

TAXONOMÍA, BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE ÁCAROS FITÓFAGOS (ACARI: TROMBIDIFORMES) EN CUBA

Taxonomy, biology, and ecology of phytophagous mites (Acari: Trombidiformes) in Cuba

 Mayra Ramos Lima^{1*},  Héctor Rodríguez Morell², Leandra Amabela Ramírez Quintero³,
 Geyser Flores Galano⁴,  Adrián Montoya Ramos⁴, Delvy Alonso Rodríguez²,
 Marbely del Toro Benítez³,  Adayakni Sánchez Castro³,  Reynaldo Chico Morejón³

¹Academia Ingeniería Química Instituto Tecnológico de Mexicali.

Avenida Tecnológico s/n, Colonia Plutarco Elías Calles, 21376 Mexicali, Baja California, México.

²Facultad de Agronomía. Universidad Agraria de La Habana (UNAH).

Autopista Nacional y carretera de Tapaste, km 23 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

³Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Carretera de Jamaica, km 3,5. Apartado 10. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

⁴Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo. Av. Che Guevara km 1,5 Carretera a Jamaica, Guantánamo, Cuba.

RESUMEN: Diversas especies de ácaros fitófagos Trombidiformes constituyen una seria amenaza a la producción agrícola, debido a las afectaciones que producen en los rendimientos de los cultivos, como consecuencia de su alimentación sobre las plantas. Su estudio se efectuó en cultivos de interés, como cítricos (*Citrus* spp.), plátano (*Musa* spp.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.), donde se evidenció su impacto negativo en los rendimientos. Tanto para las especies endémicas, *Tetranychus urticae* (Koch), *Panonychus citri* (Mc Gregor), *Tetranychus tumidus* Banks y *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), como las especies exóticas *Steneotarsonemus spinki* Smiley y *Raoiella indica* Hirst, la combinación de estudios taxonómicos, biológicos, ecológicos y poblacionales ofrecieron las bases científicas para sustentar las propuestas de manejo adoptados por el país. Con la presente reseña se pretende compendiar los principales resultados obtenidos en Cuba desde entidades de ciencia y universidades del Ministerio de Educación Superior.

Palabras clave: ácaros fitófagos, especies exóticas invasoras, manejo de fitoácaros, taxonomía.

ABSTRACT : Several species of Trombidiform phytophagous mites are a serious threat for agricultural production because of the deleterious effects on crop yields by their feeding on plants. They have been studied on crops of interest such as citrus (*Citrus* spp.), plantain (*Musa* spp.), potato (*Solanum tuberosum* L.), and rice (*Oryza sativa* L.), on which their negative impact on yield is evident. The combination of taxonomic, biological, ecological and population studies of the endemic mite species *Tetranychus urticae* (Koch), *Panonychus citri* (Mc Gregor), *Tetranychus tumidus* Banks, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), as well as of the exotic species *Steneotarsonemus spinki* Smiley and *Raoiella indica* Hirst, offered the scientific bases to support the management proposals adopted by the country. The present review is aimed to summarize the main results obtained in Cuba by science entities and universities from Higher Education institutions.

Key words: invasive exotic species, management of plant mites, phytophagous mites, taxonomy.

INTRODUCCIÓN

La subclase Acari cuenta en la actualidad con 540 familias, 124 superfamilias, 5500 géneros y 1200 subgéneros (1). Las especies pertenecientes al orden Trombidiformes tienen diversas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales que favorecen la alimentación de sus individuos sobre las plantas (2). Más de 4000 especies de Trombidiformes pertenecientes a unos

300 géneros, se informaron como fitófagos obligados, donde se incluyen algunas plagas importantes de plantas de interés económico (3).

La globalización de la economía generó un incremento considerable del intercambio comercial y, consecuentemente, del riesgo de diseminación y establecimiento de importantes plagas que constituyen una amenaza permanente para los agricultores y frecuentemente provocan dramáticas pérdidas económicas (4).

*Correspondencia a: Mayra Ramos Lima. E-mail: ramosmayra@itmexicali.edu.mx

Recibido: 09/10/2024

Aceptado: 11/12/2024

Declaración de conflicto de intereses: los autores declaran no poseer conflicto de intereses

Contribución de los autores: Mayra Ramos Lima: **Conceptualización, Investigación, Metodología, Supervisión, Redacción: revisión y edición.** Leandra Amabela Ramírez Quintero: **Conceptualización, Investigación, Metodología.** Geyser Flores Galano: **Supervisión, Redacción: revisión y edición.** Adrián Montoya Ramos: **Investigación, Metodología, Supervisión, Redacción: revisión y edición.** Marbelys del Toro Benítez: **Investigación, Metodología, Redacción.** Delvy Alonso Rodríguez: **Investigación.** Adayakni Sánchez Castro: **Investigación.** Reynaldo Chico Morejón: **Investigación** Héctor Rodríguez Morell: **Conceptualización, Investigación, Metodología, Supervisión, Redacción: revisión y edición.**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Los ácaros fitófagos afectan el desarrollo de las plantas en diferentes formas: alimentándose del follaje, destruyendo células y reduciendo el contenido de clorofila; en las hojas disminuyen su tamaño, su tasa de formación y su longevidad. Cuando un ácaro ataca una hoja cuyo parénquima lagunoso es delgado, pica las células de este y alcanza las del parénquima de empalizada; el fenómeno de capilaridad en los estiletes y su movimiento ascendente y descendente, hacen que parte del contenido celular aflore sobre la superficie foliar. El ácaro puede, entonces, succionar el "líquido" con ayuda del vacío producido por la faringe (5, 6). Con una elevada capacidad de adaptación a diversos ambientes, cada año se encuentran especies asociadas a nuevas plantas hospedantes (7). Es de gran valor identificar correctamente las especies de ácaros asociadas con cultivos de importancia económica, por razones relacionadas con la protección de plantas, la bioseguridad y el comercio internacional (8).

En Cuba, desde 1968 se reconoce que, dado el incremento de la importancia del impacto negativo de los ácaros en la agricultura cubana, hay necesidad de implementar un plan de investigación para conocer la fauna de fitoácaros y su biología, así como elaborar métodos para su manejo (9).

En concordancia con esta necesidad, el Laboratorio de Acarología del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), en colaboración con especialistas de otras instituciones pertenecientes al Ministerio de Educación Superior comenzó, desde inicios de los años 80, el estudio de los ácaros fitófagos en cultivos de interés económico; por lo que el objetivo del presente trabajo es presentar una síntesis de los principales resultados alcanzados en el estudio de los ácaros fitófagos Trombidiformes en Cuba.

PARTE ESPECIAL

Al amparo de diferentes proyectos de investigación, durante los últimos 40 años, se realizaron muestreos para la detección de ácaros fitófagos en cultivos de interés económico, establecer sus dinámicas poblacionales y los enemigos naturales asociados, con vistas a tributar información científica de base para el diseño e implementación de estrategias de manejo más eficientes y compatibles con la protección del medio ambiente.

Destaca, en la década del 80, la evaluación de la ácarofauna presente en el cultivo de los cítricos (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Citrus x paradisi* Macfad. y *Citrus x limon* (L.) Osbeck), tanto en condiciones de producción como en la fase de vivero, así como en parcelas bajo aplicaciones de plaguicidas químicos y sin estos. Como resultado de este estudio se definieron las principales especies presentes [*Tetranychus urticae* (Koch), *Panonychus citri* (Mc Gregor), *Eutetranychus banksi* (Mc Gregor) (Acari: Tetranychidae) y *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae)], así como los principales enemigos naturales asociados, en especial los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae.

