

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL**



**Efectos de la suelta de *Cryptolaemus montrouzieri* y *Exochomus quadripustulatus* sobre *Pulvinaria polygonata* en cultivo ecológico de cítricos**

TRABAJO FIN DE GRADO

Diciembre 2024

Autor: Carlos Riquelme Poveda

Tutor: Pedro Luis Guirao Moya

Cotutora: Esther María Martínez Amorós

**Resumen.** En el presente trabajo se evalúa el efecto del control biológico combinado con tratamientos fitosanitarios en una finca ecológica ubicada en Jacarilla, en la comarca de la Vega Baja, Alicante. Se liberaron los depredadores *Cryptolaemus montrouzieri* y *Exochomus quadripustulatus*, junto con la aplicación de aceite de parafina, para medir su impacto en la reducción de la plaga de la “cochinilla algodonosa de los cítricos y del mango” (*Pulvinaria polygonata*).

La plaga infesta cualquier zona de la parte aérea del árbol, debilitándolo y segregando una gran cantidad de melaza, lo que favorece la aparición de hongos saprófitos formando lo que se conoce como negrilla o fumagina, manchando de manera importante al árbol, afectando a la calidad de sus frutos.

Los resultados destacan la importancia de *C. montrouzieri* en el control de la plaga y la menor relevancia de *E. quadripustulatus*. Adicionalmente, se identificó la presencia y el apoyo del parasitoide *Microterys nietneri*. Las altas temperaturas del verano, combinadas con los tratamientos de aceite y los enemigos naturales, lograron una significativa disminución de la plaga, demostrando la viabilidad de este enfoque para el manejo integrado de plagas en cítricos ecológicos.

**Palabras clave:** control biológico, *Pulvinaria polygonata*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Exochomus quadripustulatus*, *Microterys nietneri*, aceite parafínico.

**Abstract.** This study evaluates the effect of biological control combined with phytosanitary treatments in an organic farm located in Jacarilla, in the Vega Baja region, Alicante. The predators *Cryptolaemus montrouzieri* and *Exochomus quadripustulatus* were released, along with the application of paraffin oil, to assess their impact on reducing the cottony citrus and mango scale *Pulvinaria polygonata*.

The pest can infest any aerial part of the tree, weakening it and secreting large amounts of honeydew, which promotes the growth of saprophytic fungi that form sooty mold. This results in significant staining of the tree and negatively affects fruit quality.

The results highlight the importance of *C. montrouzieri* in pest control, while *E. quadripustulatus* played a less significant role. Additionally, the presence and contribution of the parasitoid *Microterys nietneri* were identified. High summer temperatures, combined with oil treatments and natural enemies, achieved a significant reduction in the pest population, demonstrating the feasibility of this approach for integrated pest management in organic citrus crops.

**Keywords:** biological control, *Pulvinaria polygonata*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Exochomus quadripustulatus*, *Microterys nietneri*, paraffin oil.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
1.1.	CULTIVO DEL LIMÓN Y DE LA MANDARINA EN LA VEGA BAJA .....	4
1.2.	PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS COMUNES DE LIMONERO Y MANDARINO.....	5
1.2.1.	Pray ( <i>Prays citri</i> ) .....	5
1.2.2.	Ácaro rojo oriental ( <i>Eutetranychus orientalis</i> ) .....	6
1.2.3.	Mosca blanca ( <i>Aleurothrixus floccosus</i> ) .....	7
1.2.4.	Piojo blanco ( <i>Aspidiotus nerii</i> ).....	8
1.2.5.	Araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ).....	9
1.2.6.	Mosca mediterránea de la fruta ( <i>Ceratitis capitata</i> ) .....	10
1.2.7.	Piojo rojo de california ( <i>Aonidiella aurantii</i> ) .....	10
1.3.	<i>PULVINARIA POLYGONATA</i> .....	11
1.3.1.	Morfología .....	12
1.3.2.	Biología.....	15
1.3.3.	Síntomas y daños .....	16
1.3.4.	Control químico.....	17
1.3.5.	Control biológico .....	17
1.4.	<i>CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI</i> .....	20
1.4.1.	Morfología .....	20
1.4.2.	Biología.....	21
1.5.	<i>EXOCHOMUS QUADRIPUSTULATUS</i> .....	22
1.5.1.	Morfología .....	22
1.5.2.	Biología.....	23
1.6.	<i>MICROTERTYS NIETNERI</i> .....	24
1.6.1.	Morfología.....	25
1.6.2.	Biología.....	25
2.	OBJETIVOS DEL TRABAJO .....	26
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1.	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA FINCA.....	26
3.2.	TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS Y SUELTAS DE ENEMIGOS NATURALES.....	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.	POBLACIÓN DE <i>PULVINARIA POLYGONATA</i> .....	30
4.2.	POBLACIÓN DE <i>CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI</i> .....	35
4.3.	POBLACIÓN DE <i>EXOCHOMUS QUADRIPUSTULATUS</i> .....	37

4.4.	POBLACIÓN DE <i>MICROTERTYS NIETNERI</i> .....	37
4.5.	DISCUSIÓN.....	38
5.	CONCLUSIONES .....	40
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	41

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. CULTIVO DEL LIMÓN Y DE LA MANDARINA EN LA VEGA BAJA

El cultivo de limonero (*Citrus limon*) y mandarino (*Citrus reticulata*) y en la comarca de la Vega Baja ha sido un pilar fundamental de la economía agrícola y un componente esencial de la identidad cultural de esta zona. Situada en la provincia de Alicante, la Vega Baja se distingue por su clima mediterráneo propicio para el cultivo de cítricos, así como por su rica tradición agrícola que se remonta a siglos atrás. La combinación de suelo fértil, condiciones climáticas favorables y el conocimiento transmitido de generación en generación ha convertido a esta región en un epicentro de producción de mandarinas y limones de alta calidad.

Según datos del Instituto Valenciano de Estadística (IVE), la provincia de Alicante, y en concreto la Vega Baja, es una de las principales zonas productoras de cítricos en España, con una destacada producción de mandarinas y limones.

En España, unas 43.635 hectáreas de encuentran cultivadas de limonero y, y unas 91.138 hectáreas de mandarino. En la Comunidad Valenciana, existen unas 16.392 ha dedicadas al cultivo de limonero y 69.527 ha al mandarino. Y, más específicamente, en la provincia de Alicante, hay un total de 16.088 ha pertenecientes al cultivo de limonero y unas 7.320 ha al de mandarino (MAPA, 2021).

En la Vega Baja, el limonero es el cultivo predominante de la zona, ocupando unas 13.545 ha de la superficie, suponiendo el 82,63% de la superficie total dedicada al cultivo de limonero en Alicante. El mandarino, sin embargo, es un cultivo mucho menos frecuente y ocupa mucha menos superficie, unas 3.948 ha, un 53,93% de la superficie total dedicada al cultivo de mandarino en la provincia (GVA, 2020).

Respecto a las producciones de limón y mandarina en España, se obtienen unos rendimientos de 23.879 kg/ha de limón y 23.629 kg/ha de mandarina, lo que supone un

total de producción nacional de 1.047.323 de toneladas de limón y 2.153.755 toneladas de mandarina (MAPA, 2021).

La Comunidad Valenciana produce 265.372 toneladas de limón y 1.337.836 toneladas de mandarina. Y dentro de esta, en Alicante, se obtienen unos rendimientos de 21.613 kg/ha y 24.918 kg/ha respectivamente, suponiendo una producción total de 265.372 toneladas de limón y 156.213 toneladas de mandarina en la provincia (MAPA, 2021).

En el caso del limón, las variedades más comunes son el limón Fino y el limón Verna (MAPA, 2021). Para la mandarina, se cultivan principalmente las variedades Clementinas y Satsumas, debido a su adaptabilidad al clima mediterráneo, alta demanda y buena calidad para la exportación (MAPA, 2006).

## **1.2. PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS COMUNES DE LIMONERO Y MANDARINO**

### **1.2.1. Pray (*Prays citri*)**

Plaga que afecta principalmente a limonero causando graves daños en las cosechas, aunque también puede actuar sobre mandarino, naranjo y otros cítricos.

Se trata de un pequeño lepidóptero cuyo modus operandi es: la deposición de huevos por parte de la hembra (solo se alimenta de néctar, no provoca daños) en la superficie de las flores cerradas en desarrollo para, posteriormente, tras la eclosión de estos, las larvas puedan alimentarse del interior (anteras y pistilo) de estas produciendo su muerte. También, pero en menor medida, las larvas pueden alimentarse de material de la epidermis de las hojas produciendo una especie de galerías. Las larvas producen seda durante su actividad. La presencia de esta seda, junto serrín y excrementos son un síntoma característico de la plaga (Imagen 1).

Respecto a su morfología, sus huevos son aplanados, lenticulares, blanquecinos. La larva puede ser de colores entre marrones, verdes y grisáceos, casi transparentes o translúcidas. Las crisálidas se envuelven con un tenue capullo sedoso. Y, por último, el adulto es de un tamaño de unos 10-12 mm de un color gris pardo con manchas oscuras distribuidas por el cuerpo. Las alas, cuyo color es más uniforme, cuentan con unos flecos largos que la bordean (IVIA, 2021).



Imagen 1. Daños producidos por *Prays citri* sobre flores y frutos recién cuajados (Fitoagrícola, 2023).

### **1.2.2. Ácaro rojo oriental (*Eutetranychus orientalis*)**

Esta plaga fue identificada por primera vez en España en Málaga, en el año 2001 y, tras su detección, se ha ido extendiendo por la península, sobre todo por las zonas citrícolas, tanto por las de la propia Andalucía como por la zona del levante, Alicante y Valencia.

En su desarrollo pasa por los estados de: huevo, de color transparente pasando a ámbar cuando maduran, aplanados con bordes redondeados, fijados a la superficie donde se encuentran por una capa de seda. Las ninfas son entre marrones y verdosas dependiendo de la alimentación. Por último, los adultos presentan un dimorfismo sexual, siendo el macho de cuerpo triangular, color anaranjado y patas más largas que el propio cuerpo, sin embargo, la hembra es de color marrón claro o castaño, pasando por un marrón más oscuro cuando envejecen y patas más cortas que el cuerpo.

