

## Capítulo X

# Ácaros de importancia económica en lima ácida Tahití

Nora Cristina Mesa Cobo, Isaura Viviana Rodríguez Torres,  
Leonardo Álvarez Ríos y Arturo Carabalí Muñoz

En los últimos años, la importancia de algunos ácaros fitófagos se ha incrementado, ya que muchas especies que no eran consideradas de importancia económica han evolucionado hasta convertirse en plagas clave, debido al uso de agroquímicos de amplio espectro, que producen un efecto adverso en los enemigos naturales (McMurtry, Huffaker, & Van de Vrie, 1970). Directamente, el uso de dosis subletales también estimula la actividad y la fecundidad del ácaro (Luckey, 1968).

Además, su reducido tamaño, de entre 120 y 400 micras, dificulta su detección en plantas que se transportan alrededor del mundo (Navia, Gondim, & Moraes, 2007). En plantas cultivadas y silvestres se ha registrado una gran cantidad de especies de ácaros, aunque son pocas las que realmente se consideran plagas de importancia agrícola (Moraes & Flechtmann, 2008).

En Colombia, los cítricos se cultivan en diversos pisos térmicos, especialmente en los departamentos de Antioquia, Caldas, Meta, Quindío, Risaralda, Santander y Valle del Cauca, y se sabe que las especies de ácaros que causan daños y afectan la calidad de los frutos pertenecen a las familias Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae y Eriophyidae.

Sin embargo, se requieren muchos más estudios para determinar cuáles son las especies asociadas, los enemigos naturales promisorios y los métodos de control más eficientes, así como para conocer el impacto del daño que producen y sus repercusiones económicas (Mesa, 2015).

## ***Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina: Tarsonemidae)**

### **Importancia económica, distribución y hospederos**

Los ácaros de la familia Tarsonemidae presentan hábitos alimenticios muy variados, pues incluyen especies que se alimentan de hongos, algas y parásitos de animales, otras que son depredadoras, y las estrictamente fitófagas. De esta familia se han descrito más de 550 especies, pertenecientes a 45 géneros (Moraes & Flechtmann, 2008). En Colombia, la especie *P. latus* es conocida por su importancia económica en cítricos (Mesa, 2015).

Los machos de esta familia transportan las ninfas de las futuras hembras hacia los órganos vegetativos en crecimiento, dada la preferencia de estos ácaros por alimentarse de tejidos jóvenes (Rodríguez, 2012). Por su parte, las hembras adultas de *P. latus* pueden dispersarse adhiriéndose a la tibia y el tarso de insectos como *Myzus persicae*, *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*, entre otros (Moraes & Flechtmann, 2008).

De acuerdo con Vieira, Correa, Castro, Silva y Monteverde (2004), las mayores poblaciones de estos ácaros se presentan sobre todo cuando las condiciones de humedad del aire son elevadas, lo cual fue corroborado en trabajos realizados por Rodríguez (2012), en los que se observó que las poblaciones de *P. latus* se incrementaron y los daños en frutos de naranja Valencia aumentaron en condiciones de humedad relativa alta (superior al 80 %) y temperatura media (21-25 °C).

El ácaro blanco, como se conoce a *P. latus*, es un polífago que cuenta con más de 60 especies de hospederos vegetales, y es considerado una plaga en numerosos cultivos en invernadero y en el campo de diferentes lugares del mundo, incluyendo regiones tropicales y subtropicales de Australia, Asia, África, América e islas del Pacífico (Gerson, 1992, 2003; Jeppson, 1989; Rogers, Stansly, Childers, McCoy, & Nigg, 2009; Smith & Peña, 2002; Talhouk, 1975; Walter, Lindquist, Smith, Cook, & Krantz, 2009).

En Colombia, se han registrado daños de importancia económica causados por *P. latus* en cultivos de especies como *Citrus* spp., solanáceas (*Capsicum* spp., *Solanum lycopersicum*, *Solanum melongena*, *Solanum quitoense*), *Carica papaya*, *Cucumis melo*, *Glycine max*, *Gossypium hirsutum*, *Phaseolus vulgaris* y *Vitis* spp. (Mesa, 1999).

Los trabajos realizados en el país por Álvarez (2017), Mesa et al. (2011), Rodríguez (2012) y Rodríguez, Mesa, Valencia y Ossa (2017) reportaron que *P. latus* ocasiona daños de importancia económica en lima ácida Tahití y naranja Valencia, e identificaron esos daños como uno de los problemas fitosanitarios que originan importantes pérdidas en la producción de cítricos en Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca.

Los adultos y las larvas del ácaro blanco atacan hojas y brotes tiernos, ocasionando deformación y atrofia del tejido foliar; además, en los frutos jóvenes, su ataque puede producir momificación o dejar cicatrices y malformaciones, que afectan la calidad cosmética.

## Biología

Estudios realizados por Mesa et al. (2011), Rodríguez (2012) y Rodríguez et al. (2017) reportan que, durante el desarrollo de *P. latus*, sus huevos son blanquecinos y con protuberancias blancas en forma de óvalos, alineadas simétricamente. La hembra los pone en forma dispersa, y por lo general los ubica al lado de las nervaduras de las hojas. El tiempo de incubación es de 1,65 días (mínimo 1,54 y máximo 1,99).

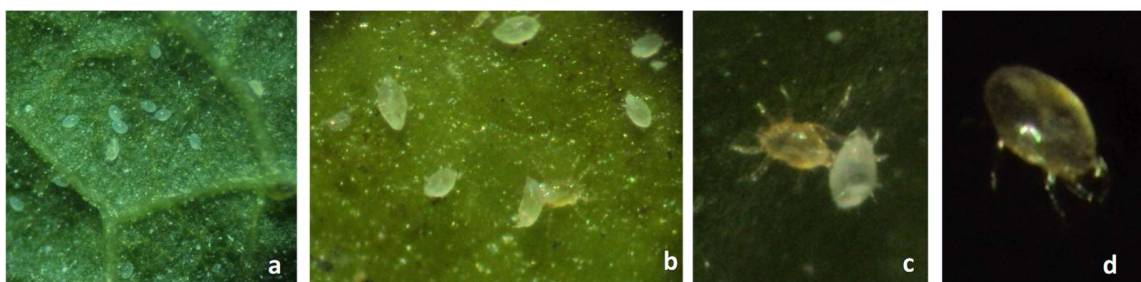
La larva es hexápoda, blanca y opaca. Su tiempo de duración promedio es de 0,97 días (mínimo 0,38 y máximo 1,22) y, después de su periodo de actividad como larva, se torna inmóvil y se convierte en ninfa-pupa dentro de la cutícula larval.

La ninfa-pupa es translúcida, brillante, de forma elíptica alargada, y se mantiene inmóvil. A este estado se le conoce también como *pharate female* en inglés o ninfa quiescente en español (Norton, Kethley, Johnston, & O'Connor, 1993).

Presenta la duración más corta entre todos los estados de desarrollo, con un promedio de 0,56 días (mínimo 0,17 y máximo 1,97).

La hembra es de forma oval, con una longitud aproximada de 0,30 mm, y una coloración blanquecina brillante cuando está joven, que se torna amarilla brillante a medida que transcurre el ciclo. El nombre de la familia fue otorgado por la característica de la pata IV en forma de flagelo. El dimorfismo sexual es bien pronunciado: la relación de sexos es de 2,2 hembras por 1 macho. Los machos son de un color similar al de las hembras, pero tienen un tamaño menor, con una longitud aproximada de 0,11 mm.

