0,216	29,2±0,377

\* Sin diferencias significativas entre los valores de cada columna según la prueba de Tukey ( $P > 0,05$ )

Estudios previos han demostrado el efecto del cultivar sobre los parámetros biológicos de un amplio número de especies de ácaros, principalmente en tetraníquidos. Kasap (2003) demostró que el tiempo de desarrollo de *Amphitetranychus viennensis* (Zacher) fue menor cuando este fue criado sobre hojas de manzana de los cultivares ‘Starkrimson Delicious’ y ‘Golden Delicious’ (10,7 días) cuando comparado con los cultivares ‘Amasya’ y ‘Starking Delicious’, sobre los cuales el ciclo fue completado en 11,7 días. De manera similar, el tiempo de desarrollo de *Oligonychus punicae* (Hirst) varió en los diferentes cultivares de vid, siendo menor (8,2 a 8,3 días) en los cultivares ‘Tucupita’ y ‘Sauvignon’ mientras que en los cultivares ‘Villanueva’, ‘Red Globe’, ‘Chenin Blanc’ y ‘Sirah’ el desarrollo fue de 7-11 % más lento (Vásquez et al., 2008b). Las plantas con déficit hídrico pueden afectar positiva o negativamente el desarrollo de los herbívoros (Huberty y Denno, 2004), debido a que los cambios en la composición de los metabolitos primarios en plantas estresadas pueden estimular la alimentación, mientras que los metabolitos secundarios pueden actuar como promotor o disuasivo de la alimentación (Gutbrodt

et al., 2012).

**Longevidad y fecundidad.** Las hembras de *R. indica* mostraron reducción de la longevidad promedio en plantas fertilizadas con relación a las plantas testigo en ambos cultivares (Cuadro 4). De acuerdo con Painter (1951), la muerte temprana y/o tiempo prolongado en el desarrollo de los estados inmaduros, reducción de la longevidad de los adultos, entre otros son parámetros para medir la resistencia de la planta al ataque de una plaga. En tal sentido, los resultados obtenidos sugieren que la fertilización con vermicompost o N-P-K probablemente provocó en la planta reacciones que habrían desencadenado en la producción de compuestos relacionados con una resistencia inducida, tal como se ha establecido en diferentes especies de ácaros (Ribeiro et al., 1988; Hilker y Meiners, 2002; Praslicka y Huszár, 2004). Esta reducción tiene una implicación en el manejo de las plagas puesto que la reducción de la longevidad en plagas puede resultar en una disminución significativa en el número de huevos puestos en el ambiente (Korndörfer et al., 2011), lo cual provocaría decrecimiento poblacional en la siguiente generación y consecuentemente en el daño a las plantas.

**Cuadro 4.** Longevidad (días) y fecundidad (número de huevos por individuo) promedio de las hembras de *R. indica* criadas sobre plantas de coco cultivar Enano Amarillo Malayo (EAM) e híbrido EAMxAC tratadas con dos fuentes de fertilizantes

Material vegetal	Tratamiento	Longevidad	Fecundidad
EAM	Control	11,38 a	12,38 a
	Vermicompost	8,50 b	8,75 b
	N-P-K	9,63 b	10,38 b
EAMxAC	Control	12,13 a	13,75 a
	Vermicompost	10,75 b	7,50 b
	N-P-K	9,75 c	6,88 b

Valores en cada columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,01$ )

Un comportamiento similar fue observado con relación a la fecundidad, puesto que el número de huevos por hembra fue mayor en plantas sin fertilización de ambos materiales (Cuadro 4). Con relación a este efecto de la planta hospedera sobre la reproducción de especies fitófagas, Vásquez et al. (2008b) hipotetizaron que los parámetros

reproductivos de *O. punicae* parecen estar negativamente asociados con las concentraciones de flavonoides en cultivares de vid. Estudios previos demostraron que las hojas y frutos de vid pueden sintetizar compuestos fenólicos en respuesta a los ataques de hongos o factores abióticos (Morrissey y Osbourn, 1999) y esos

compuestos pueden proveer resistencia de plantas (Harborne, 1994; Bernards y Båstrup-Spohr, 2008).

