



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Pruebas de eficacia con diferentes  
ingredientes activos para el control de  
*Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro  
tostador) y *Polyphagotarsonemus latus*  
(ácaro blanco) en limas ácidas (*Citrus latifolia*  
Tanaka), en la zona de el Espinal, Tolima**

*Sergio Ernesto Díaz Cortes*

Universidad Nacional de Colombia  
Sede Bogotá  
Facultad de Agronomía  
Ingeniería Agronómica  
Bogotá, D. C.  
2012



**Pruebas de eficacia con diferentes  
ingredientes activos para el control de  
*Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro  
tostador) y *Polyphagotarsonemus latus*  
(ácaro blanco) en limas ácidas (*Citrus latifolia*  
Tanaka), en la zona de el Espinal, Tolima**

**Sergio Ernesto Díaz Cortes**  
Código: 716275

Trabajo de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Director:  
Diego Miranda Lasprilla

Universidad Nacional de Colombia  
Sede Bogotá  
Facultad de Agronomía  
Ingeniería Agronómica  
Bogotá, D. C.  
2012



## Resumen

Como consecuencia del uso intensivo de pesticidas pertenecientes al mismo grupo químico en artrópodos como los ácaros se induce la generación de resistencia, la cual se ve desarrollada a nivel genético con la afectación de no solo uno si no de varios genes (resistencia poligénica), lo cual conlleva a la modificación de diferentes rutas metabólicas y trae consigo la resistencia indirecta sobre el efecto de otros insecticidas, generando así un círculo que puede manifestarse en la dificultad para controlar algún tipo de plaga como es el caso de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) y *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco) en Limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en la zona de EL ESPINAL, TOLIMA con el uso repetido de abamectinas, por tal razón se evaluó diferentes moléculas empleadas comercialmente en el control de ácaros en cultivos diferentes como VULCANO 420 EC ®, MILBEKNOCK EC 9,3 ®, KENDO SC ®, DANISARABA SC ®, VEKTOR ® Y MYCOTROL SE® buscando establecer un Manejo Integrado de Plagas basado en rotación de compuestos, también se evaluó manejos que empíricamente han presentado resultados favorables en campo sin emplear productos comerciales que estén enfocados al control de plagas y que son de fácil acceso como detergentes encontrándose resultados cualitativos iniciales más efectivos que los presentados por los acaricidas ensayados.

**Palabras clave:** Resistencia, abamectinas, acaricida, rotación, Manejo Integrado de Plagas.

## Abstract

Like a consequence of an intensive use of pesticides belonging at the same chemical group over arthropods like mites induces generation of resistance, which have been developed at genetically level over several gens (polygenetic resistance), that is carrying on the modification of different path ways with the consequence to the indirectly resistance over the action of the other insecticides, generating a circle that can manifest

in the difficult to control some kind of plague like is case of *Phyllocoptura oleivora* (Ashmead) (roast mite) and *Polyphagotarsonemus latus* (white mite) in acid lime (*Citrus latifolia* Tanaka) on the EL ESPINAL ZONE, TOLIMA with the repeated use of abamectins, for that reason was evaluated different commercial molecules to control mites in another crops like VULCANO 420 EC ®, MILBEKNOCK EC 9,3 ®, KENDO SC ®, DANISARABA SC ®, VEKTOR ® Y MYCOTROL SE®, looking for establishment a Plague Integrated Management based on compound rotation, also was evaluated management that empirically has given good effect in field without use a commercial products focused to plague control and to easy access like detergent, finding beginning qualitative results more effective than present by acaricides used.

**Key words:** Resistance, abamectin, acaricide, rotation, Plague Integrated Management.

# Contenido

	<b>Pág.</b>
Resumen y Abstract	V
Introducción y Justificación	1
1.Objetivos	3
2. Marco teórico	5
2.1 Limas ácidas ( <i>Citrus latifolia</i> Tanaka) Botánica y generalidades	5
2.2.Fenología	7
2.1.1 Fructificación	7
2.2.2 Maduración	8
2.3 Condiciones ambientales	8
2.4 Generalidades de los ácaros	8
2.5 Características morfológicas	15
2.5.1 Morfología externa	15
2.5.2 Gnatosoma	16
2.5.3 Queliceros	17
2.5.4 Idiosoma	18
2.5.5 Morfología interna	20
2.5.6 Glándulas accesorias	20
2.5.7 Circulación sistema nervioso y órganos de los sentidos	20
2.5.8 Estructuras sensoriales	20
2.5.9 Reproducción	21
2.6 Características morfológicas de ácaros fitófagos	21
2.6.1 Dispersión de ácaros	21
2.7 Resistencia a insecticidas y acaricidas	23
2.8 Moléculas acaricidas de uso frecuente	25
2.9 Evolución y avances en moléculas acaricidas e insecticidas	25
3. Materiales y Métodos	29
3.1 Productos evaluados y sus especificaciones	29
3.2 Diseño experimental	31
3.3 Ensayos adicionales	32
3.4 Evaluación de la eficacia del producto	33
4. Resultados y Discusión	35
4.1 Evaluación ensayos adicionales	40
Conclusiones	41
Anexos	43
Bibliografía	51

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 2-1. Vista dorsal (Acarina), mostrando las mayores divisiones del cuerpo de los ácaros (Krantz, 1978)	9
Figura 2-2: <i>Eriophyes guerreronis</i> . Hembra: SA, Vista lateral de la parte anterior del escudo y las patas	11
Figura 2-3. <i>Eriophyes tulipae</i> . Hembra: S, Vista lateral del cuerpo; A, patrón del escudo dorsal	12
Figura 2- 4: <i>Phyllocoptruta oleivora</i> . Hembra: D, vista dorsal del cuerpo; F, garra o uña plumosa	13
Figura 2-5: <i>Aculops lycopersici</i> . Hembra: S, vista lateral del cuerpo; F, garra o uña plumosa	14
Figura 2-6: <i>Polyphagotarsonemus latus</i> . Vista dorsal y ventral de la hembra y el macho; características de las setas y del IV par de patas de ambos sexos	15
Figura 2-7. Diferentes forma del cuerpo de los ácaros (Acarioidea, Teranichoidea y Eriophoidea)	16
Figura 2-8: Vista dorsal (A) y ventral (B) del Gnatosoma o capítulo (Tetranychidae)	17
Figura 9. Tipos de quelíceros (1,2 y 3) y palpos o pedipalpos (4) en Acarina	18
Figura 2-10. Vista lateral de la pata (A) y sus segmentos (1,2,3,4,5,6) y diferentes formas de la parte final del tarso (B,C,D), correspondientes a la familia Tetranychidae	19
Figura 3-11. Distribución de los diferentes tratamientos en el lote de ensayo.	34
Figura 4-12: Población promedio de (ácaros/árbol)*t <sup>-1</sup> en respuesta tratamientos sobre <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (ácaro blanco)	35
Figura 4-13. Gráfica con el promedio de (ácaros/árbol)*t <sup>-1</sup> de los tratamientos sobre <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador).	38



---

Figura 14. Aspecto de un fruto sin ser afectado. Fotografía tomada por Sergio Diaz.	43
Figura 15. Cicatrización a nivel de la cutícula por un ataque en estadios iniciales del fruto por parte de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador).	44
Figura 16. Se observa el efecto que tiene la radiación sobre la distribución de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador) sobre el fruto	45
Figura 17. Observación de la población de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un fruto de forma inicial	46
Figura 18. Observación a 20x de la población de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un fruto de forma inicial.	47
Figura 19. Observación a 20x de la población de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un fruto en un estado más avanzado del ataque	48
Figura 20. Observación de la población de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un par de frutos en el estado más avanzado del ataque	49
Figura 21. Se observa el impacto que tiene <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead) (ácaro tostador) en un árbol afectado	50

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Tabla con los tratamientos, dosis, volúmenes y número de árboles. El número de aplicaciones es dos	29
Tabla 3-2: Tabla con especificaciones de los productos. Tomado de (Gregor <i>et al.</i> , 2004), (IRAC, 2012) y las fichas técnicas de cada producto	30
Tabla 4-3: Población promedio de (ácaros/árbol)*t <sup>-1</sup> de <i>Polyphagotarsonemus latus</i> . En rojo las poblaciones que disminuyeron respecto a día 0.	36
Tabla 4-4: Porcentajes de la población (ácaros/árbol)*t <sup>-1</sup> de <i>Polyphagotarsonemus latus</i> respecto a día 0. En rojo las poblaciones que disminuyeron.	36
Tabla 4-5: Tabla con los promedios de (ácaros/árbol)*t <sup>-1</sup> de la población de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> . En rojo las poblaciones que disminuyeron respecto a día 0.	39
Tabla 4-6 Porcentajes de la población (ácaros/árbol)*t <sup>-1</sup> de de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> respecto a día 0. En rojo las poblaciones que disminuyeron	39

## Introducción

Históricamente el uso inapropiado de insecticidas ha promovido el desarrollo de mecanismos de resistencia por parte de los organismos afectados, razón por la cual, se recomienda realizar siempre un plan del manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE en el cual se incluya la rotación de ingredientes activos que cuenten con diversos mecanismos de acción de acuerdo con los ciclos biológicos del organismo de interés. En muchas zonas Colombia se adolece de la asesoría profesional necesaria, lo que ha llevado al uso de los mismos ingredientes activos durante períodos prolongados implicando incrementos en las concentraciones e incremento de las aplicaciones, lo que implica mayor contaminación, incremento en costos y el colapso en el mediano plazo del sistema a causa de la incontrolable dispersión de la plaga en cuestión.

Este es el caso de la empresa cítricos del Tolima, que cuenta con varias fincas y decidió realizar la implementación de un nuevo esquema de MIPE, para lo cual, se eligió la finca La Ceiba, ubicada en el municipio de El Espinal, vereda agua blanca, sector la dulce, con un área de 40 hectáreas de limas ácidas conocidas en el mercado como Limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) sembradas en monocultivo. En esta finca, inicialmente se realizaban controles con aspersiones foliares de abamectinas de diferentes marcas con intervalos de hasta 3 meses entre aplicaciones, lo que posiblemente conllevó al desarrollo de resistencia por parte de ácaros como *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) y *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco), hasta llegar a las actuales frecuencias quincenales de aplicación. De acuerdo con lo reportado por el ingeniero de la finca esta vereda se ha caracterizado por tener menores precipitaciones y con ello menor nubosidad que logran la percepción de mayores temperaturas frente al resto del municipio, este hecho carece de datos de precipitación o de temperatura que lo soporten, sin embargo sirve como insumo para inferir que este aparente incremento de la temperatura y disminución de las precipitaciones fuertes en la zona, ha llevado a una humedad relativa más baja, lo que favorece el desarrollo de estos ácaros logrando que su ciclo de vida sea más corto, esta reducción de los ciclos de vida pudo producir una

yuxtaposición de etapas encontrándose en diferentes proporciones estados como huevos, ninfas y adultos, por lo que el uso de productos que controlen una de estas etapas no detiene el daño causado por los ácaros que se encuentran en las etapas que no son afectadas, como es el caso de moléculas ovicidas o inhibidores de síntesis de quitina que no afectan en absoluto a adultos.

# 1. Objetivos

- Realizar pruebas de eficacia con diferentes ingredientes activos y marcas comerciales para el control de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) y *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco).
- Establecimiento e implementación de un sistema de MIPE basado en la rotación de las moléculas evaluadas de mejor respuesta.
- Disminuir el número de aplicaciones de acaricidas en el cultivo en todas sus fases.



## 2. Marco teórico

### 2.1 Limas ácidas (*Citrus latifolia* Tanaka) Botánica y generalidades

Los cítricos comerciales están distribuidos en seis especies: las naranjas dulces que representan la mayor población y diversidad, seguidas de las mandarinas, los limones y limas ácidas, los pomelos y por último los híbridos como los tangelos (toronja x mandarina) y tangores (mandarina x naranja dulce) (Orduz *et al.*, 2009)

Las limas ácidas provienen de las zonas tropicales del archipiélago Malayo, con una menor tolerancia a las bajas temperaturas, esta lima es de porte medio y puede alcanzar hasta 5 m, el fruto es ligeramente oval, de 5 a 7 cm de largo de 4 a 6 cm de diámetro, su peso es de 50 a 100 g, su piel es verde oscuro en estado maduro y pasa a amarillo cuando esta sobre maduro, cascara es fina (Orduz *et al.*, 2009), es una planta tríploide con 27 cromosomas, la condición de tríploide puede fácilmente explicar el porqué de las pocas semillas que se tiene en este cultivar, lo cual resulta por la escasez de flores y la alta mortalidad del saco embrionario (COVECA, 2011), Orduz plantea que el fruto es partenocárpico debido a que su polen no es viable (Orduz *et al.*, 2009).

Se caracteriza por ser de crecimiento indeterminado en períodos de clima frío disminuye su crecimiento pero nunca se detiene, el tronco cuenta con ramas que al ser nuevas tienden a presentar un crecimiento vertical pero al crecer y con el peso de los frutos tienden a ser encorvadas hacia el suelo si no se les poda adecuadamente Las ramas jóvenes en un mismo árbol pueden no ser espinosas o tener espinas pequeñas con grosor de 7 mm de largo (COVECA, 2011).

Las hojas jóvenes de árboles sanos son de color verde pálido, y en los árboles maduros de color verde oscuro, el limbo de las hojas varía de 7,6 a 12,7 cm. de largo y de 4,5 a 6,4 cm. de ancho. El pecíolo, que en muchas especies cítricas determinan su

identificación es extremadamente variable en la lima Tahití, inclusive entre hojas del mismo árbol o de la misma rama (COVECA, 2011).

La flor tiene 5 pétalos (ocasionalmente 4) de color blanco tanto las superficies de afuera como la de adentro, la flor abierta tiene 30 a 35 mm de ancho. Los estambres son numerosos y soldados en un anillo, del cual se desarrollan las anteras de color amarillo pálido que contienen el polen viable. El pistilo es aproximadamente de 12 mm de largo, con un ovario verde y un estigma amarillo. La propagación sexual de la planta empieza con la floración, que ocurre dentro de uno o dos años luego de la plantación (COVECA, 2011).