*P. latus* presenta un ciclo de vida muy corto. Según estudios realizados en naranja Valencia, el tiempo total de desarrollo de huevo a adulto es de 3,18 días (2,75 a 7,40). En la figura 59 se presentan los estados de huevo, inmaduro y adulto.



Fotos: Milton Valencia e Isaura Rodríguez

**Figura 59.** Aspecto de diferentes estados de desarrollo de *Polyphagotarsonemus latus*. a. Ninfas; b. Adultos macho; c. Adultos hembra; d. Adulto.

## Daño

De acuerdo con Moraes y Flechtmann (2008), la alimentación de *P. latus* causa una variedad de síntomas y reacciones específicas en diferentes hospederos, principalmente por el efecto de la posible toxina que inyecta. Al ser atacadas por el ácaro blanco, las hojas nuevas de los brotes se decoloran, presentan un color plateado o bronce en el envés, y se vuelven estrechas y rígidas, lo que ocasiona daños severos y deformaciones.

En estudios realizados por Mesa et al. (2011), Rodríguez (2012) y Rodríguez et al. (2017), se reporta que las primeras manifestaciones del daño en brotes vegetativos (de 9 a 12 días de formación) de naranja Valencia se caracterizan por un cambio en la tonalidad de la epidermis, la cual pierde su brillo y se torna opaca, dando la impresión de estar deshidratada (figura 60).

Más adelante, se observan enrollamientos en los bordes de las hojas, que van desde la base hasta el ápice. En este punto se presenta la mayor actividad de alimentación y oviposición de las hembras. A medida que transcurre el tiempo, el daño es más notorio y se convierte en una mancha café que inicia principalmente en la nervadura central. Si el daño es severo, se presenta la caída del brote.



Fotos: Milton Valencia; Isaura Rodríguez; Wilmar Guerra

**Figura 60.** Daño de *Polyphagotarsonemus latus* en hojas de cítricos. a. Encrespamiento hacia el envés; b. Cambio en la tonalidad del brote; c. Bronceado en el haz.

Según estudios de Álvarez (2017) y Rodríguez et al. (2017), el daño en los frutos de lima ácida Tahití y naranja Valencia se caracteriza por el levantamiento de la capa superficial de la epidermis, la cual queda adherida a la superficie del fruto como una película fina, gris plateada.

Cuando son atacados por el ácaro, los frutos recién formados pueden ser momificados. Si continúan su crecimiento, en el momento de la cosecha se observa que el daño permanece en la fruta, y puede llegar a cubrir toda la epidermis. Este daño es castigado en el mercado, ya que el aspecto estético de los frutos es muy importante, sobre todo en especies como la lima ácida Tahití, cítrico que hace parte de los productos de exportación del país.

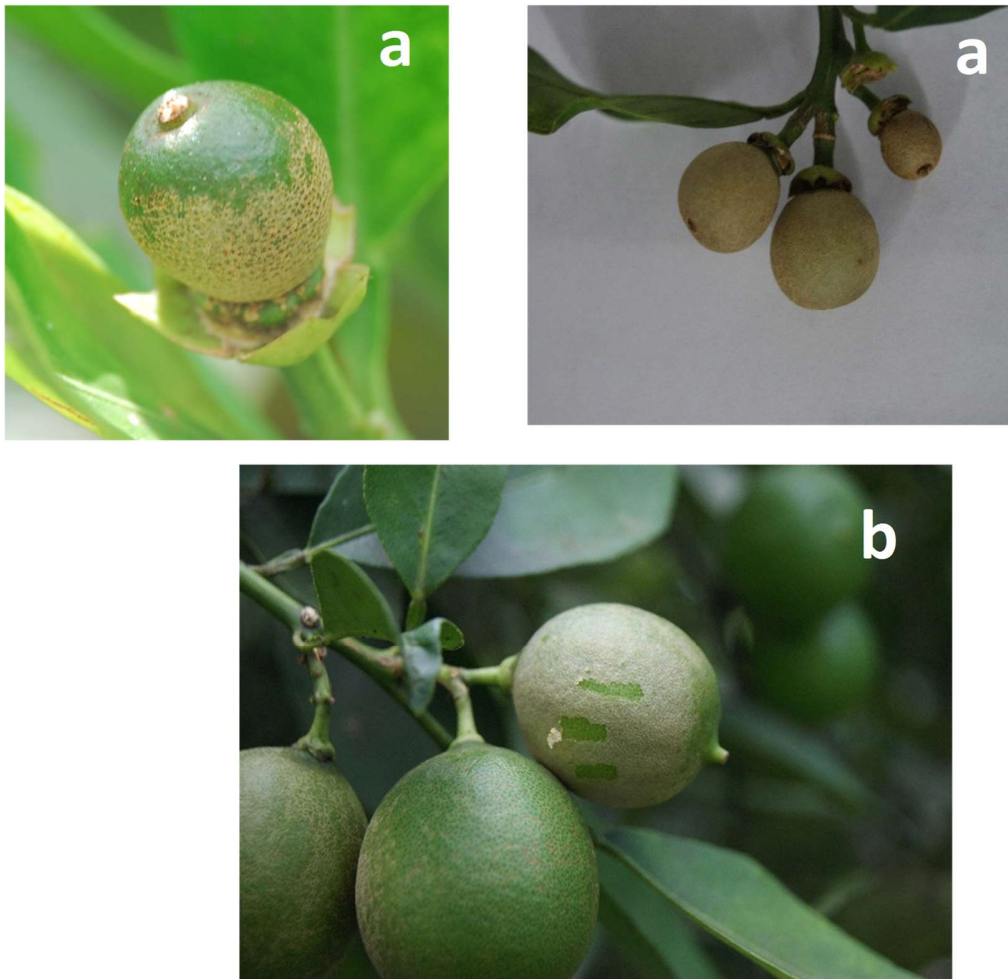
De acuerdo con Álvarez (2017) y Rodríguez (2012), las primeras manifestaciones del daño causado por *P. latus* en frutos de naranja Valencia (con un diámetro de entre 0,10 y 0,35 cm [9,5 días de formación]) y de lima ácida Tahití (con un diámetro de entre 0,4 y 2,4 cm [33 días de formación]) se caracterizan por un cambio en la tonalidad de la epidermis, la cual pierde brillo y se torna opaca.

Posteriormente, se observan hendiduras paralelas, que inician en la base del fruto, dando la impresión de deshidratación de los tejidos. En este sitio se presenta la mayor actividad de alimentación y oviposición de las hembras. Con el transcurso del tiempo, el daño es más notorio y se convierte en una mancha café. Peña (1990) describió resultados similares en frutos cítricos tipo lima, y Meyer (1981) en otros cultivos.

De acuerdo con Rodríguez (2012), el ataque de ácaros durante los tres primeros meses de desarrollo del fruto causa daños considerables en su fenología. En Caicedonia, Valle del Cauca, las condiciones ambientales, caracterizadas por niveles de humedad relativa superiores al 80 %, favorecieron la caída de estructuras. En esta localidad, el 22 % de las pérdidas se debieron al ataque de *P. latus*. En el caso de Támesis, Antioquia, los porcentajes solo llegaron al 7 %, lo que puede explicarse por las condiciones menos húmedas de la región, que afectan el desarrollo del ácaro.

El daño final de los frutos desarrollados en el momento de la cosecha fue mayor en Caicedonia (40,8 %) que en Támesis (16,4 %), lo cual demuestra la importancia económica de *P. latus* en zonas con humedad relativa superior al 80 %, como este municipio. Según diversos autores, esta condición favorece el incremento de las poblaciones del ácaro (Davies & Albrigo, 1994; Meyer, 1981; Smith & Peña, 2002).

