

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



ESTUDIO DE LA EFICACIA DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS EN EL CONTROL DE TETRANYCHUS URTICAE EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO/A: CAMILO GARCÉS GARCÉS

TUTOR/A: RAFAEL LABORDA CENJOR

Curso Académico: 2015/2016



VALENCIA, JULIO DE 2016

ESTUDIO DE LA EFICACIA DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS EN EL CONTROL DE *TETRANYCHUS URTICAE* EN EL CULTIVO DE CÍTRICOS

Autor: Camilo Garcés Garcés

Tutor: Rafael Laborda Cenjor

Realizado en: Valencia

Fecha: Julio 2016

RESUMEN:

La araña roja (*Tetranychus urticae*) es una de las plagas más importantes en la citricultura española, sobretodo en las variedades de cítricos clementinos. Esta puede causar grandes daños en los arboles, como pueden ser defoliaciones, y en las hojas aparecen abombamientos en el haz y manchas amarillas debido a una decoloración y desecación. Así mismo puede causar daños en los frutos, que adquieren manchas grises en las zonas afectadas. Estos daños provocan una disminución del rendimiento del cultivo por lo que se han de tomar medidas que traten de solucionar el problema que ocasiona el ataque de araña roja sobre los cítricos. Tradicionalmente el uso de productos fitosanitarios de síntesis química ha sido la solución más adoptada para tratar de combatir dicha plaga, pero estos son perjudiciales para la fauna auxiliar existente en las parcelas, pues las elimina y esto provoca que posteriormente puedan darse ataques más intensos. Además, el uso irracional de estos productos puede provocar la aparición de resistencias por parte de la plaga lo que hace que el producto sea totalmente ineficaz. En la actualidad la estrategia de control utilizada es la gestión integrada de plagas que permite la combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de forma que la utilización de productos fitosanitarios se limite al mínimo necesario. Por ello el objetivo de este trabajo consiste en el estudio de la eficacia de varios productos catalogados como ecológicos en el control de la araña roja y se comparará con la eficacia de un producto fitosanitario de síntesis química utilizado comúnmente. Los productos utilizados son tóxicos para la plaga pero respetuosos con la fauna auxiliar lo que contribuirá a su efectividad. Dicho estudio se lleva a cabo mediante la realización de varios ensayos en campo, precedidos de un ensayo en laboratorio. Con dichos ensayos se pretende emular tratamientos para paliar el ataque masivo de araña roja en variedades de clementina altamente susceptibles a dicha plaga. Tras realizar los tratamientos se realizan muestreos de cada zona tratada y se evalúa la mortalidad y la fertilidad. Los resultados obtenidos en los ensayos indican que los productos presentan una eficacia satisfactoria en el control de la araña roja por lo que podrían ser utilizados como una herramienta más para su lucha.

Palabras clave: Araña roja; Plaga; Química; Gestión integrada; Mortalidad; Fertilidad

EFFICACY EVALUATION OF ECOLOGICAL PESTICIDES USED TO CONTROL *TETRANYCHUS URTICAE* IN CITRUS.

Author: Camilo Garcés Garcés

Tutor: Rafael Laborda Cenjor

Made in: Valencia

Date: July 2016

Summary:

The two-spotted spider mite is a very important pest in the Spanish citrus orchards, especially in Clementine citrus varieties. This pest can cause significant damages to the trees, as can be defoliation, and can appear bulges on the upper leaf surface and yellow spots due to a discoloration and desiccation. Likewise, it can cause damage to the fruit, which acquire gray spots in the affected areas. These damages reduce the harvest yield so a solution has to be taken in order to solve the problem caused by the attack of two-spotted spider mite on citrus. Traditionally the usage of chemical plant protection products has been the most widely adopted in order to fight against this pest, but these products are harmful to beneficial insects that can help us controlling pest attacks so this causes subsequently that more attacks could be given. Furthermore, the irrational usage of these products can produce resistances from the pest that makes the product completely ineffective. Currently, the strategy followed is the integrated pest management, which is an ecosystem approach that combines different practices in order to reduce the usage of pesticides. Therefore, the objective of this experiment is to study the effectiveness of several products labeled as organic in controlling two-spotted spider mite and compared with the effectiveness of a chemical plant protection product that is commonly used. These organic products are toxic to the pest but respectful with the beneficial insects that will contribute to their effectiveness. This experiment is carried out by performing several tests in the orchard after proving the effectiveness of the product in a laboratory test. These tests pretend to emulate treatments to solve the massive attack of the pest in Clementine varieties highly susceptible to it. After making the treatments, samples of each treated area are performed and mortality and fertility is assessed. The results of the tests indicate that the products have satisfactory efficacy in controlling two-spotted spider mite so they could be used as a tool for their control.

Key words: Two-spotted spider mite; Pest; Chemical; Integrated pest management; Mortality; Fertility.

ÍNDICE

1	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	1
2	INTRODUCCIÓN	2
2.1	Evolución histórica	2
2.2	Características generales.....	3
2.3	Morfología	4
2.4	Daños producidos en la planta	4
2.5	Métodos de control.....	5
2.5.1	Control biológico	5
2.5.2	Control químico.....	5
2.5.3	Control cultural	6
3	MATERIAL Y MÉTODOS	7
3.1	Ensayo de laboratorio	7
3.2	Parcelas	8
3.3	Productos.....	8
3.4	Ensayos de campo.....	9
3.4.1	Ensayo 1: Comparación entre productos ecológicos	10
3.4.2	Ensayo 2: Comparación entre un producto ecológico y un producto de síntesis química	10
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1	Ensayo de laboratorio	12
4.2	Comparación entre productos ecológicos en campo.....	13
4.3	Comparación entre un producto ecológico y un producto de síntesis química. ..	15
5	CONCLUSIONES.....	18
6	BIBLIOGRAFÍA	19
7	ANEJOS	21
7.1	Anejo 1: Datos ensayo de laboratorio.....	21
7.2	Anejo 2: Datos ensayos de campo	22
7.2.1	Datos ensayo de campo 1	22
7.2.2	Datos ensayo de campo 2.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del porcentaje de araña roja viva con cuatro tratamientos distintos. .	12
Figura 2. Ovoposición al final del ensayo.....	13
Figura 3. Evolución del porcentaje de hojas sintomáticas con presencia de colonias de araña roja viva con tres tratamientos distintos en campo.....	13
Figura 4. Evolución de la temperatura durante el ensayo según el IVIA.	14
Figura 5. Evolución del porcentaje de hoja sintomática con presencia de huevos con tres tratamientos distintos en campo.....	15
Figura 6. Evolución del porcentaje de hojas sintomáticas con presencia de colonias de araña roja viva con tres tratamientos distintos en campo.....	16
Figura 7. Evolución de la temperatura durante el ensayo según el IVIA.	16
Figura 8. Evolución del porcentaje de hoja sintomática con presencia de huevos con tres tratamientos distintos en campo.	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las parcelas.....	8
Tabla 2. Productos ensayados en el estudio de eficacia contra <i>T. urticae</i>	9
Tabla 3. Eficacia de los productos a los 8 y 29 días después del tratamiento.	14
Tabla 4. Eficacia de los productos a los 8 y 22 días después del tratamiento.	17

1 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Con el desarrollo de la agricultura a lo largo de los años los problemas existentes debido a plagas y enfermedades se han ido agravando. Un factor que influye en la aparición de dichos problemas es que las superficies de monocultivo son cada vez mayores, lo que facilita la dispersión de las plagas y enfermedades y aumenta la vulnerabilidad de los cultivos ante un problema fitosanitario.