Estos resultados aportaron elementos sobre la abundancia y la frecuencia relativa en que los mismos se presentaban,

su comportamiento poblacional, con relación a las variables climáticas, y los principales factores de mortalidad (9, 10).

Una de estas investigaciones permitió conocer, con el empleo de técnicas combinadas de la estadística multivariada para el análisis exploratorio de datos, que Phytoseiidae es la familia de depredadores que más comúnmente aparecen en naranjo 'Valencia'. Se pudo corroborar que las densidades poblacionales de *T. urticae* aumentan cuando, en los quince días precedentes al muestreo, se registran temperaturas medias entre 25-27°C, humedad relativa entre 80-84 % y precipitaciones entre 61-120 mm, pero distribuidas. En cambio, los depredadores son favorecidos con las temperaturas inferiores a 25°C, precipitaciones entre 0- 30 mm y humedad relativa entre 75-84 %. Estos resultados se corroboraron, estadísticamente, mediante Análisis de Componentes Principales-Factorial de Correspondencia Múltiple y la conversión de variables continuas a variables categóricas (11).

También se ofrecieron elementos para el diseño de metodologías de muestreo más eficientes, como es el caso de *P. citri* sobre plantas de toronjo 'Marsh' aviveradas, donde se demostró que la proporción de hojas infestadas tuvo una relación alta y significativa ($R^2=0,88$) con la densidad promedio de ácaros por hoja. Considerando un umbral de 0,3 hembras por hojas y con las ecuaciones calculadas, fue posible aplicar un muestreo presencia-ausencia. Este umbral relaciona una proporción de 0,16 hojas, es decir, al realizar el muestreo y encontrar cinco hojas con, al menos una hembra en una muestra de 30, se debe emitir la señal. La adopción de este método reduce la duración del muestreo en 50 % (12).

De forma paralela, se desarrolló un grupo de estudios a nivel de laboratorio para complementar los resultados observados en las evaluaciones de campo. Entre ellas se pueden relacionar, a modo de ejemplo, los estudios de la tabla de vida de *T. urticae* y *P. citri* sobre toronjo y limón verdadero, así como el efecto de diferentes niveles de infestación de estos fitófagos sobre hojas de lima 'Persa' (13, 14).

En el caso particular de *P. latus*, se determinó la duración del desarrollo y la reproducción sobre naranjo 'Valencia' y limón 'Verdadero', con relación a lima 'Persa' (15). Con posterioridad, se encaminaron esfuerzos para conocer la problemática de esta plaga en el cultivo protegido de híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Además, para evaluar la severidad de los daños que produce *P. latus* en el pimiento en producción protegida, en función de las fases fenológicas del cultivo, se infestaron plantas en la zona apical con 10 hembras del ácaro blanco a las 5, 7, 10 y 14 semanas de germinadas las semillas, periodos que se corresponden con las diferentes fases fenológicas. Se evidenció que el número de ácaros presentes en cada una de las fases fenológicas del pimiento fueron estadísticamente diferentes, en ambos cultivares. Para los indicadores altura, masa fresca y seca de la planta, solo se observaron diferencias significativas cuando el ácaro se liberó en la fase de crecimiento vegetativo, con relación al resto de los tratamientos y el control. Estos resultados ratificaron que el cultivo del pimiento, en sistemas protegidos, es más vulnerable al ataque de ácaro blanco en las fases iniciales del cultivo. Por tanto, este es el momento en que debe ser protegido con mayor énfasis (16).

Al evaluar el comportamiento poblacional de *P. latus* en el híbrido 'LPD- 5' y la variedad 'Lical' en cultivo protegido se observó, de forma general, que a partir del segundo muestreo se encontraron niveles poblacionales superiores al índice de aplicación. Las aspersiones con dicofol 18,5 CE y abamectina 1,8 EC redujeron la población, aunque se presentó una marcada tendencia al incremento al final del ciclo del cultivo. Un comportamiento similar se observó al analizar la intensidad del ataque y la distribución del fitófago. No se detectaron diferencias significativas para las fases ni para la población total en las tres secciones en que se divide la casa de cultivo para el muestreo, según establece el instructivo; se encontró, a través de la determinación del tamaño óptimo de muestra, que 65 hojas son suficientes para realizar una estimación adecuada de la población total del ácaro. Estos resultados constituyeron modificaciones al Instructivo técnico de sanidad vegetal para casas de cultivo protegido de alta tecnología. Esta reducción posibilita ahorro de tiempo y recursos debido a que el tamaño de muestra se reduce casi en 40 % (17, 18).

Los cambios de las condiciones en los agroecosistemas determinan el comportamiento de las poblaciones de organismos que en ellos habitan y se pueden producir variaciones en los umbrales de daños y en el crecimiento de la población. Por ello, para estimar los parámetros de crecimiento, la capacidad máxima y la tasa intrínseca de incremento para *P. latus* bajo condiciones de cultivo protegido, se modeló el crecimiento logístico del ácaro. Para estimar la densidad límite a la cual se le debe aplicar cualquier tipo de control, se graficó la relación generalizada entre la población existente y la encontrada en el muestreo siguiente. Para este estudio se emplearon datos provenientes de conteos poblacionales realizados en 100 hojas seleccionadas al azar, durante 16 muestreos consecutivos con una frecuencia semanal. Se estimó que la capacidad máxima de incremento de *P. latus* es de hasta 227,8 individuos por muestreo, con una tasa intrínseca de 0,36. Se demostró que la estabilidad en la densidad puede cambiar a movimientos dinámicos severos con puntos de equilibrio, precisamente cuando las densidades son más altas, mostrando así que, en ausencia de un control efectivo, las poblaciones de *P. latus* pueden elevarse considerablemente. Se sugiere aplicar una medida de control cuando las poblaciones del ácaro sean superiores a 56 individuos por cada 100 hojas muestreadas (19), índice de señal inferior al establecido en el instructivo para sistemas protegidos.

Para valorar las posibilidades reales de asumir las modificaciones propuestas al instructivo, derivadas de estos estudios, y conocer la percepción de los fitosanitarios respecto al control del ácaro blanco en la producción protegida de pimiento, se aplicó una encuesta en 652 casas de cultivo protegido que abarcaron una superficie de 51,3 ha, lo que representó el 29 % de la capacidad que existía en el país para este tipo de producción. La aplicación de la encuesta permitió verificar que *P. latus* es el principal problema fitosanitario en la producción protegida de pimiento. Se evidenció, además, el desconocimiento de los fitosanitarios sobre la metodología vigente de muestreo, señalización y control de *P. latus* (20), lo que sugirió la necesidad de realizar capacitación a los agricultores y productores para aplicar adecuadamente las medidas establecidas y asumir las modificaciones propuestas.

A finales de 1997, se registró un nuevo problema fitosanitario detectado, de forma generalizada, en las áreas arroceras de pequeños agricultores y en la Empresa de Semilla de Arroz de Nueva Paz, hoy provincia Mayabeque, que consistía en panículas vanas, algunas con curvaturas anormales. Las panículas en fase de maduración permanecían erectas, ya que presentaban gran cantidad de granos vanos, parcialmente llenos y muy manchados. En las vainas de las hojas banderas se observaba, además, una pudrición pardo rojiza, tanto en el extremo como a lo largo de las mismas. Este síndrome del vaneado de los granos y pudrición de la vaina quedaba fuera del sistema de protección establecido, ya que no se conocían los agentes causales del mismo y, consecuentemente, no existían métodos para su manejo (4).