En la figura 61 se presentan los daños observados en frutos recién formados de naranja Valencia y en frutos de lima ácida Tahití próximos a la cosecha. De acuerdo con la apariencia externa, los porcentajes de daño por *P. latus* en su superficie no superaron el 50 %. Vale la pena tener en cuenta que la Norma Técnica 4086 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec) (1997) considera que los frutos que exceden estos valores se clasifican como de segunda.



Fotos: Milton Valencia; Isaura Rodríguez; Leonardo Álvarez; Yeiner Taquinas

**Figura 61.** Daño de *Polyphagotarsonemus latus* en frutos. a. Naranja Valencia; b. Lima ácida Tahití.

Con respecto al impacto de *P. latus* sobre la calidad del fruto, a pesar de que durante la cosecha de estructuras marcadas en Caicedonia (Rodríguez, 2012) se encontraron correlaciones significativas entre el daño del ácaro y los grados Brix, no se puede concluir que existe una relación directa entre ese daño y la calidad del fruto, ya que el coeficiente de correlación solo llegó al 20 %.

En el caso del diámetro y el peso, tampoco se observó una relación estrecha entre las variables del fruto y el daño del ácaro. En las condiciones en las cuales se desarrollaron los ensayos, los coeficientes de correlación fueron muy bajos, lo que indica que tal daño no tiene una relación directa con estos criterios de calidad interna del fruto.

Por el contrario, Peña y Bullock (1994) afirman que el daño del ácaro disminuye los contenidos de agua en limas y naranjas en Florida. En el caso colombiano sería necesario repetir los ensayos en condiciones de altas infestaciones, evaluando este parámetro de calidad.

En lo que se refiere a la posible relación del daño de *P. latus* con la calidad interna del fruto, se puede concluir que, en las condiciones de los ensayos esta-blecidos, no se encontró una correlación significativa entre el daño registrado en la epidermis de los frutos y su calidad (grados Brix, diámetro y peso). Por lo tanto, tal daño en los frutos de lima ácida Tahití y naranja Valencia es totalmente cosmético.

Rodríguez (2012) obtuvo resultados similares en naranja Valencia, y afirmó que "al correlacionar el daño ocasionado por *P. latus* con parámetros de calidad como peso, diámetro, color y grados Brix [se] concluyó que no existe una relación directa entre el daño del ácaro y la calidad del fruto".

Dorado, Grajales y Ríos-Rojas (2015) valoraron diferentes variables de calidad del fruto de lima ácida Tahití, como diámetro ecuatorial (entre 5,18 y 5,48 cm), diámetro longitudinal (de 5,58 a 5,94 cm), peso del fruto (entre 82,31 y 95,90 g) y grados Brix (de 7,91 a 8,67). Estas cifras provienen de evaluaciones asociadas a diferentes láminas de riego y grados de fertilización, en plantas ubicadas en El Espinal, Tolima, que concuerdan con los datos obtenidos anteriormente en este cítrico.

## Fluctuación poblacional

Entre los años 2014 y 2016, Rodríguez et al. (datos inéditos) y Álvarez (2017) realizaron experimentos basados en el seguimiento de poblaciones de *P. latus* en una finca productora de lima ácida Tahití y naranja Valencia de Caicedonia, Valle del Cauca, ubicada en las coordenadas geográficas 04°20'05" N, 75°49'41" O, a una altitud de 1.150 m s. n. m., con una temperatura promedio de 23 °C y una humedad relativa del 76,4 %.

En los dos cultivos se evidenció que el comportamiento del ácaro estuvo fuertemente asociado a la formación de tejidos tiernos. Se encontró también que sus huevos se presentan en altas poblaciones sobre las hojas tiernas y los frutos recién formados, mientras que las poblaciones de adultos son menores.

En cultivos de naranja Valencia, se observó que los picos de población se dan en épocas con humedad relativa de entre el 81 % y el 84 %, temperaturas de 20 a 23 °C y precipitaciones entre 0 y 72 mm. Las mayores poblaciones (cuatro huevos por foliolo) se presentaron en 2014, en los meses de septiembre y octubre, mientras que en 2015 se observaron en noviembre y diciembre. En el año 2016 las poblaciones fueron muy bajas.

En el caso de la lima ácida Tahití, en general se presentaron mayores poblaciones de *P. latus* que en la naranja Valencia. Para este cítrico se observó que los picos de población se dieron en épocas con humedad relativa de entre el 60 % y el 80 %, temperaturas entre 21 y 24 °C, y precipitaciones entre 0 y 72 mm. En 2014, los picos poblacionales (máximo 4,6 huevos por foliolo) ocurrieron en los meses de agosto y septiembre, mientras que en 2015 se presentaron en octubre y noviembre.

## Monitoreo

El primer estudio llevado a cabo en cítricos para identificar el estado fenológico en el cual se registra el ataque inicial de *P. latus* fue realizado por Rodríguez (2012), en Caicedonia y Támesis, sobre naranja Valencia. En estos experimentos

se concluyó que el daño del ácaro ocurre en estados tempranos del fruto, como el *fruto 1* (denominación otorgada por los agricultores), el cual corresponde a estructuras de entre 0,1 y 0,6 cm de diámetro, clasificadas en los códigos 72 y 74 en la escala BBCH de los agrios (Agustí et al., 1995).

Después de esta investigación, Álvarez (2017) y Rodríguez (datos inéditos) establecieron ensayos de seguimiento del daño del ácaro en cultivos comerciales de lima ácida Tahití y naranja Valencia entre 2014 y 2016. En los experimentos se identificaron los estados fenológicos que deben ser monitoreados para tomar medidas de manejo de *P. latus* en cada una de las dos especies cítricas (figura 62).

a. Naranja Valencia



Fruto de 0,1 a 0,6 cm de diámetro

b. Lima ácida Tahití



Fruto de 0,3 cm diámetro



Fruto de 1,4 a 2,8 cm diámetro

Fotos: Milton Valencia; Isaura Rodríguez; Leonardo Álvarez; Yeiner Taquinas

**Figura 62.** Estados fenológicos del fruto que deben ser monitoreados para el manejo de *Polyphagotarsonemus latus*. a. Naranja Valencia; b. Lima ácida Tahití.

El daño del ácaro blanco en la lima ácida Tahití puede ocurrir en frutos con un diámetro desde 0,3 cm (código 72 en la escala BBCH) (figura 62b), entre 30 y 40 días después de la floración, con una severidad que puede llegar al 41,1%. A diferencia de lo que sucede con la naranja Valencia, en la lima ácida Tahití puede atacar frutos de mayor tamaño, de 1,4 a 2,8 cm de diámetro (código 72 en la escala BBCH) (figura 62b), 77 días después de la floración, con daños cercanos al 20,8%.

## Alternativas de manejo

Para el manejo de *P. latus* se han evaluado alternativas que incluyen, entre otras, aceites, acaricidas y enemigos naturales, como crisopas, ácaros fitoseidos y hongos entomopatógenos (Acuña, Agostini, & Haberle, 2005; Breda, Oliveira, Esteves-Filho, Barbosa, & Santos, 2017; Díaz, 2012; Halder, Kodandaram, Rai, & Singh, 2015; Herron, Jiang, & Spooner-Hart, 1996; Imbachi, 2012; Imbachi et al., 2012; Jiménez, Martínez, & Cantillo, 2013; Martins, Alves, Mamprim, & Souza, 2016; Nugroho & Ibrahim, 2007; Peña, Osborne, & Duncan, 1996).