Chau y Heong (2005) observaron menor incidencia de plagas en plantas tratadas con enmiendas orgánicas cuando comparadas con la fertilización convencional a base de N-P-K. Estos autores postularon que el principal mecanismo de defensa fue registrado con bajos contenidos de nitrógeno y fósforo y alto contenido de potasio en la planta de arroz. La aplicación de potasio tiene un marcado efecto sobre la cantidad y distribución de los metabolitos primarios en los tejidos vegetales, que a su vez podrían afectar la capacidad de atracción de insectos y patógenos, así como su posterior crecimiento y desarrollo en la planta hospedera (Amtmann et al., 2008). Con relación al papel del potasio, éste afecta una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos en la planta que están involucrados en la susceptibilidad a ácaros e insectos puesto que afecta la regulación del ácido jasmónico, el cual media la inducción de metabolitos secundarios con propiedades disuasivos sea de alimentación y/o oviposición (Amtmann et al., 2008).

### CONCLUSIONES

La aplicación de fertilizante inorgánico (N-P-K) en palmeras condujo a la disminución de la densidad poblacional del ácaro rojo (*Raoiella indica*), especialmente en plantas del híbrido EAMxAC.

Aunque la fertilización tanto orgánica (vermicompost) como inorgánica no mostró efecto sobre el tiempo de desarrollo del ácaro, se detectó un claro efecto sobre la su longevidad y tasa de oviposición, lo cual sugiere el rol de la fertilización sobre la inducción de la resistencia de plantas de coco y, consecuentemente, en el manejo sustentable de las poblaciones de la plaga.

### LITERATURA CITADA

1. Amtmann, A., S. Troufflard y P. Armengaud. 2008. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. *Physiol. Plant.* 133: 682-691.
2. Bernards, M.A. y L. Båstrup-Spohr. 2008. Phenylpropanoid metabolism induced by wounding and insect herbivores. *In: A. Schaller (ed.). Induced Plant Resistance to Insects.* Springer Science + Business. B.V. Stuttgart. Alemania. pp. 189-213.
3. Chau, L.M. y K.L. Heong. 2005. Effects of organic fertilizers on insect pest and diseases of rice. *Omonrice* 13: 26-33
4. Chen, Y., G.P. Opit, V.M. Jonas, K.A. Williams, J.R. Nechols y D.C. Margolies. 2007. Twospotted spider mite population level, distribution, and damage on ivy geranium in response to different nitrogen and phosphorus fertilization regimes. *J. Econ. Entomol.* 100 (6): 1821-1830.
5. Daniel, M. 1981. Bionomics of the predaceous mite *Amblyseius channabasavanni* (Acari: Phytoseiidae), predaceous on the palm mite *Raoiella indica*. *In: G.P. Channabasavanna (ed.). Contributions to Acarology in India.* Anubhava Printers. Bangalore. pp. 167-173.
6. El-Zahi, E.S., S.A. Arif, B.A.J. El-Naggar y M.E. El-Dewy. 2012. Fertilization of cotton field-plants in relation to sucking insects and yield production components of cotton plants. *J. Am. Sci.* 8(2): 509-517.
7. Etienne, J. y C.H. Flechtmann. 2006. First record of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadalupe and Saint Martin, West Indies. *Int. J. Acarol.* 32: 331-332.
8. Flechtmann, C.H.W. y J. Etienne. 2004. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). *Syst. Appl. Acarol.* 9: 109-110.
9. Flechtmann, C.H. y J. Etienne. 2005. Un nouvel acarien ravageur des palmiers: en Martinique, premier signalement de *Raoiella indica* pour les Caraïbes. *Phytoma* 548: 10-11.
10. Gutbrodt, B., S. Dorn, K. Mody. 2012. Drought stress affects constitutive but not induced herbivore resistance in apple plants. *Arthropod Plant Interac.* 6: 171-179.
11. Harborne, J. 1994. Do natural plant phenols play a role in ecology? *Acta Horticulturae.*