Los frutos son de color verde oscuro durante su desarrollo, gradualmente van tornándose en verdes claros o amarillo cuando comienza la sobre maduración o envejecimiento. La fruta tiene diez a doce segmentos o lóculos con pulpa de grano fino de color amarillento verdoso pálido, muy ácida y aromática. Es considerada madura o lista para el consumo cuando se le puede exprimir el jugo fácilmente. La maduración estándar está técnicamente definida de acuerdo con estándares establecidos por USDA sobre un contenido mínimo de jugo del 42% en volumen y un mínimo de 45 mm de diámetro del fruto. La fruta de esta medida pesa aproximadamente 54 g (1,9 onzas), este estado de la planta se obtiene dentro de los 90 a 120 días después de la floración, dependiendo de las condiciones climáticas y el manejo del huerto. Los frutos maduros de la lima Tahití tienen un contenido de jugo del 40% al 60%, el jugo tiene un índice de acidez del 5 al 6%, la cantidad de sólidos solubles del 7 al 8% y un contenido de ácido ascórbico de 20 a 40 mg por 100 mL. de jugo. La cáscara del fruto tiene un espesor de 2 a 3 mm, el fruto usualmente tiene una papilla o pezón al final del estilo, variando considerablemente en tamaño y forma (COVECA, 2011).

El fruto continúa creciendo en el árbol hasta llegar a un largo de 9 cm y un diámetro de 7 cm. Cuando la fruta alcanza el estado de sobre maduración tiene una corteza fina, color amarillo verdoso o completamente amarillo (COVECA, 2011).

Es común que se confunda las limas ácidas con limones, los verdaderos limones como el *Citrus limón* L., que crece muy bien en zonas sub tropicales del mundo como la parte sur



de Europa y Norte América. Los limones verdaderos cuentan con un color amarillo a diferencia de las limas ácidas (Orduz *et al.*, 2009).

La lima ácida Tahití *Citrus latifolia* es cultivada en la zona núcleo productivo Centro-Oriente conformado por los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá, Cundinamarca, Tolima y Huila; con una participación de 1500 ha sembradas y 23.000 toneladas de producción anual (Rodríguez *et al.*, 2009).

Entre las limas ácidas se encuentran dos especies: las limas ácidas de fruto grande como la lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka también conocido como limón persa, se le conoce como limón persa por su comercialización en Europa desde la antigua Persia y como limón Tahití por su ingreso desde Tahití a California y las limas ácidas de fruto pequeño como el limón pajarito *Citrus aurantifolia* Swingle, en el mercado Colombiano ambas limas se denominan limones (Orduz *et al.*, 2009).

## 2.2 Fenología

Iniciando desde la injertación, la cual se realiza sobre un patrón de buen porte se logra después de 12 meses aproximadamente. El injerto comienza a brotar hojas al mes o al mes y medio, 6 a 8 meses después se puede trasplantar, posteriormente después de los dos años el árbol produce su primera floración (COVECA, 2011), sin embargo de acuerdo con lo observado en la finca la ceiba en el Espinal, Tolima se encuentra las primeras floraciones aproximadamente al año, floración que es necesario ralea desde que inicia la formación del primordio floral para no enviar nutrientes a floración y reducir lo requeridos en crecimiento del árbol. Se consideran patrones de buen porte el **Sunki** x English, volkameriano o citrumelo Swingle, que presentan mayores rendimientos y con periodos vegetativos más cortos (Orduz *et al.*, 2005).

### 2.2.1 Fructificación

Se inicia a partir del segundo año del trasplante del injerto y se produce alrededor de 30 a 45 días después de la plena floración de la planta (COVECA, 2011), sin embargo en la zona de EL ESPINAL esta se da a partir del primer año de trasplante.

### 2.2.2 Maduración

Depende de los cuidados y el clima prevaleciente, los frutos están listos para la cosecha a los 6 u 8 meses de la floración (COVECA, 2011) sin embargo en la zona de EL ESPINAL esta se da a los 3 meses aproximadamente.

## 2.3 Condiciones ambientales

Para la mayoría de los cítricos temperaturas que van desde los 17°C a 28 °C sin embargo puede crecer del nivel del mar hasta los 2200 msnm, precipitaciones entre los 900 – 1200mm / año, Humedad Relativa 80-90%, luminosidad entre 1600-2000 horas / año, teóricamente, todos los suelos pueden ser aptos para el cultivo de los cítricos, pero hay que evitar suelos arcillosos con problemas de drenaje, por lo que es necesario y conveniente la búsqueda de tierras semi ligeras y ricas en materia orgánica, específicamente se recomiendan suelos de textura franca, franco arenoso, estructura permeable y de fácil drenaje. (COVECA, 2011), en la zona de EL ESPINAL se encuentran suelos arenosos con poca materia orgánica y muy bien drenados.

## 2.4 Generalidades de los ácaros

La más antigua referencia de los ácaros viene de Homero (850 a.c.), cuando en la Odisea relata sobre el regreso de Ulises, hay una frase que dice textualmente “allí estaba Argos (el perro) cubierto de garrapatas”. Aristóteles hace mención de Akari (singular) palabra griega que significa polilla, de ahí paso al latín Acari (plural) y a acarus (en singular) (Hoffmann y López- Campos, 2000).

Son una subclase de pequeños artrópodos del subfilo Chelicerata, de la clase arácnida, subclase Acari, dentro de los cuales se encuentra un orden denominado Ixodida, que son ectoparásitos hematófagos, conocidos como garrapatas, generalmente al referirse a los ácaros se hace alusión a todos los demás ordenes excepto a estos (Zhang, 2003).

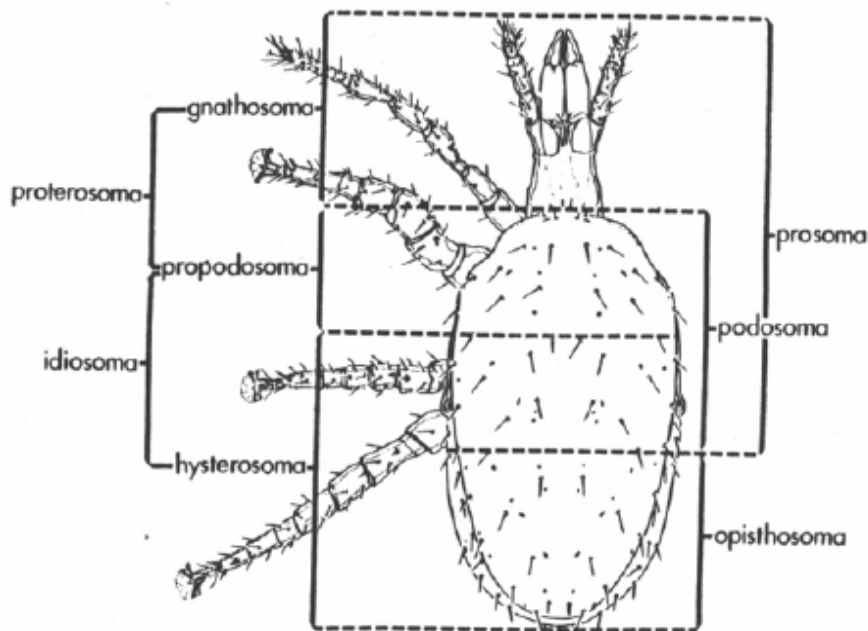
Los ácaros y las garrapatas se distinguen de las arañas a través de la siguiente clave:

1. Las piezas bucales están insertadas anteriormente en el cefalotórax, el cual está compuesto por la fusión de la cabeza y los segmentos torácicos y que se conecta a la

porción abdominal por un pedicelo estrecho; patas insertadas en el cefalotórax..... **Subclase Araneae.**

2. Las piezas bucales están encerradas en la parte anterior de un discreto gnathosoma; las patas se insertan en el podosoma (segmento del cuerpo después del gnathosoma) fusionado con el segmento posterior (opisthosoma) para formar el idiosoma..... **Subclase Acari**

Figura 2-1. Vista dorsal (Acarina), mostrando las mayores divisiones del cuerpo de los ácaros (Krantz, 1978)



REINO: Animalia  
FILO: Arthropoda  
SUBFILO: Chelicerata  
CLASE: Arácnida  
SUBCLASE: Acari

A continuación se presentan las claves taxonómicas de los dos ácaros de interés en el presente trabajo, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) y *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco), aspecto importante para tener en cuenta en su caracterización y posterior manejo.

**SUPER ORDEN:** Acariformes

**ORDEN:** Actinedidos (Prostigmata)

FAMILIA: Eriophyidae

Tetranychidae

Tenuipalpidae

Tarsonemidae

Estas familias corresponden únicamente al orden Prostigmata, que corresponde a ácaros fitófagos.

A continuación se presenta la clave taxonómica para identificar *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) y *Polyphagotarsonemus latus*, tomado de (Almaguel, 2002), el cual se basa en diferentes autores para dicha clave.

**Claves para ACTINEDIDOS, los cuales agrupan los ácaros considerados como plaga agrícolas.** (Síntesis de la clave de familias de Actinedidos de García Marí *et al.*, 1994)

**Clave de las especies de Eriophyidae.**

1. Opistosoma en forma de gusano, con anillos de igual forma tanto ventral como dorsalmente, al menos en las dos terceras partes anteriores del mismo. Anillos usualmente con muchos microtubérculos dorsales y ventrales. Escudo prodorsal no proyectado sobre la base del gnatosoma (ERIOPHYINAE). Tubérculo de la seda del escudo dorsal en o muy cerca del borde posterior del escudo con su eje de rotación transverso; la seda de este tubérculo dirigida posteriormente y divergentes. Coxas delanteras con 2 pares de sedas----- 2
- Opistosoma usualmente fusiforme, con anillos más anchos y poco numerosos en el dorso que en la parte ventral. Anillos con pocos o ningún microtubérculo dorsal, presentes en la parte ventral. Escudo prodorsal con base ancha y proyección rígida anterior sobre la base del gnatosoma (PHYLLOCOPTINAE)----- 3
2. Coloración amarillenta; hembra con garra plumosa de 6 rayos. Escudo dorsal con línea media larga que sobrepasa el largo del escudo. Placa genital de la hembra con 9-12 surcos longitudinales. En ***Cocos nucifera*** -----***Eriophyes guerreronis*** Keifer

- Coloración blanquizca; hembra con garra plumosa de 7 rayos. Escudo dorsal con línea media corta, no llega a la mitad del largo del escudo. Placa genital de la hembra con 10 surcos longitudinales. En *Allium* spp.-----*Eriophyes tulipae* Keifer
- 3. Tubérculo de la seda del escudo dorsal usualmente ubicado a cierta distancia del borde posterior del escudo. Seda dorsal del escudo dirigida anterior, dorsal o convergente. Seda dorsal pequeña. Garra plumosa simple de 5 rayos. Surco dorsal ancho longitudinalmente. En *Citrus* spp. -----***Phyllocoptruta oleivora* (Asmead)**

Tubérculo de la seda del escudo dorsal en o cerca del borde posterior del escudo. Seda dorsal del escudo dirigida posteriormente y divergente. Lóbulo frontal del escudo prodorsal usualmente más estrechamente redondeado. Seda dorsal del largo del escudo. Garra plumosa de 4 rayos sin surco dorsal. En Solanaceas ----- *Aculops lycopersici* (Masse) )

Figura 2-2: *Eriophyes guerreronis*. Hembra: SA, Vista lateral de la parte anterior del escudo y las patas; ES, microtubérculos laterales; CS, telosoma o región caudal; L1, primer par de patas; F, garra o uña plumosa; DA, patrón del escudo; AP1, estructura genital interna de la hembra; GF1; coxas y genitalia externa de la hembra (Tomado de Keifer *et al.*, 1982)

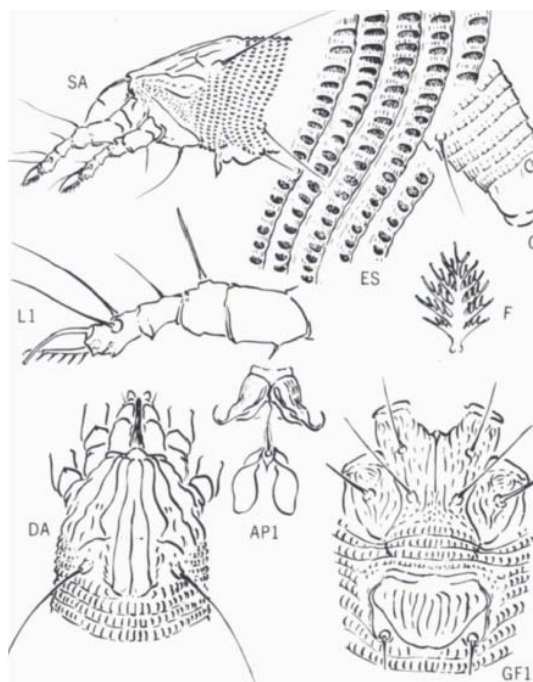


Figura 2-3. *Eriophyes tulipae*. Hembra: S, Vista lateral del cuerpo; A, patrón del escudo dorsal; ES, microtubérculos laterales; F, garra o uña plumosa; GF1, coxas y genitalia externa; AP1, estructura genital interna de la hembra de la hembra; L, primer y 2do par de patas (Tomado de Keifer *et al.*, 1982)