Imbachi et al. (2012) evaluaron estrategias de manejo del ácaro blanco en un cultivo comercial de naranja Valencia en Caicedonia, en el cual marcaron racimos florales y analizaron de manera individual tratamientos basados en la liberación de especies de Phytoseiidae nativas (*Neoseiulus anonymus* [Chant & Baker], *Neoseiulus californicus* [McGregor], *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma y *Amblyseius herbicolus* [Chant]) y de larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens).

También se evaluó la aplicación localizada de cipermetrina (tratamiento de exclusión de agentes benéficos) y de un testigo comercial basado en el tratamiento utilizado por los agricultores (utilización localizada de abamectina). Se encontró, que las liberaciones de Phytoseiidae y de larvas de *C. carnea*, así como la aplicación de abamectina, presentaron los mejores resultados, con el menor daño de *P. latus*.

Además de estos experimentos, siguiendo la misma metodología en otro ensayo, Imbachi (2012) evaluó aplicaciones localizadas de aceite agrícola, abamectina, agua y el hongo entomopatógeno *Paecilomyces fumosoroseus*. Este estudio concluyó que los frutos tratados con aceite agrícola y abamectina presentaron un menor porcentaje de daño en la epidermis.

En lotes comerciales de lima ácida Tahití y naranja Valencia en Caicedonia, Rodríguez et al. (2014-2016, datos inéditos) y Álvarez (2017) evaluaron estrategias de manejo de *P. latus* en frutos de las dos especies. Los productos analizados aparecen en la tabla 14.

**Tabla 14.** Tratamientos evaluados para el manejo de *Polyphagotarsonemus latus* y *Phyllocoptruta oleivora* en lima ácida Tahití y naranja Valencia en Caicedonia (Valle del Cauca)

Tipo de alternativa	Tratamiento	Dosis/ha	Dosis usada en ensayos*
Hongos entomopatógenos	1. <i>Isaria fumosorosea</i>	1 kg	2,5 g/L
	2. <i>Metharrizium anisopliae</i>	1 kg	2,5 g/L
	3. <i>Beauveria bassiana</i>	1 kg	2,5 g/L
Depredador	4. Liberación de <i>Chrysoperla carnea</i>	10.000-20.000 larvas	100 larvas/racimo floral
Aceite agrícola	5. Aceite agrícola	2 l	7 cc/l
Moléculas químicas	6. Spiromesifen	500 cm <sup>3</sup>	1,2 cm <sup>3</sup> /l
	7. Abamectina	600 cm <sup>3</sup>	1,5 cm <sup>3</sup> /l
Testigo absoluto	8. Agua	---	---

\* Las dosis por litro se estimaron teniendo en cuenta la densidad de siembra de 285 árboles/ha (distancia de siembra 7 × 5 m), con un volumen de aplicación de 400 L de agua/ha. Como coadyuvante se utilizó el producto Carrier, en dosis de 1 cm<sup>3</sup>/L (400 cm<sup>3</sup>/ha).

Fuente: Elaboración propia

Durante tres ciclos de cosecha (2014 a 2016) de lima ácida Tahití, se realizaron dos aplicaciones localizadas por ciclo para el manejo de *P. latus* (figura 63). La primera se llevó a cabo en la floración o con la presencia en el cultivo de *frutos 1* (0,3 cm de diámetro, códigos 55 a 72 en la escala BBCH de los agrios) (Agustí et al., 1995), y la segunda, luego de 41 a 50 días, en la etapa fenológica *fruto 4* (2,8 cm de diámetro, código 74 en la escala BBCH).

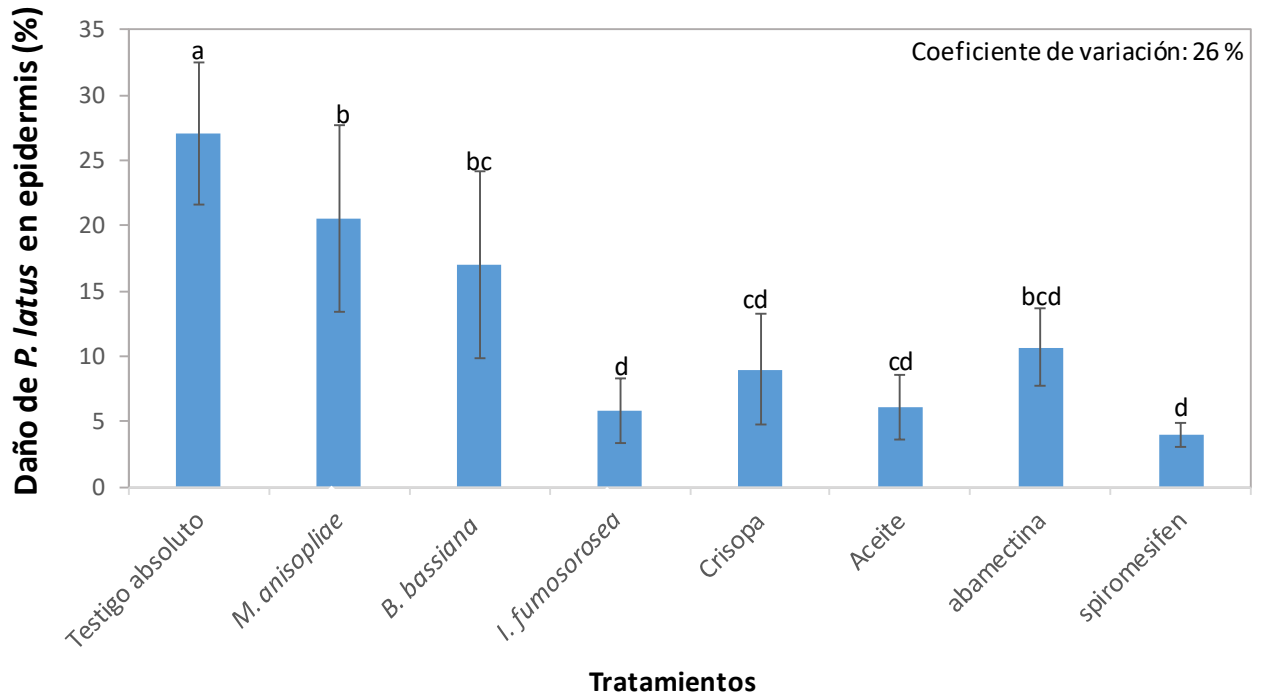


**Figura 63.** Épocas de aplicación de tratamientos para el manejo de *Polyphagotarsonemus latus* en lima ácida Tahití.

Fuente: Elaboración propia

Semanalmente, se registraron los daños de *P. latus* en la epidermis de los frutos tratados, y se cosecharon aquellos que alcanzaron su madurez, para evaluar características de calidad. Durante los experimentos, el máximo daño del ácaro en la epidermis fue del 27 %, obtenido en el testigo sin aplicaciones, valor que demuestra el impacto que ocasiona en el cultivo.

Se encontraron diferencias significativas en los daños de *P. latus* con los tratamientos evaluados, y se destacó el grupo estadístico conformado por spiromesifen y el hongo entomopatógeno *I. fumosoroseus*, con daños del 4 % y el 58 %, respectivamente. Otras alternativas biológicas que presentaron menores daños fueron las liberaciones de *C. carnea* y las aplicaciones de aceite agrícola, tratamientos con los cuales se registraron daños inferiores al 9 % en la epidermis del fruto (figura 64).



