

## Proyecto Fin de Carrera

# **Control biológico de la araña roja del manzano *Panonychus ulmi* (Koch) mediante el ácaro fitoseido *Amblyseius andersoni* (Chant)**

Autor

**María Betrán Cebrián**

Director

**Joaquín Aibar Lete**

Escuela Politécnica Superior de Huesca  
2013

## **ÍNDICE**

Resumen.....	1
Abstract .....	2
1. Introducción .....	3
1.1. El manzano .....	3
1.1.1. Origen e historia.....	3
1.1.2. Situación actual del manzano .....	5
1.1.3. Descripción botánica .....	9
1.1.4. Exigencias del cultivo.....	12
1.1.5. Principales plagas y enfermedades .....	13
1.2. Control biológico y control integrado .....	14
1.3. <i>Panonychus ulmi</i> .....	16
1.3.1. Descripción de la plaga.....	16
1.3.2. Ciclo biológico .....	18
1.3.3. Daños provocados por <i>p.ulmi</i> .....	20
1.3.4. Control de la plaga .....	22
1.3.5. Historia y situación actual de la plaga .....	27
1.4. <i>Amblyseius andersoni</i> .....	28
1.4.1. Descripción del depredador .....	28
1.4.2. Ciclo biológico .....	30
1.4.3. Modo de acción- control.....	31
1.4.4. Situación geográfica del depredador .....	32
1.4.5. Hábitats .....	33
1.5. Antecedentes .....	33
1.5.1. En el mundo .....	33
1.5.2. En España .....	34
1.5.3. En Aragón .....	35
2. Objetivos .....	36
3. Material y métodos .....	37
3.1. Situación geográfica del ensayo.....	37
3.2. Zona de estudio.....	39
3.3. Materiales .....	40
3.3.1. Material vegetal .....	40
3.3.2. Material biológico .....	41

3.3.3.	Embudos berlese .....	43
3.4.	Diseño experimental .....	44
3.5.	Análisis de datos.....	45
3.6.	Procedimiento .....	46
3.6.1.	Colocación de sobres.....	46
3.6.2.	Colocación de material suelto.....	47
3.6.3.	Muestreo de hojas en campo.....	47
3.6.4.	Muestreo con embudos berlese .....	49
4.	Resultados y discusión .....	51
5.	Conclusiones.....	75
6.	Bibliografía .....	77

Anexos

## **RESUMEN**

En este trabajo se realizó un ensayo de control biológico de araña roja (*Panonychus ulmi*) en manzano, mediante la suelta del depredador fitoseido *Amblyseius andersoni*. El ensayo tuvo lugar en una finca de manzano con amplio historial de araña roja situada en Calatayud.

Se compararon cuatro tesis diferentes realizando tres repeticiones de cada una de ellas. En la Tesis 1 se soltaron 75.000 individuos/ha en formato de sobre, en la Tesis 2 se soltaron 50.000 individuos/ha en sobres, en la Tesis 3 se soltaron 50.000 individuos/ha en cajitas con material suelto y por último la tesis 4 era el testigo.

Semanalmente se procesaron en campo muestras de hojas en las que se determinaron el porcentaje de ocupación por fitoseidos y por adultos de *P.ulmi*. Cada quince días fueron también se recogieron muestras para procesarlas mediante embudos Berlese, considerando el número de formas móviles de fitoseidos y arañas presentes en las muestras.

Los resultados obtenidos determinan que los fitoseidos, sin diferencia entre las tesis, no se han instalado correctamente, al no haberse mostrado ningún tipo de incremento de su población tras la suelta. Dicho resultado ha podido ser debido a las anómalas condiciones meteorológicas que han tenido lugar durante el ensayo, con temperaturas más elevadas de lo habitual y principalmente con humedades relativas muy bajas.

Por su parte, la población de araña roja, tampoco ha mostrado diferencias entre las tesis, tras aumentar su población durante las primeras semanas de ensayo, ha ido disminuyendo con el tiempo hasta alcanzar niveles bajos de ocupación hacia el final del verano. *Stethorus spp.*, un coccinélido común en zonas con presencia de araña roja, ha realizado una intensa labor depredadora causando el descenso de población de plaga.

Se ha realizado un análisis estadístico de los resultados obtenidos mediante los embudos Berlese; así como un cálculo de los costes del tratamiento biológico frente a los costes de un tratamiento químico convencional.