A partir de mediados del siglo XX las aplicaciones de plaguicidas químicos en el campo aumentaron ya que los problemas fitosanitarios, en un principio, se solucionaban con facilidad y de forma económica.

En la actualidad, la principal preocupación medioambiental sobre los plaguicidas se relaciona con la contaminación del agua y de los suelos, los efectos negativos de los plaguicidas sobre la base de los recursos naturales de la agricultura (biodiversidad, mecanismos naturales de control de plagas, polinizadores, ecología de suelos, etc.), y la bio-acumulación y sus efectos en la flora y la fauna (FAO, 2010). Por ello el uso de plaguicidas en el futuro será menor que en el pasado y se deberán optar por medidas y productos que no afecten al medio ambiente.

Además, en los países desarrollados, el uso de plaguicidas cada vez se encuentra más restringido. A todo esto, hay que añadir que la demanda de cultivos ecológico, producidos sin la utilización de productos químicos de síntesis, cada vez es mayor lo que supone una restricción en el uso de plaguicidas (FAO, 2010).

Por todo lo mencionado anteriormente, el estudio de productos respetuosos con el medio ambiente es de interés para poder sustituir los productos químicos utilizados comúnmente en el control de plagas.

Por todo ello este trabajo tiene como objetivos:

1. Evaluar la eficacia de diversos productos ecológicos sobre la plaga *Tetranychus urticae*.
2. Comparación de los efectos de los productos ecológicos con productos de síntesis química sobre la mortalidad y la fertilidad de la plaga *Tetranychus urticae*.

2 INTRODUCCIÓN

El cultivo de los cítricos se extiende por numerosos países de todo el mundo donde la condición climática lo permite. En España, según el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se cultivan unas 300.000 ha de cítricos obteniendo una producción media de 5.781.000 t. El destino de la producción puede ser para su procesamiento (como zumos o como gajos), o bien para la comercialización de fruto en fresco, donde la incidencia de las plagas son un factor muy importante con respecto a la calidad del fruto. Las plagas dentro del árbol se fijan y causan daños en partes de la planta muy diferentes. Conocer el lugar donde se encuentran los fitófagos es fundamental para plantear un programa de muestreo y estudiar los daños. Cuando las plagas viven sobre hojas adultas sus daños estarán condicionados por la climatología, ya que el sustrato sobre el que se desarrollan está presente en la copa del árbol durante todo el año. Sin embargo, si causan daños a los brotes tiernos sus daños están condicionados fundamentalmente por las pautas de brotación de las plantas a lo largo del año, que son muy variables (García-Marí, 2012).

La familia Tetranychidae trata de un grupo de ácaros fitófagos formado por 1.200 especies pertenecientes a 70 géneros (Zhang, 2003), siendo los ácaros del género *Tetranychus* los que mayores daños económicos producen.

2.1 Evolución histórica

La araña roja *Tetranychus urticae* (Koch) es una especie de ácaro tetraníquido distribuida por todo el mundo. Se trata de una de las plagas más importantes del clementino, y apenas ataca a otros cítricos.

Históricamente la araña roja ha recibido diversos nombres a lo largo del tiempo, como *Tetranychus cinabarinus* Boisduval, *Tetranychus telarius* L. y *Tetranychus urticae*, que en ciertas épocas se han considerado especies separadas, aunque la mayoría de autores las consideran pertenecientes a la misma especie o a un complejo de especies muy próximas. Tradicionalmente se consideró una plaga de cítricos poco importante y asociada siempre a la presencia de frutales o plantas espontáneas desde las que se desplazaba al cultivo de los cítricos, si bien su importancia se incrementó en California en la segunda mitad del siglo XX. En la zona mediterránea se ha considerado también como una plaga poco importante. Asimismo, en España, aunque con referencias esporádicas a su presencia, se consideró como una plaga muy importante hasta mediados del siglo XX. Según la importancia de las plagas de cítricos en todo el mundo, *T. urticae* ocupa el quinto lugar entre las quince especies de ácaros considerados como plagas de cítricos por su extensión (% de países donde se cita) y también el quinto por su importancia media.

En la segunda mitad del siglo XX se publicaron algunos trabajos en relación a los daños ocasionales que produce en Italia, Sudáfrica, California y Australia. Estos ataques se relacionan con

el empleo de insecticidas de amplio espectro que eliminan a sus enemigos naturales y/o con factores climáticos.

En España se incrementa la preocupación por *T. urticae* por los daños causados a partir de la generalización del cultivo del clementino, principal especie de cítrico a la que ataca (García-Marí, 2012).

2.2 Características generales

La araña roja destaca por su elevada polifagia. Se ha demostrado que puede desarrollarse de forma óptima sobre más de 150 especies vegetales de interés económico, entre las que se encuentran cultivos hortícolas, extensivos, frutales y ornamentales. Es también muy común en numerosas plantas espontáneas y malas hierbas. Se le considera una de las plagas de los cultivos más grave en todo el mundo.

Sin embargo, en cítricos ha sido tradicionalmente considerada una plaga secundaria. En la revisión realizada sobre las principales especies de ácaros de cítricos, Gerson (2003) la incluye como una plaga de importancia menor. Parece que tiene mayor importancia en la zona mediterránea y los daños que causa se han incrementado en los últimos años. En una recopilación de las principales plagas del cultivo en los países citrícolas mediterráneos realizada en la primera década del siglo XXI, *T. urticae* se consideró como una plaga de cítricos en general en los países del norte de África (Marruecos, Argelia y Túnez), de clementino y limonero en España y en Italia, y no es plaga en Portugal e Israel.

En cítricos españoles causa daño sobre todo en clementino y en limonero, mientras que prácticamente no causa daños sobre naranjo y satsuma. En clementino parece que muestra una clara preferencia por la variedad Clemenules y otras variedades próximas.

La araña roja se encuentra presente en las plantas espontáneas de la cubierta vegetal de las parcelas de cítricos. En Castellón es especialmente abundante en *Equisetum palustre* L., *Convolvulus arvensis* L., *Tribulus terrestris* L. y *Parietaria officinales* L. En el sur de Alicante se encuentra sobre todo en *Parietaria judaica* L., *Lavatera cretica* L., *Solanum nigrum* L. y *Coniza bonariensis* L., mientras que en otras malas hierbas como *Amaranthus retroflexus* L. y *Chenopodium álbum* L. y *Convolvulus arvensis* ha sido desplazada por *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, especie muy similar pero que nunca ataca a cítricos (García-Marí, 2012).

La araña roja suele pasar el invierno en colonias que se desarrollan en las hojas de diversas plantas espontáneas, como las mencionadas anteriormente, migrando a las hojas tiernas de cítricos de la brotación primaveral al final de la estación. Por ello sus ataques se inician en muchos casos en focos cerca de los márgenes de los campos.