Teniendo en consideración la complejidad que presentaba desde el punto de vista fitosanitario el cultivo del arroz, las pérdidas observadas en la cosecha, valoradas en 2 t.ha⁻¹ y la inexistencia de estudios precedentes, se identificó el agente causal de los síntomas; se detectó por primera vez para Cuba la presencia del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) con altas poblaciones en las vainas de las hojas banderas (más de 300 ácaros.cm⁻²) (21) y asociado con el ácaro, la presencia del hongo *Sarocladium oryzae* (Sawada) Gams & Hawksw., productor de la enfermedad conocida como pudrición de la vaina del arroz. El ácaro *S. spinki* vive y se desarrolla en la parte interior de las vainas de las hojas del arroz, particularmente en la base, en las espiguillas antes y durante la floración y en el interior de los órganos florales. Se alimenta y produce necrosis, atrofia del ovario y aborto de la flor. Interrumpe la circulación de los nutrientes para la formación del grano hasta la fase lechoso y disemina los conidios de *S. oryzae* (21).

Como parte de las investigaciones desarrolladas para establecer las bases científicas para el manejo de esta especie exótica invasora (22), se determinó la duración del desarrollo en la variedad 'Perla de Cuba', determinándose que *S. spinki* solo requiere entre 5,75 y 9,64 días para completar una generación, con una media de 7,77 días, a 24°C de temperatura y 70 % de humedad relativa. Los huevos son translúcidos, de forma ovoide alargada y se pueden encontrar aislados, en grupos pequeños o formando grandes masas de huevos unidos y superpuestas. De ellos emerge la larva, de color blanco y de cuerpo alargado, con solo tres pares de patas. Inicialmente tiene un periodo activo, en el cual camina y se alimenta, seguido de un periodo inactivo o quiescente, que se denomina larva inactiva, de la cual emerge la fase adulta. La larva inactiva, que dará lugar a una hembra, es transportada por el macho con la ayuda de su cuarto par de patas, como es común en la conducta de otras especies de Tarsonemidae (23).

Además, se evaluó la respuesta morfológica a la infestación de *S. spinki* en vainas de arroz: las observaciones histológicas realizadas indicaron que las vainas, con presencia del ácaro, presentaron un tejido epidérmico desordenado, así como la presencia de células epidérmicas hipertrofiadas. La manifestación externa de la alimentación del ácaro se revela como manchas pardo rojizas en la parte interna de la vaina de la hoja y manchas necróticas del grano, frente a infestaciones intensas (24).

Steneotarsonemus spinki se puede dispersar por el viento, el agua, los insectos, plantas y por los implementos agrícolas contaminados. El ácaro del vaneó del arroz presenta una distribución agregada y no manifiesta preferencias por sitios particulares del campo. Se presenta más frecuentemente en las vainas de las hojas de la 1 a la 4 y es más abundante en la base y centro de las vainas. Los adultos representaron el 30 % de la población total, con una similar proporción de huevos y estados inmaduros. En un análisis realizado sobre la base de la proporción de *S. spinki* por vaina con respecto a la población total, se determinó que el ácaro prefiere, de forma general, las vainas dos y tres; los mayores niveles poblacionales se encontraron a partir de la floración; mientras que, los ácaros depredadores mostraron un comportamiento similar, aunque con menor regularidad (25).

La fluctuación poblacional del tarsonémido del arroz mostró una clara relación con los factores abióticos y la fenología del cultivo. En relación con el crecimiento de la planta de arroz, las poblaciones de ácaros aparecen en la fase de macollamiento y alcanzan un pico poblacional en la fase de inicio de paniculación, para luego declinar en la maduración. Esta preferencia por la fase de inicio de la paniculación se debe a la alta acumulación de nutrientes en la vaina de la hoja, nutrientes que luego se mueven al grano, provocando la movilización de los ácaros. La fenología del cultivo tiene una influencia significativa sobre la población de la plaga. Dentro de las fases fenológicas, en el periodo de paniculación y el de apertura de la panícula-cosecha es donde se encuentran las mayores poblaciones. En las fases de cambio de primordio y ahijamiento, los niveles poblacionales son significativamente menores. Las poblaciones máximas se encontraron, por lo general, después de los 90 días del cultivo (26).

Los estudios de dinámica poblacional realizados en Cuba indicaron que los mayores niveles poblacionales de este tarsonémido se alcanzan durante la fase de inflorescencia y apertura de la panícula. Esta aseveración se confirmó a través de los resultados obtenidos con el modelo lineal aplicado para medir la influencia de los factores climáticos (temperatura y humedad relativa promedio y las precipitaciones acumuladas), los ácaros depredadores y la fenología del cultivo sobre la población promedio de *S. spinki*, donde solo se encontró influencia altamente significativa de la fenología del cultivo (27).

En las condiciones climáticas de Cuba, por lo general, no se registran poblaciones hasta los 35 días después de la germinación del cultivo. Las menores densidades se encontraron entre los meses de diciembre a mayo, donde ocurrieron los menores daños; mientras que, a partir de agosto los niveles de infestación y daño fueron mayores.

En Cuba, a partir de los resultados de investigación alcanzados en el periodo 1997-2000, se elaboró una propuesta de manejo que contempló la adopción del control legal (regulación de la época de siembra), control cultural (comprendió acciones con relación a la densidad y marco de siembra, la fertilización nitrogenada, el riego, adecuado escalonamiento de las siembras, así como evitar los efectos de la colindancia, por la diseminación a través del viento y el agua de riego), control biológico (priorizar el control biológico de las restantes plagas del cultivo) y el control químico, como última alternativa (28).

Estas medidas se complementaron con la introducción paulatina de los cultivares que manifestaron una mejor respuesta ante la presencia de *S. spinki*, incluyendo las introducidas con estas cualidades. Las variedades que mostraron resultados más favorables fueron: 'LC-88-66', 'Reforma' (introducidas), 'IA Cuba 28', 'LP-7', 'LP-5', 'IA Cuba 27', 'IA Cuba 22' y 'Bolito' (de producción nacional). Además del cambio de cultivares, el desplazamiento de mayores áreas de siembra hacia los meses más fríos, son componentes imprescindibles para el manejo, según corresponde al análisis epidemiológico realizado. Este ácaro alcanza sus mayores poblaciones entre mayo y agosto; en septiembre suelen descender con las intensas lluvias, pero puede tener un segundo incremento hasta noviembre en que, definitivamente, sus poblaciones disminuirán por las bajas temperaturas (28). Durante los años 2008-2010, sus poblaciones no rebasaron el 1 % de afectación en los momentos pico, situación que se mantiene en la actualidad.

Otra especie exótica invasora estudiada fue *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), la cual se considera como una severa plaga del cocotero (29, 30). En Cuba, esta especie se detectó por primera vez sobre hojas de *Cocos nucifera* L. y *Adonidia merrillii* (Becc.) Becc. en Caimanera y Boquerón, provincia Guantánamo, en marzo de 2008 (31). Esta plaga, desde su informe en el país, amplió su distribución geográfica y rango de plantas hospedantes, encontrándose en todas las provincias del país (32, 33).

El ácaro rojo de las palmeras puede alcanzar altos niveles poblacionales y causar daños significativos en varias especies de plantas. Este fitófago tiene preferencia por las especies de la familia Arecaceae y se informó, además, en las familias Heliconiaceae, Musaceae, Zingiberaceae, Strelitziaceae y Pandanaceae. *R. indica* ha devastado la cosecha de palma por el mundo y se dispersa agresivamente en las Américas. Además, compromete la comercialización de varias especies de plantas monocotiledóneas con propósitos ornamentales. Los daños causados por este agente nocivo en cocotero se inician con pequeñas manchas amarillas sobre el foliolo que, posteriormente, alcanzan un mayor tamaño y las manchas se tornan cloróticas. La alimentación continua de este ácaro puede provocar enrollamiento y secar la punta de los foliolos (34).