## **ABSTRACT**

In this study it was made a test of biological control of *Panonychus ulmi*, by the release of phytoseiid predator *Amblyseius andersoni*. The test took place on a farm with an extensive history of apple red spider located in Calatayud.

Four different thesis, with three repetitions each one, were compared on this test. In Thesis 1, 75,000 ind./ha were released in small bags, in Thesis 2, 50,000 ind./ha were released in small bags, in Thesis 3 were released 50,000 ind./ha in boxes with and finally the thesis 4 was the control.

Each week leaf samples were processed, determining the occupancy rate by phytoseiid and *P.ulmi* adults. Every fortnight was also collected sample for processing by Berlese funnels, considering the number of mobile forms of phytoseiid and spiders present in the samples.

The results determined that the phytoseiid, with no difference between the thesis, not installed correctly, without having shown any increase in its population after the release. Surely this result is due to abnormal weather conditions that occurred during the test, with higher temperatures than usual and mainly very low relative humidities.

Meanwhile, the population of spider mites, which also showed no differences between the thesis, after increasing in the first weeks of test, has been declining over time to achieve low levels of occupancy by the end of summer. *Stethorus* spp. worked intensively to decrease plague population.

There was a statistical analysis of the results obtained using Berlese funnels, confirming the absence of significant differences among thesis for different sampling dates.

Finally, it has carried out a calculation of biological treatment costs compared to the costs of conventional chemical treatment.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. EL MANZANO

El manzano, *Malus domestica*, Borkh, es un árbol de la familia de las rosáceas, cultivado por su fruto y muy apreciado como alimento. Se trata de un cultivo ampliamente extendido en el mundo debido a su adaptabilidad a diferentes climas y condiciones, existiendo multitud de variedades con diferentes características organolépticas y cualidades nutricionales.

#### 1.1.1. ORIGEN E HISTORIA

Se desconoce el origen exacto del manzano cultivado (*Malus x domestica*, Borkh), aunque se cree que el *Malus sieversii* (Ledeb.) Roem., una especie silvestre que crece en las regiones montañosas de Asia Central, podría ser el progenitor de las primeras especies cultivadas hace 15.000 o 20.000 años. Muchos han sido los investigadores que hasta hoy han intentado desvelar esta incógnita y determinar el origen del manzano mediante sus estudios y teorías.

En 1930, el biólogo y genetista ruso Vavilov, sugirió (formando parte de su Teoría de los centros de origen o centros de genes), que Turkestán (región de Asia Central) pudo ser el lugar de origen de *M. sieversii* y *M. domestica* (Robinson *et al.*, 2001). Como en esta zona existe una gran variedad de manzanos, muchos autores están de acuerdo en situar el origen de la planta en Asia Central (Janick *et al.*, 1996).

Por otra parte, Zhou (1999) se refiere a China como lugar originario, argumentando que alrededor del 80% de las variedades existentes las podemos encontrar en este país.

Büttner *et al.* (2000) propusieron que algunas de las especies de manzano con grandes frutos, se desarrollaron entre Asia Central y Europa Central y que *M. sieversii* es el antecesor de nuestro *M x domestica*. Al emigrar a través de la “Ruta de la Seda” pudieron cruzarse con otras especies silvestres.

Todos estos autores coinciden en que *M. sylvestris* var. *Sylvestris* no tuvo nada que ver en el proceso, sin embargo Boré y Fleckinger (1997) afirman lo contrario. Janick *et al.* (1996) consideran que *M. sieversii* pudo cruzarse con otras especies como *M. orientalis*, *M. sylvestris*, *M. baccata*, *M. mandshurica* y *M. prunifolia*. Mediante avanzadas técnicas de análisis, Pereira *et al.* (2009) demostraron que las especies silvestres de Asia Central y las cultivadas tienen mucho en común con *M. asiática*, *M. orientalis*, *M. niedzwetyana* y *M. prunifolia*.

Diversos estudios arqueológicos revelan que en Europa Central en la Edad de Piedra ya consumían manzanas desecadas al sol. Los restos más antiguos corresponden a la primera época de la Edad de Hierro, entre 8.000 y 2.500 años antes de Cristo. Egipto, China, Grecia, Israel y Roma revelan la presencia del manzano en distintas fuentes documentales.

Las civilizaciones egipcia, griega y romana cultivaron manzanos. Esta última los extendió por la mayor parte de sus colonias mediterráneas e inmortalizaron esta fruta en historias mitológicas y textos de gastronomía romana (De recoquinaria de Apicio en el siglo I d.C.).