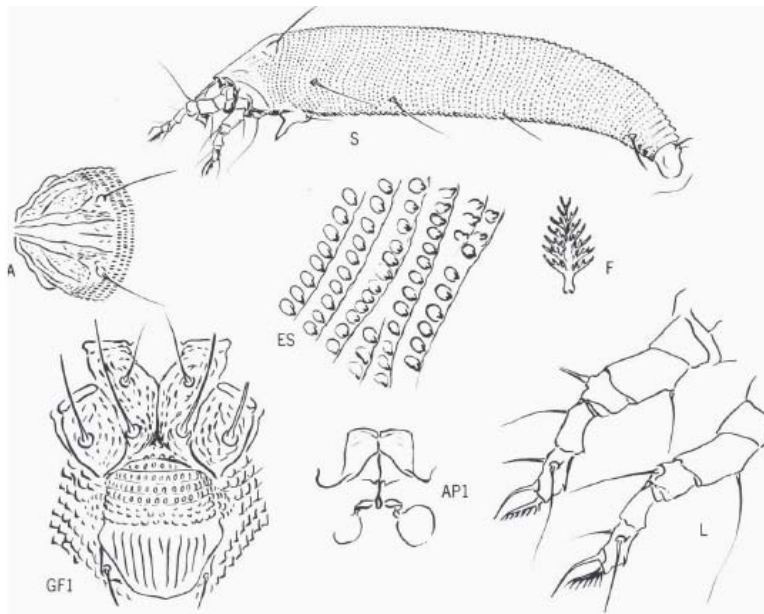


Figura 2- 4: *Phyllocoptruta oleivora*. Hembra: D, vista dorsal del cuerpo; F, garra o uña plumosa; S, vista lateral del cuerpo; AP1, estructura genital interna de la hembra; ES, microtubérculos laterales; GF1, coxas y genitalia externa; SA, vista lateral del rostro, primer y 2do par de patas (Tomado de Keifer *et al.*, 1982)

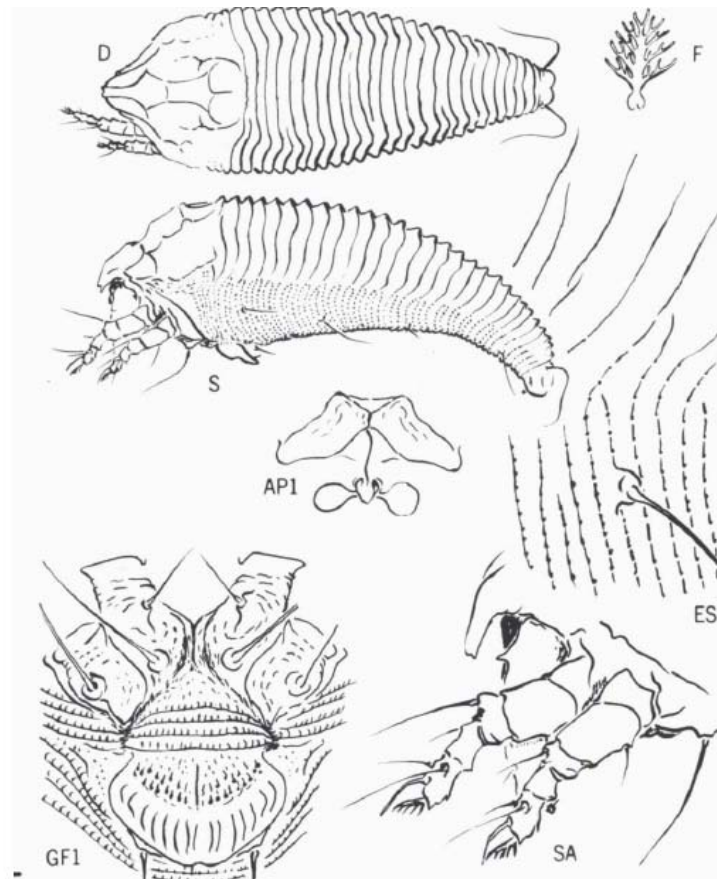
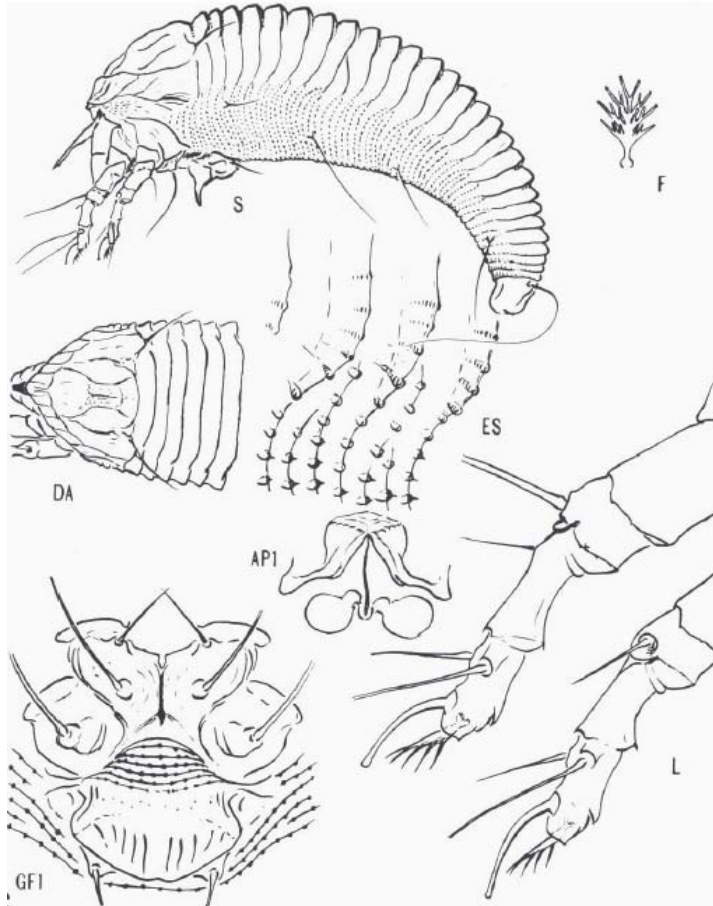


Figura 2-5: *Aculops lycopersici*. Hembra: S, vista lateral del cuerpo; F, garra o uña plumosa; DA, patrón del escudo dorsal; ES, microtubérculos laterales; AP1, estructura genital interna de la hembra; GF1, coxas y genitalia externa; L, primer y 2do par de patas (Tomado de Keifer *et al.*, 1982)

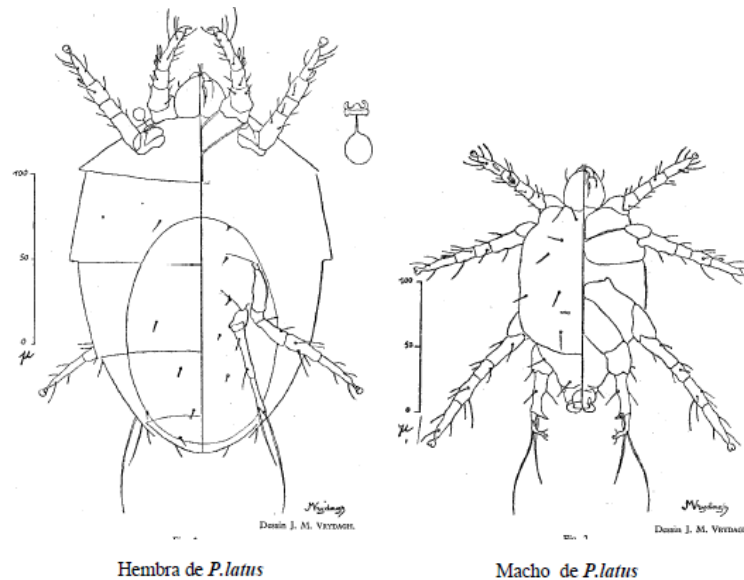


#### Clave de las especies de Tarsonemidae

1. Hembra y macho con 4 pares de sedas coxales metapodosomales. Hembra con idiosoma oval. Pata I con garra empodial fuerte *Polyphagotarsonemus latus* (Banks).



Figura 2-6: *Polyphagotarsonemus latus*. Vista dorsal y ventral de la hembra y el macho; características de las setas y del IV par de patas de ambos sexos (Tomado de Keifer Almaguel, 1978).

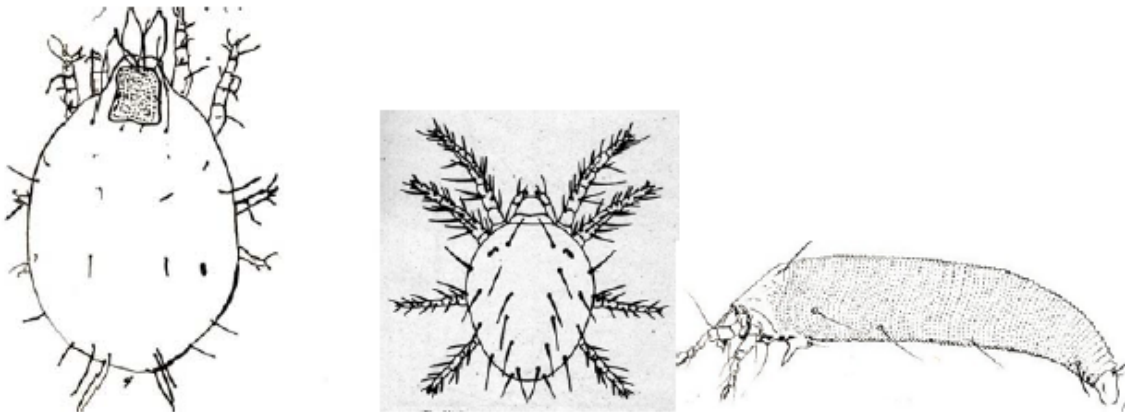


## 2.5 Características morfológicas

### 2.5.1 Morfología externa

Son pequeños organismos cuya talla oscila entre 0.2 y 1 mm presentando variadas formas (globosos, ovalados, elípticos, vermiformes) (Figura 7), colores desde amarillo pálido hasta tonos intensos de verde, pasando por naranja, pardo a rojo negro. La coloración varía con la ontogenia, las condiciones climáticas y la alimentación entre otros factores, en muchos casos es transparente y la coloración es atribuible al alimento en su interior (Almaguel, 2002).

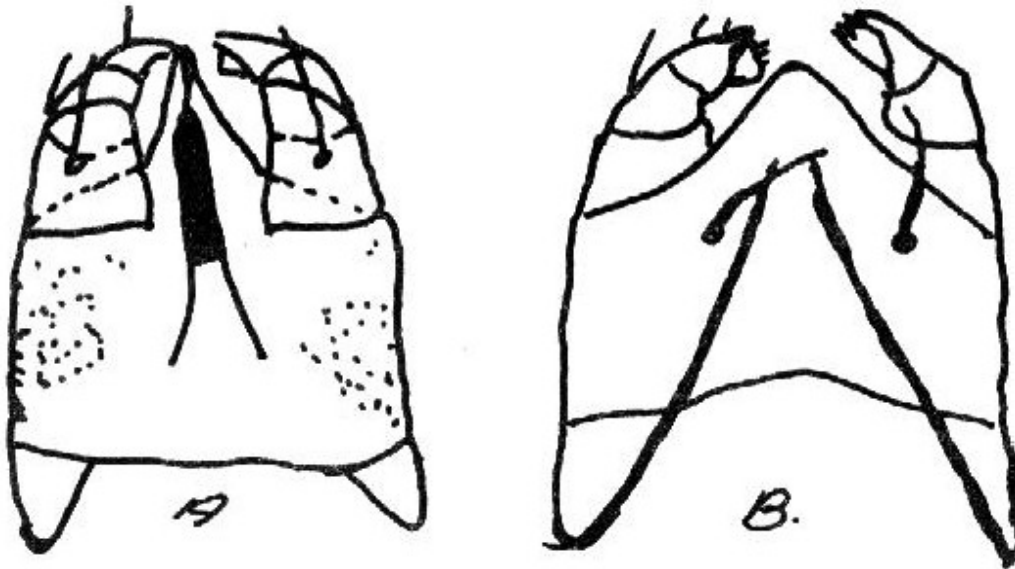
Figura 2-7. Diferentes forma del cuerpo de los ácaros (Acariodea, Teranichoidea y Eriophoidea) (Almaguel, 2002).



### 2.5.2 Gnatosoma

Es la estructura en la que se encuentran las partes bucales. Está formada por la fusión de las coxas de los pedipalpos con la parte anterodorsal del propodosoma (tecto) y el deutoexterno de manera que forman un tubo. Por debajo del tecto se encuentran el primer artejo de los quelíceros y la base del gnatosoma recibe el nombre de subcapitulum; los enditos coxales o laterales de éste, asociados con elementos anteroventrales, conforman el hipostoma. El orificio bucal se localiza entre el labro y el hipostoma. El gnatosoma o capítulo comprende el epistoma, hipostoma, subcapítulo y las paredes laterales compuestas por las coxas palpaes. Según el tipo de alimentación, el gnatosoma tiene sus variaciones. Esto se ve incluso en diferentes estadios de desarrollo (Krant, 1978).

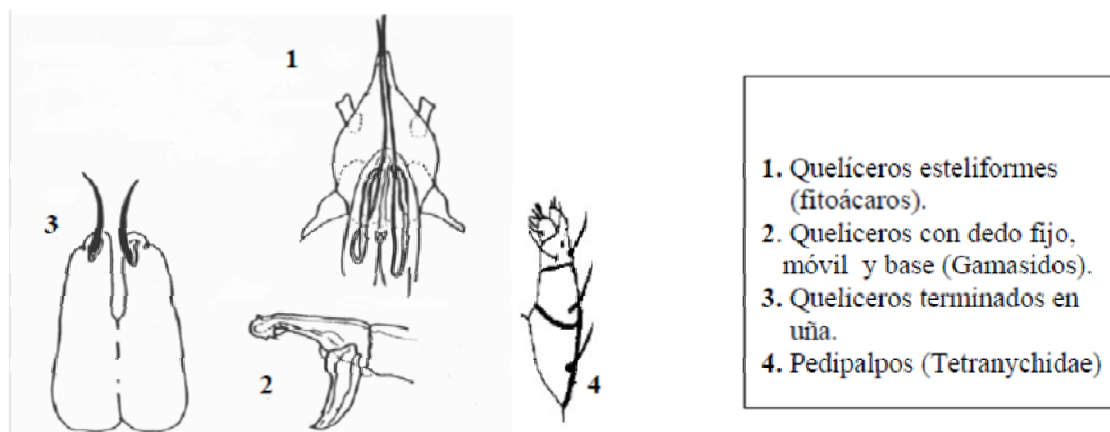
Figura 2-8: Vista dorsal (A) y ventral (B) del Gnatosoma o capítulo (Tetranychidae) (Tomado de Keifer Krant, 1978).