**Figura 64.** Porcentajes de daño de *Polyphagotarsonemus latus* en la epidermis de los frutos de lima ácida Tahití, luego de dos aplicaciones de diversos tratamientos.

Nota: Barras seguidas con la misma letra minúscula no difieren en pruebas de DMS al 5% (coeficiente de variación: 21,5%; 7 gl; F: 4,68; Pr > F: 0,0001).

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en los experimentos, como el mejor tratamiento en el combate contra *P. latus* se destaca la aplicación localizada de spiromesifen en racimos florales de lima ácida Tahití, alternativa con la cual se presentaron daños del 4% en los frutos.

En este cítrico, alternativas biológicas como el aceite y el hongo entomopatógeno *I. fumosorosea* mostraron un mayor efecto en el ácaro que productos químicos como la abamectina. De igual manera que en los estudios de Imbachi et al. (2012), con las liberaciones de *C. carnea* se obtuvieron bajos porcentajes de daño de *P. latus* en la epidermis de los frutos de naranja Valencia y lima ácida Tahití.

Los neurópteros de la familia Chrysopidae (especialmente las larvas) han sido considerados predadores de varios fitófagos, como ácaros, *trips* y moscas blancas (Bueno & Freitas, 2004). En el caso de *P. latus*, Imbachi (2012) realizó pruebas de consumo, en las cuales se constató que las larvas del insecto tienen preferencia por huevos y estados inmaduros del ácaro. Con respecto a los hongos entomopatógenos, se destaca el efecto de *I. fumosorosea* para el manejo del ácaro blanco en lima ácida Tahití.

El uso de aceite agrícola para el manejo de *P. latus* fue efectivo, con daños que llegaron al 61 % en la epidermis del fruto. Esta efectividad también ha sido reportada por autores como Herron et al. (1996), Imbachi (2012) y Rodrigues y Childers (2002), quienes indican que este tipo de acaricida proporciona un buen control, con menor impacto ambiental.

## ***Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acarina: Eriophyidae)**

### **Importancia económica, distribución y hospederos**

Los miembros de la familia Eriophyidae constituyen un grupo de ácaros extremadamente pequeños (100 a 150 micras) y estrictamente fitófagos, formado por más de 3.500 especies, pertenecientes a 300 géneros (Krantz & Walter, 2009). Su alto grado de especialización morfológica y biológica les permite vivir en lugares muy escondidos, como en las yemas, brotes terminales, agallas o erineos, enrollando las hojas o en la superficie de la planta.

Una característica general de las especies de este grupo, en especial de las que se alimentan de plantas dicotiledóneas, es su reducida gama de hospederos. Muchos ácaros atacan solamente una especie vegetal, mientras que otros se alimentan de varias especies del mismo género de plantas. Esta especificidad peculiar con su hospedero vegetal es clave para su sobrevivencia.

Muchas especies solo consiguen sobrevivir en estructuras que se forman en las plantas a causa de la inyección de sustancias en el acto de alimentación. Uno de

los daños más significativos de los Eriophyidae es la capacidad de algunas de sus especies de transmitir virus de plantas (Krantz & Walter, 2009; Moraes & Flechtmann, 2008).

*P. oleivora* es conocido como el ácaro tostador de los cítricos y es extremadamente pequeño: en estado adulto mide de 0,12 a 0,15 mm de largo y de 0,05 a 0,06 mm de ancho (McCoy, 1996). Se encuentra distribuido en algunas regiones de América, Asia, África, Europa y Australia (McCoy, 1996; Smith & Peña, 2002; Walter et al., 2009).

En Colombia, está disperso en todas las zonas productoras de cítricos del país (León, 2001), y Padilla y Tróchez (2000) reportaron que este ácaro era el segundo más importante en cultivos de cítricos del Valle del Cauca (figura 65).



Foto: Milton Valencia

**Figura 65.** Población de *Phyllocoptruta oleivora* sobre un fruto de naranja Valencia.

## Biología

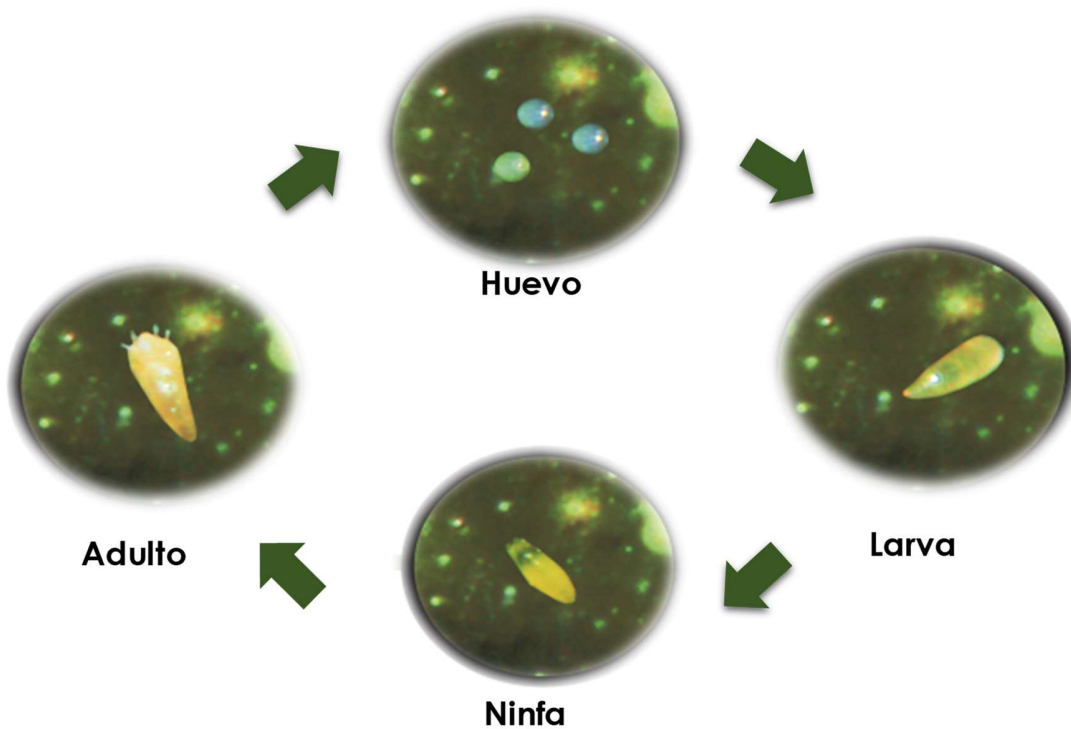
Durante su ciclo de vida, *P. oleivora* pasa por los siguientes estados de desarrollo: huevo, larva, ninfa y adulto, los cuales se pueden ubicar sobre hojas, brotes, y especialmente en frutos (Kalaisekar, Naidu, & Rao, 2003; Leite de Oliveira, 2008; McCoy, 1996; Meyer, 1981; Rogers et al., 2009).

La oviposición se inicia a partir del segundo día de emergencia de las hembras, cuando han alcanzado su madurez sexual, y continúa el resto de su vida (Rogers et al., 2009). Los huevos son esféricos y transparentes, con una duración

promedio de 3 días, a 27,2 °C. Una hembra pone en promedio dos huevos por día, y cerca de 30 durante toda su vida (Rogers et al., 2009).