En cualquier caso, una parte importante de la población se mantiene en las hojas viejas de los cítricos durante el invierno ya que puede buscar refugio en las brotaciones tiernas o chupones del interior de los árboles, desde donde progresan sus ataques hacia arriba y al exterior de la copa.

Por ello se producen ataques intensos, aunque no exista cubierta vegetal en las parcelas (García-Marí, 2012).

Una característica importante de estos ácaros es la tendencia a la agregación viviendo en colonias y creando en ellas estructuras a base de hilos de seda que rodean el espacio físico donde se ubica la colonia. Estas estructuras sedosas tienen como finalidad la creación de un microclima adecuado para el desarrollo del ácaro, donde la temperatura permanece más o menos constante y la humedad relativa elevada. Además, les protege de pequeños depredadores como los fitoseidos y les sirve para dispersarse a otras plantas cuando el alimento se ha agotado. Estas colonias, recubiertas de seda, se localizan en el envés de la hoja, a diferencia de otras especies de tetránidos que viven preferentemente sobre el haz (García-Marí, 2012). Es importante destacar que *T. urticae* puede soportar un rango de temperaturas entre 2 y 44°C (Elshazly, 2015).

2.3 Morfología

La araña roja, en estado de hembra adulta, alcanza una longitud de 0,5 o 0,6 mm. Presenta una coloración variable, dependiendo del clima, sustrato y edad del ácaro. Pueden adoptar una coloración amarillenta, verdosa, roja e incluso marrón, con dos manchas oscuras más o menos grandes situadas en las zonas laterales del dorso. El color de los machos y estados inmaduros recuerda al de los adultos, pero siempre tienen una tonalidad más clara. Los machos son visiblemente menores que las hembras, con el cuerpo fusiforme y las patas más largas en relación al tamaño del cuerpo. Los huevos son esféricos, lisos y de color blanquecino, ámbar o anaranjado oscureciéndose a medida que avanzan en su desarrollo (García-Marí, 2012).

Las hembras adultas se reconocen por su color rojo y se observan en las colonias como diminutos puntos de este color, pero el resto de formas, tanto larvas y ninfas como machos y huevos, son de color claro y apenas son visibles a simple vista (García-Marí, 2012).

2.4 Daños producidos en la planta

El ácaro produce daños en la planta al penetrar los estiletes en la planta y succionar el contenido celular. Los estiletes alcanzan una profundidad aproximadamente de 70-120 nm. En función de las especies atacadas y la densidad de población producen daños en el tejido esponjoso del mesófilo de la hoja e incluso puede verse afectado el parénquima de empalizada (Villar, 2003).

Los ácaros, cuando se alimentan de las plantas, causan decoloración y desecación que en la mayor parte de los casos se manifiesta con manchas amarillentas y/o abombamientos en el haz. Puede producir intensas y bruscas defoliaciones, especialmente en verano. También en los frutos pueden sufrir daños que se manifiestan con manchas herrumbrosas difusas por toda la superficie del fruto maduro. Si los ataques son fuertes, el fruto aparece de color gris sucio (IVIA, 2016).

2.5 Métodos de control

Tradicionalmente el control de plagas se ha basado en el empleo de plaguicidas, lo más eficaces posibles y también si es posible con el mínimo coste. Se han basado en los típicos “calendarios de tratamientos” que fueron útiles en su momento, pero que cada vez van quedando más desfasados, aunque muchos agricultores aún se encuentran en esta fase, que puede calificarse como una lucha química indiscriminada (Coscollá, 2004).

En la actualidad, las estrategias de control tienden hacia un control integrado, es decir, tanto biológico como químico. Además, mediante las prácticas culturales se puede disminuir los ataques de las plagas evitando que se den las condiciones favorables para la implantación y proliferación de las plagas.

Dentro de las distintas plagas que afectan a los cítricos algunas se encuentran bajo un control natural satisfactorio gracias a distintos depredadores que las mantienen en niveles aceptables. Sin embargo, existen otros que necesitan una atención especial y requieren de tratamientos. Dentro de estas últimas destaca el ácaro *T. urticae*, el cual se ha convertido en una importante plaga en clementino, dada su especial sensibilidad, provocando intensas y bruscas defoliaciones (Aucejo y Jacas, 2005).

A todo ello hay que añadir que con los métodos de manejo utilizados en la agricultura ecológica se incrementa la riqueza de plantas adventicias y de enemigos naturales, aspecto de gran importancia en la proliferación de la plaga. El incremento de la riqueza de especies como media se encuentra alrededor del 30% en comparación con un manejo convencional (Laborda, 2012).

2.5.1 Control biológico

En cítricos las especies de depredadores que se encuentran alimentándose de las colonias de *T. urticae* incluyen ácaros e insectos. Entre los ácaros destacan los fitoseidos *Neoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persimilis*. El fitoseido *E. stipulatus*, que es el más abundante en hojas de cítricos, es sin embargo incapaz de entrar en las colonias de araña roja por impedírsele la seda que cubre la colonia (García-Marí, 2012). La mayoría de estas especies son polífagas, ya que se alimentan de una gran variedad de microartrópodos, así como de melaza, polen u hongos (Aucejo y Jacas Miret, 2005). Entre los insectos depredadores, los más abundantes son *Stethorus punctillum*, *Chrysoperla carnea*, *Feltiella acarisuga*, *Scolothrips longicornis* Priesner, *Conwentzia psociformis* y *Semidalis aleyrodiformis* (García-Marí, 2012).

2.5.2 Control químico

La aplicación de acaricidas específicos, como tebufenpirad o hexitiazox, resuelve el problema de los incrementos de las poblaciones de araña roja a corto plazo, pero con el tiempo ha demostrado tener consecuencias indeseables. Entre dichas consecuencias se encuentran las apariciones de resistencias.

Los primeros fenómenos de resistencia a plaguicidas aparecieron en los años cincuenta y desde entonces el número de casos no ha hecho más que aumentar (Aucejo y Jacas, 2005). La temperatura y la humedad relativa tiene efectos sobre la toxicidad de los insecticidas incidiendo de manera importante en su eficacia en el control de plagas (Elshazly, 2015). Así mismo, el resultado de los acaricidas está relacionado con la acción combinada de este con la temperatura y la humedad relativa (Auger *et al*, 2003)

Se considera que el mecanismo más importante por el que una población se convierte en resistente a un producto químico es el de la selección genética: los individuos presentan diversos grados de sensibilidad al plaguicida y, al verse sometidos a la presión selectiva de este, la proporción de genes resistentes en la población aumenta (García-Marí *et al.*, 1990). Otra consecuencia de la aplicación de estos acaricidas que fomenta la proliferación de araña roja tras aplicaciones excesivas de estos es a la eliminación de fitoseidos y otros artrópodos beneficiosos (Aucejo y Jacas, 2005). Además, las poblaciones de esta se incrementan de forma espectacular tras la aplicación especialmente de piretroides y algunos fosforados (García-Marí, 2012).

Actualmente, se sigue una estrategia de control integrado donde los plaguicidas solo deberán utilizarse cuando se alcance el nivel económico de ataque, es decir, cuando las pérdidas que vaya a causar las plagas sean superiores al coste del tratamiento (Coscollá, 2004). Además, eligiéndose los plaguicidas por su eficacia, impacto sobre la fauna útil (especialmente sobre ácaros fitoseidos) y posibles problemas de resistencias (García-Marí, 2012).