En Cuba, los estudios de duración del desarrollo y reproducción realizados evidenciaron que la planta hospedante y las condiciones ambientales determinan la duración de los mismos (Tabla 1). De modo general, se demostró que la fase de huevo fue la de mayor duración y la de protoninfa la de menor. De todos los elementos que se investigaron, es posible plantear que *R. indica* hace un mejor uso del cocotero como fuente de alimento, de lo que se infiere que este hospedante posee una mayor susceptibilidad a este ácaro y que con el incremento de la temperatura se acorta el ciclo de vida (35).

En la estimación de los parámetros poblacionales de la vida de *R. indica*, se obtuvo una tasa neta de reproducción (R_0) de 14,03, una tasa intrínseca de incremento (r_m) de 0,41, una tasa finita de incremento (λ) de 1,51, un tiempo medio de generación (t) de 12,36 días y un tiempo de duplicación de la población (TD) de 1,69 días. Los parámetros biológicos de *R. indica* mostraron que la población creció 14,03 veces en 12,36 días y que, por cada hembra en la actual generación,

Tabla 1. Duración del ciclo de vida de *R. indica* en diferentes hospedantes y condiciones de temperatura y humedad relativa. (Temp: Temperatura; HR: Humedad Relativa; H: Huevo; L: larva; P: Protoninfa; D: Deutonymfa; Lon: Longevidad; Fec: Fecundidad). / *Duration of the life cycle of R. indica* on different hosts under different conditions of temperature and relative humidity. (Temp: Temperature; HR: Relative Humidity; H: Egg; L: larva; P: Protonympha; D: Deutonympha; Lon: Longevity; Fec: Fecundity).

Hospedante	Temp. (°C)	HR (%)	H	L	P	D	T	Lon.	Fec.	Ref.
<i>Musa acuminata</i> Colla	26,3	75	8,2	8,5	7,7	8,0	32,4	33,4	9,7	37
<i>Cocos nucifera</i> L.			8,2	8,1	7,7	6,7	30,9	31,4	12,6	
<i>C. nucifera</i>	28,6	72,2	5,3	4,3	3,1	4,3	17,5	36,0	12,7	38
<i>Areca catechu</i> L.	25,4	57,5	9,9	8,4	5,5	7,0	31,0	21,3	7,0	39
<i>C. nucifera</i>	30,8	56,7	4,6	5,1	3,3	4,2	17,3	19,1	10,6	36

habrá 14,03 hembras en la próxima generación. Además, por cada hembra presente en un día dado, podría haber 1,51 hembras al día siguiente. Por lo tanto, se puede esperar que, de un día para el otro, el número de hembras en la población pudiera aumentar a una tasa de crecimiento de 0,41 %.

El estudio de las tablas de vida constituye una herramienta básica para elaborar estrategias de control de plagas. Estas estimaciones pueden ser utilizadas para evaluar la resistencia varietal ante una plaga y como patrón para seleccionar enemigos naturales eficientes. Los estudios de duración del desarrollo, parámetros reproductivos y de las tablas de vida y su relación con los factores bióticos y abióticos son elementos fundamentales en el conocimiento de una especie y, por consiguiente, en la toma de decisión para su control, pero son de mayor significación cuando se trata de especies exóticas invasoras en el país donde se introdujo (36).

En Cuba, se efectuaron varios estudios sobre las plantas hospedantes de *R. indica*. Entre ellos se destacan los realizados en Guantánamo (31), Santiago de Cuba (40), Baracoa (41), los jardines botánicos de Cuba, así como en avenidas y hoteles de Varadero y viveros de este polo turístico (42). El número de especies de plantas hospedantes de *R. indica* informadas en el país asciende a 68, de las cuales 41 son nuevos informes, dentro de ellos dos familias, 13 nuevos géneros y una nueva variedad, donde la familia Arecaceae es la mejor representada. Además, hay representación de otras familias como Cycadaceae, Cannaceae, Heliconiaceae, Marantaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae). A continuación, se listan las nuevas especies informadas para Cuba, según el listado de plantas hospedantes de *R. indica* confeccionado por Carrillo *et al.* (34).

Lista de plantas hospedantes de *R. indica* que constituyen nuevos informes.

1. *Actinorhytis calapparia* (Blume) H.Wendl. & Drude ex Scheff. *
2. *Aiphanes lindeniana* (H.Wendl.) H.Wendl. **
3. *Areca novohibernica* (Lauterb.) Becc. **
4. *Bentinckia nicobarica* (Kurz) Becc. *
5. *Borassus aethiopum* Mart.*
6. *Brahea brandegeei* (Purpus) H.E.Moore **
7. *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc. **
8. *Calyptronoma plumeriana* (Mart.) Lourteig *
9. *Carpentaria acuminata* (H.Wendl. & Drude) Becc. *
10. *Canna indica* L. *
11. *Chamaedorea seifrizii* Burret **
12. *Coccothrinax crinita* (Griseb. & H.Wendl. ex C.H.Wright) Becc. **

13. *Coccothrinax baracoensis* Borhidi & O. Muñiz **
14. *Coccothrinax barbadensis* (Lodd ex Mart.) Becc **
15. *Coccothrinax bermudezii* Leon **
16. *Coccothrinax clarensis* Leon **
17. *Coccothrinax ekmanii* Burret **
18. *Colpothrinax wrightii* Griseb. & H.Wendl. ex Voss*
19. *Copernicia baileyana* León*
20. *Copernicia roigii* León*
21. *Copernicia* sp. *
22. *Drymophloeus* sp. *
23. *Dypsis cabadae* (H.E.Moore) Beentje & J.Dransf. **
24. *Dypsis lokohensis* J.Dransf. **
25. *Dypsis madagascariensis* (Becc.) Beentje & J.Dransf. **
26. *Elaeis guineensis* Jacq. var. *poissonii* ***
27. *Gaussia spirituana* Moya & Leiva **
28. *Itaya amicorum* H.E.Moore *
29. *Latania loddigesii* Mart. **
30. *Latania lontaroides* (Gaertn.) H.E.Moore **
31. *Latania verschaffeltii* Lem. **
32. *Livistona decora* (W.Bull) Dowe **
33. *Livistona lanuginosa* Rodd **
34. *Maranta arundinacea* L. *
35. *Phoenix pusilla* Gaertn. **
36. *Sabal causiurum* (O.F.Cook) Becc. *
37. *Sabal palmetto* (Walter) Lodd. ex Schult & Schult.f. *
38. *Sabal rosei* (O.F.Cook) Becc. *
39. *Sabal yapa* C.Wright ex Becc. *
40. *Sabal parviflora* Becc.
41. *Saribus rotundifolius* (Lam.) Blume *

* nuevo género y especie, ** nueva especie, *** nueva variedad

Al analizar la preferencia del ácaro rojo del cocotero por las diferentes partes de la copa, la hoja y el foliolo, se encontró que *R. indica* prefiere las hojas del estrato inferior de la planta, los folíolos de la parte media de la hoja y la parte media del foliolo para establecer sus poblaciones. La identificación de la preferencia que tiene el ácaro rojo del cocotero, por las diferentes partes del follaje y las frondas, son elementos muy importantes a tener en consideración para establecer una metodología de muestreo, eficaz y eficiente, lo cual constituye un elemento imprescindible para el diseño de una estrategia de manejo de esta plaga (44).

En el estudio de dinámica poblacional desarrollado en una plantación comercial durante tres años, se encontró sincronía entre el movimiento de las poblaciones de la plaga y el de sus enemigos naturales. Se identificaron 11 especies de ácaros depredadores y se ratificó al depredador *Amblyseius largoensis* (Muma) como el más frecuente y abundante.