Aunque ya en época romana se producía manzana en la Península Ibérica, fueron los musulmanes quienes, a partir del siglo VIII, popularizaron su consumo. Durante la edad media, a pesar de su origen salvaje, fue cultivada y consumida por las clases sociales acomodadas y en los alrededores de los monasterios. En el siglo XVI llega con los nuevos colonizadores a Iberoamérica y unos cien años más tarde ya se cultivaba en América del Norte (Yapert, 2000). También fueron los colonizadores europeos los que introdujeron el cultivo en Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda.

A partir del siglo XX, después de la primera guerra mundial, comienzan a aparecer las primeras plantaciones comerciales en España, principalmente en la provincia de Zaragoza en los Valles de los ríos Jalón y Jiloca aunque no será hasta los años 50 y 60 cuando se produzca la gran expansión de este cultivo con importantes plantaciones para manzana de mesa en Cataluña y en Aragón y para sidra en Asturias. En esta última región debido a la tradición sidrera en la zona ya era importante este cultivo con anterioridad.

### 1.1.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANZANO

El cultivo del manzano crece espontáneamente en montes de Europa y Asia Central (Janick, 2002). Por su adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas, a diversos suelos y sistemas de cultivo, el manzano se cultiva extensamente en Europa, Norte y Sur de América, Nueva Zelanda, Australia y Asia.

#### En el mundo

En la figura 1 se presenta el mapa del mundo en diferentes tonalidades de verde en función de la producción media mundial de manzana entre el año 2000 y 2010:



**Figura 1.** Mapa del mundo de producción media mundial de manzana entre el año 2000 y 2010 (FAOSTAT 2012)



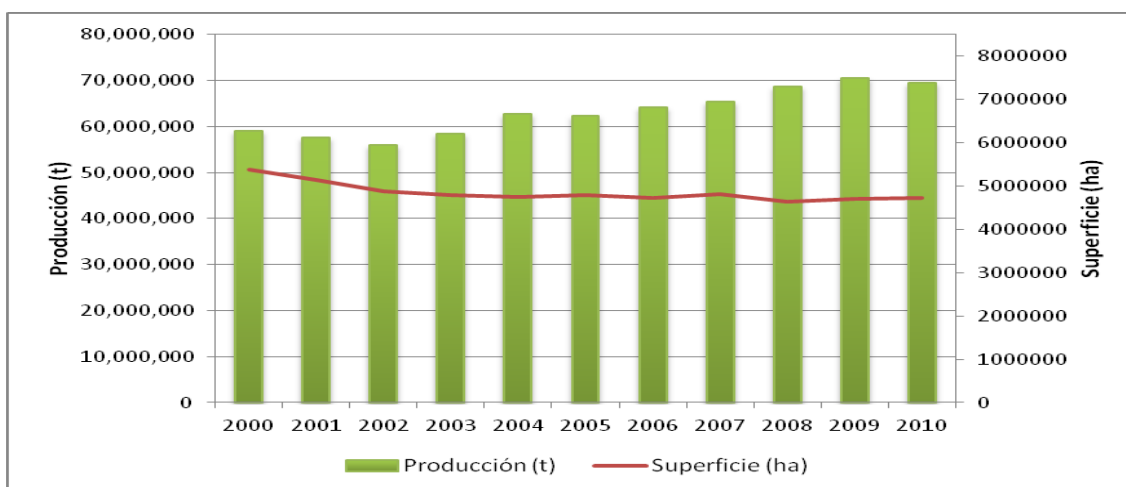
Más concretamente, en el año 2010, los diez países del mundo con mayor producción de manzana son detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Los diez países del mundo con mayor producción de manzana en 2010. (FAOSTAT 2012)

PAÍS	PRODUCCIÓN (toneladas/año)
China	33.265.186
Estados Unidos	4.212.330
Turquía	2.600.000
India	2.204.970
Polonia	2.163.400
Francia	1.858.970
Irán	1.711.230
Brasil	1.662.430
Chile	1.275.850
Federación Rusa	1.100.000

España quedaría en el lugar número diecinueve en esta lista con una producción en 2010 de 596.000 tm/año, según datos de la FAOSTAT.