Este ácaro se posiciona, preferentemente, en las zonas soleadas del árbol, en el haz de las hojas, operando de la siguiente forma: perfora la epidermis y absorbe la clorofila que contiene bajo ella, produciendo unas decoloraciones blanquecinas o plateadas, retrasándose en esa zona la coloración (Imagen 2)(IVIA, 2021).



Imagen 2. Síntoma de *Eutetranychus orientalis* sobre limonero (Phytoma, 2014).

### **1.2.3. Mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*)**

Su origen tiene lugar en Extremo Oriente. Aparece en España en el año 1968 en el puerto de Málaga, extendiéndose con gran rapidez hasta llegar a nuestra zona (Murcia y Alicante) en el intervalo de años de 1969 a 1971.

Los adultos de este hemíptero son de color amarillo con el cuerpo recubierto de una especie de cera pulverulenta. A partir de los huevos (aprox. 200 por hembra), normalmente depositados por la hembra en el envés de las hojas en una disposición semicircular o circular, surgen las larvas, las cuales pasan por 4 estadios ninfales, siendo de estos el 3 y el 4 los más dañinos por la alta secreción de cera y melaza, produciendo notables síntomas a simple vista (Imagen 3).

A parte de los problemas derivados de la secreción de estas sustancias, como favorecer la presencia de negrilla y de otras plagas, produce un debilitamiento de las zonas del árbol donde se sitúa, pudiendo incluso provocar la muerte de estas (IVIA, 2021).

En esta zona, normalmente, esta plaga está controlada por *Cales noacki*.



Imagen 3. *Aleurothrix floccosus* sobre hoja de limonero (Carlos Riquelme, 2024).

#### **1.2.4. Piojo blanco (*Aspidiotus nerii*)**

Se trata de una cochinilla que, durante el invierno, se encuentra refugiada en las hojas y madera de los árboles, pasando a los frutos jóvenes en primavera cuando estos comienzan a cuajar e infectándolos desde la zona del pedúnculo, donde se posicionan primeramente hacia el resto del fruto.

Los estados de desarrollo más característicos de la plaga son: ninfas alargadas que cuentan con un caparazón blanco del cual surgen los machos alados. Las hembras son amarillas y redondas, también con un caparazón pero de color marrón. Bajo este caparazón se encuentran los huevos ovalados, de color amarillo, de los cuales saldrán las larvas de primer estadio, móviles, que buscarán en la superficie del fruto un lugar donde fijarse de por vida clavando su estilete.

Los daños principales sobre los frutos vienen dados por esta fijación e inserción del estilete por parte de las larvas, que absorben la savia del fruto provocando una coloración verde alrededor de la zona que se aprecia claramente cuando el fruto pasa de color verde a amarillo (en limonero). Esto hace que, sumando la presencia de las cochinillas en la superficie a las decoloraciones de la epidermis, el fruto sea inviable para su comercialización (Imagen 4)(IVIA, 2021).



Imagen 4. *Aspidiotus nerii* adulto sobre limón y decoloración característica de este (IVIA, 2021).

### 1.2.5. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Es un ácaro muy polífago que afecta especialmente a los cítricos. Este pasa por los siguientes estados de desarrollo: el huevo, que es redondo, incoloro y su superficie es lisa. La larva amarilla con 3 pares de patas. Dos estados ninfales. Y los adultos, con dimorfismo sexual, machos amarillos anaranjados, mientras que las hembras son mayores, rojas, con el cuerpo ovalado.

Esta plaga actúa dispuesta en colonias, refugiadas en una especie de nidos de hilos de seda. Se alimenta de las células epidérmicas y parenquimáticas produciendo manchas amarillentas en las hojas y un aspecto abombado (Imagen 5). En verano, al estar en sus condiciones ideales de desarrollo, pueden provocar graves defoliaciones. También se alimentan de frutos, pero en este caso, les provoca unas coloraciones grisáceas y, si la presencia de plaga es alta, se pueden ver frutos totalmente grises. Pero, el síntoma más común es el “bigote” (Imagen 6), al situarse las colonias en la zona inferior del pedúnculo, producen hilos de seda y una acumulación de suciedad y hongos que le dan un aspecto característico (IVIA, 2021).



Imagen 5 y 6. Síntoma de *Tetranychus urticae* en haz de hoja (RAIF, 2017) y limón con bigote (RAES, 2017).

### 1.2.6. Mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*)

Se trata de un díptero perteneciente a la familia *Tephritidae* de carácter muy polífago, pero especialmente conocido en la zona de la Vega Baja por los daños provocados a la mandarina y la naranja.

El adulto de *Ceratitis capitata* es de unos 5 mm aproximadamente, tórax de color blanco con manchas negras, alas con manchas oscuras y bandas grises y amarillentas y abdomen con bandas negras y amarillas. Las hembras poseen un abdomen terminado en oviscapto puntiagudo y los machos un par de sedas en los ojos en forma de diamante. Pueden llegar a las 6-8 generaciones al año.

Los daños principales se deben a la introducción de los huevos por parte de la hembra en el interior de la fruta (Imagen 7 y 8), tanto por la perforación de la epidermis para realizar la puesta como por la posterior descomposición de la pulpa debida a la alimentación de las larvas en su interior. Esto produce una depreciación total de los frutos afectados (MAPA, 2009).



Imagen 7 y 8. Síntoma de la picadura de puesta de *Ceratitis capitata* en naranjas (IVIA, 2021).

### 1.2.7. Piojo rojo de california (*Aonidiella aurantii*)

El piojo rojo de California es un hemíptero de cuerpo pequeño, aproximadamente 2-3 milímetros de longitud, con forma ovalada y coloración variable que puede ir desde el rojo hasta el marrón oscuro. Es una plaga común en los cítricos, especialmente en naranjos, limoneros y otros árboles frutales de la familia Rutaceae.

Las hembras adultas tienen un escudo a modo de caparazón que las cubre y las protege, mientras que los machos adultos son alados y tienen una apariencia más fina (Imagen 9).



Imagen 9. Hembra adulta de *Aonidiella aurantii* sobre mandarina (IVIA, 2011).

Estos insectos se alimentan principalmente succionando el contenido de las células parenquimáticas y de la epidermis, de los tallos, ramas y frutos de los cítricos, causando debilitamiento, amarilleo de las hojas, caída prematura de frutos y, en casos graves, la muerte de la planta.

### **1.3. PULVINARIA POLYGONATA**

*Pulvinaria polygonata* (Cockerell, 1905) o “cochinilla algodonosa de los cítricos y del mango”, la plaga a tratar en este trabajo, pertenece a la familia Coccidae, género *Pulvinaria*, el cual cuenta con más de 130 especies.

Esta cochinilla es muy polífaga, se alimenta de gran diversidad de hospedantes, incluyendo especies del género *Citrus* (García Morales y col., 2016; Mani, 2016). Obtiene alimento succionando la savia de los tejidos vegetales donde se hospeda, ya sea hojas (Imagen 10), frutos, entrenudos (Imagen 11) provocando un debilitamiento de estos y, posteriormente del conjunto del árbol. Además, a parte de la ingestión de savia se encuentra la problemática de la posterior excreción en forma de melaza por parte de las larvas y hembras adultas. Esta melaza proporciona las condiciones idóneas para la formación de negrillas, provocadas por el hongo saprófito *Capnodium sp.*

Los primeros avistamientos de la plaga en la zona se produjeron en 2019 en el municipio de San Miguel de Salinas, Alicante, perteneciente a la comarca de la Vega Baja. Pero, anteriormente ya había sido identificada en otros cultivos de Islas Agalega, Australia,

Bangladesh, China, Islas Cook, Hong Kong, India, Japón, Laos, Maldivas, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán y Vietnam (Morales et. al ., 2016).

Tras observar grandes cantidades de melaza en árboles de toda clase de cítricos, los investigadores de la UPV (Universidad Politécnica de Valencia) tomaron muestras y se enviaron a analizar a la Universidad italiana de Padua, que confirmaron la presencia de *P. polygonata* en la zona (Phytoma, 2020).



Imagen 10 y 11. *Pulvinaria polygonata* y negrilla sobre hojas (izquierda) y sobre entrenudo (derecha) (Carlos Riquelme, 2023).

### 1.3.1. Morfología

Esta especie pasa por las siguientes fases de desarrollo:

-Huevo. Huevo de color verde característico de estos cóccidos en el que se aprecian dos manchas oscuras correspondientes con los ojos de la futura larva (Imagen 12 y 13).

-Larvas L1. Color verde amarillento, forma aplanada, con tres pares de patas y dos antenas. En la parte posterior poseen dos filamentos largos y brillantes y una marca longitudinal en el dorso de color más claro que en los posteriores estados. Es el estado con más capacidad de movimiento de los individuos (Williams, 1997)(Imagen 14).

-Larva L2. De color verde amarillento, también planas, que va pasando a marrón conforme va madurando y va aumentando de tamaño desde menos de 1 mm hasta aproximadamente 2 mm. Poseen una franja más marcada de color marrón oscuro o negro sobre la zona central. Mantienen los filamentos brillantes del anterior estadio. En la periferia del tercio anterior, se observan dos pares de canales blanquecinos (Williams, 1997)(Imagen 15 y 18).

-Larva L3. Se puede considerar larva de último estado o hembra adulta inmadura (sin ovisaco)(Imagen 16 y 18). Alcanza su tamaño final con un aspecto más abombado y oscuro que la L2 (Williams, 1997).

-Hembra adulta. Presentan un tamaño de unos 3-5mm. En este estado, el individuo comienza a desarrollar el “algodón” que dará lugar al posterior ovisaco, cuya puesta irá en el interior de este, manifestándose así el estado de la plaga más visual y llamativo (Phytoma, 2020)(Imagen 17).