2.5.3 Control cultural

Las prácticas culturales constituyen uno de los métodos más antiguos en la lucha contra plagas y enfermedades y se basa en un conjunto de medidas que pueden recomendarse con el fin de evitar o hacer poco favorable la instalación de una plaga o enfermedad sobre el cultivo.

Estas prácticas culturales pueden ser de tipo directo como la eliminación o destrucción del parásito por acciones mecánicas, eliminación de focos o poda de partes atacadas, o de tipo indirecto como los que persiguen la mejor sanidad posible del cultivo, rotaciones o épocas de cultivo que eviten el parásito (Coscollá, 2004). La fertilización también presenta un papel muy importante en el desarrollo de *T. urticae* pues en estudios realizados se han observado que a mayor cantidad de N y P la proliferación de dicha plaga se ve favorecida mientras que en el caso del K no sucede lo mismo (Wermelinger *et al*, 1991).

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Ensayo de laboratorio

La realización del ensayo de laboratorio tiene como objetivo el estudio de la toxicidad de los productos fitosanitarios empleados sobre *T. urticae* en condiciones de laboratorio para su posterior ensayo en campo.

La metodología empleada en dicho ensayo consiste en el denominado ensayo disco de hoja, que consiste en la realización de incisiones circulares de 2 cm de diámetro, utilizando un sacabocados, del material vegetal seleccionado y colocarlos en placas Petri. Se colocan cinco discos por placa, con algodón humedecido con el fin de que el material vegetal se conserve verde el mayor tiempo posible (García-Marí *et al.*, 1988)

El material vegetal seleccionado corresponde a hojas de Mandarino clementino var. Arrufatina con un estado nutricional óptimo y con un limbo lo más liso posible.

Para dicho ensayo se utilizan hembras adultas de *T. urticae* y se depositaran dos individuos por disco habiendo un total de diez individuos por placa. Los ácaros para la realización del ensayo se obtuvieron de parcelas de cítricos normalmente tratadas con plaguicidas.

Estas son colocadas sobre el disco de hoja con la ayuda de un pincel, humedeciéndose la punta lo suficiente para que la hembra de *T. urticae* quede adherida a la misma. Con ello se consigue que la colocación de los individuos se facilite y se disminuyan los daños que puedan ser ocasionados a los mismos.

A partir de ese momento, se procede a realizar un seguimiento diario y comprobar que los individuos se han adaptado adecuadamente a los discos de hoja antes de realizar el tratamiento. Al cabo de tres días, tiempo suficiente para que los individuos se hayan adaptado, se realiza el tratamiento con los productos fitosanitarios objeto de estudio y se realiza un seguimiento durante 8 días realizando conteos el día 1, día 2, día 5 y día 6 para observar la evolución de los efectos de dichos productos sobre los individuos. Además, se determina el número de huevos existentes al final del ensayo para evaluar la fertilidad.

Los tratamientos fueron realizados utilizando un pulverizador a una distancia de 20 cm sobre las placas aplicando las dosis determinadas en los ensayos.

En el experimento se utilizaron cuatro placas Petri correspondiéndose cada una de ellas a un producto con una dosis determinada, incluyendo la placa control, donde no se efectuó ningún tratamiento.

3.2 Parcelas

Los ensayos se desarrollaron en dos parcelas de cítricos situadas en los términos de Ribarroja y Manises durante los meses de marzo, abril y mayo, donde se disponía de árboles adultos de clementino, de la variedad Arrufatina y Clemenpons respectivamente. Las parcelas se encuentran en una zona donde el cultivo de cítricos es predominante y ambas se encuentran rodeadas por parcelas donde existen cítricos.

Las parcelas donde se han realizado los ensayos eran relativamente pequeñas, de tamaño habitual en la zona. La superficie de la parcela 1 es de 2,7 ha y la de la parcela 2 de 1,12 ha. Los detalles de las parcelas se muestran en la tabla 1. Ambas parcelas son gestionadas por técnicos de una empresa privada especializada en el asesoramiento agrícola.

En cuanto al manejo de las parcelas, las adventicias emergentes en las líneas son controladas mediante herbicidas mientras que en las calles se deja una cubierta vegetal que es sometida a un laboreo en los momentos más adecuados.

En ambas parcelas el sistema de riego establecido es riego localizado y se realiza una fertilización semanal. Los árboles fueron sometidos a una poda adecuada antes de realizar el ensayo, con el fin de evitar zonas que no hayan sido tratadas debido a la imposibilidad del producto a alcanzar a esta.

Tabla 1. Características de las parcelas.

Parcela	Municipio	Variedad	Patrón	Marco de plantación	Edad
1	Ribarroja	Arrufatina	Carrizo	4x5	10 años
2	Manises	Clemenpons	Carrizo	3.5x4	11 años

3.3 Productos

En los ensayos realizados se han utilizado dos productos autorizados en agricultura ecológica y un producto de síntesis química utilizado en agricultura convencional.

Polisulfuro de cal es uno de los productos autorizados en agricultura ecológica que se ha utilizado en este estudio. Según el vademécum para la agricultura ecológica, se trata de un producto con actividad acaricida, fungicida preventivo e insecticida que actúa directamente o por

descomposición liberando azufre elemental presentado en forma de concentrado soluble. Se trata de un producto utilizado en frutales de hoja caduca y parrales de vid a una dosis del 10 %. El ensayo en cítricos para el control del ácaro *T. urticae* se ha realizado con una dosis del 2.5% siguiendo las recomendaciones de técnicos para evitar el posible daño al árbol.

Servamite es otro producto utilizado en el ensayo y que puede utilizarse en agricultura ecológica. Se trata de un producto formulado a base de extractos vegetales de leguminosas y aceites esenciales también de origen vegetal. Según el fabricante, el producto refuerza o complementa la respuesta de autodefensa de la planta frente a las plagas. La forma de actuación es fundamentalmente como repelente anti-alimentario, no presenta una acción biocida directa y es totalmente compatible con la fauna auxiliar (SERVALESA, 2016)

Comanche es el producto de síntesis química que se ha utilizado en el estudio. La materia activa de dicho producto es tebufenpirad, que se trata de un acaricida que actúa por ingestión y por contacto sobre todas las formas móviles de ácaros fitófagos y no es compatible con la fauna auxiliar pues es tóxico para la misma. No se trata de un producto sistémico, pero posee acción translaminar del haz al envés de la hoja. (BASF, 2016)

Los productos utilizados para la realización de los ensayos se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Productos ensayados en el estudio de eficacia contra *T. urticae*

Producto comercial	Materia activa	Compañía	Riqueza	Dosis máxima autorizada para <i>T. urticae</i>	Dosis ensayada
Servamite	Extractos vegetales. Aceites de origen vegetal.	Servalesa	14%(p/v) 10%(p/v)	0,25-0,3%	0,25%
Sulfocal	Polisulfuro de cal	Servalesa	18,5%(p/v)	10%	2,5%
Comanche	Tebufenpirad	Basf Española, S.A.	20 %(p/p)	35 g/hl	35 g/hl

3.4 Ensayos de campo

En el estudio de la eficacia de los productos en el control de *T. urticae* se han realizado dos ensayos en diferentes épocas.