Durante la década del año 2000 a 2010, de manera general la producción de manzana aumentó aunque con diversas fluctuaciones, mientras que la superficie disminuyó paulatinamente también con alguna fluctuación, de lo que se deduce que los rendimientos registrados en el año 2000 son menores que los registrados en 2010. En la figura 2 se detalla lo expuesto anteriormente:



**Figura 2.** Gráfico de evolución de producción y superficie mundial durante la década de 2000 a 2010 (FAOSTAT 2012)

## En la Unión Europea

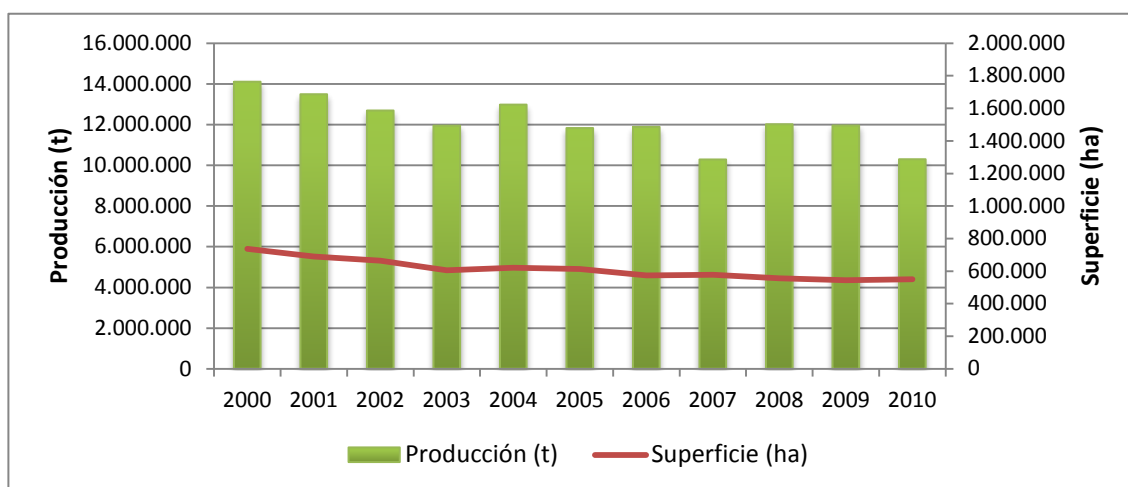
Dentro de la Unión Europea, los diez países con mayores producciones de manzana son los siguientes:

**Tabla 2.** Los diez países de la Unión Europea con mayor producción de manzana en 2010. (FAOSTAT 2012)

PAÍS	PRODUCCIÓN (toneladas/año)
Italia	2.204.970
Polonia	1.858.970
Francia	1.711.230
Alemania	834.960
España	596.000
Rumania	552.860
Hungría	496.916
Países bajos	338.000
Austria	332.000
Bélgica	269.200

España ocuparía el quinto puesto como país productor de manzana dentro de la Unión Europea.

Al contrario que a nivel mundial, la producción en la Unión Europea disminuye con numerosas oscilaciones, y al igual que a nivel mundial la superficie disminuye. En la figura 3 se aprecia la evolución tanto de superficie como de producción en la década de 2000 a 2010 en la UE:



**Figura 3.** Evolución de producción y superficie en la Unión Europea durante la década de 2000 a 2010.

(FAOSTAT 2012)

## En España

La mayor parte de la producción de manzana en España se obtiene en Cataluña con casi la mitad de la producción total, seguida por Galicia y Aragón. En cuanto a superficie sigue siendo Cataluña la que presenta mayor número de hectáreas seguida en este caso por Galicia y Asturias.

Como se muestra en la Figura 4, entre 1999 y 2009 la evolución en de la superficie de manzanos en España ha sido descendente con algunas fluctuaciones, en total ha disminuido 16,4 hectáreas durante estos diez años. Con respecto a la producción también se ha producido un acusado descenso de unas 386 toneladas.