La relación presa-depredador se favoreció más en los meses donde las densidades de la presa son menores, aunque responden positivamente al aumento de la plaga. En el análisis de componentes principales, con un valor de correlación cofenética de 0,976, se demostró que las precipitaciones y la humedad relativa máximas tuvieron la mayor correlación con la plaga de forma negativa; mientras que, las temperaturas favorecieron el incremento de las poblaciones de la plaga. Los estudios dirigidos al conocimiento del comportamiento poblacional de *R. indica* en Baracoa son de relevancia, ya que es el municipio mayor productor de *C. nucifera* del país. Por tanto, tener información sobre aspectos ecológicos básicos útiles para la toma de decisiones sobre el manejo de esta plaga contribuirá al perfeccionamiento del esquema de muestreo y a la adopción de las mejores alternativas para la regulación de sus poblaciones (45).

De este estudio se confirmó que la parte media del foliolo es el lugar preferido por *R. indica* para desarrollar sus poblaciones. Además, se comprobó que el ácaro rojo de las palmeras y los depredadores tienen una distribución espacial agregada, lo cual ratifica el potencial como agentes de control biológico de los mismos. Considerando que, para el cultivo del cocotero, no existe metodología para la realización de muestreos de ácaro, se estimó el tamaño óptimo de muestra a partir de los muestreos realizados durante los tres años de estudios. Donde, a partir de un total de 94 muestreos (30 foliolo.muestreo⁻¹ y tres observaciones.foliolo⁻¹), se realizaron 8460 observaciones. Este resultado demostró que no es necesario muestrear 30 foliolos para realizar una estimación adecuada de la población total del ácaro rojo del cocotero y permite sugerir la reducción del número de foliolos a extraer para el seguimiento de los niveles poblacionales de *R. indica* en el cultivo del cocotero. Por tanto, se propone muestrear solo 20 foliolos, lo cual garantizará un ahorro de tiempo y recursos, debido a que el esfuerzo de muestreo se puede reducir en, aproximadamente, un 33 % (44).

Al determinar el efecto de la época del año sobre las poblaciones de *R. indica*, se observó que en el periodo lluvioso se contabilizó la mayor densidad poblacional de *R. indica*, con diferencia significativa con respecto al periodo poco lluvioso ($F= 10,46$; $p<0,0018$). La mayor población en este periodo pudo estar dada a que no existió diferencia estadística entre épocas en cuanto a las precipitaciones ($F= 2,99$; $p<0,088$), por tanto, la variable con mayor influencia en el aumento de las poblaciones de *R. indica* fue la temperatura ($F= 102,93$; $p<0,0001$). Se observó que en los muestreos donde hubo escasas precipitaciones y la temperatura estaba entre los 26 y 30°C las poblaciones del ácaro fueron superiores, no ocurrió así cuando la temperatura oscilaba entre 20 y 24 °C, donde se observó una disminución de las poblaciones. En el caso de intensas y prolongadas lluvias, ocurriría un lavado de los foliolos y con ello la muerte del fitófago. Los depredadores mostraron un comportamiento similar al fitófago; hubo diferencia significativa entre las épocas del año ($F= 15,71$; $p<0,0161$); en la época lluviosa fue donde se encontró la mayor cantidad. Esto muestra que en estas condiciones tienen la capacidad de incrementar sus poblaciones según se incrementa la densidad del fitófago, elemento importante a tener en cuenta para establecer el manejo de *R. indica* (45).

Al analizar la superficie respuesta de la densidad poblacional de *R. indica* en función de los depredadores y la temperatura media, se observó que se obtiene un máximo, lo que indica que entre 26 y 30°C y con menos de 10 depredadores se verá favorecido el incremento poblacional del fitófago para la época lluviosa. Esto corrobora lo planteado con anterioridad, que justifica la mayor población del ácaro rojo en el periodo lluvioso. Se observó que, a pesar de las precipitaciones, el ácaro es capaz de incrementar su población en un corto periodo de tiempo favorecido por el aumento de la temperatura. Este resultado permite inferir que, cuando existan estas condiciones, los muestreos se pueden realizar cada 15 días, para conocer cuál es el estatus del fitófago y planificar el manejo de ser necesario (44).

Con respecto a la época poca lluviosa, la densidad poblacional de *R. indica* fue más baja, debido a que hubo periodos más prolongados con temperatura inferior a los 24°C las cuales, al parecer, impidieron el incremento poblacional del fitófago. Unido a esto, estuvo la ocurrencia de intensas precipitaciones que, como se explicó con anterioridad, no mostraron diferencias significativas entre las épocas del año. Al analizar la superficie respuesta entre la densidad de *R. indica* en función de los depredadores y las precipitaciones se obtuvo un mínimo. En este caso, las poblaciones decrecen cuando los niveles de precipitaciones superen los 150 mm y el número de depredadores es superior a 8. Cuando existan estas condiciones, se recomienda realizar los muestreos mensuales, al considerar que es poco probable que el ácaro rojo alcance niveles poblacionales que puedan afectar al cultivo (44).

Además, en la fase de vivero, para los dos ciclos evaluados se observó que a los 30 días de germinadas las posturas comienza la infestación por el ácaro rojo del cocotero, momento a partir del cual las poblaciones se incrementan de forma gradual. Se observó sincronía en el movimiento de las poblaciones del fitófago y el de sus depredadores, así como que los acaricidas químicos utilizados no garantizaron el control de la plaga, debido a que se observa resurgencia de la misma en los muestreos subsiguientes. Ello ratifica la necesidad de buscar alternativas no químicas para garantizar una regulación oportuna de esta plaga (44).

Al evaluar el efecto acaricida de productos biológicos, químicos y aceites esenciales sobre *R. indica* en condiciones laboratorio, no se observó acción acaricida de la cepa LBT13 de *Bacillus thuringiensis* Berliner a una concentración de 3×10^8 esporas.ml, así como ningún efecto sobre los huevos para ninguna de las variantes probadas. Los tratamientos con los aceites de petróleo fueron efectivos, pero en diferentes momentos de observación: Aceite Sigatoka 10 L.ha⁻¹ fue efectivo desde las 24 horas; mientras que, Rocio Spray CE 80 10 L.ha⁻¹ a partir de las 48; el control con Dicofol CE 18,5 % a 0,05 % ml.L⁻¹ fue positivo desde el primer momento de observación. El Dicofol y los aceites mostraron una residualidad suficiente para, en el término de los siete días, eliminar los huevos que fueron eclosionando (35).

Al evaluar la efectividad de aceites esenciales sobre *R. indica* se encontró que los aceites de *Thymus vulgaris* L. y *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake presentaron la mayor toxicidad por contacto sobre las hembras y efecto ovicida (44).