3.4.1 Ensayo 1: Comparación entre productos ecológicos

En el primer ensayo, que tuvo lugar desde el 29 de febrero hasta el 30 de marzo, se realizó una comparativa entre los dos productos autorizados en agricultura ecológica, con el fin de obtener la mortalidad y la fertilidad de la araña roja en ambos casos.

En primer lugar, se determinó las zonas correspondientes a cada tratamiento (Polisulfuro de cal, Servamite y Testigo) en la parcela y, una vez determinadas, se realizó un muestreo pre-tratamiento con el fin de establecer los niveles iniciales de araña en cada zona. Tras la realización del muestreo se realizó el tratamiento correspondiente a cada zona. Cada tratamiento se realizó con un turbo-atomizador aplicando 25 L/min a una velocidad de 1,3 km/h y a 1800 rpm y aplicando 3000 L/ha. En la zona correspondiente al Servamite se realizó el tratamiento con Servamite a una dosis de 0,25% y además se aplicó junto con un mojante a 0,05%. En la zona correspondiente al Polisulfuro de cal se realizó el tratamiento con dicho producto a una dosis del 2.5%.

Tras la realización del tratamiento se realizaron muestreos cada 7 días determinando en cada uno de ellos el porcentaje de hojas sintomáticas que presentan formas móviles y huevos de *T. urticae*.

Los materiales utilizados en los muestreos son bolsas de papel, donde se introducían las hojas seleccionadas, y una nevera portátil para introducir las bolsas con las correspondientes muestras y asegurar una correcta conservación de las mismas.

La metodología seguida en los muestreos es la selección totalmente al azar de cien hojas que presenten el síntoma de ataque de araña, ya que se está evaluando la efectividad del producto. En el caso de la zona del testigo, el número de hojas seleccionadas es de 50 ya que la superficie total es mucho menor en comparación a las dos otras zonas.

Una vez obtenidas las muestras de cada zona, se llevaron al laboratorio donde se determinó, mediante una lupa binocular, la presencia o no de formas móviles y huevos en cada una de las hojas.

3.4.2 Ensayo 2: Comparación entre un producto ecológico y un producto de síntesis química

En el segundo ensayo, que tuvo lugar desde el 12 de abril hasta el 23 de mayo, se realizó una comparativa entre el producto ecológico y el producto de síntesis química, con el fin de obtener la mortalidad y la fertilidad de la araña roja en ambos casos.

En primer lugar, se determinaron las zonas correspondientes a cada tratamiento (Comanche, Servamite y Testigo) en la parcela y, una vez determinadas, se realizó un muestreo pre-tratamiento con el fin de establecer los niveles iniciales de araña en cada zona. Tras la realización del muestreo se realizó el tratamiento correspondiente a cada zona. Cada tratamiento

se realizó con un turbo-atomizador aplicando 25 L/min a una velocidad de 1,3 km/h y a 1800 rpm y aplicando 3000 L/ha. En la zona correspondiente a Servamite se realizó el tratamiento con Servamite a una dosis de 0,25% y además se aplicó junto con un mojante a 0,05%. En la zona correspondiente al Comanche se realizó el tratamiento con dicho producto a una dosis de 350g/1000L y además se aplicó junto con un mojante a 0,05%.

Tras la realización del tratamiento se realizaron muestreos cada 7 días determinando en cada uno de ellos el porcentaje de hojas sintomáticas que presentan formas móviles y huevos de *T. urticae*.

Los materiales utilizados en los muestreos son bolsas de papel, donde se introducían las hojas seleccionadas, y una nevera portátil para introducir las bolsas con las correspondientes muestras y asegurar una correcta conservación de las mismas.

La metodología seguida en los muestreos es la selección totalmente al azar de cien hojas que presenten el síntoma de ataque de araña, ya que se está evaluando la efectividad del producto. En el caso de la zona del testigo, el número de hojas seleccionadas es de 50 ya que la superficie total es mucho menor en comparación a las dos otras zonas.

Una vez obtenidas las muestras de cada zona, se llevaron al laboratorio donde se determinó, mediante una lupa binocular, la presencia o no de formas móviles y huevos en cada una de las hojas.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Ensayo de laboratorio

En la figura 1 se observa claramente que el tratamiento con Servamite presenta una mayor toxicidad en cuanto a porcentaje de araña viva. En el primer muestreo realizado el porcentaje disminuye drásticamente y a partir del segundo muestreo realizado el porcentaje de araña roja viva es nulo. Los tratamientos con Sulfocal y Comanche parecen tener un efecto acaricida más gradual en el tiempo pues el descenso no se produce tan drásticamente. El testigo ha permanecido con la totalidad de los individuos durante todo el ensayo.

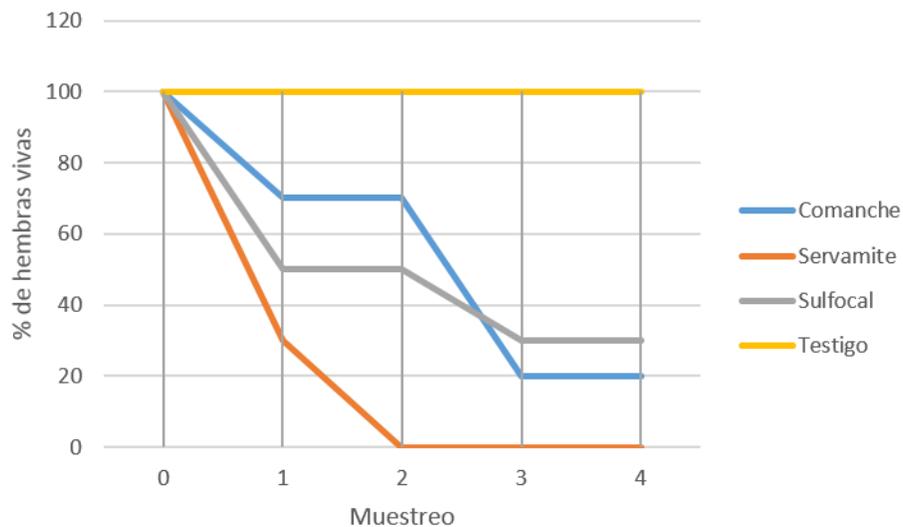


Figura 1. Evolución del porcentaje de araña roja viva con cuatro tratamientos distintos.

Como se observa en la figura 2 el tratamiento testigo presenta una fertilidad muy elevada debido a la ausencia de aplicación de producto. El tratamiento con Sulfocal ha sido el que menor número de huevos ha tenido mientras que los tratamientos con Servamite y Comanche la fertilidad es mayor, aunque inferior a la del testigo.