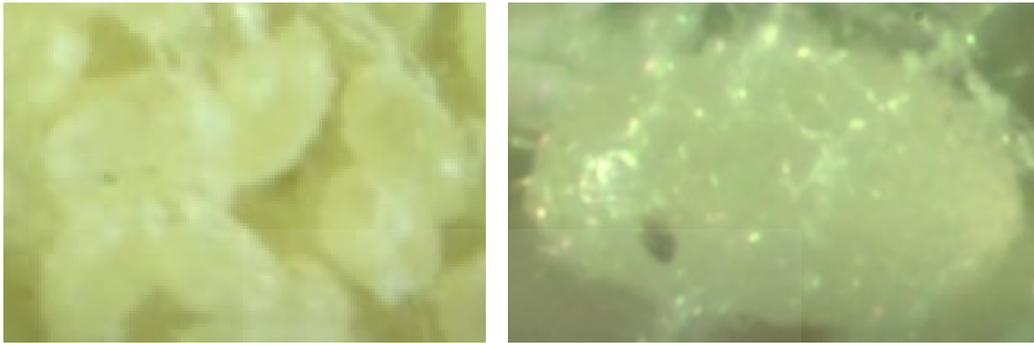


Imagen 12 y 13: Huevos de *Pulvinaria polygonata* en el interior de ovisaco (Llorens, 2023).



Imagen 14. Larvas L1 de *Pulvinaria polygonata* en el envés de hoja de limonero. (Carlos Riquelme, 2023)



Imagen 15. Larvas L2 de *Pulvinaria polygonata* en hoja de mandarino con referencia milimétrica en el borde inferior de la fotografía (Carlos Riquelme, 2023).



Imagen 16. Larva L3 de *Pulvinaria polygonata* en entrenudo de limonero (Carlos Riquelme, 2023).



Imagen 17. Hembra adulta de *Pulvinaria polygonata* con ovisaco (Carlos Riquelme, 2023).

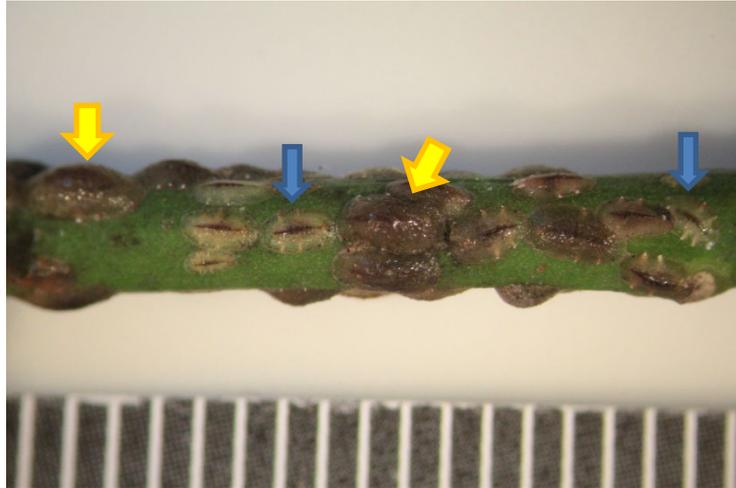


Imagen 18. Diferentes estados larvarios de *Pulvinaria polygonata* (L2: flecha azul y L3: flecha amarilla) con referencia milimétrica (Carlos Riquelme, 2023).

### 1.3.2. Biología

Respecto a la biología de este cóccido se conoce relativamente poco y la información existente no está lo suficientemente contrastada y corroborada.

*Pulvinaria polygonata* es una plaga muy polífaga que, aparte de atacar especies del género *Citrus*, también ataca especies de uso ornamental como *Clivia miniata* (Clivia), *Lantana spp*, *Glycosmis pentaphylla*, *Magnolia laevifolia*, *Nerium indicum*, *Plumeria rubra*, etc. (García Morales, 2016).

Esta plaga requiere, para un desarrollo exitoso en todos los aspectos, unas temperaturas de unos 27°C y una humedad relativa de 72% aproximadamente, evitando siempre zonas de la vegetación donde haya mucha sombra o incida muy intensamente el sol. Prefiere condiciones tropicales, subtropicales o invernaderos. (MAPA, 2020).

Se sabe que su reproducción, normalmente, es partenogenética, es decir, que los huevos se desarrollan sin ser fecundados, por lo tanto, tras la eclosión solo se obtendrán individuos hembra. Estas hembras, una vez han desarrollado el ovisaco, ponen en el interior los huevos, pudiendo llegar a poner hasta 200 huevos por saco (Llorens, 2023).

De estos huevos surge el primer estadio de desarrollo, las larvas L1, las más móviles, se dispersan por toda la planta y se alimentan de ella (principalmente en las hojas, entrenudos y frutos) clavando su estilete en el tejido y alimentándose de la savia. Tras ser procesada en su sistema digestivo, las larvas expulsan por el ano secreciones azucaradas (melaza) que quedan depositadas en el vegetal y en la cual se desarrolla un hongo (*Capnodium citri*) formando lo que se conoce como negrilla o fumagina (Llorens, 2023).

Tras alimentarse, las larvas L1 se fijan a la superficie, mudan su exoesqueleto blanquecino por la parte posterior y pasan al estadio L2, característico por ser también planas y por la franja negra-marrón que tienen sobre el dorso. Se encuentran normalmente en el envés de las hojas (principalmente en su nervio central), en brotes y entrenudos (en fruto se encuentran en menor cantidad), clavando su estilete y absorbiendo la savia para alimentarse excretando igualmente melaza. Mudan y emergen las larvas de tercer estadio (larva L3) (Llorens, 2023).

El siguiente estado de desarrollo es la larva L3 o hembra adulta sin ovisaco. Poseen filamentos finos y cortos rodeando la totalidad de su cuerpo. Mantiene los dos canales anteriormente mencionados en el previo estadio, por el cual secretan una sustancia blanquecina. Se mueven por la planta con sus tres pares de patas alimentándose y expulsando melaza como sustancia de desecho sobre la que se desarrolla la negrilla, quedando así manchados tanto el órgano donde se encuentre como sus alrededores. Conforme van madurando, van abombándose progresivamente debido a la producción de huevos en su interior hasta que se fijan y comienza la formación periférica de filamentos sedosos (mayor en la parte posterior) donde van realizando la oviposición. Finalmente, dichos filamentos rodean completamente el cuerpo del individuo, dando lugar a la hembra adulta con ovisaco, en cuyo interior se desarrollan los huevos hasta su eclosión. Las hembras adultas se suelen colocar con mayor frecuencia en el envés de las hojas y entrenudos de las ramas, a diferencia de las larvas L1 y L2 se pueden observar por cualquier parte, tanto haz como envés de la hoja, entrenudos, brotes tiernos e incluso en frutos (Llorens, 2023).

A partir de ellas vuelve a iniciarse de nuevo el ciclo de vida, el cual puede durar entre 2-3 meses y pudiendo desarrollarse este unas 2-3 veces por año en la zona del sudeste español, siendo la primera la más abundante y dañina (Llorens, 2023).

### **1.3.3. Síntomas y daños**

Los síntomas y daños que *Pulvinaria polygonata* produce en la vegetación son muy notables y característicos. A simple vista, se suele observar la negrilla (Imagen 19) en zonas donde se hospeda, aparte de abombamientos de hojas por la succión de savia (GVA, 2022).



Imagen 19. *Capnodium sp* (negrilla) sobre melaza de *Pulvinaria polygonata* (Carlos Riquelme, 2023).

La negrilla o fumagina se desarrollan en la melaza producida por las larvas, produciendo la capa negra característica. Esta fumagina favorece la proliferación de otras plagas en ella, como el ácaro rojo (*Panonychus citri*), además de impedir una realización óptima de la fotosíntesis. (GVA, 2022).

#### **1.3.4. Control químico**

Los formulados autorizados en el Registro de Productos Fitosanitarios, en octubre de 2024 contienen como materias activas: aceite de parafina, aceite de naranja, acetamiprid, azadiractin, deltametrin, maltodextrin y piriproxifen (MAPA, 2024).

El momento más adecuado para su tratamiento con insecticidas es cuando se detecte la mayor cantidad de individuos en estados L1 y L2 (MAPA, 2024).

#### **1.3.5. Control biológico**

Se conocen diversas especies de depredadores y de parasitoides que pueden ayudar a controlar la proliferación la plaga.

En el caso de depredadores, los más comunes son: *Cryptolaemus montrouzieri* (Imagen 20), coccinélido cuyo adulto posee élitros negros y protórax y cabeza naranja, larva blanca cubierta de cera, con aspecto parecido a los cóccidos (Imagen 21) a los que depreda camuflándose entre ellos para no ser devorado por aves insectívoras u otros depredadores. Éste suele ser utilizado para combatir el cotonet (*Planococcus citri*) en la

cuenca mediterránea. Pero, se observó que también depreda los huevos de *Pulvinaria polygonata* (IVIA, 2020).

Otro depredador es *Exochomus quadripustulatus* (Imagen 22), también un cóccido pero de mayor tamaño de *Cryptolaemus montrouzieri*, el cual es de color negro con 4 puntos negros-anaranjados sobre sus élitros. Tanto en estado larvario como adultos se alimenta de homópteros principalmente, en concreto a varios cóccidos del género *Pulvinaria* (*Saissetia*, *Ceroplastes*, *Sphaerolecanium* y *Coccus*) y pulgones, por lo que es interesante en el control de *P. polygonata*. *Exochomus quadripustulatus* actúa sobre los estados larvarios o inmaduros de los cóccidos, alcanzando una mayor incidencia con temperaturas de unos 25°C (Di Sora, 2022).



Imagen 20 y 21. Adulto (izquierda) y larva (derecha) de *Cryptolaemus montrouzieri* sobre hoja de limonero. (Carlos Riquelme, 2023).



Imagen 22. . Adultos de *Exochomus quadripustulatus* (izquierda) depredando a un adulto de *Pulvinaria polygonata*

En la categoría de parasitoides, encontramos también especies efectivas contra estos cóccidos. En primer lugar, *Microterys nietneri* (Imagen 23), himenóptero el cual se desarrollará posteriormente en el apartado 1.6.

En este apartado, destaca también otra avispa parásita de la familia *Aphelinidae*, *Coccophagus scutellaris*. Hembras de color negro con manchas blancas amarillentas en la parte trasera (Imagen 24), y machos de un tamaño menor y cuerpo completamente negro. Principales huéspedes: *Coccus hesperidum*, *Saissetia coffeae* y los primeros estadios de *P. polygonata* (Entocare, 2023).