A pesar de la importancia que tiene *R. indica* en el cultivo del cocotero, se carece de una metodología de señalización y pronóstico, así como una estrategia de manejo adaptada a las condiciones de Baracoa, como principal zona productora de coco del país. Por ello, a partir de los resultados alcanzados durante esta investigación y de elementos establecidos en el Instructivo Técnico del cultivo del cocotero, se realizó una propuesta de acciones para el manejo de *R. indica* en las condiciones de Baracoa. Los elementos esenciales son los siguientes:

- Utilizar plantas no hospedantes de *R. indica*, como sombreadoras en las áreas dedicadas al establecimiento de los viveros de cocotero, para retardar el arribo del fitófago. En especial, plantas productoras de flores que atraigan y favorezcan la conservación de los enemigos naturales.
- En vivero, monitorear las poblaciones de *R. indica* a partir de la aparición de las hojas palmeadas, contabilizar la población en 100 cm² en 30 plantas, seleccionadas al azar.
- En fomento y plantación, no intercalar el cultivo del cocotero con especies hospedantes de *R. indica*, en particular las del género *Musa*.
- En la época lluviosa (desde la segunda decena de mayo hasta la segunda decena de octubre) con temperaturas superiores a 26°C, efectuar el monitoreo de las poblaciones de *R. indica* cada 15 días, excepto si las precipitaciones acumuladas en la decena son superiores a 150 mm.
- En la época poca lluviosa (desde la tercera decena de octubre hasta la primera decena de mayo) con temperaturas inferiores a 24°C realizar los muestreos de *R. indica* con una frecuencia mensual.
- Para realizar los muestreos en las fases de fomento y producción, se deben seleccionar siete plantas al azar; de cada una se extraen tres folíolos de la parte basal de las hojas, ubicadas en la parte inferior del follaje de la planta y se contabiliza la población de *R. indica* presente en 1 cm² en la parte media de los folíolos, así como la cantidad de ácaros depredadores presentes (47).

Para *R. indica*, también se evaluó su incidencia sobre plátano y banano (*Musa* spp.), observándose una alta variabilidad en los niveles poblacionales en los genotipos evaluados; igual ocurrió para *T. tumidus*. El análisis de competencia realizado para el genotipo 'Burro CEMSA' mostró que la capacidad de carga o máxima densidad de la población (*K*) de *R. indica* fue superior a la de *T. tumidus*. Este resultado significa que *R. indica* logró aprovechar con mayor ventaja los recursos; su efecto supone una contribución superior en proporción a la disminución de la tasa de crecimiento y la capacidad de carga de la población de *T. tumidus*. Las isoclinas demostraron que existe mayor competencia interespecífica por explotación de *R. indica* que intraespecífica de *T. tumidus*. Esto explica los valores de *rd* inferiores alcanzados en *T. tumidus*, lo que demostró una menor tasa de crecimiento de su población (46).

Resultados de la investigación sobre la acarofauna en otras especies de plantas de interés económico, muestran datos en el cultivo del aguacatero (*Persea americana* Mill.). En un inventario realizado se detectaron siete especies de ácaros fitófagos: *Oligonychus cubensis* Livschitz y Salinas, *Oligonychus yothersi* McGregor, *Oligonychus punicea*

(Hirst), *Eutetranychus banksi* (McGregor), *Tetranychus* sp., *Brevipalpus* sp. y *Calepitrimerus muesebecki* Keifer. De los ácaros fitófagos, la familia mejor representada fue Tetranychidae con tres géneros y cinco especies. *O. cubensis* fue catalogada de muy abundante y muy frecuente; mientras que, *Tetranychus* sp. fue abundante y frecuente. A las especies de ácaros fitófagos se asoció un complejo de ácaros depredadores, representado por tres familias y 10 especies (47).

La familia Phytoseiidae Berlese, representó el 80 % de las especies encontradas. *Euseius hibisci* Chant, *A. largoensis* y *Proprioseiopsis elongatus* (Garman) fueron frecuentes; mientras que, las restantes especies fueron poco frecuentes. Sobre la base de la literatura precedente, estos resultados hacen una contribución significativa al conocimiento de los ácaros presentes en aguacatero, con la información de ocho especies de ácaros depredadores y una de ácaros con otros hábitos alimentarios. Especial mención requiere *C. muesebecki*, especie que fue notificada en el estado de Michoacán, México y Guatemala como el causante de clorosis y bronceado en el follaje del aguacatero (47).

Se describieron, además, las características morfológicas de las diferentes fases de desarrollo de *O. cubensis*, especie endémica que no se estudió con anterioridad. La duración del ciclo de desarrollo de huevo a adulto fue de 10,91 días. La fase de larva (4,00 días) fue la de mayor duración para ambos sexos, mientras la menor fue para la protoninfa (1,63 días). El cociente sexual fue 86 % favorable a las hembras, con una relación 6,28:1 (hembra:macho). Un resultado muy favorable para el potencial biótico de la especie fue el hecho que no se encontrara mortalidad para las fases inmaduras. El periodo de preoviposición fue de 1,09 días, con 16,5 días de oviposición, a lo que suma que la longevidad de las hembras llegó hasta los 20,5 días. Se alcanzó una fecundidad de 55,39 huevos/hembra como promedio, con un máximo de 119 huevos/hembra. Una proporción importante de las hembras *O. cubensis* viven durante el periodo de máxima oviposición y luego mueren poco a poco. Las hembras de *O. cubensis* muestran dos picos de oviposición, primero a los ocho días con 4,91 huevos/hembra y después a los 23 días con 3,44 huevos/hembra (48).

En esta fuente bibliográfica se constata que los parámetros biológicos determinados para *O. cubensis* en este estudio demuestran que esta especie posee los atributos biológicos necesarios para convertirse en una importante plaga del cultivo del aguacatero, en particular cuando las condiciones de temperatura y humedad sean las adecuadas para el incremento de sus poblaciones.

En la estimación de los parámetros poblacionales de la vida de *O. cubensis*, se obtuvo una tasa neta de reproducción (*R₀*) de 18,65, una tasa intrínseca de incremento (*r_m*) de 0,57, una tasa finita de incremento (*λ*) de 1,77, un tiempo medio de generación (*t*) de 8,94 días y un tiempo de duplicación de la población (*TD*) de 1,21 días. La curva de mortalidad (*d_i*) alcanza el valor máximo a los 18 días de emergidas las hembras, conociéndose este valor como edad modal para las muertes. A medida que las causas de mortalidad aumentan la edad modal disminuye, siendo este el propósito principal de las medidas de control. Ello implicaría, la adopción de alguna medida de manejo o control, con anterioridad a los 18 días, con vista a disminuir la edad modal para la muerte de las hembras. Los parámetros biológicos de la población

registrados muestran que la tasa de mortalidad específica (q_x) mantiene valores bajos durante todo el periodo, lo que indica que las condiciones de temperatura, humedad y fotoperiodo utilizadas son adecuadas para el desarrollo de las hembras. La fecundidad (m_x) y la tasa neta de reproducción (R_0) alcanzaron valores superiores a la unidad, lo cual es indicativo de que la población está en crecimiento. Igualmente, fue elevado el valor obtenido para la tasa intrínseca de incremento (r_m) (0,57) (49).

La población de *O. cubensis* creció 18,65 veces en 8,94 días (t) y por cada hembra, en la actual generación, habrá 18,65 hembras en la próxima generación. Además, por cada hembra presente en un día dado, podría haber 1,77 (λ) hembras al día siguiente. Por lo tanto, se puede esperar que, de un día para el otro, el número de hembras en la población pudiera aumentar a una tasa de crecimiento de 0,57 % (r_m). Estos resultados son congruentes con los observados en el estudio de duración del desarrollo de *O. cubensis*, donde se encontró un corto ciclo de desarrollo y un alto potencial reproductivo, semejante al de otras especies del género, las cuales son plagas del aguacatero (50).