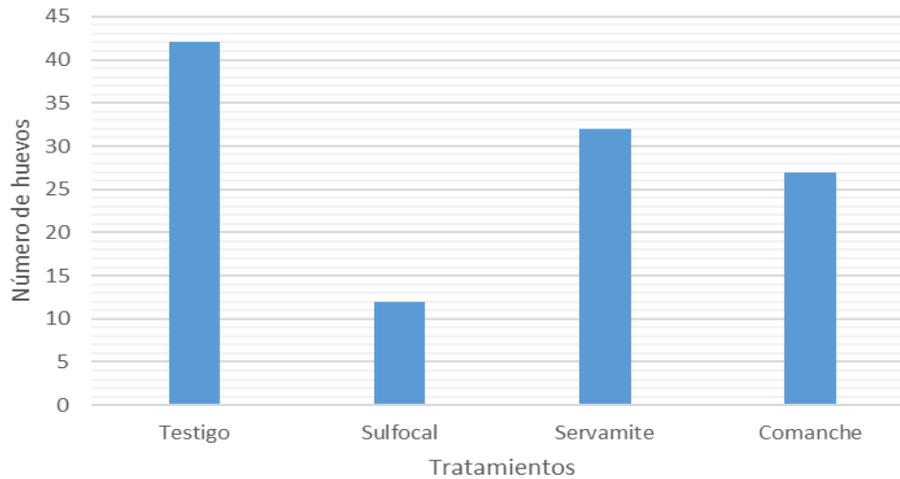


Figura 2. Ovoposición al final del ensayo.

4.2 Comparación entre productos ecológicos en campo.

En la figura 3 se observa que las eficacias de ambos tratamientos presentan diferencias entre sí. Por una parte, encontramos que el Sulfocal ha disminuido el porcentaje de araña roja viva notablemente y manteniendo dicho porcentaje bajo en el tiempo. Por otra parte, en el tratamiento con Servamite se produce una disminución, pero a partir del segundo muestreo dicho porcentaje se incrementa hasta alcanzar niveles similares a los del testigo, lo que indica que la eficacia no ha sido la adecuada. El tratamiento control o testigo se ha mantenido constante en el tiempo.

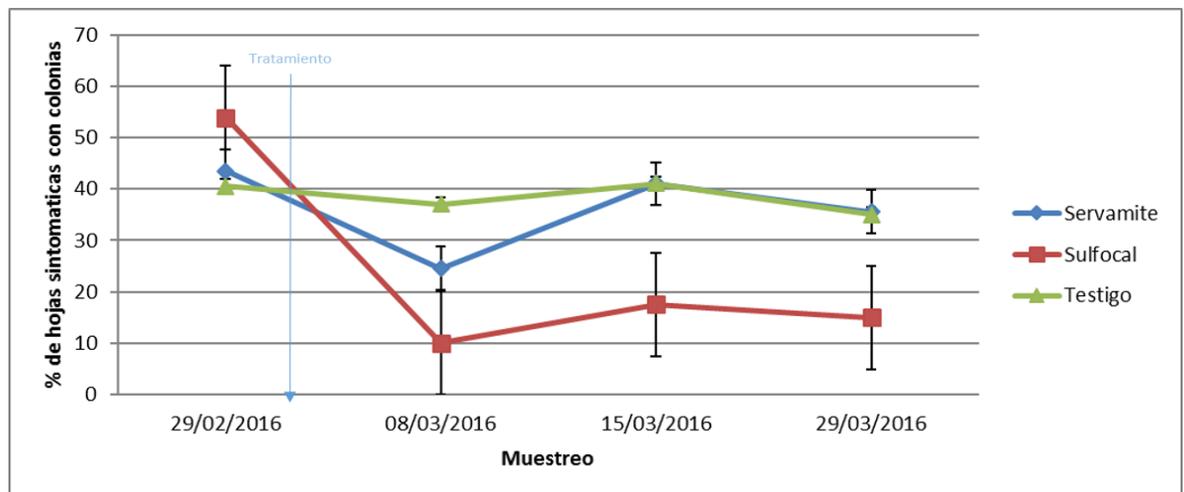


Figura 3. Evolución del porcentaje de hojas sintomáticas con presencia de colonias de araña roja viva con tres tratamientos distintos en campo. Las barras verticales corresponden al error estándar.

La figura 4 indica la evolución de la temperatura a lo largo del ensayo y se observa que la temperatura media durante el inicio del ensayo era próxima a los 10 °C.

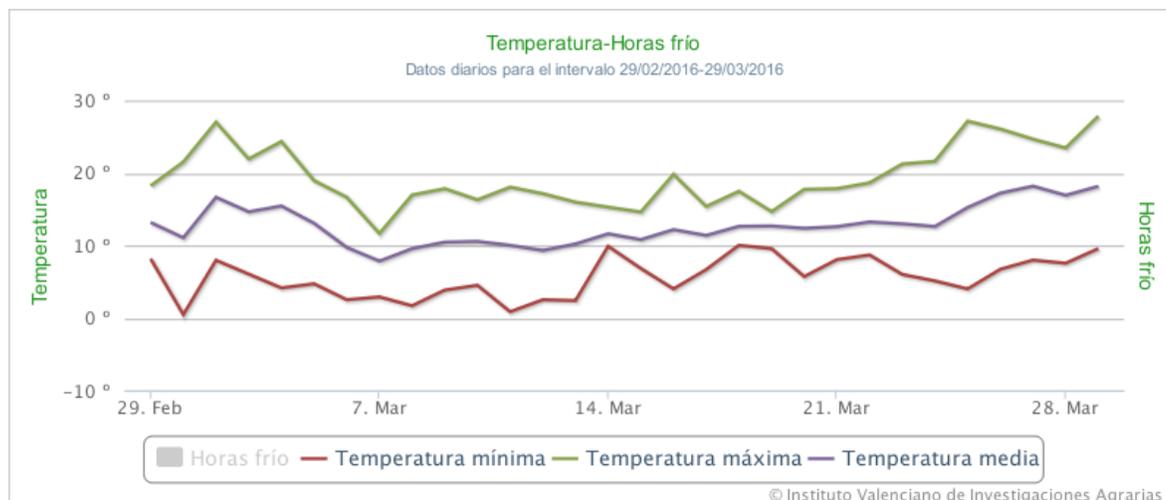


Figura 4. Evolución de la temperatura durante el ensayo según el IVIA.

Como se puede observar en la tabla 3 en el caso de Sulfocal la eficacia tras el tratamiento es elevada y aunque disminuya a lo largo del ensayo a los 29 días sigue siendo elevada, por lo que los resultados obtenidos son satisfactorios. Por otra parte, en el caso de Servamite la eficacia tras el tratamiento no ha sido muy elevada y a lo largo del ensayo ésta ha disminuido hasta niveles próximos al 0%.

Tabla 3. Eficacia de los productos a los 8 y 29 días después del tratamiento. Cálculo según la fórmula de Henderson-Tilton.

Producto	Materia activa	Eficacia a los 8 días	Eficacia a los 29 días
Sulfocal	Polisulfuro de cal	79,7%	67,8%
Servamite	Extractos vegetales	38,4%	5,6%

Como se puede observar en la figura 5 el porcentaje de huevos presentes en las hojas muestreadas solo disminuye notablemente en el tratamiento realizado con Sulfocal. En el caso del tratamiento con Servamite la disminución no es muy importante manteniéndose más o menos estable a lo largo del ensayo.