Del huevo emergen las larvas vermiformes, que inicialmente son translúcidas y luego toman un color amarillo. Después de dos días se convierten en ninfas, conservando la misma forma. Las ninfas requieren cerca de dos días para cambiar al estado adulto.

La duración del ciclo de huevo a adulto es de 6 días, con un promedio de vida de machos y hembras de 6 y 14 días, respectivamente (Rogers et al., 2009). Estudios realizados por Rodríguez (2012) reportan que el tiempo de desarrollo del huevo al estado adulto fue de 7,3 días (mínimo 5,0 días, máximo 8,6 días). En la figura 66 se presentan los estados de desarrollo de *P. oleivora*.



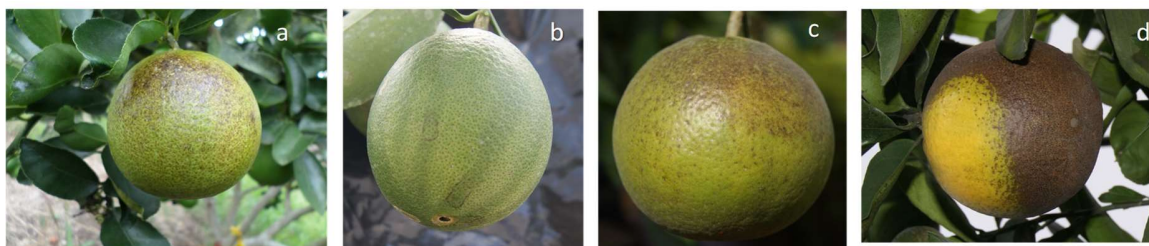
Fotos: Milton Valencia; Isaura Rodríguez

**Figura 66.** Aspecto de los estados de desarrollo de *Phyllocoptruta oleivora*.

## Daño

De acuerdo con Albrigo y McCoy (1974), *P. oleivora* causa daño mecánico al retirar el contenido celular, lo que causa bronceado o apariencia de oxidación en el fruto. Las células perforadas de la epidermis de los frutos colapsan, lo que modifica su color. Los síntomas varían de acuerdo con la edad del fruto atacado, y otorgan apariencia oxidada a los jóvenes, y bronceada a los de mayor edad.

El ácaro prefiere frutos de naranja Valencia de 3 a 6 meses de desarrollo. El daño inicial en los frutos infestados se caracteriza por un cambio en la tonalidad de la epidermis, la cual pierde su brillo y se torna opaca. Posteriormente, se observan decoloraciones del tejido, que toma un color amarillo pálido (figura 67).



Fotos: Milton Valencia;  
Julian Ossa, Isabel Ramírez;  
Isaura Rodríguez

**Figura 67.** Síntomas de *Phyllocoptruta oleivora* en lima ácida Tahití. a. Iniciales; b. Intermedios; c. Avanzados; d. Síntomas en naranja Valencia.

En estos lugares se presenta la mayor actividad de alimentación y oviposición, y donde se concentra la mayor parte de la población. A medida que transcurre el tiempo, el daño es más notorio, va cubriendo la superficie del fruto, y el ácaro coloniza nuevas áreas.

Respecto a la posible relación del daño de *P. oleivora* con la calidad interna del fruto, además del daño externo se reportan efectos en tamaño, peso, contenido de agua, volumen de jugo, sólidos solubles y contenido de ácido ascórbico (Kalaisekar et al., 2003; Ochoa, Aguilar, & Vargas, 1991; Rogers et al., 2009). Infestaciones severas en frutos jóvenes (50 %-70 % de la superficie dañada) pueden reducir su crecimiento, incrementar su caída y producir problemas de fermentación que demeritan la calidad del sabor (McCoy, 1988).

## Fluctuación poblacional

Rodríguez (2012) realizó un seguimiento de las poblaciones de adultos de *P. oleivora* en frutos de 3 a 5 cm de diámetro de 50 árboles, en dos huertos comerciales de naranja Valencia, el primero ubicado en Caicedonia (1.150 m.s. n. m.; 21,7 °C y 86,4% de HR) y el segundo en Támesis (961 m s. n. m.; 24,2 °C y 76,2% de HR). Los datos de los conteos de población se registraron semanalmente, entre 2009 y 2011, durante 22 meses en Caicedonia y 17 en Támesis.

Como resultado de este trabajo en las dos localidades, se identificó que las poblaciones del ácaro se incrementaron cuando la humedad relativa superó el 70%. Esta variable climática, sumada a temperaturas superiores a 24 °C, favorecieron el crecimiento de las poblaciones en los frutos, especialmente en Támesis.

Esta tendencia coincide con los registros de autores como Meyer (1981), Azambuja y Lermen da Silva (1982), González, Salas y Hernández (1985), Rázuri y Gonzales-Bustamante (1993), Chiaradia (2001), Smith y Peña (2002), Landeros et al. (2003) y Rogers et al. (2009), en cuyos trabajos las variables relacionadas con épocas secas favorecen la proliferación de *P. oleivora* en diversas especies de cítricos.

## Monitoreo

De acuerdo con estudios realizados por Rodríguez (datos inéditos), *P. oleivora* se puede presentar en frutos de lima ácida Tahití, aunque en el caso de los experimentos llevados a cabo entre 2014 y 2016, su mayor impacto ocurrió en naranja Valencia.

Según Rodríguez (2012), durante el desarrollo fenológico del fruto de naranja Valencia, el primer ataque de *P. oleivora* en Caicedonia y Támesis sucedió en promedio a los 90 días de la posantesis (floración), en frutos de 3 a 5 cm de diámetro (figura 68), tamaño que los agricultores relacionan con el de una pelota de ping-pong.

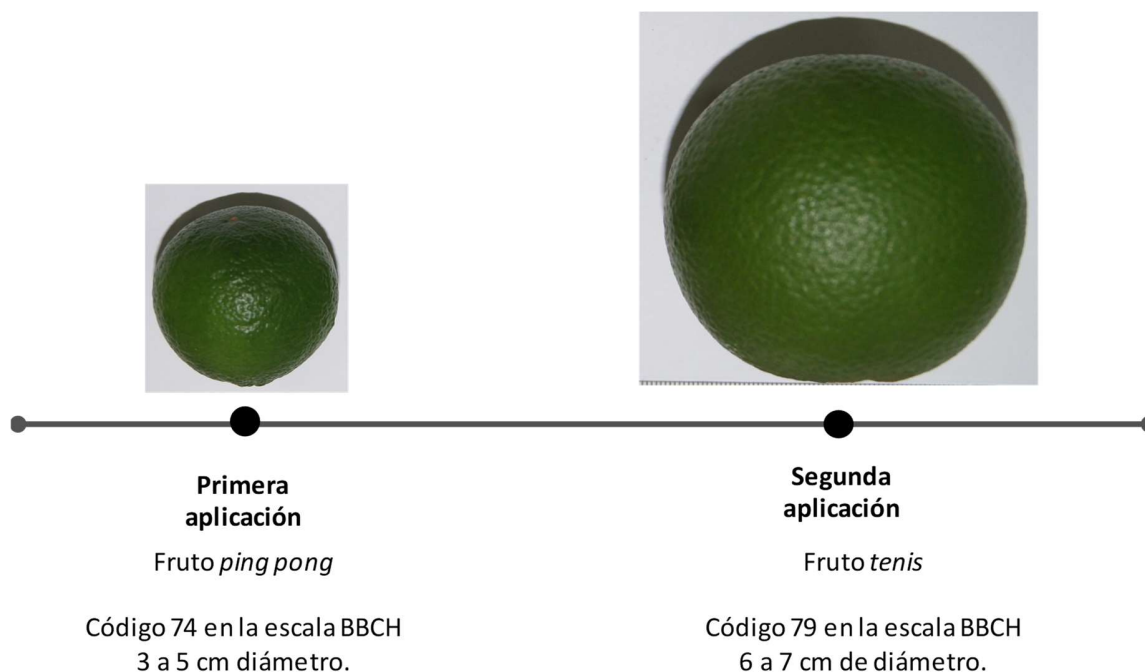


Foto: Milton Valencia

**Figura 68.** Estados fenológicos clave para el manejo de *Phyllocoptruta oleivora* en el fruto de naranja Valencia.

En la escala BBCH de los agrios (Agustí et al., 1995), durante el desarrollo del experimento, estas estructuras corresponden al código 74. En los tratamientos en los que no se realizaron aplicaciones de productos para el manejo del ácaro, la severidad del daño estuvo entre el 20 % y el 80 % en las dos localidades.