Al analizar la dinámica de poblaciones de las especies presentes se observó sincronía entre los movimientos poblacionales de los ácaros fitófagos y depredadores, evidenciándose condiciones favorables para el control biológico. De modo general, en la medida que aumenta la población de los ácaros fitófagos, se observó incremento de la población de los ácaros depredadores, como respuesta a la disponibilidad de alimento. En el periodo marzo-abril y octubre-noviembre se encontraron los picos poblacionales de los fitófagos en el cultivo; esto puede estar influenciado por las limitadas precipitaciones, que provocan baja humedad relativa y la elevación de la temperatura. El análisis de componentes principales, permitió ilustrar la relación existente entre las poblaciones de los ácaros fitófagos y depredadores con las variables del clima. Se obtuvo un valor de correlación cofenética de 0,94, lo cual representa que existe una fiabilidad adecuada en el análisis. El porcentaje de contribución de los dos primeros componentes fue de un 73,7 % de la variabilidad total. El primer componente contribuyó con el 50,8 % de la varianza. Las variables que explican las relaciones en este primer componente son la temperatura mínima, máxima y promedio, con los valores superiores y signo positivo. El segundo componente contribuyó con el 22,9 %, explicado por la humedad relativa mínima, con signo negativo y las poblaciones de los ácaros depredadores con signo positivo. El análisis de componentes principales mostró que la humedad relativa mínima y promedio tuvo correlación con la plaga de forma negativa; mientras que, la temperatura máxima y promedio favoreció el incremento de las poblaciones (47).

El análisis biplot clarifica la relación de los ácaros fitófagos y los ácaros depredadores con las variables del clima; los muestreos son desplegados como puntos y las variables se muestran como vectores o ejes lineales. La mejor relación se encontró entre los depredadores y los fitófagos de forma positiva, por tener el ángulo menor de 90°. Este resultado sugiere que las poblaciones de los ácaros depredadores se incrementan en la medida que el fitófago aumenta sus poblaciones, aspecto evidenciado en los movimientos de las poblaciones. Igualmente es positiva

la relación con la temperatura máxima y promedio; mientras que, la relación con la humedad relativa mínima y el promedio es negativa por tener los vectores un ángulo de casi 180°. En los periodos de picos poblacionales de los fitófagos, comprendidos en los meses de marzo-abril y noviembre-diciembre, la media de ácaros por hoja osciló entre 6,2 y 3,0. En estos picos poblacionales, *O. cubensis* representó entre el 87 % y el 96 % de los fitófagos detectados y la relación presa-depredador fue la más amplia, favorable a los fitófagos, con valores que oscilaron de 15:1 hasta 95:1 (47).

En morera (*Morus alba* L.), cultivo que se inició para la reproducción a gran escala del gusano de seda (*Bombyx mori* L.) (Lepidoptera: Bombycidae), lepidóptero con alto valor económico y domesticado para la producción de seda por más de 5000 años y de cuya cría se obtienen subproductos para las industrias textil, médico farmacéutica, cosmética y biotecnológica se determinó, a partir del inventario realizado, la presencia del ácaro fitófago *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) y los depredadores *Neoseiulus longispinosus* Evans, *Euseius hibisci* Chant y *Amblyseius curiosus* Chant y Barker (Acari: Phytoseiidae) (50).

La chaya (*Cnidoscolus chayamansa* (Miller) I.M. Johnst.), arbusto perteneciente a la familia Euphorbaceae, es reconocido en la actualidad por favorecer la salud humana, en especial en pacientes con Diabetes, posee usos adicionales como garantizar, a bajo costo, la alimentación de peces y aves. En esta planta se evaluó la presencia de ácaros y se detectó la presencia de *P. latus*, *E. banksi* y el depredador *N. longispinosus* (51). También se notificó la presencia de *Oligonychus (Rickiella) grypus* Baker y Pritchard sobre caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) (52). La determinación de estas especies de ácaros en morera, chaya y caña de azúcar fueron los primeros informes para Cuba.

CONCLUSIÓN

Durante la evaluación de los ácaros fitófagos Trombidiformes, los resultados evidenciaron que la combinación de estudios taxonómicos, biológicos, ecológicos y poblacionales posibilitan sustentar, sobre bases científicas, las estrategias de manejo y, con ello, reducir el impacto negativo de los mismos en la agricultura.

REFERENCIAS

1. Lindquist EE, Krantz G W, Walter DE. Classification. En: Krantz GW, Walter DE (editors). A manual of Acarology. Cap. 8: 3rd edition. 2009. Texas Tech University Press. Pp. 97-103
2. Vacante V. Citrus mites: Identification, Bionomy and Control. CAB International. 2010. 393 p. ISBN-13: 978 1 84593 498 9
3. Bolland HR, Gutierrez J, Flechtmann CHW. World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae). Brill, Leiden, the Netherlands. 1998. 416 pp.
4. Almaguel L, de la Torre PE. Manual de Acarología Agrícola. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Editora CIDISAV. Cuba. 2013. 344 pp.
5. Flechtmann CHW. Ácaros de importância agrícola. Livraria Nobel S.A., S. Paulo. 1979. 189 p.