- 381: 36-43.
12. Helle, W. y W. Overmeer. 1985. Rearing Techniques. In: W. Helle y M. Sabelis. Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier. Amsterdam. pp. 331-336.
  13. Herms, D.A. 2002. Effects of fertilization on insect resistance of woody ornamental plants: reassessing an entrenched paradigm. *Environ. Entomol.* 31(6): 923-933.
  14. Hilker, M. y T. Meiners. 2002. Induction of plant responses to oviposition and feeding by herbivorous arthropods: a comparison. *Entomol. Exp. Appl.* 104: 181-192.
  15. Hirst, S. 1924. On some new species of red spider. *The Annals and Magazine of Natural History* 14: 522-527.
  16. Huberty, A.F. y R.F. Denno. 2004. Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. *Ecology* 85: 1383-1398.
  17. Kasap, I. 2003. Life history of hawthorn spider mite *Amphitetranychus viennensis* (Acarina: Tetranychidae) on various apple cultivars and at different temperatures. *Exp. Appl. Acarol.* 1: 79-91.
  18. Korndörfer, A.P., E. Grisoto y J.D. Vendramim. 2011. Induction of insect plant resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stål (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. *Neotrop. Entomol.* 40(3): 387-392.
  19. Morrissey, J. y A.E. Osbourn. 1999. Fungal resistance to plant antibiotics as a mechanism of pathogenesis. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 63: 708-724.
  20. Nahesha, B.K. y G.P. Channabasavanna. 1984. Development and ecology of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on coconut. p. 785-790. In: D. Griffiths y C. Bowman (eds.). *Proceedings of Acarology VI(2)*. Elis Horwood. Sussex, England.
  21. Ochoa, R., J.J. Beard, G.R. Bauchan, E.C. Kane, A.P. G. Dowling y E.F. Erbe. 2011. Herbivore exploits chink in armor of host. *Am. Entomol.* 57(1): 26-29.
  22. Painter, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. MacMillan, New York.
  23. Praslicka, J. y J. Huszár. 2004. Influence of temperature and host plants on the development and fecundity of the spider mite *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Plant Prot. Sci.* 40(4): 141-144.
  24. Ribeiro, L.G., A. Villacorta y L.A. Foerster. 1988. Life cycle of *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) in apple trees, cultivar Gala and Golden Delicious. *Acta Horticulturae* 232: 228.
  25. Ribeiro, M. G. D. 2010. Adubação química, infestação de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e produção de morangueiro. Tesis. Universidade de Brasília, Brasil. 67 p.
  26. Rodrigues, J.C.V. y J.E. Peña. 2012. Chemical control of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 317-329.
  27. Rodrigues, J.C., R. Ochoa y E. Kane. 2007. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and its damage to coconut palms in Puerto Rico and Culebra Island. *Int. J. Acarol.* 33: 3-5.
  28. Sathiamma, B. 1996. Observations on the mite fauna associated with the coconut palm in Kerala, India. *J. Plantation Crops* 24(2): 92-96.
  29. Vásquez, C., M. Quirós, O. Aponte y M.F. Sandoval. 2008a. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. *Neotropical Entomology* 37(6): 739-740.
  30. Vásquez, C., O. Aponte, J. Morales, M.E. Sanabria y G. García. 2008b. Biological studies of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) on grapevine cultivars. *Exp. Appl. Acarol.* 45(1/2): 59-69.
  31. Vásquez, C. y G.J. de Moraes. 2012. Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. *Exp. Appl. Acarol.* 60(1): 73-82.
  32. Vásquez, C. 2012. Bioecología do ácaro plano vermelho das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) na Venezuela. Tesis. Escola Superior de Agricultura Luiz de

- Queiroz. Universidade de São Paulo. São Paulo Brasil. 87 p.
33. Zaher, M.A., A.K. Wafa y A.A. Yousef. 1969. Biological studies on *Raoiella indica* Hirst and *Phyllotranychus aegyptiacus* Sayed infesting Date palm trees in U.A.R, (Acarina: Tenuipalpidae). Zeitschrift für Angewandte Entomologie 63(4): 406-411.