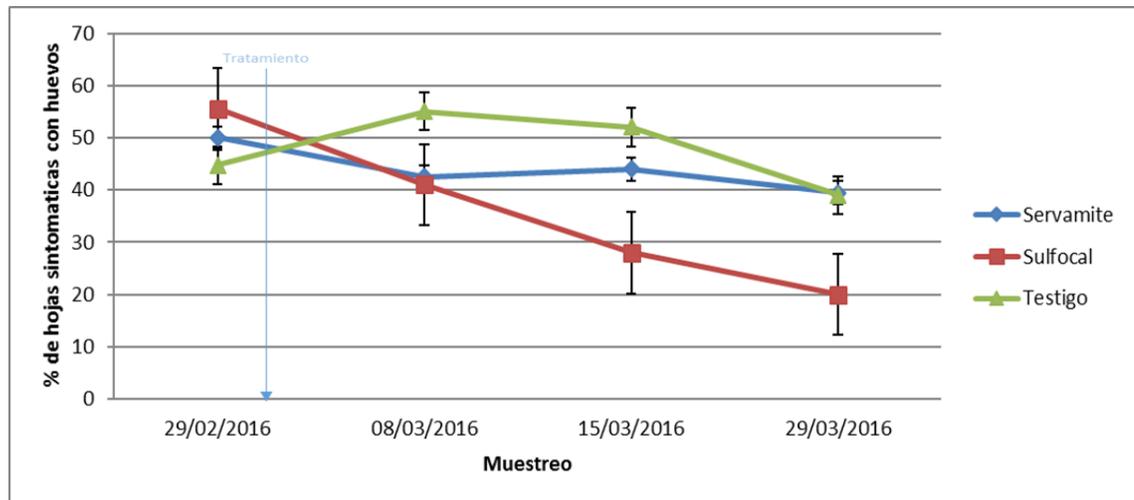


Figura 5. Evolución del porcentaje de hoja sintomática con presencia de huevos con tres tratamientos distintos en campo. Las barras verticales corresponden al error estándar.

4.3 Comparación entre un producto ecológico y un producto de síntesis química.

Como se observa en la figura 6 ambos productos han sido eficaces, pues tras la aplicación del tratamiento el porcentaje de araña roja viva disminuye mientras que en el testigo se incrementa. Tras el segundo muestreo Servamite parece estabilizarse reduciendo su eficacia mientras que en Comanche sigue disminuyendo, aunque no tan drásticamente. Tras el tercer muestreo se produce una reducción generalizada en las tres tesis, que podría ser debido a un fenómeno externo al ensayo. A partir del cuarto muestreo la tendencia en las tres tesis es a un incremento del porcentaje de araña viva.

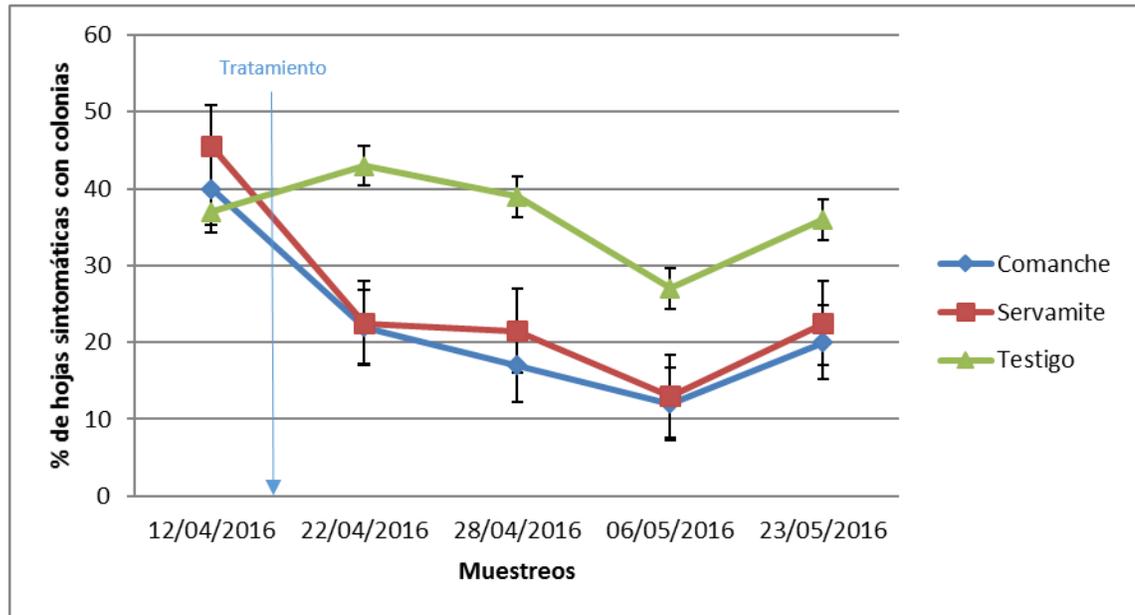


Figura 6. Evolución del porcentaje de hojas sintomáticas con presencia de colonias de araña roja viva con tres tratamientos distintos en campo. Las barras verticales corresponden al error estándar.

En la figura 7 se muestra la evolución de la temperatura durante el ensayo y se observa que la temperatura media en algunos periodos supera los 20°C.

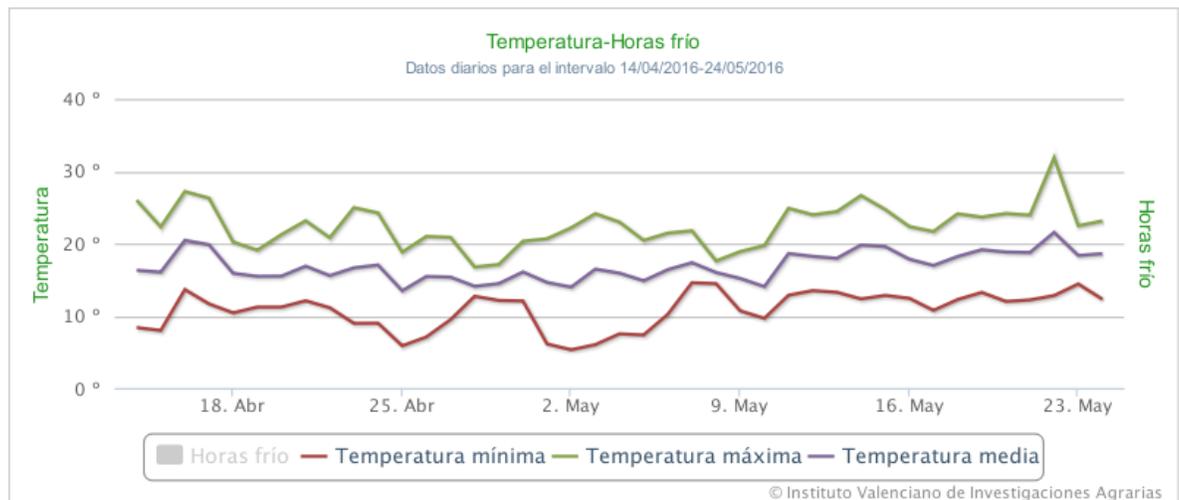


Figura 7. Evolución de la temperatura durante el ensayo según el IVIA.

Como se observa en la tabla 4 la eficacia de ambos productos se ha incrementado a lo largo del estudio y, además, se puede apreciar que ambos productos presentan unas eficacias similares.

Tabla 4. Eficacia de los productos a los 8 y 22 días después del tratamiento. Cálculo según la fórmula de Henderson-Tilton.