### 2.5.3 Quelíceros

Son el primer par de apéndices de los ácaros, generalmente tienen 3 artejos (basal, dedo fijo dorsal y móvil que es ventral) (Figura 9), pueden variar en estructura pero no su función (toma de alimento). Básicamente existen 2 tipos con diversas modificaciones: los quelados y los estiletiformes presente en los fitoácaros. Consisten en tres partes o artículos. 1- artículo basal con músculos retractores adjuntos; 2- artículo medio articulado en la base incluye el dígito fijo en forma de gancho; 3- dígito móvil que se encuentra en posición ventral con respecto al dígito fijo. Tienen setas mecanoreceptoras. Son quelados en la mayoría de Oribátidos, Astigmata y en algunos Prostigmata como Rhagididae y Labidostomatidae. El desarrollo de los dígitos estiliformes a menudo viene acompañado de completa fusión de la base de los quelíceros (Tetranychoidae, Raphignathidae, Caligonelidae, Tarsonemidae y algunas especies de Stigmaeidae y Tydeidae) (Almaguel, 2002).

Figura 2-9: Tipos de quelíceros (1,2 y 3) y palpos o pedipalpos (4) en Acarina (Tomado de Almaguel, 2002).



#### Pedipalpos

Segundo par de apéndices, con función quimiosensoriales y termotaxis (movimiento frente a estímulos directos), en los ácaros más evolucionados nunca están divididos en más de 6 segmentos y se nombran como los de las patas, en general son más pequeños que los quelíceros (Figura 9). Son articulados en la región palpocoxal del gnatosoma y en la mayoría de los ácaros forma un apéndice libre como una rama que se extiende más allá del margen anterior del subcapítulo. Raramente y en ciertos Tarsonemina son extremadamente pequeños y no se extienden más allá de la cápsula gnatosomal (Almaguel, 2002).

### 2.5.4 Idiosoma

Está dividido en una región anterior y otra posterior a la altura de los pares de patas II y III por una sutura (sutura jugal) que divide al cuerpo en propodosoma e histerosoma (Figura 2-1). Puede presentar ornamentaciones en la parte dorsal de la cutícula. Las patas o apéndices locomotores se encuentran en el idiosoma (Almaguel, 2002).

Las placas son estructuras esclerosadas que pueden encontrarse en las partes dorsal y ventral de los ácaros y que su origen puede ser:

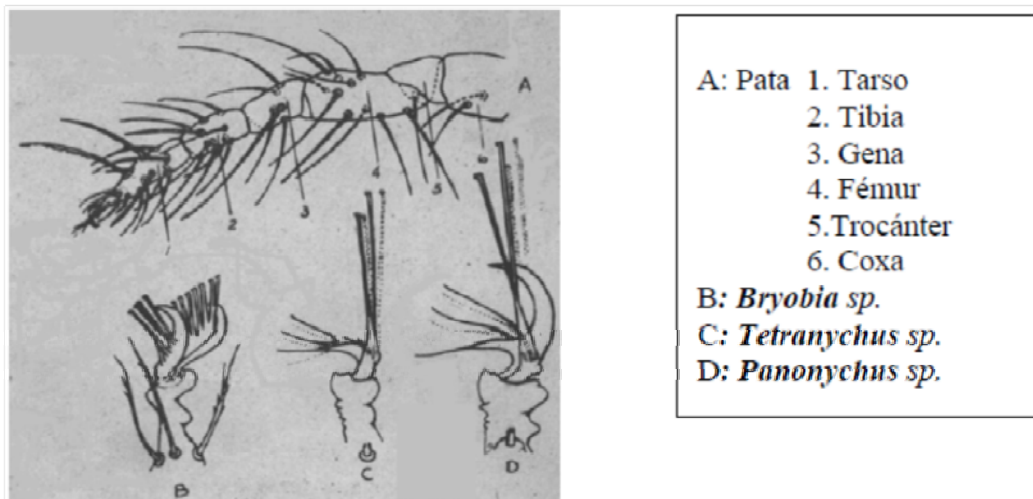
- Unión de varios terguitos (dorsal)

- Unión de varios esternitos (ventral)
- Por alargamiento de las bases de varias sedas.

### Patatas

En estado larval casi todos los ácaros poseen tres pares de patas y cuatro pares en los siguientes estadios; en Eriophyoidea todos sus estadios tienen dos pares. Además de su función caminadora pueden servir para nadar, sensorialmente y para la cópula. La terminación puede ser de diferentes formas y estar constituida por el aparato empodio-ambulacral, terminar en uña o garra. Las patas están constituidas por artejos o segmentos (Podómeros), en general son 6; Coxa, Trocánter, Fémur, Gena, Tibia y Tarso (Figura 10), en algunos casos pretarso. Pueden variar de tamaño y forma así como fusionarse. La quetotaxia (forma y ubicación de las setas, pelos o cerdas) de las patas es de gran interés en la identificación taxonómica de los ácaros hasta nivel de especie (Almaguel, 2002).

Figura 2-10. Vista lateral de la pata (A) y sus segmentos (1,2,3,4,5,6) y diferentes formas de la parte final del tarso (B,C,D), correspondientes a la familia Tetranychidae (Tomado de Almaguel, 2002).



### 2.5.5 Morfología interna

Aparato digestivo no es más que un tubo simple. Intestino anterior, formada por una faringe muscular y un esófago tubular, intestino medio y posterior. La secreción oral puede tener función de lubricación de los alimentos (en el caso de *T. urticae*, la lisis de los cloroplastos). El alimento es ingerido en forma líquida o semilíquida en muchos Mesostigmata y Prostigmata y en estado sólido la mayoría de Astigmata (Almaguel, 2002).

### 2.5.6 Glándulas accesorias

La parte interna del gnatosoma está ocupada casi totalmente por glándulas salivales, las cuales pueden ser tubulares o racimosas, en general desembocan cerca de la abertura oral y segregan sustancias proteolíticas, otras glándulas importantes son las Glándulas quelicerales, Se considera que las glándulas coxales tengan función osmo reguladora (Almaguel, 2002).

### 2.5.7 Circulación, Sistema nervioso y órganos de los sentidos

El sistema circulatorio de los ácaros es lagunar lleno de hemolinfa. En correspondencia con la pérdida de segmentación en los ácaros, el sistema nervioso central está fusionado en una masa ganglionar circunesofágica con nervios periféricos extendidos a varias partes del cuerpo (Almaguel, 2002).

### 2.5.8 Estructuras sensoriales

El idiosoma de los ácaros está equipado con una gran variedad de receptores sensoriales de la cutícula y de setas o cerdas (pelos), con funciones táctiles y quimiorreceptores

- Sin sistema de poro (mecano sensitivas con inserción flexible)
- Con sistema de poro terminal (mecano y quimiorreceptor, inserción flexible o rígida)
- Con poros en la pared (con pared simple o doble)

Las sensillas birrefringentes comprenden los pelos ordinarios o tricobotrias. El eupatidio es una sensilla con poro terminal probablemente con función gustativa/mecánico y se

localiza en los pedipalpos y patas Los poros de los solenidios sugieren que tienen función olfatoria (Almaguel, 2002).

Tipo de receptores sensoriales: Mecano-receptor; Químico-receptor; Termo-receptor; Hígro-receptor y Foto- receptor.

El mecano receptor: Es un pelo ordinario

Las sensillas quimiorreceptores: Tienen dos o más neuronas que penetran en el lumen de la sensilla. Los olfatorios se concentran usualmente en el dorso del tarso y en algunos taxos, en la gema y tibia del primer par de patas (Almaguel, 2002).

Los gustatorios: Están asociados al gnatosoma, especialmente el tarso del palpo y el tarso del primer par de patas. En los quelícero también pueden haber estructuras quimiorreceptores (Almaguel, 2002).

Los ocelos: Se presentan en 2 a 3 pares en muchos grupos de ácaros. No se encuentran en Mesostigmata. En Actinotrichida tienen ocelos comúnmente en Prostigmata pero son raros en Astigmata y Oribátida. En Astigmata tienen máximo un par y se encuentra en el prodorsum. Se supone que los ojos tengan muy baja resolución. En *T. urticae*, el ojo anterior es un scanner pero no forma imágenes tiene receptores para el verde y el UV. El segundo ojo es receptor no direccional y capta solo el UV (Almaguel, 2002).

Sistema respiratorio

Es por traqueas que abren en un par de estigmas (Figura 6). Anactinotrichida: Notostigmata, el par de estigmas está localizado dorsalmente en el segundo y quinto segmento opistosomático. Mesostigmata, estigmas entre las coxas III y IV y la mayoría de los Ixodida, estigmas situados en la superficie ventrolateral del cuerpo posterior a las coxas IV (Almaguel, 2002).

### 2.5.9 Reproducción

El dimorfismo sexual es marcado en Astigmata pues poseen Aedeagus, en algunas especies hay presencia de ventosas anales y en el tarso IV. En Prostigmata es variable,

muy marcada en Tarsonemidae y Tetranychidae. Es poco marcado en Eriophyoidea (Almaguel, 2002).

La reproducción puede ser sexual y por partenogénesis, siendo esta última la más común en los ácaros (Almaguel, 2002).

## **2.6 Características morfológicas de ácaros fitófagos**

Suelen establecerse en las partes aéreas de las plantas, así mismo es usual que tengan los quelíceros modificados en forma de estilete. Se alimentan introduciendo el estilete en las células epidérmicas de la planta y succionando el contenido. Son de movimientos lentos o muy lentos, poco esclerotizados (Almaguel, 2002), sin embargo ácaros como *Polyphagotarsonemus latus* cuentan con gran velocidad, al punto de recorrer perimetralmente un limón del tamaño primera calidad en aproximadamente 30 segundos, por lo cual su expansión dentro de un mismo árbol la puede lograr muy rápidamente.

Todos los ácaros fitófagos aéreos pertenecen al suborden Prostigmata, ya que también existen rizófagos, los cuales pertenecen generalmente a los astigmata y Oribátidos (Almaguel, 2002).

### **2.6.1 Dispersión de los ácaros**

Se dispersan por el aire (Anemoria). Los Tetranychidae han sido colectados a 3000 m de altura movidas por el aire. Utilizan el “balloning” al igual que las arañas con su tela. También los Eriophyoidea, y Tarsonemoidea entre otros. Otra vía es la dispersión con la ayuda de otros animales e insectos (Almaguel, 2002), en la evaluación de la dispersión de los diferentes tipos de ácaros dentro de la finca la Ceiba en El Espinal, Tolima, no se encontró un patrón de distribución en ninguno de los lotes de tal forma que al llegar a un árbol se expande en los arboles circundantes con gran facilidad formando un foco, sin embargo su expansión en el resto del lote se da de forma aleatoria, lo que implica grandes distancias o cortas, lo cual coincide con lo expuesto por Almaguel, adicionalmente es pertinente tener en cuenta que en la zona la velocidad del viento es inferior a los 5 km/ h, la mayor parte del año, por lo cual se propone que el principal propagador de acaro en la zona son los insectos y aves.



## 2.7 Resistencia a insecticidas y acaricidas

La resistencia a los insecticidas se puede definir como un cambio hereditario en la sensibilidad a pesticidas por parte de una población, que se ve reflejado en una disminución de los niveles de control cuando se es usado de acuerdo con los niveles recomendados en la etiqueta para la especie en cuestión, esto aplica para insectos y ácaros (IRAC, 2012). La razón fundamental de esta investigación gira en torno al manejo que se le ha dado al control de diferentes especies de ácaros fitófagos en diversas regiones del país que se ha basado en el uso de una sola molécula, la cual solo es cambiada cuando la frecuencia de aplicaciones es muy alta, en este caso muy puntualmente se ha dado con el uso prolongado de abamectinas de diferentes marcas comerciales. Con el fin de evitar inducir algún tipo de resistencia en los artrópodos es necesario adoptar planes de rotación de insecticidas de diferentes modos de acción (Razaq *et al.*, 2007), se ha encontrado resistencia cruzada, entre abamectinas y piretroides, es decir que la generación de resistencia de un grupo químico afecta en igual sentido a otros como se ha referenciado en *Helicoverpa armigera* en Turkia (Razaq *et al.*, 2007). En el caso específico de la abamectina esta es un componente fermentado de las avermectinas, derivadas de un actinomicete del suelo *Streptomyces avermectilis*, el cual tiene un gran poder insecticida, nematocida y acaricida (Putter *et al.*, 1981), sin embargo la resistencia a la abamectina ha sido demostrada en numerosos insectos y especies de arañas (Xiao *et al.*, 2010), de acuerdo con lo reportado por (Xiao *et al.*, 2010) la selección que lleva a la resistencia a abamectinas está asociada con el incremento del polimorfismo genético en organismos en condiciones de stress, es posible que después de varios ciclos de selección estos organismos puedan desarrollar altos niveles de resistencia (Luo *et al.*, 2009).

El repetido uso de de ciertos pesticidas deriva en una micro evolución acompañada de una presión de selección que conlleva al desarrollo de resistencia, se ha encontrado la construcción del desarrollo de resistencia a los acaricidas por parte de los ácaros, los cuales cuentan con generaciones cortas y un alto potencial de propagación (Masahiro *et al.*, 2009)

Algunos autores anteriormente han reportado la resistencia genética a los acaricidas de carácter mono génica (Herron y Rophail, 1993), (Martinson *et al.*, 1991) y (Goka, 1998),

sin embargo otros autores ya reportan resistencias poli génicas (Clark *et al.*, 1995) y (Mizutani *et al.*, 1988).