Otros estudios de Rodríguez et al. (2014-2016, inéditos), realizados en Caicedonia, indicaron que los primeros daños de *P. oleivora* en frutos de naranja Valencia ocurren en etapas intermedias de formación del fruto, cuando tienen de 3 a 5 cm de diámetro, a partir de 143,5 días después de la floración (antesis), con una severidad máxima del 12 %. De esta manera, los autores identificaron al fruto de 3 a 5 cm como el estado fenológico en el cual se deben iniciar los monitoreos para el manejo del ácaro tostador en naranja Valencia.

## Alternativas de manejo

Se han estudiado diversas alternativas que incluyen, entre otras, enemigos naturales como crisopas, ácaros fitoseidos y hongos entomopatógenos, así como aceites y acaricidas (Alves, Tamai, Rossi, & Castiglioni, 2005; Imbachi, 2012; Knapp, Nigg, & Anderson, 2001; Lei et al., 2003; Van Leeuwen, Witters, Nauen, Duso, & Tirry, 2010).

Imbachi et al. (2012) analizaron estrategias de manejo para *P. oleivora* en un cultivo comercial de naranja Valencia en Caicedonia, en el cual marcaron frutos de 3 a 5 cm de diámetro y evaluaron, de manera individual, tratamientos basados en la liberación de especies de Phytoseiidae nativas (*Neoseiulus anonymus*, *Neoseiulus californicus*, *Iphiseiodes zuluagai* y *Amblyseius herbicolus*) y de larvas de *Chrysoperla carnea*; la aplicación localizada de cipermetrina (tratamiento de exclusión de agentes benéficos) y un testigo comercial, basado en el tratamiento utilizado por los agricultores (aplicación localizada de abamectina).

En la investigación se encontró que la liberación de larvas de *C. carnea* y la aplicación de abamectina presentaron los mejores resultados, con el menor daño de *P. oleivora* en frutos. Por otra parte, la población del ácaro ocasionó daños significativos con el tratamiento de liberación de ácaros Phytoseiidae y la exclusión de benéficos.

Además de las evaluaciones con ácaros depredadores y *C. carnea*, en otro experimento Imbachi (2012), siguiendo la misma metodología, estudió aplicaciones localizadas de aceite agrícola, abamectina, agua y el hongo entomopatógeno *P. fumosoroseus*. Pese a que en los análisis estadísticos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos analizados, los frutos tratados con aceite agrícola y *P. fumosoroseus* presentaron un menor porcentaje de daño en la epidermis.

## Referencias

- Acuña, L., Agostini, J., & Haberle, T. (2005). Control químico del ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* Banks del mamón *Carica papaya* L. *Citrusmisiones*, 30, 10-20.
- Agustí, M., Zaragoza, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R., & Stauss, R. (1995). Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. *Citrus*). *Levante Agrícola*, (332), 189-199.
- Albrigo, L., & McCoy, C. (1974). Characteristic injury by citrus rust mite to orange leaves and fruit. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 87, 48-55.
- Álvarez, L. (2017). *Ácaros que afectan la calidad del fruto de lima Tahití en el Valle del Cauca* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Alves, S., Tamai, M., Rossi, L., & Castiglioni, E. (2005). *Beauveria bassiana* pathogenicity to the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora*. *Experimental and Applied Acarology*, 37(1-2), 117-112.
- Azambuja, M., & Lermen da Silva, T. (1982). Population of the false rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Ashm., 1879) on citrus, in Rio Grande do Sul. *Agronomía Sulriograndense*, 18, 145-152.
- Breda, M., Oliveira, J., Esteves-Filho, A., Barbosa, D., & Santos, A. (2017). Lethal and sublethal effects of pesticides in the management of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) on *Capsicum annum* L. *Pest Management Science*, 73(10), 2054-2062.
- Bueno, A., & Freitas, S. (2004). Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. *BioControl*, 49(3), 277-283.
- Chiaradia, L. (2001). Population fluctuation of citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmed, 1879) (Acari, Eriophyidae) in citrus orchards in the West of Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 7(1), 111-120.
- Davies, F., & Albrigo, L. (1994). *Citrus*. Wallingford, Reino Unido: CAB International.

- Díaz, S. (2012). *Pruebas de eficacia con diferentes ingredientes activos para el control de Phyllocoptura oleivora (Ashmead) (ácaro tostador) y Polyphagotarsonemus latus (ácaro blanco) en limas ácidas (Citrus latifolia Tanaka), en la zona de El Espinal, Tolima* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Dorado, D., Grajales, L., & Ríos-Rojas, L. (2015). Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 87-93.
- Gerson, U. (1992). Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental & Applied Acarology*, 13(3), 163-178.
- Gerson, U. (2003). Acarine pest of citrus: overview and non-chemical control. *Systematic and Applied Acarology*, 8(1), 3-12.
- González, M., Salas, L., & Hernández, R. (1985). Factores bióticos y abióticos que regulan la población de *Phyllocoptura oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) en naranja. *Agronomía Costarricense*, 9(2), 205-211.
- Halder, J., Kodandaram, M., Rai, A., & Singh, B. (2015). Bio-efficacy of some newer acaroinsecticides against yellow mite (*Polyphagotarsonemus latus* [Banks]) and thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) in chilli. *Pesticide Research Journal*, 27(2), 171-174.
- Herron, G., Jiang, L., & Spooner-Hart, R. (1996). A laboratory-based method to measure relative pesticide and spray oil efficacy against broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Experimental and Applied Acarology*, 20(9), 495-502.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec). (1997). *Norma Técnica Colombiana NTC 4086. Frutas frescas. Naranja Valencia. Especificaciones*. Bogotá, Colombia: autor.
- Imbachi, K. (2012). *Evaluación de estrategias de manejo biológico y acaricidas biorracionales en el control de los ácaros Phyllocoptura oleivora (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) y Polyphagotarsonemus latus (Banks) (Acari: Tarsonemidae) causales del manchado de frutos en naranja Valencia* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