Los síntomas de parasitismo, tanto de *M. nietneri* como de *C. scutellaris* son los mismos, una mancha oscura con un orificio en la superficie de la hembra (Imagen 25) (Ephytia, 2021).



Imagen 23. Hembra adulta de *Microteris nietneri* (IVIA, 2020).



Imagen 24 y 25. Adulto de *Coccophagus scutellaris* (izquierda) parasitando cóccidos. (Max Badgley, 2013) y adulto de *Pulvinaria polygonata* (derecha) parasitado por *Microteris nietneri* (Esther Martínez, 2023).

#### 1.4. *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI*

*Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant, 1853) es un coleóptero de la familia Coccinellidae originario de Australia y conocido por su excelente papel en el control de numerosas especies de cochinillas en una amplia gama de cultivos alrededor de todo el mundo.

Se empleó por primera vez en cítricos contra cotonete (*Planococcus citri*), donde se demostró su eficacia y se dio pie a su amplio uso en la agricultura a día de hoy (Hamid, 1994).

##### 1.4.1. Morfología

Los huevos son muy pequeños, aproximadamente 1 mm de longitud, de color amarillo a amarillo pálido y forma ovalada (ICIA, 2018) (Imagen 26). Las larvas son alargadas, segmentadas y pueden alcanzar hasta 13 mm de longitud cuando están completamente desarrolladas. Son de color blanco a gris claro, cubiertas de una cera blanca y lanosa que les da un aspecto algodonoso, y unos filamentos que sobresalen de su cuerpo (Imagen 27), siendo normalmente más largos que los de las cochinillas, aun así, su apariencia algodonosa puede llevar a confusiones en su distinción (Pang y Gordon, 1986).

La pupa es similar en tamaño a la larva madura. Inicialmente, las pupas son de color amarillo claro, pero se vuelven más oscuras a medida que se acercan a la emergencia del adulto. Están parcialmente cubiertas de filamentos cerosos, dándoles un aspecto lanoso, quedando un orificio hueco cuando el nuevo adulto emerge (ICIA, 2018)(Imagen 28).

El estado adulto de *C. montrouzieri* (Imagen 29) posee un cuerpo ovalado, de color negro o marrón oscuro con la cabeza y el pronoto de color naranja y mide de 4-6 mm de longitud. Los élitros (alas esclerotizadas que recubren su cuerpo) son negros y las antenas son cortas. Tienen tres pares de patas, relativamente cortas y robustas (ICIA, 2018).



Imagen 26 y 27. Huevo de *Cryptolaemus montrouzieri* (izquierda) (ICIA, 2018) y larva de *C. montrouzieri* (derecha) en hoja de limonero (Carlos Riquelme, 2023).

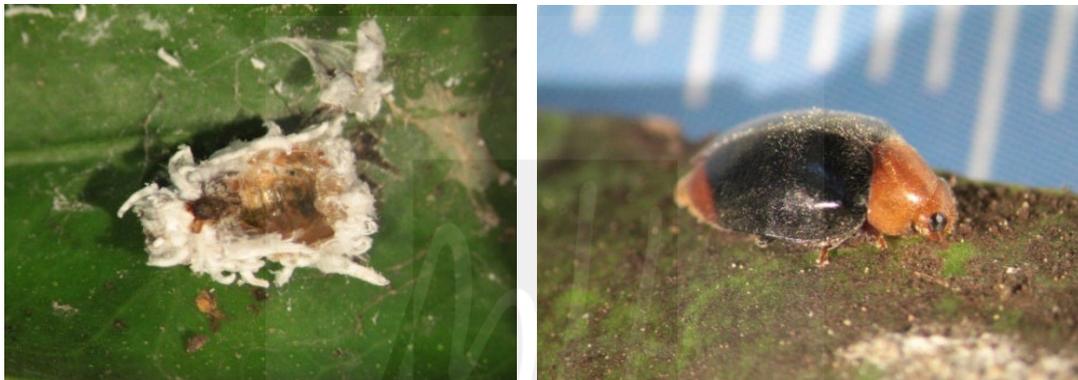


Imagen 28 y 29. Resto de la pupación (izquierda) y adulto de *Cryptolaemus montrouzieri* (derecha) sobre hoja con referencia milimétrica (Carlos Riquelme, 2023).

#### 1.4.2. Biología

Durante su vida, *Cryptolaemus montrouzieri* experimenta los estados de desarrollo de: huevo, cuatro estadios larvarios, pupa y adulto.

La hembra deposita los huevos cerca de las colonias de cochinillas, su principal presa. El período de incubación puede variar de 8-9 días a 21°C a 5-6 días a 27°C (Fisher, 1963).

Una vez ha emergido la larva, el desarrollo de los cuatro estadios de esta puede comprender entre los 45 días a 21°C y los 28 días a 27°C (Fisher, 1963). Las larvas son depredadoras voraces de cochinillas y otros insectos pequeños. Se alimentan perforando el cuerpo de sus presas y succionando su contenido.

El estadio pupal dura entre 7 y 10 días y lo realizan en lugares protegidos de condiciones adversas como entrenudos, tallos, envés de hojas, etc (Fisher, 1963).

Tanto los adultos como las larvas se alimentan de cochinillas y otros pequeños insectos, como pulgones, alcanzando la máxima efectividad cuando se dan temperaturas entre 22°C y 25°C y una humedad entre 70% y 80% (ICIA, 2018). Cuando las temperaturas superan los 33°C o disminuyen por debajo de los 16°C se reduce notablemente la acción de los individuos, inactivándose por completo por debajo de los 9°C. Las larvas de *C. montrouzieri* pueden depredar más de 250 larvas de cóccidos en las condiciones anteriormente mencionadas (Singh, 1994).

Los adultos se dispersan ampliamente sobrevolando la zona y pueden vivir varias semanas (40-50 días), durante las cuales pueden poner hasta 400 huevos (Junta de Andalucía, 2019).

Ha sido utilizado en mango con elevada eficacia ya que cada individuo podría llegar a comer hasta 2400 huevos del cóccido, reduciendo en India los problemas con éste hasta en un 95% (Mani, 2001).

## 1.5. *EXOCHOMUS QUADRIPUSTULATUS*

Conocida con el nombre vulgar de mariquita del pino, es un coleóptero de la familia *Coccinellidae*, originario de Europa, y usado en el control biológico de cochinillas y pulgones, en distintos cultivos.

### 1.5.1. Morfología

Los huevos (Imagen 30) son pequeños, aproximadamente 1 mm de longitud, con forma ovalada, inicialmente amarillentos, cambiando a un color más oscuro antes de la eclosión (Mawlud, 2022).

La larva (Imagen 31) es de color gris oscuro a negro con manchas amarillas o naranjas, segmentado, espinoso, alargado, aplanado, y miden alrededor de 6 mm al alcanzar la madurez. Cuerpo con espinas y tubérculos pequeños, y tres pares de patas torácicas bien desarrolladas (Mawlud, 2022).

La pupa (Imagen 32) es oscura y brillante con marcas marrones en la región torácica. La epidermis larvaria encierra la parte inferior de la pupa (Mawlud, 2022).

El individuo adulto *Exochomus quadripustulatus* (Imagen 33) presenta una forma ovalada y convexa de longitud 3–4,5mm con color de fondo negro y 4 manchas rojas

sobre este. Su pronoto es negro. Posee cuatro manchas rojas o anaranjadas distintivas en los élitros, aunque estas pueden variar y en algunos casos pueden fusionarse o desaparecer (Mawlud, 2022).



Imagen 30 y 31. Huevos de *Exochomus quadripustulatus* (izquierda) (BichoTienda, 2021) y larva de *E. quadripustulatus* (derecha) (Eakringbirds, 2009).



Imagen 32 y 33. Estuche pupal vacío de *Exochomus quadripustulatus* (izquierda) (Eakringbirds, 2007) e individuo adulto de *E. quadripustulatus* (derecha) (Vladimir Bryukhov, 2023).

### 1.5.2. Biología

*Exochomus quadripustulatus* (Imagen 34) se puede encontrar en una serie de hábitats que incluyen bosques caducifolios, coníferos y mixtos, pastizales, hábitats costeros (acantilados y dunas), brezales y áreas pantanosas. Esta especie también suele ser común en hábitats urbanos (iNaturalist, 2020).

Como su propio nombre común indica, la mariquita del pino se llama así porque es la especie más común de coccinélidos que se encuentra en pinos y en ecosistemas donde estos abundan. Pero, aunque sus principales hospedantes sean pinos, se encuentra en una gama muy diversa de plantas. Estas incluyen coníferas agujadas (particularmente

pino silvestre), coníferas de hojas de escamas, tejo y muchos árboles de hoja caduca como fresno, abedul, sebo, sauce, roble, haya, lima, avellano, sicomoro, arces y castaño de indias. También se puede encontrar comúnmente en plantas ornamentales o jardines, en plantas como cardos, ortiga, camelia y espinos de fuego (iNaturlist, 2020).

Las mariquitas de pino pasan el invierno en la hojarasca del suelo, el follaje, las grietas de la corteza de árboles y arbustos de hoja perenne (iNaturlist, 2020).

La alimentación de *E. quadripustulatus* está basada en: cóccidos, adelgidos y otros pulgones lanudos (iNaturlist, 2020).



Imagen 34. Adultos de *Exochomus quadripustulatus* alimentándose de *Pulvinaria polygonata* (Carlos Riquelme, 2023).

## 1.6. **MICROTERTYS NIETNERI**

Este parasitoide ha sido utilizado en programas de control biológico en varios países, sobre todo de zonas subtropicales, y especialmente en cítricos y cultivos de invernadero, logrando reducir las poblaciones de cochinillas sin el uso de pesticidas. En México, ha sido documentado en cultivos de cítricos y plantas ornamentales, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola (Trjapitzin, 2008).

### 1.6.1. Morfología

*Microterys nietneri* (Motschulsky, 1859) (Imagen 35) es una pequeña avispa de la familia Encyrtidae con dimorfismo sexual entre machos y hembras. Las hembras son anaranjadas con las antenas son tricolores, los primeros artejos son amarillos, luego blancos y el extremo negro, sin embargo los machos presentan un cuerpo negro-verdoso de aspecto metalizado con las antenas peludas (IVIA, 2020).