Muchos de los recientes problemas con la resistencia a los acaricidas puede caracterizarse por el desarrollo de complejos y o distintas clases de multi resistencias, este tipo de multi resistencias no parece ser por mecanismos únicos, adicionalmente estos mecanismos involucran gran cantidad de procesos metabólicos, de tal forma que la resistencia inducida por un insecticida puede inducir la también para otros, la resistencia a los pesticidas involucra la micro evolución de los pesticidas para artrópodos y las poblaciones que genéticamente subyacen tras esta evolución (Masahiro *et al.*, 2009), lo que significa que como consecuencia del desarrollo de resistencia por parte de un pesticida al afectarse una ruta metabólica, también se modifican indirectamente las rutas metabólicas que intervienen en los mecanismos de resistencia de otros pesticidas sin que estos hubieran sido aplicados.

Los mecanismos de resistencia genética varían regionalmente (Masahiro *et al.*, 2009), por ejemplo en *T. urticae* la resistencia a Exotazol es herencia materna en corea (Lee *et al.*, 2004) causada por una mutación en el ADN citoplasmático mitocondrial, en contraste con la población Japonesa que desarrollo resistencia en el cromosoma nuclear (Asahara *et al.*, 2008), en el caso de la población Australiana la resistencia es de carácter mono génica (Herron y Rophail, 1993), mientras que en Japón es poli génica (Masahiro *et al.*, 2009).

Investigadores han encontrado que la resistencia a fenpyroximato ha mostrado una resistencia cruzada moderada sobre la resistencia a abamectina, oxido de fenbutatin, fenpropathrin, pyridaben, pyridaben + bifenthrin, y tebufenpyrad en *Tetranychus urticae* Koch (Kim *et al.*, 2004), así mismo otros ensayos han permitido inferir que insecticidas como clorpirifos, propargite, clofentezine y fenpyroximato no deben ser usados con poblaciones de ácaros que han desarrollado resistencia a abamectinas a menos que sea absolutamente necesario (Yorulmaz, 2009). La resistencia en las hembras F1 fue determinada por los genes dominantes incompletos de padres y madres (Devine *et al.*, 2001).

Se ha encontrado que la resistencia a abamectina se hace inestable ante la ausencia de la presión de selección generada por las abamectinas en condiciones de laboratorio (Sato *et al.*, 2005), se ha encontrado que en *Tetranychus urticae* Koch la resistencia a abamectina es por características hereditarias de dominancia incompleta (Yorulmaz, 2009).

## 2.8 Moléculas acaricidas de uso frecuente

Se presenta lo reportado por diferentes autores en el control de diferentes tipos de ácaros en diversos cultivos. Contra *Brevipalpus*, *Phyllocoptruta* y *Polyphagotarsonemus* se puede utilizar acaricidas con azufre con I.A. 90% PM 5 g/L, (Castillo, 2012), contra ácaros en general se recomienda acaricidas como Omite al 0.15% (COVECA, 2011). De uso general se usan a nivel mundial, Exotazol (Lee *et al.*, 2004), fenpyroximato, abamectina, oxido de fenbutatin, fenpropathrin, pyridaben, pyridaben + bifenthrin, y tebufenpyrad, (Kim *et al.*, 2004), clorpyrifos, propargite, clofentezine (YORULMAZ, 2009), spinosad, thiamethoxam (Dusoa *et al.*, 2008).

Otros productos reportados en literatura y generalmente se emplean en Colombia son el dicofol, amitraz, cipermetrina, imidacloprid, tetraconazol y dimetoato (Rodríguez *et al.*, 2008).

Se ha reportado por parte de productores de flores y otros productores de la región el uso de detergente a 5 g/L con melaza 25 cc/L, con resultados exitosos en el control de ácaros.

## 2.9 Evolución y avances en moléculas acaricidas e insecticidas

La evolución de los acaricidas no se puede analizar de forma independiente ya que en el desarrollo de una molécula con fines insecticidas en general se evalúa también su efecto en ácaros y todo tipo de artrópodos debido a sus similitudes. En general los insecticidas han tenido una evolución comercial relativamente lenta, por ejemplo los ciclodienos, carbamatos y organofosforados más antiguos y mas tóxicos están disminuyendo lentamente sin embargo mantienen el 50 % de la cuota en el mercado internacional,

entre tanto piretroides sintéticos introducidos a finales de 1970 aportan el 20 % (Gregor *et al.*, 2004).

En los últimos quince años se han desarrollado pesticidas algunos de los cuales tienen una actividad muy específica contra un orden particular de artrópodos (Gregor *et al.*, 2004), todo lo anterior parece ir encaminado en desarrollar mayor selectividad con el fin de no afectar especies benéficas o que no afecten un cultivo en cuestión.

Por ejemplo, el indoxacarb (un insecticida oxadiazin registrado en el 2000) es muy efectivo contra las larvas de lepidópteros (mariposa y polilla) pero permite sobrevivir a la mayoría de depredadores y estadios inmaduros de avispas parasitas que atacan a estas larvas (Studebaker y Kring, 2003) y (Rodríguez *et al.*, 2009).

Dentro de los avances en los pesticidas se encuentran la tebufenozida y metoxifenozida (dibenzoil hidracina, reguladores del crecimiento de insectos [IGRs siglas en inglés]) interrumpen el proceso de muda de los lepidópteros pero no afectan a los insectos benéficos (Studebaker y Kring, 2003) y (Dhadialla *et al.*, 1998). Existen otro tipo de pesticidas que conforman la generación de los reguladores del crecimiento de insectos como la benzoil-fenil-urea (diflubenzuron y teflubenzuron) interrumpen la síntesis de quitina y tienen un espectro de acción más amplio pero, debido a que se activan al ser ingeridos, los efectos directos en los himenópteros parasitoides (avispa) se reducen al mínimo.

El piriproxifeno (un compuesto de piridina desarrollado a finales de 1980) es un análogo de la hormona juvenil que inhibe la producción de huevos y la metamorfosis (Gregor *et al.*, 2004) también es altamente tóxico para los escarabajos coccinellidos depredadores y puede interrumpir los programas de Manejo Integrado de Plagas MIPE (Mian y Mulla, 1992), sin embargo de acuerdo con Gregor *et al.*, (2004) estos últimos productos también representan un alto riesgo ambiental en especial sobre entornos acuáticos; su poder de acción es principalmente contra los insectos chupadores y tiene poco efecto en los himenópteros. También es efectivo contra las larvas de mosquitos y aunque puede ser tóxico para los organismos acuáticos, la dosis diferencial entre la mayoría de estos y las pupas de los mosquitos es tan grande que lo convierte en una buena elección para el control de mosquitos en ambientes sensibles (Sihuincha *et al.*, 2005).

Entidades gubernamentales de USA, mencionan que es posible atribuir la disminución del uso de pesticidas del grupo mas riesgoso por diferentes causas a) fueron descontinuados mediante acción regulatoria de la EPA (Agencia para la Protección del Medio Ambiente) por sus siglas en inglés; b) descontinuados debido a las decisiones comerciales de los fabricantes c) no eran competitivos con las nuevas opciones o mas económicas; d) eran menos efectivos debido a la resistencia de las plagas; e) se utilizaban menos con variedades de cultivos genéticamente modificados para resistir a los insectos. Claramente, en estos casos una conciencia ecológica o ambiental no fue un factor de decisión para los agricultores (GAO, 2001), con base en lo anterior se puede inferir que la evolución de los plaguicidas en general está ligada a factores comerciales y de regulación locales y no necesariamente como consecuencia de nuevos avances tecnológicos en este sentido, por lo cual no es posible determinar una ruta general de evolución en el desarrollo de nuevos pesticidas ya que pueden existir mecanismos de control muy eficientes como el uso de tenso activos (detergentes comunes) que afecten mecánicamente a artrópodos como los ácaros, de consecución comercial muy sencilla y de bajo costo, lo cual permite suponer que no se beneficiarían las casas comerciales, razón por la cual probablemente no se tienen en cuenta en los reportes oficiales.



## 3. Materiales y Métodos

### 3.1 Productos evaluados y sus especificaciones

Al realizar una búsqueda entre los productos ofrecidos en el mercado se realizó la selección de diferentes acaricidas y controladores biológicos basados en los resultados reportados para ácaros en general y en la diversidad de los mecanismos de acción, con el fin de conformar un manejo integrado de plagas.

Tabla 3-1: Tabla con los tratamientos, dosis, volúmenes y número de árboles. El número de aplicaciones es dos.

TRATAMIENTO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS RECOMENDADA ETIQUETA	DOSIS (CC / LITRO)	VOL/ ARBOL (LITROS)	NUMERO ARBOLES	NUMERO APLICACIONES	VOLUMEN AGUA	CANTIDAD DE PRODUCTO (CC)
1	VULCANO 420 EC	2 - 3 CC / L	2	4,38	48	1	210,24	420,48
2	KENDO SC	1 - 1,2 CC / L o 0,9 CC / L mezclado	1	5	70	1	350	350
3	VEKTOR	DNS	3	5	34	1	170	510
	MYCOTROL SE	DNS	1	5	34	1		170
4	DANISARABA	0,75 - 1 CC / L	0,75	5	59	1	295	221,25
5	MILBEKNOCK	0,6 CC/L	0,6	5	34	1	170	102
A	RUTINAL	DNS	2	5	16	1		160
	OVERON	0,7g/L	0,7	5	16	1	80	56
B	DETERGENTE	5g/L	5	5	66	1		1650
	MELAZA	25cc/L	25	5	66	1	330	8250

Tabla 3-2: Tabla con especificaciones de los productos. Tomado de (Gregor *et al.*, 2004), (IRAC, 2012) y las fichas técnicas de cada producto.

NOMBRE COMERCIAL	TIPO DE INSECTICIDA	COMPONENTE ACTIVO	MODO DE ACCION	MECANISMO DE ACCIÓN
VULCANO 420 EC	Organosulfurado	propargite 360 g	Sistémico y de contacto	Inhibe la producción de oxidasa monoamina en el ciclo de Krebs; actuando directamente sobre el sistema nervioso central de los ácaros. Los ácaros dejan de alimentarse instantáneamente y mueren horas después.
VULCANO 420 EC	Difenoclorado	TETRADIFO N 60 g	Sistémico y de contacto	Inhibe la fosforilación oxidativa (ruta de generación de energía celular) (lisis celular en los huevos) evitando la generación de ATP e interfiriendo con el proceso metabólico de los organismos controlados.
MILBEKNOCK	Avermectinas, milbemicinas	MILBEMECTINA	CONTACTO, TRANSLAMINAR PERO NO SISTEMICO	Inhibición del neurotransmisor ácido g-aminobutírico. Actúa también impidiendo que los ácaros pongan huevos. Se recomienda contra razas de ácaros resistentes a los acaricidas corrientes.
KENDO SC	OXIMAS	FENPYROXIMATO	Sistémico y de contacto	Inhibe las enzimas de la respiración e interrumpe la muda en estados larvarios. se suspende inmediatamente la alimentación y oviposición, también inhiben la función de la colinesterasa pero no es carbamato ni organofosforado
DANISARABA	BENZOILACETO NITRILO	CYFLUMETO FEN	Sistémico y de contacto	Inhibe la respiración mitocondrial por la inhibición del complejo II de la cadena de transferencia de electrones.
VEKTOR	BIOLOGICO	ENTOMOPHTHORA VIRULENTA	Contacto	Parasitismo
MYCOTROL SE	BIOLOGICO	BAUVERIA BASSIANA	Contacto	Parasitismo
RUTINAL	BIOLOGICO	Extracto de ruda	Contacto	Repelente y antialimentario
OBERON	Inhibidores de Acetil CoA Carboxilasa/ Inh.	Spiromesifen	Sistémico y de contacto	Inhibe la biosíntesis de los lípidos. Por La actividad biológica de los ácidos tetrónicos, se pierde la capacidad de crecer, mudar y ovipositar, los huevos no logran eclucionar.
DETERGENTE	NA	Desconocido	Contacto	Desconocido
MELAZA	NA	Desconocido	Contacto	Desconocido



## Aplicación de los productos

Teniendo en cuenta que lo ideal es garantizar una cobertura total del follaje y asemejarse a las condiciones reales de campo se realizaron las aplicaciones con las bombas empleadas cotidianamente en la empresa.

Se empleó un tractor de 23 caballos de fuerza, un tanque de 1000 L de capacidad, una presión de 200 psi, boquilla YAMAHO D35 ® de 800 cc/min, con un promedio de 5 L /árbol de tamaño medio a grande y proporcionalmente de acuerdo a la fenología del mismo. En todos los casos se evaluó el pH garantizando que se encuentre entre 4,5 y 5,5. En todos los ensayos se garantizó el uso de hipotensor en una dosis de 1 cc / L de acuerdo con lo recomendado en la etiqueta. Lo anterior pretendió simular las condiciones cotidianas de campo.

## 3.2 Diseño experimental

El diseño utilizado fue completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos, 3 repeticiones y 3 unidades experimentales por repetición, para un total de 9 unidades experimentales por tratamiento, adicionalmente se tomó un testigo absoluto, tratamiento que no recibió ningún acaricida y que también se estableció con 3 repeticiones y 3 unidades experimentales por repetición.

Cada uno de los tratamientos correspondió a una prueba de eficacia en campo de un ingrediente activo diferente enfocado al control de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) y *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco). Distribuidos en un solo lote sembrado en limas ácidas (*Citrus latifolia* Tanaka), se trató de garantizar el aislamiento de los árboles de ensayo, de tal forma que en lo posible un árbol de la unidad experimental al que se le aplicó determinado producto, estuviera rodeado de árboles a los que se les aplicaba el mismo producto, lo que facilita la forma de realizar las aplicaciones, ya que se reduce el riesgo de deriva, en los casos en que esto no era posible se realizó una aplicación más cuidadosa.