6. Krantz GW, Walter DE (Eds). A manual of acarology. Texas Tech University Press, 3^{er} ed. 2009. 807 p.
7. Aguilar H, Murillo P. Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica: período 2008-2012. Agron Costarricense. 2012; 32(6):12-28.
8. Halliday RB. Taxonomic confusion surrounding mite pests of sugarcane and rice (Acari: Eriophyidae). Sys Appl Acarol. 2010; 35:257-262.
9. Ramos M. Preliminares sobre algunos aspectos ecológicos y de distribución de ácaros fitófagos y depredadores en toronja. Rev. Documentos. 1986, 4: 13-19.
10. Rodríguez-Morell H, Ramos M. Fitoácaros exóticos y endémicos de importancia agrícola en Cuba. 2017. ISBN: 97 8-959-287-0 81-9. Disponible en : <https://isbn.cloud/9789592870819/fitoacaros-exoticos-y-endemicos-de-importancia-agricola-en-cuba/>
11. Miranda I, Linares G, Ramos M. Aplicación del análisis de correspondencia múltiple al análisis exploratorio de datos poblacionales de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) y sus depredadores. Influencia de la temperatura, humedad relativa y Precipitaciones. Rev. Protección Veg. 2003; 18(1):42-48.
12. Rodríguez H, Ramos M. Muestreo presencia-ausencia de *Panonychus citri* en viveros de cítricos. Rev. Protección Veg. 1998; 13(2):103-105.
13. Ramírez LA, Ramos M, Chico R. Respuesta morfológica en hojas de *Citrus paradisi* a diferentes grados de infestación de ácaros tetranychidos: aparato estomal e idioblastos. Rev. Protección Veg. 1990; 5: 130-134.
14. Ramos M, Ramírez LA, Chico R. Efecto de diferentes niveles de infestación por *Tetranychus urticae* y *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) sobre hojas de lima Persa. Rev. Protección Veg. 1988; 3: 58-62.
15. Ramos M, Ramírez LA, Chico R, Rodríguez H. Desarrollo y reproducción de *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) sobre naranjo Valencia y limón Verdadero en relación con lima Persa. Rev. Protección Veg. 1988; 3:123-127.
16. Rodríguez H, Montoya A, Miranda I, Rodríguez Y, Ramos M. Influence of the phenological phase of two pepper cultivars on the behaviour of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Rev. Protección Veg. 2011; 26(2): 73-79.
17. Rodríguez H, Montoya A, Ramos M, Miranda I, Rodríguez Y. Comportamiento poblacional de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) en pimiento (*Capsicum annuum* L.) en cultivo protegido. Fitosanidad. 2008; 12(2):215-219.
18. Montoya A, Miranda I, Rodríguez Y, Ramos M, Rodríguez H. Incidencia de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) en la producción protegida de pimiento (*Capsicum annuum* L. var Lical). Centro Agrícola. 2012; 39(1): 53-58.
19. Miranda I, Montoya A, Rodríguez Y, Depestre T, Rodríguez H. Densidad límite para el control de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) sobre pimiento (*Capsicum annuum* L.) en cultivo protegido. Rev. Protección Veg. 2009; 24(3):146-151.
20. Montoya A, Miranda I, Rodríguez Y, Rodríguez H. Percepción de los fitosanitarios sobre el control de *Polyphagotarsonemus latus* en la producción protegida de pimiento. Rev. Protección Veg. 2013; 28(1):60-64.
21. Ramos M, Rodríguez H. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae). Nuevo informe para Cuba. Rev. Protección Veg. 1998; 13(1):25-28.
22. Ramos M, Rodríguez J. Análisis de riesgo de una especie exótica invasora: *Stenotarsonemus spinki*, estudio de un caso. Rev. Protección Veg. 2003; 18(3): 153-158.
23. Ramos M, Rodríguez H. Ciclo de vida de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en laboratorio. Rev. Protección Veg. 2000; 15(2):130-131.
24. Ramos M, Rodríguez H. Morphological response to *Steneotarsonemus spinki* Smiley on rice sheath. Rev. Protección Veg. 2000; 15(3):188-190.
25. Miranda I, Ramos M, Fernández M. Patrón espacial y modelación del crecimiento de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en arroz, en Cuba. Rev. Protección Veg. 2004; 19(1): 37-40.
26. Rodríguez H, Miranda I, Louis JL, Hernández J. Comportamiento poblacional de *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Temas de Ciencia y Tecnología (México). 2009; 13(39):55-66.
27. Ramos M, Rodríguez H. Factores que influyen en la abundancia de *Steneotarsonemus spinki* en arroz, en Cuba. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 2003; 69: 34-37.
28. Rodríguez H, Ramos M. Estrategia para la mitigación de los impactos de especies de ácaros exóticos invasores: *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae), principales resultados obtenidos en Cuba. En: Estrada EG, Acuña JA, Chaires MP, Equihua A. (Eds). Ácaros de importancia cuarentenaria en Latinoamérica. Sus efectos y sus relevancias. Soc. Mex. de Entomol. A.C. Primera edición. 2013. Pp. 42-61.
29. Ramos M, Rodríguez H. Estrategia para la mitigación de los impactos de especies de ácaros exóticos invasores: *Raoiella indica* Hirst. (Acari: Tenuipalpidae), principales resultados obtenidos en Cuba. En: En: Estrada EG, Acuña JA, Chaires MP, Equihua A. (Eds). Ácaros de importancia cuarentenaria en Latinoamérica. Sus efectos y sus relevancias. Soc. Mex. de Entomol. A.C. Primera edición. 2013. Pp. 105-146.
30. Ramos M. Especies exóticas invasoras: Aspectos esenciales. En: Estrada EG, Acuña JA, Chaires MP, Equihua A. (Eds). Ácaros de importancia cuarentenaria en Latinoamérica. Sus efectos y sus relevancias. Soc. Mex. Entomol. A.C. Primera edición. 2013. Pp. 1-15.
31. de la Torre PE, Suárez A, Iris A. Presencia del acaro *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en Cuba. Rev. Protección Veg. 2010; 25(1):1-4.
32. Ramos M, Fernández I. Incidencia de *Raoiella indica* Hirst en *palmetum* de Jardines Botánicos de Cuba. Métodos en Ecología y Sistemática (Costa Rica). 2014; 9(2):13-23.

33. Ramos M, Rodríguez H. Fitoácaros exóticos y endémicos de importancia agrícola en Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. 2017. 260 pp. ISBN: 978-959-287-081-9.
34. Rodríguez H, Montoya A, Ramos M. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): Una amenaza para Cuba. Rev. Protección Veg. 2007; 22(3):142-153.
35. Ramos M, Rodríguez H, González AI, González M. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. Zoosymposia. 2011; 6:152-159.
36. Flores-Galano G, Montoya-Ramos A, González-Colina H, Rodríguez Morell H. Biología y tabla de vida de *Raoiella indica* Hirst. (Acari: Tenuipalpidae) sobre cocotero (*Cocos nucifera* L.). Rev. Protección Veg. 2018; 33(2):1-8.
37. González AI, Ramos M. Desarrollo y reproducción de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en laboratorio. Rev. Protección Veg. 2010; 25(1):7-10.
38. Hastie E. Potencialidad de los ácaros depredadores como agentes de control biológico de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). [Tesis en opción al título de Master en Zoología y Ecología Animal]. Universidad de la Habana. Cuba. 2011. 91 pp.
39. Flores-Galano G, Montoya A, Rodríguez H. Biología de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) sobre *Areca catechu* L. Rev. Protección Veg. 2010; 25(1):11-16.
40. González-Reus M, Ramos M. Plantas hospedantes de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en el municipio Santiago de Cuba. Rev. Protección Veg. 2010; 25(1):5-6.
41. Rodríguez H, Flores G, Montoya A, Franco F, Pérez HM. Host plant of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Baracoa municipality, with report of six new hosts from Cuba. Métodos en Ecología y Sistemática (Costa Rica). 2015; 10(3):60-66.
42. Ramos M, Moreno D, Vargas M. Nuevas palmas hospedantes de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) en Cuba. Rev. Colom. Entomol. 2017; 43 (1):113-120.
43. Carrillo D, Amalin D, Hosein F, Roda A, Duncan R, Peña JE. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. Exp Appl Acarol. 2012; 57:271-289.
44. Flores G. Biología, ecología y evaluación de aceites esenciales sobre *Raoiella indica* Hirst en cocotero, en Baracoa. [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 2018. 148 pp.
45. Flores G, Rodríguez H, Hernández-Turcaa R, Miranda-Cabrera I, Montoya-Ramos A. Dinámica poblacional de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Guantánamo, Cuba. Rev. Protección Veg. 2017; 32(1):23-32.
46. Alonso D, Hernández R, Chico R, Miranda I, Rodríguez H. Incidencia de *Raoiella indica* Hirst y *Tetranychus tumidus* Banks en diferentes genotipos de plátano (*Musa* spp.). Métodos en Ecología y Sistemática. (Costa Rica). 2015; 10(2):72-82.
47. Chavez A, Rodríguez H. Dinámica poblacional de ácaros fitófagos y depredadores en aguacatero (*Persea americana* Miller). Fitosanidad. 2017; 21(1):9-15.
48. Chavez A, Rodríguez H, Estrada-Venegas EG. Biology of *Oligonychus cubensis* Livschitz (Acari: Tetranychidae) in avocado (*Persea americana* Miller). Rev. Protección Veg. 2017; 32(3):1-7.
49. Chávez A, Miranda I, Rodríguez H. Tabla de vida de *Oligonychus cubensis* Livschitz (Acari: Tetranychidae) en hojas de aguacatero (*Persea americana* Mill.). Citrifrut. 2018; 35(1):47-51.
50. del Toro-Benítez M, Duarte-Martínez L, Caballero-Fernández B, Chico-Morejón R, Rodríguez-Morell H, Cuellar-Yanes L, et al. Primer informe de ácaros fitófagos y depredadores presentes en *Morus alba* L. cultivar Gui Sang You 62 (morera) en Cuba. Rev. Protección Veg. 2019; 34(1):1-4.
51. Sánchez A, Chico R, Rodríguez H, Fernández BM. Primer informe de ácaros presentes en *Cnidioscolus chayamansa* (Miller) I.M. Johnst. (chaya) en Cuba. Rev. Protección Veg. 2016; 31 (2): 137-139.
52. Ramos M, Ramírez LA, Chico R, Rodríguez H. *Oligonychus (Rickiella) grypus* sobre caña de azúcar: primera notificación en Cuba. Rev. Protección Veg. 1987; 2: 200-203.