Esta especie presenta reproducción sexual y su método de actuación consiste en la deposición de huevos por parte de la hembra dentro de la cochinilla (Imagen 36). Sus principales huéspedes son: caparretas blancas, *Ceroplastes sinensis* y *C. floridensis*, y la caparreta blanda *Coccus herperidium* (IVIA, 2020).



Imagen 35 y 36. Hembra adulta de *Microterys nietneri* (izquierda) observado en finca (Esther Martínez, 2023) y pupa (derecha) extraída del ovisaco de *Pulvinaria polygonata* (IVIA, 2023).

### 1.6.2. Biología

Respecto a las condiciones de desarrollo, el rango óptimo de temperatura oscila entre 20-30°C, este rango asegura un desarrollo rápido de los estadios inmaduros (huevo, larva y pupa) y una alta tasa de parasitismo. Temperaturas por encima de 30°C pueden ser toleradas, pero por debajo de 15°C el desarrollo se ralentiza considerablemente (Trjapitzin, 2008).

La humedad relativa ideal para el insecto es de un 60-80%. Una humedad óptima es crucial para prevenir la desecación de los huevos y larvas dentro del hospedador. Además, altos niveles de humedad favorecen la supervivencia de sus hospedadores de los cuales depende *M. nietneri* para completar su ciclo de vida (Trjapitzin, 2008).

Necesita poblaciones de *Coccus hesperidum* u otras cochinillas similares para depositar sus huevos. La abundancia de hospedadores es un factor crítico para mantener y expandir las poblaciones del parasitoide (Trjapitzin, 2008).

Aunque no es un factor crítico, el parasitoide muestra mayor actividad en las condiciones de luz, típicas de las regiones subtropicales y tropicales donde está ampliamente distribuido, como es en el Sudeste Asiático, América Latina, y áreas cálidas del Mediterráneo. Cultivos como cítricos, ornamentales y frutales, donde las plagas de cochinillas son comunes y se requiere un manejo natural (Trjapitzin, 2008).

## 2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El objetivo del proyecto es evaluar los efectos de la suelta de dos depredadores, *Cryptolaemus montrouzieri* y *Exochomus quadripustulatus*, combinados con tratamientos de aceite de parafina, para controlar la plaga *Pulvinaria polygonata*.

El ensayo se ha realizado en una finca de cultivo ecológico de limonero Verna y mandarino Clemenvilla gravemente afectada por la plaga. Tras las sueltas de los depredadores en dicha finca, se realizará un seguimiento de las poblaciones de la plaga y de los enemigos naturales.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA FINCA

La finca La Carpintería donde se ha realizado el trabajo está ubicada en Jacarilla, Alicante, municipio de la Vega Baja del Segura (Imagen 37 y 38). La finca se encuentra relativamente cerca del foco donde se encontró por primera vez a *P. polygonata*, en San Miguel de Salinas.

El conjunto de las 4 parcelas de la finca suman 4,34 hectáreas, primeramente cultivadas de limón Verna y actualmente también con mandarina variedad Clemenvilla entre cada árbol de Verna.



Imagen 37. Localización de la finca donde se realizó el estudio.



Imagen 38. Finca La Carpintería, donde se realizó el estudio.

### **3.2. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS Y SUELTAS DE ENEMIGOS NATURALES**

En la Tabla 1 se detallan las sueltas realizadas, indicando las dosis (número de botes y de individuos en cada bote) y fechas de suelta de los enemigos naturales (Imagen 39) sobre las 4 parcelas de la finca.



Imagen 39. Bote de 100 individuos de *Exochomus quadripustulatus* (Carlos Riquelme, 2023).

E.NATURAL	Nº BOTES	Nº IND/BOTE	Nº INDIVIUIOS	FECHA
EXOCHOMUS	5	100	500	05/05/2023
CRYPTOLAEMUS	5	500	2500	11/05/2023
EXOCHOMUS	10	100	1000	11/05/2023
EXOCHOMUS	15	100	1500	17/05/2023
CRYPTOLAEMUS	5	500	2500	17/05/2023
EXOCHOMUS	10	250	2500	05/06/2023
EXOCHOMUS	10	100	1000	11/08/2023
EXOCHOMUS	10	100	1000	18/08/2023

Tabla 1. Seltas de enemigos naturales.

En la tabla siguiente se muestran los tratamientos fitosanitarios realizados durante el período con sus respectivas fechas, dosis y demás parámetros de aplicación (Tabla 2). Los tratamientos fueron aplicados con un atomizador de 3.000 litros de volumen de cuba.

FORMULADO	COMPOSICIÓN	DOSIS/ CUBA 1000L	DOSIS CALDO/HA	PS	FECHA INICIO	FECHA FIN
AGROIL	ACEITE DE PARAFINA 83%	10L	3000L	NP	21/06/2023	22/06/2023
AGROIL	ACEITE DE PARAFINA 83%	10L	3000L	NP	11/08/2023	12/08/2023
CULTINET ECO	BORO 2%	3L	3000L	NP	21/06/2023	22/06/2023

Tabla 2. Tratamientos fitosanitarios realizados.

### 3.3. SEGUIMIENTO DE LA PLAGA Y ENEMIGOS NATURALES

Se ha realizado por observación del material vegetal. Para ello, en cada fecha, se seleccionaban al azar 15 árboles de entre las 4 parcelas de forma aleatoria, En cada árbol se observaba una hoja, un entrenudo, un fruto y un brote de cada uno de los cuatro puntos cardinales (N, S, E, O). En total se han observado 60 órganos en cada fecha de muestreo. Se ha cuantificado el número de individuos de *P. polygonata*, distinguiendo los estados de desarrollo: huevos, larvas en sus diferentes estadios (L1, L2 y L3) y hembras adultas (con ovisaco). El estudio comenzó el 11 de mayo y finalizó el 14 de septiembre.

En el caso de los enemigos naturales liberados, el conteo de *Cryptolaemus montrouzieri* se centró en el número de larvas y adultos observados en la totalidad del árbol. Lo mismo con *E. quadripustulatus*.

Se realizó también un seguimiento del parasitoide *Microterys nietneri* usando trampas cromotrópicas amarillas colocadas cada dos semanas en la finca y contando los individuos capturados. Desde el 1 de julio hasta el 1 de noviembre.

Es en el mes de junio cuando comienzan a divisarse ovisacos con síntomas de parasitismo (Imagen 40). Para confirmar el causante de dicho parasitismo, el 16 de este mismo mes, se realiza una recolecta de ramas con hembras adultas cuyos ovisacos poseen perforaciones de puesta de un pequeño himenóptero.

Las ramas se colocan en un recipiente (Imagen 41) en el laboratorio y se dejaron evolucionar hasta la emergencia de los adultos del parasitoide.



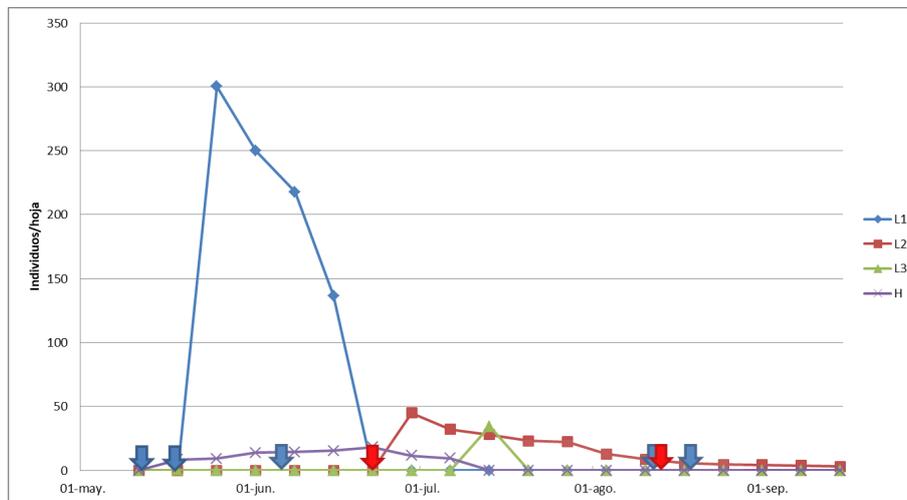
Imagen 40 y 41. Ovisaco perforado por oviposición (izquierda) por hembra adulta de *Microterys nietneri* (Carlos Riquelme, 2023) y rama con ovisacos perforados (derecha) en el recipiente (Esther Martínez, 2023).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. POBLACIÓN DE *PULVINARIA POLYGONATA*

A continuación, se muestran los valores medios de las dinámicas poblacionales de *Pulvinaria polygonata* en sus diversos estados, desde los más inmaduros (Larvas L1 y L2) hasta los más avanzados (Larvas L3 y hembras adultas), en distintos órganos del árbol: hoja, fruto, entrenudo y brote (Gráficos 1 a 4).

#### 4.1.1. Población de *P. polygonata* en hoja



**Gráfico 1.** Dinámica poblacional de los distintos estados de *Pulvinaria polygonata* en hoja. . L1, L2 y L3, larvas de 1º, 2º y 3º estadio, respectivamente, y H, hembras adultas. Las flechas rojas indican las fechas en las que se realizaron los tratamientos con Aceite de parafina y las flechas azules las sueltas de enemigos naturales.

La hoja es de los órganos donde más individuos (L1 y L2) se divisan en el conteo, principalmente en el envés y en el nervio central, ya que proporciona mayor protección respecto a condiciones adversas (lluvia, viento, depredación, etc).

Es en la hoja es donde se observa una mayor cantidad de larvas L1 y L2, alcanzando sus máximos poblacionales el 25 de mayo (L1) y 22 de junio (L2). Esto indica que es durante esas fechas cuando existen las condiciones más favorables para el desarrollo de la plaga.

Es a mediados de junio cuando comienza un descenso del número de individuos L1, coincidiendo con el tratamiento con Aceite de parafina 83% el 22 de junio. Es el momento idóneo para realizar el tratamiento ya que la plaga se encuentra en el estado más vulnerable (mayor número de L1 y L2), observando que tras éste, el número de L2 es muy bajo comparado con el de L1, lo que quiere decir que el tratamiento, ayudado por la acción de los *E. quadripustulatus* y *C. montrouzieri*, ha sido efectivo y muy pocas larvas L1 han pasado a L2 (Gráfico 1).