El cultivo tenía diferentes estados fenológicos ya que por problemas fitosanitarios, presentaban varias resiembras en los últimos años, por lo cual se tuvieron árboles de un año a 5 años de edad, los árboles están sembrados a 5 metros entre plantas y 7 metros

entre surcos aproximadamente, para un total de 270 plantas por hectárea, como criterio para la selección de los árboles de muestreo se tuvo en cuenta que estuvieran en floración y con presencia de frutos que aseguraran la presencia de ácaros.

El total de plantas evaluadas fueron 54, las cuales se seleccionaron inicialmente, posteriormente se agruparon de a 3 unidades experimentales para conformar una repetición para un total de 18 repeticiones. Los diferentes ensayos se distribuyeron al azar en las 18 repeticiones conformándose así el DCA en cuestión. Dentro de cada unidad experimental (árbol) se realizó la marcación de ramas y frutos, mínimo 2 y máximo 6, dependiendo de la cantidad de frutos por árbol, en cada fruto se evalúan 3 zonas aleatorias, limitadas por el campo visual de la lupa. La distribución de los tratamientos se encuentra en la figura 12.

Se realizaron dos aplicaciones con una diferencia de 15 días aproximadamente entre aplicaciones, en algunos casos fue superior por cambios en las condiciones climáticas específicamente en el caso de KENDO SC® , producto que se aplicó incluso en el día 23.

### 3.3 Ensayos adicionales

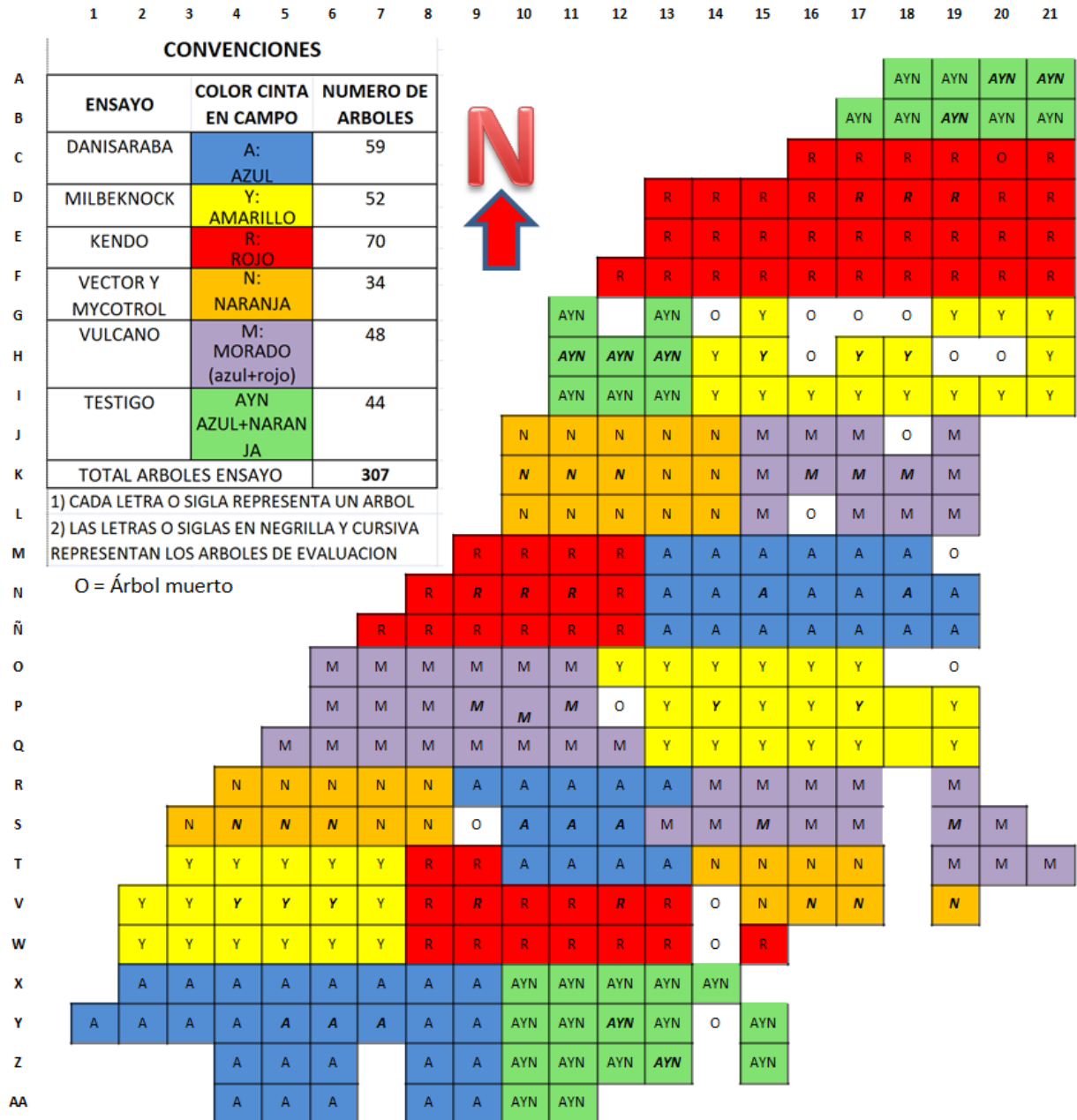
Con el fin de realizar únicamente observaciones cualitativas se realizaron aplicaciones con una mezcla de RUTINAL ® 2 cc/L más OVERON ® que se reporta cómo manejo tradicional en otros cultivos el uso de extracto de ruda por su carácter repelente o de efectos anti alimentarios en insectos y ácaros y un efecto ovicida por parte de OBERON ® que al mezclarse han presentado buenos resultados en cultivos de frutales y flores (comunicación verbal, Ing. Germán Sánchez).

De forma paralela se realizaron ensayos con DETERGENTE en polvo en una dosis 5g/L, mas MELAZA 25 cc/L reportados por productores de cítricos de la zona. Estos ensayos adicionales se realizaron en lotes diferentes al lote de ensayo en donde se realizó evaluación cuantitativa.

### **3.4 Evaluación de la eficacia del producto**

A pesar que las moléculas empleadas pueden afectar diferentes estados fenológicos se evaluaron sus efectos de forma limitada a lo expresado por la población adulta ya que todas las evaluaciones se realizan por medio de observación con lupa de 20X y un campo visual a evaluar de 0,25 cm<sup>2</sup>. Dicha evaluación permitió observar el número de individuos adultos por área muestreada, se tomaron 3 zonas/ fruto, el valor promedio de estas 3 zonas corresponde al valor /fruto y a su vez el valor promedio de los frutos evaluados por árbol corresponde al valor que se toma para esa unidad experimental, la evaluación sobre los estados iniciales como huevo se manifestaron con el comportamiento de la población en los últimos muestreos respecto a los muestreos iniciales ya que la observación en campo de los estadios iniciales no es viable en este ensayo por el tamaño de los huevos y la capacidad de la lupa disponible.

Figura 3-11. Distribución de los diferentes tratamientos en el lote de ensayo.

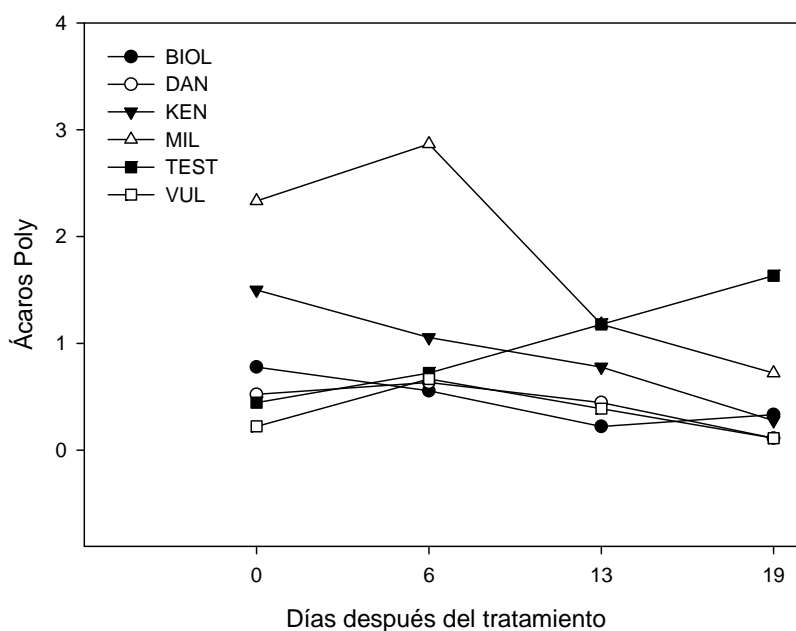


## 4. Resultados y Discusión

La razón por la cual se decidió realizar aplicaciones con una diferencia de 15 días fue la de evaluar algún tipo de persistencia y posible efecto sobre huevos y adultos que hayan sido afectados por el producto, ya que siempre existe yuxtaposición de estados, esto teniendo en cuenta que el ciclo de vida de éstos ácaros en la región reportado de forma verbal por personal del ICA esta en aproximadamente 5 días.

Los resultados observados entre *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) y *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco) son bastante diferentes desde el inicio del ensayo, pues las poblaciones de *Polyphagotarsonemus* son muy bajas al día 0.

Figura 4-12: Población promedio de (ácaros/árbol)\*t<sup>-1</sup> en respuesta tratamientos sobre *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco), se presentan las iniciales de los tratamientos. BIOLO corresponde a (VEKTOR ® Y MYCOTROL SE®).



Se encontró que hay una tendencia a la disminución de la población de todos los tratamientos a excepción del tratamiento testigo que inicio el ensayo con 0,4 ácaros en promedio y finalizó con 16,3 lo cual permite inferir que existió un efecto sobre la población en especial en tratamientos como Milbeknock que paso de 23,3 ácaros en promedio hasta 0,7 y Kendo que inicio con 15 ácaros en promedio y terminó con 0,3.

Tabla 4-3: Población promedio de (ácaros/árbol)\*t<sup>-1</sup> de *Polyphagotarsonemus latus*. En rojo las poblaciones que disminuyeron respecto a día 0.

<b><i>Polyphagotarsonemus latus</i></b>					
		<b>POBLACIÓN DÍA</b>			
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DOSIS (CC / LITRO)</b>	<b>POBLACIÓN DÍA 0</b>	<b>DÍA 6</b>	<b>DÍA 13</b>	<b>DÍA 19</b>
<b>VULCANO</b>	2	0,2	0,7	0,4	0,1
<b>KENDO</b>	1	15,0	10,6	0,8	0,3
<b>BIOLÓGICO</b>	3vektor/1 mycotrol	0,8	0,6	0,2	0,3
<b>DANISARABA</b>	0,75	0,5	0,6	0,4	0,1
<b>MILBEKNOCK</b>	0,6	23,3	28,7	11,8	0,7
<b>TESTIGO</b>	0	0,4	0,7	11,8	16,3

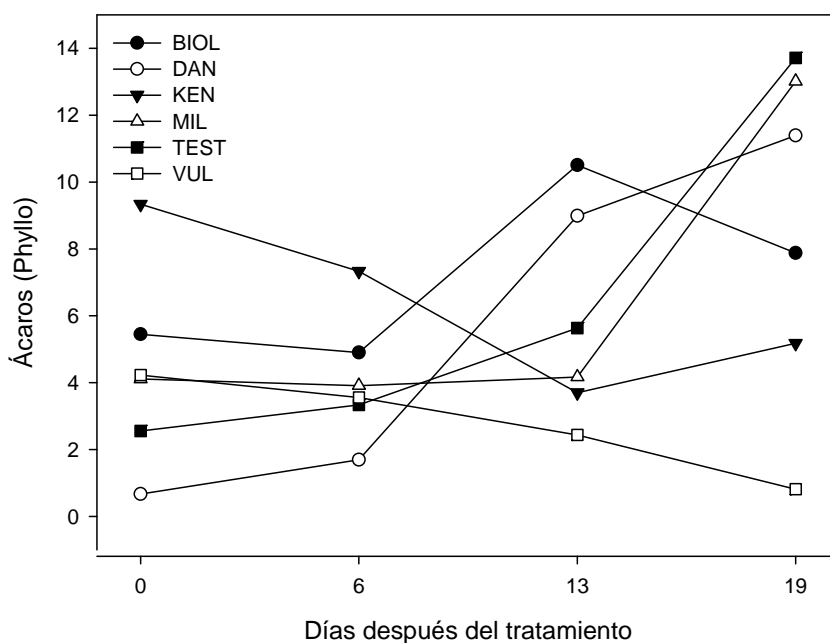
Tabla 4-4: Porcentajes de la población (ácaros/árbol)\*t<sup>-1</sup> de *Polyphagotarsonemus latus* respecto a día 0. En rojo las poblaciones que disminuyeron.

<b><i>Polyphagotarsonemus latus</i></b>					
			<b>% POBLACIÓN RESPECTO DÍA 0</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DOSIS (CC / LITRO)</b>	<b>POBLACIÓN DÍA 0</b>	<b>DÍA 6</b>	<b>DÍA 13</b>	<b>DÍA 19</b>
<b>VULCANO</b>	2	0,2	203,2	76,4	-50,0
<b>KENDO</b>	1	15,0	-29,6	-94,8	-98,1
<b>BIOLÓGICO</b>	3Vektor/1 Mycotrol	0,8	-28,6	-71,2	-57,1
<b>DANISARABA</b>	0,75	0,5	21,3	-14,9	-78,9
<b>MILBEKNOCK</b>	0,6	23,3	22,9	-49,5	-96,9
<b>TESTIGO</b>	0	0,4	64,1	2.577,3	3.611,4

Porcentualmente los resultados más significativos corresponden a MILBECNOCK® y KENDO® con disminución 97% y 98% respectivamente de la población, en tanto que los resultados más pobres se dieron en VULCANO 420 EC® y Biológico que iniciaron desde poblaciones muy bajas a diferencia de los resultados más efectivos. No se presentó una inflexión fuerte en ninguno de los tratamientos entre el día 13 y el día 19 donde se realizó la segunda aplicación, lo que podría indicar que existe otro factor que contribuye a la disminución de la población de ácaro blanco.