Producto	Materia activa	Eficacia a los 8 días	Eficacia a los 22 días
Comanche	Tebunfenpirad	52,7 %	58,9%
Servamite	Extractos vegetales	57,4%	60,8%

Como se observa en la figura 8 el porcentaje de huevos existentes en las hojas muestreadas disminuye en los tratamientos con Comanche y con Servamite mientras que dicho porcentaje se mantiene estable sin variaciones en el tratamiento control. Posteriormente a la caída del porcentaje de huevos tras el tratamiento se produce una estabilización en ambos tratamientos.

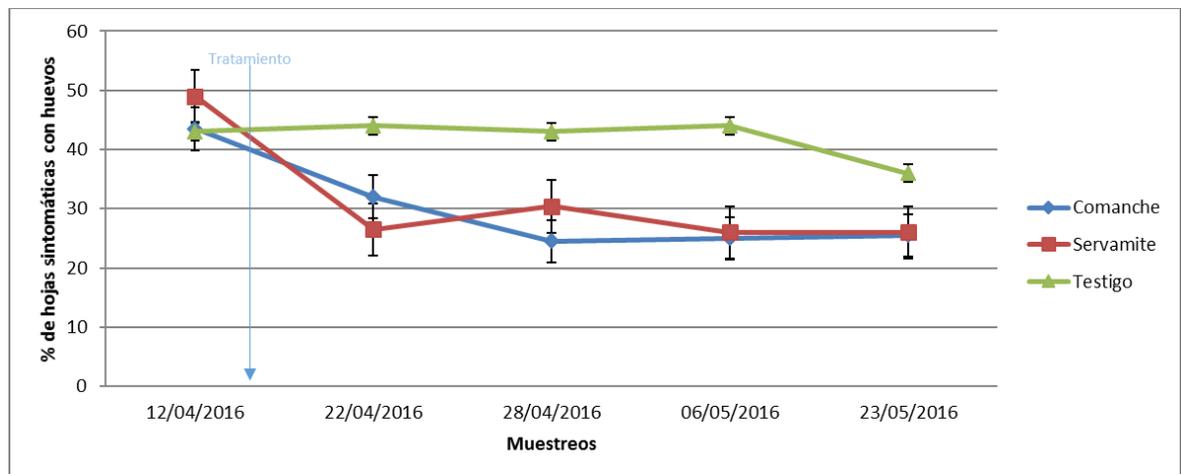


Figura 8. Evolución del porcentaje de hoja sintomática con presencia de huevos con tres tratamientos distintos en campo. Las barras verticales corresponden al error estándar.

5 CONCLUSIONES

Se observa que todos los productos ensayados presentan un efecto acaricida sobre la araña roja. En condiciones de laboratorio Servamite tiene un efecto de choque ya que tras el segundo muestreo la mortalidad era total mientras que Sulfocal y Comanche no presentan el mismo efecto de choque y la mortalidad es más baja, actuando de forma más lenta. En cuanto a la fertilidad, todos los productos ensayados reducen la puesta de huevos siendo Sulfocal el que mayor incidencia ha tenido. Comanche y Servamite han presentado un efecto similar.

En condiciones de campo, Sulfocal ha presentado un control satisfactorio sobre la población de araña roja teniendo además una persistencia prolongada ya que los niveles de araña roja se han mantenido bajos durante todo el ensayo.

Servamite ha presentado un efecto satisfactorio sobre el control de araña roja siendo su efecto similar al Comanche por lo que el uso de este último podría ser sustituido por el producto ecológico. No obstante, Servamite ha sido efectivo sólo en el tratamiento realizado en primavera con temperaturas superiores a 15ª mientras que el tratamiento realizado a finales de invierno no presenta la misma eficacia.

Parece por tanto recomendable el uso de ambos productos estudiados en el control de *T. urticae* en las condiciones más apropiadas para cada uno de ellos.

6 BIBLIOGRAFÍA

AUCEJO, S.; JACAS, J. (2005). Métodos de control de la araña roja en cítricos. *Vida rural*,210:30-33.

AUCEJO, S.; FOO, M.; RAMIS, M.; TRONCHO, P.; GÓMEZ-CADENAS, A.; JACAS, A. (2003). Evaluación de la eficacia de algunos acaricidas contra la araña roja, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), en clementino. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 29:453-459.

AUGER, P.; GUICHOU, S.; KREITER, S. (2003) Variations in acaricidal effect of wettable sulfuro n *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of temperatura, humidity and life stage. *Pest Management Science*, 59:559-565.

BASF (2016) Basf Crop Protection España, visto el 8 de abril de 2016. http://www.agro.basf.es/agroportal/es/es/crop_protection/crop_protectionproduct_catalogue/product_details_1737.html

COSCOLLÁ RAMÓN, R. (2004). *Introducción a la producción integrada*. Editorial Phytoma. Valencia.

DE LIÑÁN, C. (2016). Vademécum para la producción ecológica. *Ecovad.*,12.

ELSHAZLY, M. Y.M. (2015) Effect of temperature and relative humidity on certain acaricides toxicity. *4th International Conference on Informatics, Environment, Energy and Applications*,82. 8-14.

FAO (2010). Código internacional de conducta sobre la distribución y utilización, visto el 23 de mayo de 2016.

http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Spanish_Policy10.pdf

GARCIA-MARÍ, F. (2012). *Plagas de los cítricos*. Editorial Phytoma.Valencia.

GARCIA-MARÍ, F.; ROCA, D.; FONBUENA, P.; FERRAGUT, F.; COSTA-COMELLES, F. (1988). Acción de los acaricidas tetradifón y dicofol sobre los huevos y adultos de *Panonychus citri* (McGregor) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae), en cítricos. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 14: 163-169.

GERSON, U. (2003). Acarine pest of citrus:Overview and non-chemical control. *Systematic & Applies Acaralogy*, 8:3-12.

IVIA (2016). Instituto valenciano de investigaciones agrarias, visto el 27 de febrero de 2016.

<http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/tetraniquidos/arana-roja>

IVIA (2016). Instituto valenciano de investigaciones agrarias, visto el 29 de marzo de 2016. <http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos>

LABORDA, R. (2012). *Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caqui y nectarina*. Tesis Doctoral en Ecosistemas Agroforestales. Univ. Politécnica de Valencia. 174 pp.

MAGRAMA (2016). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, visto el 27 de febrero de 2016.

<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>

MARTINEZ-FERRER, M. T.; CAMPOS, J. M.; FIBLA, J.M. (2012). Aplicación de aceite mineral para el control de la araña roja *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en huertos de clementinos. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 38: 269-279.

SERVALESA (2016). Servalesa productos específicos, visto el 27 de febrero de 2016. <http://servalesa.com/productos/especificos/sevamite/>

VILLAR, P. (2003). *Estudios del potencial biótico de Tetranychus urticae (Koch) (Acari: Tetranychidae) en distintas variedades de cítricos clementinos*. Trabajo fin de Carrera. Univ. Politécnica de Valencia. 70 pp.

WERMELINGER, B.; OERTLI, J.J.; BAUMGÄRTNER, J. (1991). Environmental factors affecting the life-tables of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). III. Host-plant nutrition. *Experimental & Applied Acarology*, 12: 259-274.

ZHANG, Z.Q. (2003). *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control*. CABI Publishing Wallingford, UK.