Respecto a las larvas L3, el estadio larvario más avanzado, no se observan demasiados individuos en hoja, excepto un pequeño repunte, como se aprecia en la gráfica, el día 6 de junio, observándose 34 individuos de media en el conteo de ese día, queriendo decir que por esas fechas alguna larva L2 había conseguido pasar a L3, pero sin demasiada efectividad.

Finalmente, centrándonos en los individuos adultos (hembras con ovisaco), se aprecia una leve tendencia ascendente del número de individuos desde el inicio de los conteos hasta el 15 de junio, día en que se observa la mayor cantidad de hembras adultas (18). A partir de aquí, la dinámica se vuelve descendente hasta llegar a cero el día 6 de julio, siguiendo en esta cifra hasta el final del estudio.

#### 4.1.2. Población de *P. polygonata* en fruto

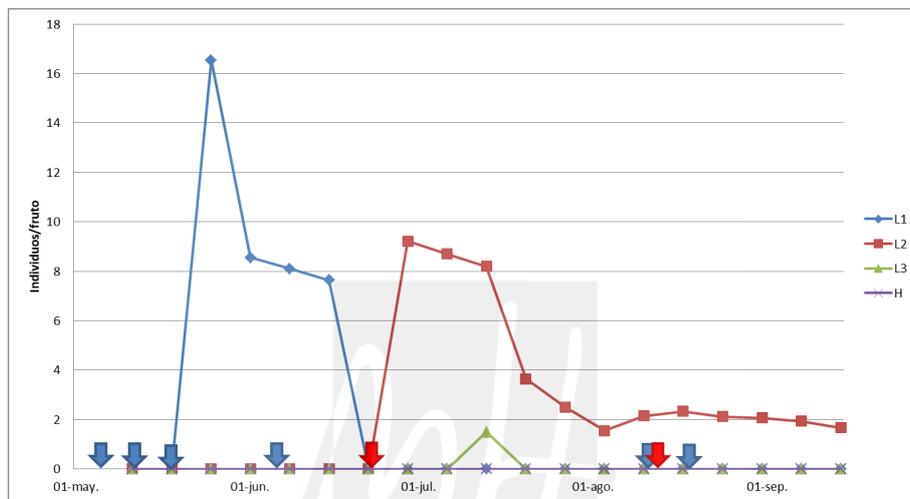


Gráfico 2. Dinámica poblacional de los distintos estados de *Pulvinaria polygonata* en fruto. Las flechas rojas indican las fechas en las que se realizaron los tratamientos con Aceite de parafina y las flechas azules las sueltas de enemigos naturales.

En frutos (Gráfico 2), las larvas L1 y L2 suponen el estado con más presencia, llegando a observarse hasta 17 individuos de L1 y 9 de L2 durante el conteo, alcanzando máximos el 25 de mayo y 22 de junio respectivamente.

Nunca se llegó a observar una concentración de individuos comparable a las de hojas o entrenudos y, en el caso de los estados L3 y hembras adultas, la tendencia se mantiene prácticamente nula, exceptuando la observación de 1-2 individuos de media el día 6 de julio. Al parecer, la superficie y la exposición que este órgano proporciona no son las idóneas para el desarrollo de la plaga, siendo muy limitada la cantidad de individuos que alcanzan estados avanzados en este órgano, no superando los 20 en ningún caso, y manteniéndose en 0 el recuento de hembras adultas.

#### 4.1.3. Población de *P. polygonata* en entrenado

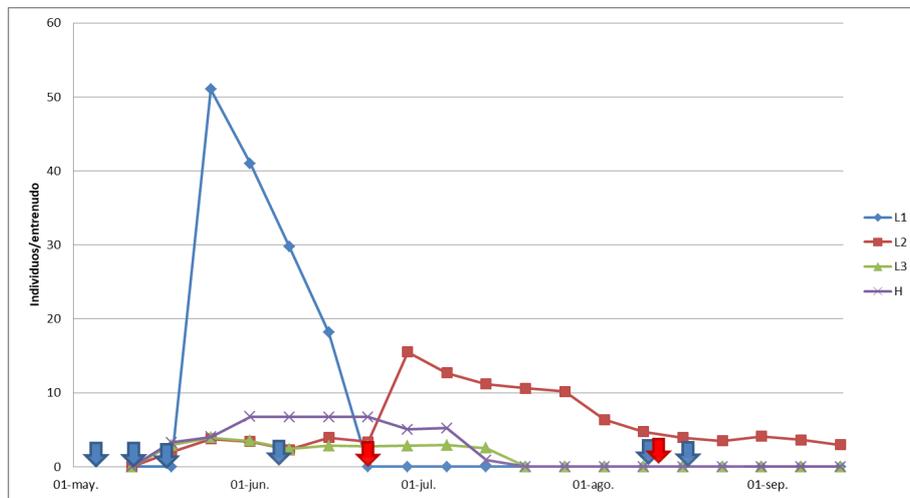


Gráfico 3. Dinámica poblacional de los distintos estados de *Pulvinaria polygonata* en entrenado. Las flechas rojas indican las fechas en las que se realizaron los tratamientos con Aceite de parafina y las flechas azules las sueltas de enemigos naturales.

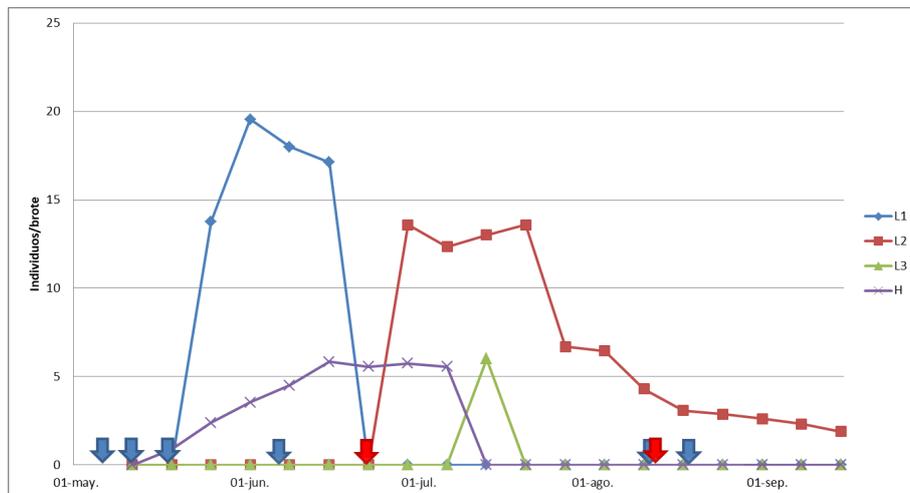
El entrenado (Gráfico 3), junto con la hoja, resultan un lugar idóneo para la plaga, observándose grandes concentraciones de la mayoría de los estados en los meses favorables.

El ascenso notable de L1 comienza a finales de mayo. Posteriormente, conforme se van desarrollando, el máximo de L2 se alcanza en el muestreo del día 22 de junio, momento en el que se aplica el tratamiento con aceite de parafina 83%, observándose un descenso notorio en las poblaciones de estos.

Es en el entrenado donde el estado larvario L3 se encuentra en mayor cantidad y más constantemente, principalmente por la protección que dispone en esta zona y su tendencia a disponerse amontonados unos individuos por otros, siendo esta una superficie que le proporciona ambas preferencias. La tendencia es más o menos constante desde el inicio de los conteos el 11 de mayo hasta el 6 de julio manteniéndose en unos 3 individuos de media, a partir de ahí, la observación de individuos vivos en esta zona es nula.

En esta zona, las concentraciones de hembras adultas son altas, disponiéndose en fila, en muchas ocasiones amontonándose unas con otras como las L3, aun así, sin superar la cantidad observada en hojas. Los máximos se sitúan en 7 individuos, manteniendo la tendencia desde el 25 de mayo hasta el 15 de junio, a partir de ese momento, las poblaciones van disminuyendo hasta quedar en 0 el 13 de julio. Como se aprecia en las gráficas, a este estado no le es efectivo el tratamiento con aceite.

#### 4.1.4. Población de *P. polygonata* en brote



**Gráfico 4.** Dinámica poblacional de los distintos estados de *Pulvinaria polygonata* en brote. Las flechas rojas indican las fechas en las que se realizaron los tratamientos con Aceite de parafina y las flechas azules las sueltas de enemigos naturales.

En brotes (Gráfico 4), las concentraciones siguen la misma dinámica que en los otros órganos, pudiendo equipararse a la que se observa en frutos, con la diferencia de que en este órgano si se divisan individuos de L3 y hembras adultas con ovisaco.

Centrándonos en L1 y L2, el máximo poblacional se alcanza el 1 de junio (18 individuos) y 22 de junio (14 individuos) respectivamente, con la misma premisa que se aplica en fruto de no superar los 20 individuos.

En el caso de L3, se observan 6 individuos de media el día 6 de julio, coincidiendo con el día que se observaron 34 de media en hoja y 1,5 de media en fruto. Este fenómeno puede ser consecuencia de la transición de individuos L2 a L3. A partir de ese día, las observaciones de L3 son nulas y, además, no se observan hembras adultas, lo que significa que estas larvas L3 no han conseguido pasar a las siguiente etapa de desarrollo.

Respecto a las hembras adultas, desde el inicio del conteo, las poblaciones fueron aumentando hasta alcanzar su máximo el 8 de junio con 6 individuos, siguiendo esa tendencia hasta el 29 de junio, momento en que desciende el número drásticamente hasta colocarse en 0. Dese ahí hasta el final del conteo no se volvió a divisar ninguna hembra adulta viva.

#### 4.2. POBLACIÓN DE *CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI*

En el gráfico 5 se representa la evolución de la cantidad de individuos (larvas) de *C. montrouzieri* observadas a partir las primeras sueltas hasta el final del estudio. El número de individuos reflejado en la gráfica representa el total de larvas observadas en el conjunto del árbol, sin diferenciar entre órganos ni puntos cardinales.