Para el caso de *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco) es pertinente tener en cuenta que las poblaciones son bastante bajas, habitantes de la zona reportan que hace no más de 5 años este era el principal problema fitosanitario sobre las limas y con el tiempo había cambiado a *Phyllocoptruta oleivora*, razón por la cual en los resultados se pueden presentar efectos de competencia ya que las dos especies de ácaros afectan los mismos órganos, pero con gran superioridad numérica por parte del ácaro tostador, que a partir del día 6 incrementó su población lo cual coincide de forma generalizada con la disminución del ácaro blanco a excepción del tratamiento testigo, que si bien creció, nunca fue superior a valores iniciales como el del tratamiento con MILBECNOCK®.

Figura 4-13. Gráfica con el promedio de (ácaros/árbol)\*t<sup>-1</sup> de los tratamientos sobre *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador). Se presentan las iniciales de los tratamientos, BIOLO corresponde a (VEKTOR ® Y MYCOTROL SE®).



En la evaluación del efecto de los diferentes productos sobre ácaro tostador se encuentra una tendencia generalizada a disminuir la población, hasta el día 6, a excepción del tratamiento con DANISARABA SC ® que pasó de 0,7 a 1,7 ácaros en promedio. A partir del día 6 se observa una variación que en la mayoría de los casos tiende al incremento de la población y una disminución de hasta un 60% que coincide con la segunda aplicación a excepción de VULCANO® que mantiene una tendencia a la baja hasta llegar a un 80 % menos de la población inicial promedio.

Al evaluar el comportamiento de VULCANO 420 EC ® se encuentra una disminución continua de la población, sin embargo se esperaría un efecto más contundente ya que este producto cuenta con dos ingredientes activos que afectan diferentes estadios del ácaro con lo que incluso no se hubiera requerido una segunda aplicación, por lo anterior no se considera que este sea un producto apropiado para el control de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador).



Tabla 4-5: Tabla con los promedios de (ácaros/árbol)\*t<sup>-1</sup> de la población de *Phyllocoptruta oleivora*. En rojo las poblaciones que disminuyeron respecto a día 0.

<b><i>Phyllocoptruta oleivora</i></b>					
		<b>POBLACIÓN DÍA</b>			
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DOSIS (CC / LITRO)</b>	<b>0</b>	<b>DÍA 6</b>	<b>DÍA 13</b>	<b>DÍA 19</b>
<b>VULCANO</b>	2	4,2	3,6	2,4	0,8
<b>KENDO</b>	1	9,3	7,3	3,7	5,2
<b>BIOLÓGICO</b>	3vektor/1 mycotrol	5,4	4,9	10,5	7,9
<b>DANISARABA</b>	0,75	0,7	1,7	9,0	11,4
<b>MILBEKNOCK</b>	0,6	4,1	3,9	4,2	13,0
<b>TESTIGO</b>	0	2,6	3,3	5,6	13,7

Tabla 4-6 Porcentajes de la población (ácaros/árbol)\*t<sup>-1</sup> de de *Phyllocoptruta oleivora* respecto a día 0. En rojo las poblaciones que disminuyeron.

<b><i>Phyllocoptruta oleivora</i></b>					
			<b>% POBLACIÓN RESPECTO DÍA 0</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DOSIS (CC / LITRO)</b>	<b>POBLACIÓN DÍA 0</b>	<b>DÍA 6</b>	<b>DÍA 13</b>	<b>DÍA 19</b>
<b>VULCANO</b>	2	4,2	-15,9	-42,4	-80,8
<b>KENDO</b>	1	9,3	-21,6	-60,4	-44,5
<b>BIOLÓGICO</b>	3vektor/1 mycotrol	5,4	-9,9	93,1	44,8
<b>DANISARABA</b>	0,75	0,7	154,0	1.247,7	1.607,5
<b>MILBEKNOCK</b>	0,6	4,1	-4,9	1,4	216,5
<b>TESTIGO</b>	0	2,6	30,3	120,4	436,4

Se observó que el tratamiento VEKTOR ® Y MYCOTROL SE® basado en microorganismos redujo población inicialmente pero al parecer las condiciones de baja humedad y altas temperaturas impidieron su establecimiento. Al observar el comportamiento del tratamiento de DANISARABA SC ® el incremento de la población es del 1600% 4 veces mayor que el del testigo, lo que lleva a pensar que existen variables adicionales que no se contemplaron en este ensayo o que este producto halla exacerbado la reproducción de la población.

Porcentualmente, los resultados más positivos corresponden a VULCANO 420 EC ® y a KENDO® que además de presentar la mayor disminución de población mantienen la tendencia. Sin embargo, en todos los casos la disminución de la población fue insuficiente, pues los daños en fruto fueron suficientes para que todos los frutos resultaran afectados afectando su calidad comercial en el mercado.

#### **4.1 Evaluación ensayos adicionales**

Para la mezcla de rutinal y overon los resultados no fueron satisfactorios, a diferencia de lo encontrado en la mezcla de DETERGENTE con MELAZA que mostraron unos resultados muy positivos, sin embargo, se considera pertinente realizar más de una aplicación con el fin de reducir población al mínimo, en este caso se deduce que hay efectos de tipo mecánico sobre la superficie del ácaro limitando la difusión de gases a la hemolinfa que por osmosis permiten la respiración de estos arácnidos así como efectos sobre la superficie de la lamina foliar por parte del jabón que dificultan la movilidad del ácaro, debido a sus propiedades tensoactivas y perdurabilidad superior a los tensoactivos empleados para romper la tensión superficial al realizar aplicaciones de pesticidas.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

En el control de *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco) existió un efecto en la disminución de la población en todos los tratamientos, esta disminución pudo haberse causado por el efecto de los productos y por competencia del ácaro tostador, razón por la cual para poder evaluar la eficiencia de estos productos sobre ácaro blanco es necesario garantizar que no exista una variable que afecte tanto su evaluación, como la presencia de un competidor como en este caso lo fue ácaro tostador.

En el control de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) ninguno de los productos tuvo resultados completamente satisfactorios, sin embargo es viable considerar ensayos posteriores en los cuales se evalúen diferentes periodos para la segunda aplicación con los productos KENDO SC ® y VULCANO 420 EC ®, para el presente ensayo en todos los productos existió invasión total de los frutos muestreados incluso con dos aplicaciones. Efecto completamente diferente a lo observado en campo con el uso de Abamectinas que a pesar de disminuir su efectividad por su prolongado uso siguen presentando resultados muy superiores a todos los productos evaluados en una sola aplicación.

Se encontraron resultados cualitativos muy positivos, similares a los encontrados en el uso de abamectinas en la mezcla de DETERGENTE con MELAZA y con unos costos ínfimos, por lo cual se considera pertinente explorar el uso de esta mezcla en diferentes proporciones y evaluando diferentes marcas comerciales de DETERGENTES ya que se reporta por parte de productores de la zona que no todas las marcas comerciales presentan el mismo resultado.

En términos generales es probable que el uso continuo de abamectinas haya desencadenado resistencia sobre ellas y de forma indirecta sobre otras rutas metabólicas en las que actúen otros acaricidas, lo que podría explicar los resultados

encontrados. Con el efecto que presentaron las moléculas empleadas Es posible que mayores dosis o menores intervalos de aplicación logren disminuir la población a niveles controlables, pero existe aún un problema comercial y es el efecto de nuevos productos basados en abamectinas que presentan un menor precio/litro y mejores rendimientos que los encontrados en el presente ensayo, ante lo cual la mejor alternativa que se dilucida dentro de lo evaluado para rotar las abamectinas corresponde a la mezcla DETERGENTE con MELAZA por su excelente resultado, bajo costo y casi nula toxicidad además de controlar otras plagas importantes en el cultivo.

## Anexos:

Todas las fotografías presentadas a continuación fueron tomadas en el marco del desarrollo del presente trabajo de grado en la finca La Ceiba Municipio de EL ESPINAL, TOLIMA.

Figura 14. Aspecto de un fruto sin ser afectado. Fotografía tomada por Sergio Diaz.

En términos generales el aspecto de todos los frutos antes de iniciar el ensayo es como el presentado en la figura 14.

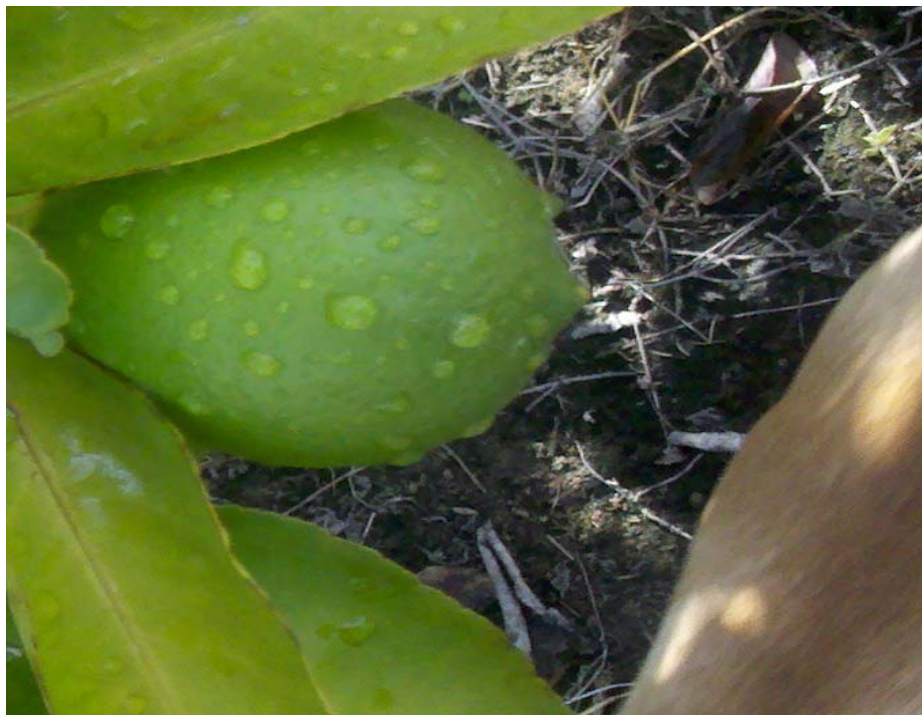


Figura 15. Cicatrización a nivel de la cutícula por un ataque en estadios iniciales del fruto por parte de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador). Fotografía tomada por Sergio Diaz.



Es frecuente encontrar afectación por parte de ácaro tostador cuando el fruto está iniciando llenado, en este caso se realizó un control que detuvo el ataque, como consecuencia dejó cicatrices en el fruto, pero la epidermis de los frutos que inician llenado regeneran el tejido dando este color oscuro, a diferencia de frutos maduros que dejan un aspecto mas claro.

Figura 16. Se observa el efecto que tiene la radiación sobre la distribución de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) sobre el fruto, con preferencia por la zona de mayor sombra se da el ataque inicial hasta invadir completamente el fruto. Fotografía tomada por Sergio Diaz.



A pesar que el ácaro tostador incrementa su presencia con el aumento de la temperatura, este tiende a buscar las zonas de mayor sombra, corresponde a un fruto expuesto al sol en su cara anterior, sin ataque y con sombra en su cara posterior con cicatrices consecuencia del ataque de ácaro tostador.

Figura 17. Observación de la población de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un fruto de forma inicial. Fotografía tomada por Sergio Diaz.



En este fruto marcado con tinta negra se observa a simple vista la presencia de ácaro tostador en su etapa inicial de población del fruto, en el círculo rojo se observa pequeños puntos amarillos, que corresponden a ácaro tostador adulto.

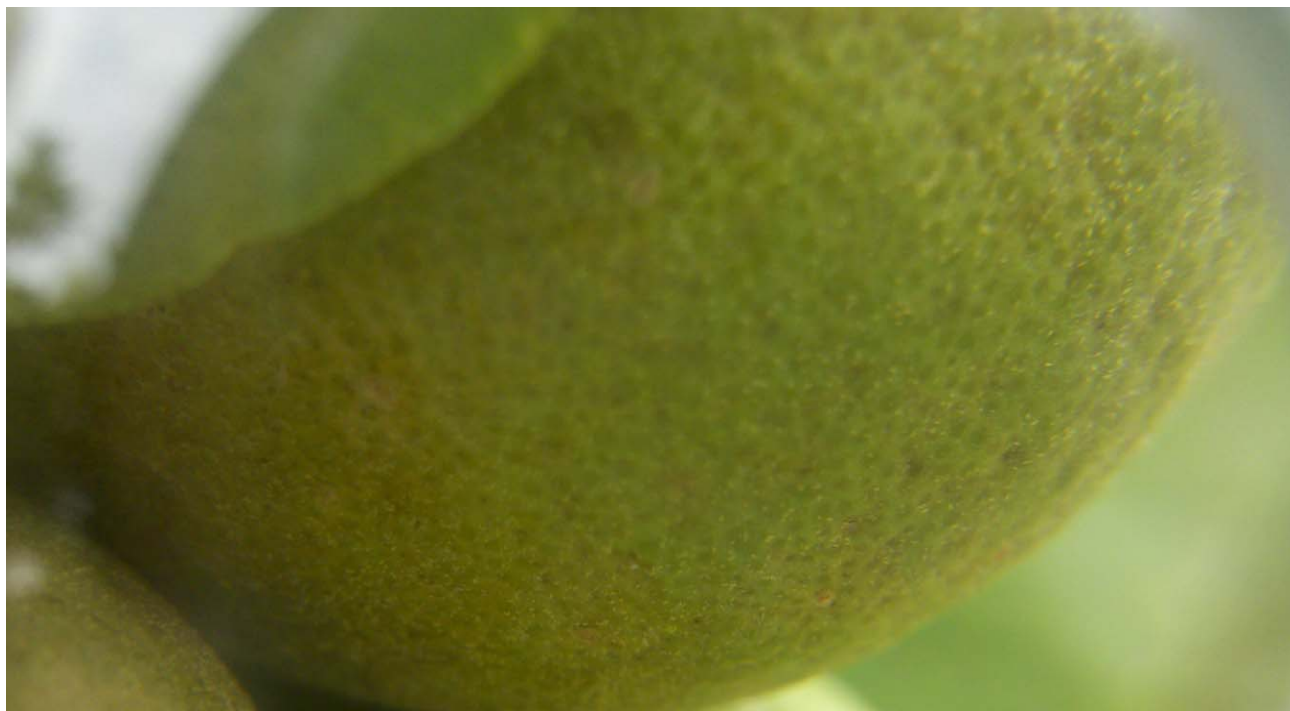


Figura 18. Observación a 20x de la población de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un fruto de forma inicial. Fotografía tomada por Sergio Diaz.