- Imbachi, K., Mesa, N., Rodríguez, I., Gómez, I., Cuchimba, M., Lozano, H., ... & Carabalí, A. (2012). Evaluación de estrategias de control biológico de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) y *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) en naranja Valencia. *Acta Agronómica*, 61(4), 364-370.
- Jeppson, L. (1989). Biology of citrus insects, mites, and mollusks. En W. Reuther, C. Calavan & G. Carman (Eds.). *The citrus industry* (Vol. V, pp. 1-87). Oakland, EE. UU.: Universidad de California.
- Jiménez, E., Martínez, R., & Cantillo, M. (2013). Botanical and chemical pesticides for the control of the white mite (*Polyphagotarsonemus latus* Bank) (Acarina: Tarsonemidae) in green pepper (*Capsicum annum* L.), in Tisma, Masaya. *La Calera*, 13(20), 9-15.
- Kalaisekar, A., Naidu, V., & Rao, N. (2003). Efficacy of some pesticides against citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora*. *Indian Journal of Entomology*, 65(3), 308-310.
- Knapp, J., Nigg, H., & Anderson, H. (2001). Update on petroleum spray oil for citrus rust mite control. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 114, 46-51.
- Krantz, G., & Walter, D. (2009). *A Manual of Acarology*. Lubbock, EE. UU.: Texas Tech University Press.
- Landeros, J., Balderas, J., Badii, M., Sánchez, V., Guerrero, E., & Flores, A. (2003). Distribución espacial y fluctuación poblacional de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae) en cítricos de Güemez, Tamaulipas. *Acta Zoológica Mexicana*, 89, 129-138.
- Lei, H., Li, H., Ran, C., Hu, J., Lin, B., Zhang, Q., ... & Qian, K. (2003). Pollution-free use of sunspray oils for controlling main pests of citrus. *Journal of Southwest Agricultural University*, 25(5), 409-412.
- Leite de Oliveira, M. (2008). *Ácaros dos citros no Brasil*. Sao Paulo, Brasil: Universidade Estadual Paulista (UNESP).
- León, G. (2001). Insectos de los cítricos: guía ilustrada de plagas y benéficos con técnicas para manejo de los insectos dañinos. Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Luckey, T. (1968). Insecticide hormoligosis. *Journal of Economic Entomology*, 61(1), 7-12.

- Martins, C., Alves, L., Mamprim, A., & Souza, L. (2016). Selection and characterization of *Beauveria* spp. isolates to control the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae). *Brazilian Journal of Biology*, 76(3), 629-637.
- McCoy, C. (1988). The biology of the citrus rust mite and its effects on fruit quality. En J. Ferguson & W. Wardowski (Eds.). *Factors Affecting Fruit Quality* (pp. 54-68). Gainesville, EE. UU.: Universidad de Florida.
- McCoy, C. (1996). Damage and control of Eriophyoid mites in citrus crops. Styler feeding injury and control of eriophyoid mites in citrus. En E. Lindquist, M. Sabelis & J. Bruin (Eds.), *Eriophyoid Mites: Their Biology, natural enemies and control* (pp. 513-526). Ámsterdam, Países Bajos: Elsevier.
- McMurtry, J., Huffaker, C., & Van de Vrie, M. (1970). Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia*, 40(11), 331-390.
- Mesa, N. (1999). Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 52(1), 321-363.
- Mesa, N. (2015). Acarología en Colombia: presente y perspectivas. En J. L. Jaramillo (Ed.). *Memorias & Resúmenes Congreso Colombiano de Entomología*. 42 (pp. 27-59). Medellín, Colombia: Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN).
- Mesa, N., García, M., Rodríguez, I., Valencia, M., Ossa, J., Toro, S., ... & Guarín, J. (2011). Dinámica de población y fenología del daño causado por *Polyphagotarsonemus latus* y *Phyllocoptruta oleivora* en naranja Valencia. Cali, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Colombia.
- Meyer, M. (1981). *Mites pest of crops in Southern Africa* (Science Bulletin 397). Pretoria, Sudáfrica: Department of Agriculture and Fisheries.
- Moraes, G., & Flechtmann, C. (2008). *Manual de acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Riberão Preto, Brasil: Holos Editora.
- Navia, D., Gondim M., & Moraes, G. (2007). Eriophyoid mites (Acari: Eriophyidae) associated with palm trees. *Zootaxa*, (1389), 1-30.

- Norton, R., Kethley, J., Johnston, D., & O'Connor, B. (1993). Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites. En D. Wrensch & M. Ebbert (Eds.). *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites* (pp. 8-99). Nueva York, EE. UU.: Chapman & Hall.
- Nugroho, I., & Ibrahim, Y. (2007). Efficacy of laboratory prepared wettable powder formulation of entomopathogenous fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* against the *Polyphagotarsonemus latus* (Bank) (Acari: Tarsonemidae) (broad mite) on *Capsicum annum* (chilli). *Journal of Bioscience*, 18(1), 1-11.
- Ochoa, R., Aguilar, H., & Vargas, C. (1991). *Ácaros fitófagos de América Central: guía ilustrada*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie).
- Padilla, J., & Tróchez, A. (2000). Identificación de ácaros asociados a cítricos en el Valle del Cauca e incidencia de especies fitófagas en un cultivo comercial. En *Seminario Nacional sobre Ácaros Asociados al Cultivo de Cítricos* (pp. 37-39). Pereira, Colombia: Asociación Nacional de Productores de Cítricos (Asocítricos).
- Peña, J. (1990). Relationships of broad mite (Acari: Tarsonemidae) density to lime damage. *Journal of Economic Entomology*, 83(5), 2008-2015.
- Peña, J., & Bullock, R. (1994). Effects of feeding of broad mite (Acari: Tarsonemidae) on vegetative plant growth. *The Florida Entomologist*, 77(1), 180-184.
- Peña, J., Osborne, L., & Duncan, R. (1996). Potential of fungi as biocontrol agents of *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). *Entomophaga*, 41(1), 27-36.
- Rázuri, V., & Gonzales-Bustamante, L. (1993). *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae) en naranjo y mandarino cultivados en Huaral, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 36, 9-12.
- Rodrigues, J., & Childers, C. (2002). Óleos no manejo de pragas e doenças em citros. Laranja. *Cordeirópolis*, 23(1), 77-100.
- Rodríguez, I. (2012). *Identificación de ácaros que afectan cultivos de naranja Valencia (Citrus sinensis L.) en el núcleo sur occidental de Colombia y establecimiento de dinámica de población y fenología de algunas especies de importancia económica* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

- Rodríguez, I., Mesa, N., Valencia, M., & Ossa, J. (2017). Population parameters and damage of *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) in Valencia orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) crop. *Acta Agronómica*, 66(4), 633-640.
- Rogers, M., Stansly, P., Childers, C., McCoy, C., & Nigg, H. (2009). *Florida citrus pest management guide: rust mites, spider mites and other phytophagous mites*. Gainesville, EE. UU.: Universidad de Florida.
- Smith, D., & Peña, J. E. (2002). Tropical Citrus Pests. En J. E. Peña, J. L. Sharp & M. Wysoki (Eds.). *Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control* (57-101). Wallingford, Reino Unido: CAB International.
- Talhok, A. (1975). *Citrus pest throughout the world* (Technical Monograph N.º 4). Basilea, Suiza: Ciba-Geigy Agrochemicals.
- Van Leeuwen, T., Witters, J., Nauen, R., Duso, C., & Tirry, L. (2010). The control of eriophyoid mites: state of the art and future challenges. *Experimental and Applied Acarology*, 51(1-3), 205-224.
- Vieira, M., Correa, S., Castro, T., Silva, L., & Monteverde, M. (2004). Efeito do cultivo de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido sobre a ocorrência de ácaros fitófagos e moscas-brancas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(3), 441-445.
- Walter, D., Lindquist, E., Smith, I., Cook, D., & Krantz, G. (2009). Order Trombidiformes. En G. Krantz & D. Walter (Eds.). *Manual of Acarology*. Lubbock, EE. UU.: Texas Tech University Press.