En total se realizaron 2 sueltas de individuos, una el 11 de mayo la siguiente el 17 del mismo mes, sumando cada una de ellas un total de 5000 individuos soltados (5 botes de 500 individuos cada suelta).

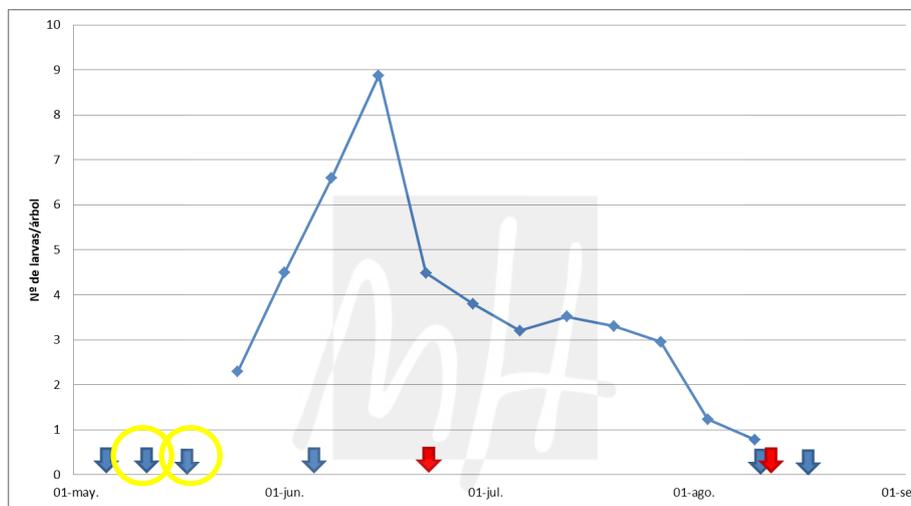


Gráfico 5. Evolución del número medio de larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* observadas. Se marca en amarillo las dos sueltas realizadas.

Tras la primera suelta, cuando pasa aproximadamente una semana, se observa una cantidad de larvas muy reducida. Es a partir de la segunda suelta cuando se aprecia un ascenso progresivo de estas hasta alcanzar el máximo poblacional el 15 de junio.

A partir del tratamiento del 21 de junio y las altas temperaturas, comienza a descender la población debido a las temperaturas superiores a 33°C y a la toxicidad del aceite de parafina a altas concentraciones sobre estos coccinélidos, causando mortalidad directa o afectando su comportamiento y capacidad de depredación. A parte de esto, el aceite de parafina puede cubrir la superficie de las plantas y los insectos, creando una barrera que puede afectar la movilidad y la capacidad de las larvas y adultos de *C. montrouzieri* para localizar y consumir sus presas.

Además, la población de esta fauna útil se ve muy condicionada por la cantidad de alimento del que disponen, es decir, de la concentración de individuos *P. polygonata*

que se encuentre en los árboles. Es por ello que, al disminuir la cantidad de la plaga por los tratamientos efectuados, la población de *C. montrouzieri* disminuye proporcionalmente.

El segundo tratamiento con aceite de parafina es irrelevante ya que las poblaciones ya son muy reducidas, tanto de *C. montrouzieri* como de *P. polygonata*.



Imagen 42. Diferencia de coloración entre larvas L2 de *Pulvinaria polygonata* muertas, más oscuras y vivas, más claras (Carlos Riquelme, 2023).



Imagen 43. Adulto de *Pulvinaria polygonata* tras ser depredado por *Cryptolaemus montrouzieri* (Carlos Riquelme, 2023).

Los síntomas observados en la plaga tras los tratamientos consisten en un cambio de color progresivo desde el marrón pardo característico de las L1 y L2 hacia un marrón

más oscuro, además de la adquisición de un aspecto más seco y deshidratado de sus cuerpos (Imagen 42). Se observa también un aumento del número de ovisacos vacíos o destruidos por la depredación por los enemigos naturales (Imagen 43), la desecación y muerte de huevos debida a las altas temperaturas y baja humedad, disminuyendo así las eclosiones y, como consecuencia, los niveles poblacionales de las generaciones siguientes.

#### 4.3. POBLACIÓN DE *EXOCHOMUS QUADRIPUSTULATUS*

Apenas se han observado unos cuantos individuos, tanto de larvas como de adultos a lo largo de los muestreos realizados. No se ha conseguido la suficiente información para conocer su dinámica poblacional y realizar las gráficas que la representen.

#### 4.4. POBLACIÓN DE *MICROTERTYS NIETNERI*

En los 3 primeros meses: julio, agosto y septiembre, aunque se observaban síntomas de parasitismo en los ovisacos, no se capturaron individuos de *Microterys nietneri* en las trampas cromáticas (Imagen 44) colocadas cada 2 semanas, es a partir del mes de octubre cuando se comienzan a divisar ejemplares en estas (Imagen 45).



Imagen 44. Trampa cromotrópica empleada en el conteo de *Microterys nietneri* (Esther Martínez, 2023).



Imagen 45. Adulto de *Microterys nietneri* capturado en la trampa cromotrópica (Esther Martínez, 2023).

De media, en el mes de octubre se contaron 6 individuos adultos del parasitoide y, posteriormente, en los meses de noviembre y diciembre 5 individuos.

En las ramas que se colocaron a evolucionar en laboratorio con *P. polygonata* con síntomas de estar parasitadas, al cabo de unos 5-6 días, se comienzan a divisar individuos adultos de *M. nietneri* dentro del recipiente (Imagen 46 y 47).



Imagen 46 y 47. Adulto de *Microterys nietneri* en el recipiente tras emerger del ovisaco y observado en lupa binocular (Esther Martínez, 2023).

#### 4.5. DISCUSIÓN

Primeramente, cabe destacar que los datos del presente trabajo se realizaron en una franja temporal del año distinta a la del trabajo de López, en el año 2022. El presente comprende desde el 11 de mayo hasta el 14 de septiembre de 2023, y el realizado por López desde el 7 de enero hasta el 27 de mayo de 2022, lo que significa que la cantidad de individuos de cada estado y su grado de desarrollo serán diferentes. Por tanto, este

trabajo supone una continuación del previo realizado en el año 2022, ya que se comienzan los conteos en las fechas en que termina el anterior, obteniéndose una información complementaria a la obtenida previamente.

Actualmente, *P. polygonata* sigue sin tener un tratamiento o control específico que sea realmente efectivo. A ello se debe el incremento de la plaga en los últimos años en la zona de la Vega Baja.

Durante el estudio de las dinámicas poblacionales, se realizaron varios tratamientos con aceite de parafina 83%, el método de control más efectivo hasta la fecha, y el principal responsable del descenso de las poblaciones, sobre todo de las más jóvenes (larvas L1 y L2). El primero se aplicó el 21 de junio, reforzando posteriormente con un segundo tratamiento el 11 de agosto cuando las concentraciones poblacionales ya eran muy bajas.

Cabe mencionar que el conteo de *M. nietneri* no es el principal objeto de estudio de este trabajo, ni fue tan exhaustivo como el de los enemigos naturales liberados como *Cryptolaemus montrouzieri*.

La acción del insecto se siguió observando (Imagen 48) los meses posteriores al conteo, ya sin control de vuelo mediante trampas cromotrópicas y con temperaturas por debajo de las óptimas para su desarrollo. Con esto que podemos deducir que este himenóptero puede llegar a soportar los inviernos del suroeste español y seguir ejerciendo control, aunque en menor medida, durante estos meses.

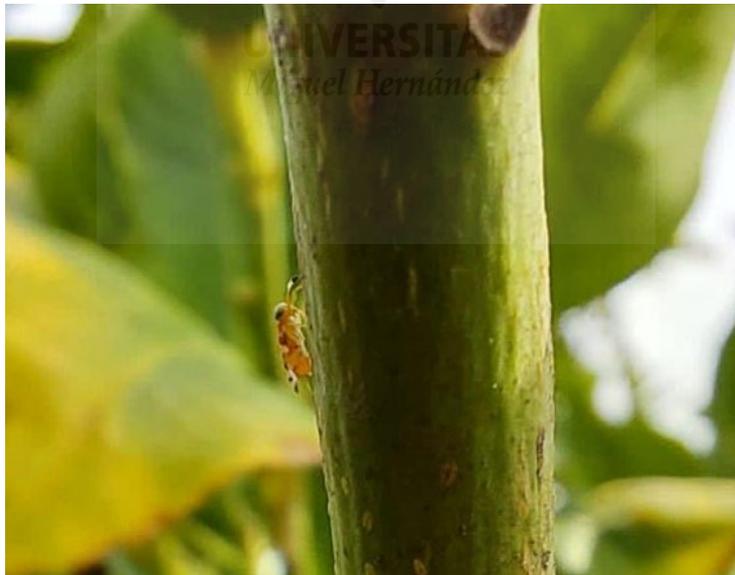


Imagen 48. Hembra adulta de *Microterys nietneri* observada en finca (Esther Martínez, 2023).

## 5. CONCLUSIONES

Tras el estudio, se concluye que la acción de los enemigos naturales, siendo muy importante, recae a un segundo plano, sirviendo de refuerzo o control para evitar incrementos a corto-medio plazo de la plaga hasta, finalmente, controlarla de manera efectiva.

Es interesante mantener las poblaciones de esta fauna auxiliar cuando la densidad de la plaga es importante en el cultivo. Sobre todo de *C. montrouzieri*, ya que se concluye que es el principal activo en el control de *P. polygonata* y el que se mantiene alimentándose de ovisacos durante todo el ciclo de la plaga.

La acción de *E. quadripustulatus* no es tan relevante, de hecho, el número de observaciones durante el estudio es casi nulo. Esto puede ser debido a su comportamiento o estilo de vida, o incluso por la competencia ejercida por *C. montrouzieri*.

Tras el estudio paralelo de la acción de *Microterys nietneri*, se concluye que este insecto también estaba reforzando la acción controladora sobre *P. polygonata* por la alta cantidad de estos síntomas vistas en los ovisacos, sobre todo en meses con temperaturas otoñales y primaverales, ya que en los meses más calurosos del año, el parasitismo disminuye notablemente.