En la observación con lupa a 20x, se notan pequeños puntos amarillos generalmente agrupados sobre tejido fresco de un fruto que corresponden a ácaro tostador adulto en un incremento de la población respecto a la figura 22.

Figura 19. Observación a 20x de la población de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un fruto en un estado más avanzado del ataque. Fotografía tomada por Sergio Diaz.



De forma secuencial se observa un incremento de la población, ya en este estado es perceptible una alta población de ácaro e inicios de cicatrización que se muestran por el inicio de una coloración parda, en las zonas donde se inicio el ataque, que generalmente corresponde a las zonas con mayor sombra,

Figura 20. Observación de la población de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) atacando un par de frutos en el estado más avanzado del ataque. Fotografía tomada por Sergio Diaz.



En la figura 20 se observa la cicatrización característica de un ataque avanzado y final de ácaro tostador, aspecto que caracteriza el nombre popular de este ácaro.

Figura 21. Se observa el impacto que tiene *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) en un árbol afectado. Fotografía tomada por Sergio Diaz.



En la figura se observa que el ataque de ácaro tostador puede presentarse de forma más severa en unos frutos y menos severo en otros incluso están muy cerca en el mismo árbol.

## Bibliografía

(Almaguel, 1978)

Almaguel R. Lérida. Biologie, Ecologie de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Acarien du Piment dans la province de La Havane (Cuba) These docteur de Spécialité présentée a l'universite de Bordeaux I. 6 mars 1978. 99 p.

(Almaguel, 2002)

Almaguel Rojas Lérida, 2002, Morfología, Taxonomía Y Diagnostico Fitosanitario De Ácaros De Importancia Agrícola, Curso Introductorio a la Acarología Aplicada, Laboratorio de Acarología. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). División de Biología. La Habana, Cuba, 84 p.

(Asahara *et al.*, 2008)

Asahara M., Uesugi R., and Osakabe Mh., 2008, "Linkage between one of the polygenic hexythiazox resistance genes and an etoxazole resistance gene in the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae)," *Journal of Economic Entomology*, vol. 101, no. 5, p. 1704–1710, 6 p.

(GAO, 2001)

US General Accounting Office (GAO), 2001, Agricultural pesticides Management improvements needed to further promote integrated pest management, Washington DC: GAO; 2001. GAO-01-815.

CONSULTADO EN: <http://www.gao.gov/new.items/d01815.pdf>

(Gregor, 2008)

Devine Gregor J., Dominique Eza, Oigusuku Elena, Furlong Michael J., 2008, USO DE INSECTICIDAS: CONTEXTO Y CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS, *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 25(1), p 74-100, 26p.

(Hoffmann y López- Campos, 2000)

Hoffmann Anita y Guadalupe López- Campos. 2000. Biodiversidad de los ácaros en México.

Laboratorio de Acarología, Facultad de Ciencias UNAM. Primera Edición, Jiménez Editores e Impresores, S.A de C.V. México. 230 p.

(ICA, 2004)

ICA, 2004, Subgerencia Protección Y Regulación Agrícola Restricciones, Prohibiciones Y Suspensión De Registros De Plaguicidas De Uso Agrícola En COLOMBIA.

CONSULTADO EN: <http://www.ica.gov.co/getdoc/b2e5ff99-bd80-45e8-aa7a-e55f0b5b42dc/PLAGUICIDAS-PROHIBIDOS.aspx>

(Ayala, 2009)

Ayala Ortega Salvador Alejandro, 2009, *Diagnóstico Sobre Plaguicidas En Los Viveros Forestales De México*, Trabajo de grado, Universidad Autónoma chapingo, México, 138 p.

(Clark *et al.*, 1995)

Clark J. M., Scott J. G., Campos F., and Bloomquist J. R., 1995, "Resistance to avermectins: extent, mechanisms, and management implications," *Annual Review of Entomology*, vol. 40, pp. 1–30, 30p.

(Castillo, 2012)

Castillo Lizano Jorge, 2012, MANUAL TECNICO DE CITRICOS (Citrus spp. Rutaceae), Documento preliminar para discusión que consiste en una guía general para el productor, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Sabana Sur, San José, Costa Rica.

CONSULTADO EN: <http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/citricos.htm>

(COVECA, 2011)

COVECA, 2011, MONOGRAFÍA DEL LIMÓN, gobierno del estado de Veracruz, Mexico, 36 p.

CONSULTADO EN: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAFIA%20LIMON2011.PDF>

(Devine *et al.*, 2001)

Devine, G.J., M. Barber and I. Denholm, 2001, Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae), *Pest Manag. Sci.* 57: 443-448, 5p.

(Dhadialla *et al.*, 1998)

Dhadialla TS, Carlson GR, Le DP, 1998, New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity, *Annu Rev Entomol.* c; 43: 545-69, 24p.

(Dusoa *et al.*, 2008)

Dusoa Carlo, Malagninia Valeria, Pozzebona Alberto, Maria Buzzettia Filippo y Tirelloa Paola, 2008, A method to assess the effects of pesticides on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari Phytoseiidae), *Biocontrol Science and Technology*, Vol. 18, Nos. 9/10, 2008, pp.1027\_1040, 13p.

(FAO, 2011)

FAO, 2011, acceptable daily intakes, acute reference doses, short-term and long-term dietary intakes, recommended maximum residue limits and supervised trials median residue values recorded by the 2011 meeting, Summary Report from the 2011 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR),

CONSULTADO EN

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/JMPR/2011\\_JMPR\\_Sum\\_Rep.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/2011_JMPR_Sum_Rep.pdf).

(FAO, 2012)

List of Pesticides evaluated by JMPR and JMPS,

CONSULTADO

EN:

[http://www.fao.org/agriculture/crops/core-](http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/pm/lpe/en/)

[themes/theme/pests/pm/lpe/en/](http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/pm/lpe/en/)

(García Marí *et al.*, 1994)

García Marí F., Ferragut y J. Costa. 1994. Curso de acarología Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. 278pp

(Goka, 1998)

Goka K., 1998 "Mode of inheritance of resistance to three new acaricides in the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae)," *Experimental and Applied Acarology*, vol. 22, no. 12, pp. 699–708, 19p.

(Gregor *et al.*, 2004)

Gregor J. Devine, a, Dominique Eza, b, Elena Ogusuku, c, Michael J. Furlong, 2004, USO DE INSECTICIDAS: CONTEXTO Y CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS, *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2008; 25(1): 74-100p.

(Herron y Rophail, 1993)

Herron G. A. and Rophail J., 1993, "Genetics of hexythiazox resistance in two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch," *Experimental and Applied Acarology*, vol. 17, no. 6, pp. 423–431, 8p.

(Hewa *et al.*, 2003)

Hewa-Kapuge S, McDougall S, Hoffman AA, 2003, Effects of methoxyfenozide, indoxacarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma nr. Brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and field conditions. *J Econ Entomol*, 2003; 96(4): 1083-90, 4p.

(IRAC, 2012)

IRAC, 2012, IRAC MoA Classification Scheme, Insecticide Resistance Action Committee, *Issued, February 2012.*

CONSULTADO EN: <http://www.irac-online.org>

(Keifer *et al.*, 1982)

Keifer H., E. Baker, T.Kono, Mercedes Delfinado and W.Styer, 1982. An Illustrated Guide to Plant

Abnormalities Caused by Eriophyid Mites in North America. Agriculture Handbook Number pp 573. 178, 5p.

(Kim *et al.*, 2004)

Kim, Y.J., S.H. Lee, S.W. Lee and Y.J. Ahn., 2004, Fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): crossresistance and biochemical resistance mechanisms, *Pest Manag. Sci.* 60: 1001-1006, 5p.

(Krantz, 1978)

Krantz, G.W. 1978. A MANUAL OF ACAROLOGY, Second Edition. Oregon State University Book Stores, Inc. Corvallis. 509p.

(Kuehl, 2001)

Kuehl, Robert O., 2001, Diseño de experimentos Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación, *Segunda edición*, THOMSON LEARNING, impreso en Mexico, 666 p.

(Lee *et al.*, 2004)

Lee S., Ahn K., Kim C., Shin S., and Kim G., 2004 "Inheritance and stability of etoxazole resistance in twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, and its cross resistance," *Korean Journal of Applied Entomology*, vol. 43, pp. 43–48, 5p.



(Luo *et al.*, 2009)

Luo, Q., Feng, X., Lu, L.H., Wan, S.Q. and Chen, H.Y. (2007) Linkage mapping of resistance to abamectin in the diamondback moth using AFLP marker. *Acta Entomologica Sinica*, 50, pp 474–480, 6 p. (in Chinese)

(Martinson *et al.*, 1991)

Martinson T. E., Dennehey T. J., Nyrop J. P., and Reissig W. H., 1991 “Field-measurements of selection for twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) resistance to dicofol in apple orchards,” *Journal of Economic Entomology*, vol. 84, pp. 7–16, 9p.

(Masahiro *et al.*, 2009)

Masahiro (Mh.) Osakabe, Ryuji Uesugi, and Koichi Goka, 2009, Evolutionary Aspects of Acaricide-Resistance Development in SpiderMites, Review article, Hindawi Publishing Corporation Psyche Volume 2009, Article ID 947439, 11 p.

(Mian y Mulla, 1992)

Mian LS, Mulla MS, 1992, Effects of pyrethroid insecticides on nontarget invertebrates in aquatic ecosystems, *J Agric Entomol.* 1992; 9(2): 73-98, 15p.

(Mizutani *et al.*, 1988)

Mizutani A., Kumayama F., Ohba K., Ishiguro T. Ishiguro, and Hayashi Y., 1988, “Inheritance of resistance to cyhexatin in the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina:Tetranychidae),” *Applied Entomology and Zoology*, vol. 23, pp. 251–255, 4p.

(Orduz *et al.*, 2005)

Orduz R. Javier O., Arango-Wiesner Laura, Monroy Hernán y Fischer Gerhard, 2005, Comportamiento De La Mandarina Arrayana En Seis Patrones En Suelos Ácidos Del Piedemonte

Llanero De Colombia, Artículos Científicos, CORPOICA, 10 p.

CONSULTADO EN:

[http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/oferta/Articulo\\_patrones\\_U.N..pdf](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/oferta/Articulo_patrones_U.N..pdf)

(Orduz *et al.*, 2009)

Orduz R. Javier O., León Guillermo A., Arango W. Laura V., 2009, Lima ácida Tahití: opción agrícola para los Llanos Orientales de Colombia, CORPOICA, La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia 16p.

(Putter *et al.*, 1981)

Putter, I., MacConnell, J.G., Preiser, F.A., Haidri, A.A., Ristich, S.S. and Dybas, R.A., 1981, Avermectins: novel insecticides, acaricides and nematicides from a soil microorganism. *Experientia*, 37, 963–964 p.

(Razaq *et al.*, 2007)

Razaq M., Suhail A., Arif M., Aslam M., and Sayyed, A. H., 2007, Effect of rotational use of insecticides on pyrethroids resistance in *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae), University College of Agriculture, Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan, *J. Appl. Entomol.* 131(7), 460–465p.

(Rodríguez *et al.*, 2008)

Rodríguez Morell Héctor, Miranda Cabrera Ileana, Montoya Adrián, Rodríguez Yaritza y Ramos Lima Mayra, 2008, COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DE *POLYPHAGOTARSONEMUS LATUS* (BANKS) EN PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUUM* L.) EN CULTIVO PROTEGIDO, *FITOSANIDAD vol. 12, no. 4*, diciembre 2008, pp215-220, 5p.

(Rodríguez *et al.*, 2009)

Rodríguez, J., S. Pulido., B. Alvarado., N. Artunduaga., E. Almasa. A. Gutierrez., C. Salamanca. O. Arguello y J.Arguelles. 2009. Evaluación de la citricultura del departamento de Casanare y recomendaciones para su mejoramiento productivo. Corpoica, 83p.

(Sato *et al.*, 2005)

Sato, M.E., M.Z. Silva, A. Raga and M.F.S. Filho, 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance, *Neotrop. Entomol*, 34: 991-998, 7p.

(Sihuincha *et al.*, 2005)

Sihuincha M, Zamora-Perea E, Orellana-Rios W, Stancil JD, López-Sifuentes, C. Vidal-Oré, et al., 2005, Potential use of pyriproxyfen for the control of *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae) in Iquitos, Peru. *J Med Entomol.* 2005; 42(4): 620-630, 10p.

(Studebaker y Kring, 2003)

Studebaker GE, Kring TJ., 2003 Effects of insecticides on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), measured by field, greenhouse and petri dish bioassays. *Fla Entomol*, 2003; 86(2): 178-85, 7p.

(YORULMAZ, 2009)

YORULMAZ Sibel, 2009, Multiple resistance, detoxifying enzyme activity, and inheritance of abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae), Turk J Agric For 33 (2009) 393-402, 9p.

(Xiao *et al.*, 2010)

Xiao-Mao Zhou, Qing-Jun Wu, You-Jun Zhang, Lian-Yang Bai and Xiong-Ying Huang, 2010, Effects of abamectin selection on the genetic differentiation within *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) based on amplified fragment length polymorphism, *Insect Science*, 17, pp353–360, 7p.

(Zhang, 2003)

Zhang, Zhi-Qiang, 2003, Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control, CABI international Publishing, Wallingford, Oxon, GBR, pp256.