Por último, cabe destacar que las altas temperaturas que se dan en el suroeste español hacen que la incidencia de la plaga se reduzca notoriamente en los meses más calurosos del verano. Esto, junto con los tratamientos con aceite de parafina 83% y el control por parte de los enemigos naturales, tanto liberados como previamente presentes en la zona, resultan en la erradicación casi completa de la plaga cuando termina el verano.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Agroes.** Piojo blanco en Cítricos, *Aspidiotus nerii*, descripción, daños y control integrado. Consultada el 15 de mayo de 2023 en <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-frutales-y-fruticultura/naranja/1290-piojo-blanco-en-citricos-aspidiotus-nerii-bouche>
- AILIMPO.** 2020. *Pulvinaria polygonata*. “Cochinilla algodonosa de los cítricos o del mango”. Consultada 20 de mayo de 2023 en <https://www.ailimpo.com/pulvinaria-polygonata-cochinilla-algodonosa-de-los-citricos-o-del-mango/>
- Akshay Kumar Akshay Kumar , CS Prasad , Devendra Singh Devendra Singh , Vikrant Vikrant , Praveen Kumar Praveen Kumar. 2015.** CABI. “Biología y potencial alimentario de la mariquita, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) y su producción masiva”. Consultada el 25 de octubre de 2023 en <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20153317929>
- Bioplanet.** *Exochomus quadripustulatus*. Consultada el 1 de agosto de 2023 en <https://bioplanet.eu/es/3948-2/>
- Coleoptera.** *Exochomus quadripustulatus*. Consultada el 30 de julio de 2023 en <https://www.coleoptera.org.uk/species/exochomus-quadripustulatus>
- ControlBio.** *Cryptolaemus montrouzieri*. Consultada el 25 de julio de 2023 en <https://controlbiologico.info/index.php/es/organismos-de-control-biologico/ocb-comerciales-enemigos-naturales/cryptolaemus-montrouzieri>
- Cuidatree.** *Pulvinaria polygonata*. Consultada el 12 de junio de 2023 en <https://cuidatree.es/plagas-enfermedades/plagas-citricos/pulvinaria-polygonata/>
- Dilzar H. Mawlud, Banaz S. Abdulla, Abbas M. Faraj y Nabeel A. Mawlood. 2022.** Descripción del escarabajo mariquita del pino, *Exochomus quadripustulatus* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) de la región del Kurdistán iraquí. NVEO. Consultada el 2 de junio de 2023 en <https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/4660>
- Ephytia.** Parasitoides de la cochinilla. Consultada el 10 de junio de 2023 en <https://ephytia.inra.fr/es/C/26164/VID-Parasitoides-de-la-cochinilla>
- Entocare.** *Coccophagus scutellaris*. Consultada el 12 de junio de 2023 en <https://entocare.nl/en/products/saisin-c-25>
- García Morales M., Denno B.D., Miller D.R., Miller G.L., Ben-Dov Y., Hardy N.B. 2016.** ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. Consultada el 10 de enero de 2023 en <https://doi.org/10.1093/database/bav118>

**GVA.** Generalitat Valenciana. Portal Agrari. Superficies cultivadas por municipios, comarcas y cultivos. 2020. Consultada el 12 de junio de 2023 en <https://portalagrari.gva.es/documents/366567370/374418023/Superficie+cultivos+por+municipio+2020.xlsx/b3973d37-c63a-4127-81a1-beb36f4d5969>

**Hamid H.A., Michelakis S.** 1994. The importance of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col., Coccinellidae) in the control of the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hom., Coccoidea) under specific conditions. Journal of Applied Entomology <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0418.1994.tb00773.x>

**ICIA.** Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Avances en el control biológico de la cochinilla algodonosa de la platanera: *Cryptolaemus montrouzieri*. Consultada el 15 de junio de 2023 en [https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Control\\_Biologico\\_Cochinilla.pdf](https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Control_Biologico_Cochinilla.pdf)

**Inaturalist México.** *Exochomus quadripustulatus*. Consultada el 15 de agosto de 2023 en <https://mexico.inaturalist.org/taxa/243968-Exochomus-quadripustulatus>

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Ácaro rojo oriental. Consultada el 15 de mayo de 2023 en <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/tetraniquidos/acaro-rojo-oriental>

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Araña roja. Consultada el 15 de mayo de 2023 en <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/tetraniquidos/arana-roja>

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. *Cryptolaemus montrouzieri*. Consultada el 20 de julio de 2023 en <http://gipcitricos.ivia.es/cryptolaemus-montrouzieri.html>

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. *Microterys nietneri*. Consultada el 10 de agosto de 2023 en <http://gipcitricos.ivia.es/microterys-nietneri-motschulsky.html>

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Mosca blanca algodonosa. Consultada el 20 de mayo de 2023 en <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/moscas-blancas/mosca-blanca-algodonosa>

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Mosca de la fruta. Consultada el 17 de mayo de 2023 en <http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/dipteros/mosca-de-la-fruta>

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Piojo blanco. Consultada el 19 de mayo de 2023 en [http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/diaspididos/piojo\\_blanco](http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/diaspididos/piojo_blanco)

**IVIA.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Piojo rojo de California. Consultada el 17 de mayo de 2023 en [http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/diaspididos/piojo\\_rojo\\_california](http://gipcitricos.ivia.es/area/plagas-principales/diaspididos/piojo_rojo_california)

**Junta de Andalucía.** *Cryptolaemus montrouzieri*. Consultada el 10 de octubre de 2023 en <https://ws142.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/fit/ocb/infoAuxiliar.do?id=41>

**Koppert.** Prays del limonero o polilla del limonero o cítricos. Consultada 15 de mayo de 2023 en <https://www.koppert.es/retos/control-de-plagas/orugas/prays-citri/>

**Llorens, J.M. 2023.** Ciclo biológico de *Pulvinaria polygonata* (Video YouTube). Phytoma-España. Consultada el 15 de diciembre de 2023 en <https://www.youtube.com/watch/Oc4g5zT06HE&t=3s>

**Mani A., Krishnamoorthy A. 2001.** “Evaluación de *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Coleoptera: Coccinellidae) en la supresión de *Rastrococcus invadens* Williams en mango. CABI. Consultada el 8 de septiembre de 2023 en <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20063002237>

**MAPA.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2021. Anuario de superficies y producciones de cultivos (cítricos). Consultada el 16 de mayo de 2023 en <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2022/default.aspx?parte=3&capitulo=07&grupo=8>

**MAPA.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2009. La mosca mediterránea de la fruta. Consultada el 19 de mayo de 2023 en [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1988\\_08.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1988_08.pdf)

**MAPA.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2006. Material vegetal (Limonero). Consultada el 20 de mayo de 2023 en <https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=10>

**MAPA.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2006. Material vegetal (Mandarino). Consultada el 21 de mayo de 2023 en <https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=10>

**MAPA.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2024. Plan de acción de *Pulvinaria polygonata* (Cockerell). Consultada 10 de junio de 2024 en [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/plan\\_accion\\_p\\_polygonata\\_mayo2024\\_tcm30-684110.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/plan_accion_p_polygonata_mayo2024_tcm30-684110.pdf)

**MAPA.** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2024. Registro de productos fitosanitarios. Consultada el 22 de enero de 2023 en <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro-productos/>

**Medina A., Zaragoza S., Pardo J., Navarro L., Pina J. A. 2004.** Redivia. El limonero Bétera. Características y resultados preliminares sobre su comportamiento, Consultada el 18 de junio de 2023 en

[https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8474/2004\\_Medina\\_El%20Limonoero.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8474/2004_Medina_El%20Limonoero.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**Nicolás Di Sora, Luca Rossini, Mario Contarini, Stefano Esperanza. 2022.** Fecundidad y actividad de depredación de *Exochomus quadripustulatus* en *Toumeyella parvicornis*. Researchgate. Consultada el 24 de mayo de 2023 en

[https://www.researchgate.net/publication/363703290\\_Fecundity\\_and\\_predation\\_activity\\_of\\_Exochomus\\_quadripustulatus\\_on\\_Toumeyella\\_parvicornis](https://www.researchgate.net/publication/363703290_Fecundity_and_predation_activity_of_Exochomus_quadripustulatus_on_Toumeyella_parvicornis)

**Pang Xiong-fei y Robert D. Gordon. 1986.** The scymnini (Coleoptera: Coccinellidae) of China. The Coleopterists Bulletin. Vol. 40, No. 2 (Jun., 1986), pp. 157-199

<https://www.istor.org/stable/4008405>

**Phytoma.** Ciclo biológico de *Pulvinaria polygonata*. Consultado el 15 de diciembre de 2023 en <https://www.phytoma.com/noticias/noticias-de-actualidad/ciclo-biologico-de-pulvinaria-polygonata>

**Phytoma.** Nueva plaga en parcelas de cítricos en Alicante. Consultada el 16 de diciembre de 2023 en <https://www.phytoma.com/noticias/noticias-de-actualidad/nueva-plaga-en-parcelas-de-citricos-en-alicante>

**Phytoma.** Primera detección de *Pulvinaria polygonata* en Europa. 2020. Consultada el 10 de octubre de 2023 en

[https://www.phytoma.com/images/pdf/317\\_citricos\\_pulvinaria\\_polygonata.pdf](https://www.phytoma.com/images/pdf/317_citricos_pulvinaria_polygonata.pdf)

**T.W. Fisher. 1963.** Cultivo masivo de *Cryptolaemus* y *Leptomastix*, enemigos naturales de la cochinilla harinosa de los cítricos. CABI. Consultada el 20 de agosto de 2023 en

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19650501913>

**Vladimir A. Trjapitzin, Enrique Ruíz-Cancino, Juana María Coronado-Blanco. 2008.** Insectos de México. *Microterys nietneri* (Motschulsky, 1859), parasitoide eficiente de Coccidae, especialmente en cítricos". Serie avispa parasítica de plagas y otros insectos. Consultada el 3 de septiembre de 2023 en

<https://www.insectosdemexico.com/uploads/libros/2.pdf>

**Williams, M. L. 1997.** The immature stages. World Crop Pests. Volume 7, Part A, 1997, Pages 31-48.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1572437997800425>