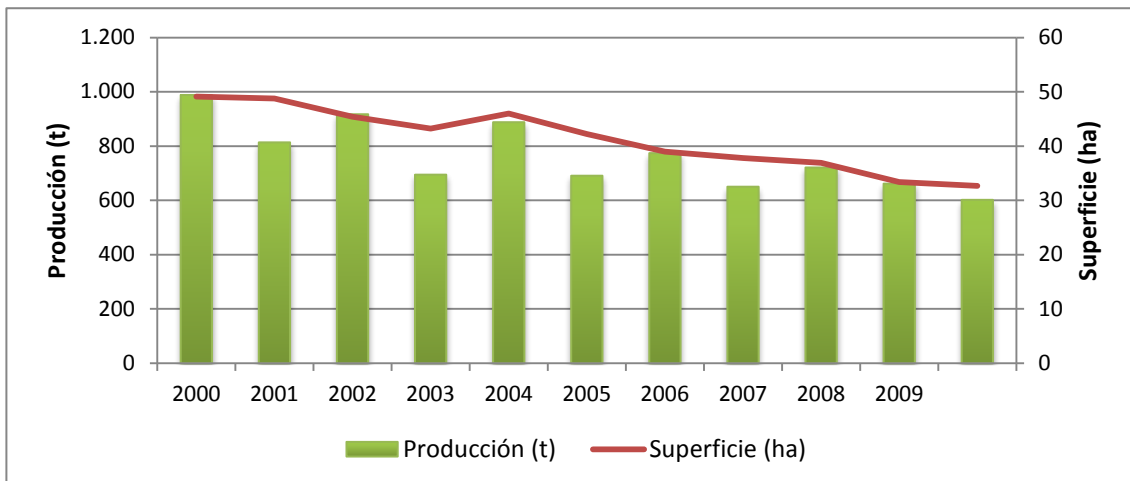


Figura 4. Evolución de producción y superficie en España durante la década de 1999 a 2009 (MARM, 2012)

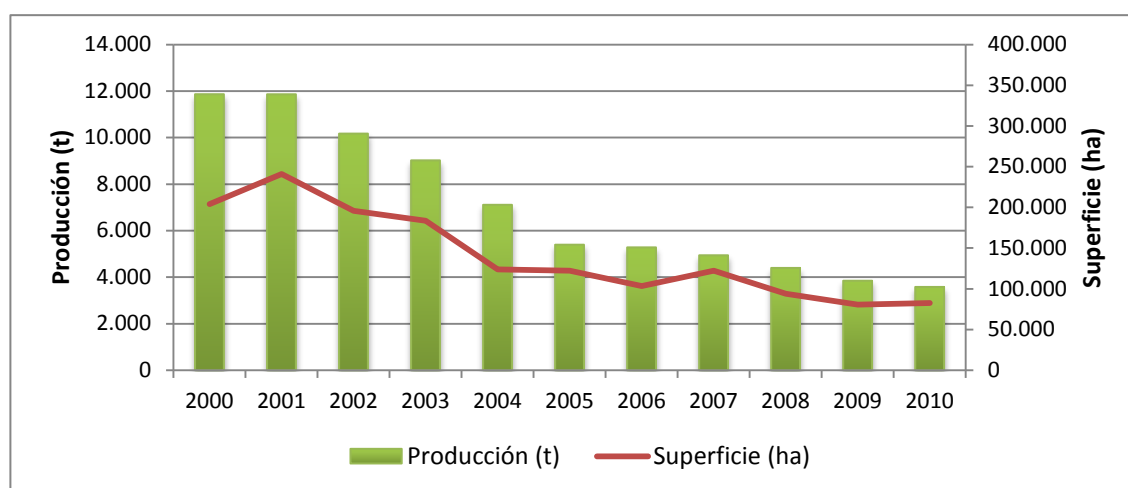
## En Aragón

El manzano en Aragón supone uno de los más importantes frutales cultivados en esta Comunidad Autónoma, extendiéndose sobre todo a lo largo del valle del Ebro.

Las comarcas que destacan por su tradición frutícola son la de Valdejalón en la provincia de Zaragoza, y la de Bajo Cinca en Huesca. Además también cabe citar por su importancia las comarcas de Calatayud, y Bajo Aragón-Caspe en Zaragoza, La Litera y Cinca Medio en Huesca y Bajo Aragón en Teruel.

Como se puede observar en la Figura 5, en 2010, la provincia de Zaragoza contaba con la mayor superficie cultivada, un 78% seguida de Huesca con un 21% y de Teruel con un 1% de las 3.577 hectáreas totales de manzano. En cuanto a la producción, la provincia de Zaragoza produce un 74,5% de las manzanas totales, Huesca un 25% y Teruel tan solo un 0,5%, siendo la producción total en Aragón de una 82.474 toneladas, de las cuales un altísimo porcentaje se vende fuera de las explotaciones para consumo en fresco (Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, 2012)

La tendencia en Aragón durante los diez últimos años es un acusado descenso tanto en superficie como en producción.



**Figura 5.** Evolución de producción y superficie en Aragón durante la década de 2000 a 2010. (Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, 2012)

### 1.1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El manzano pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia Maloideae y género *Malus*. El número de especies que compone dicho género es algo incierto debido a la dificultad que supone la clasificación en función de los criterios seguidos para cada investigador.

Way *et al.* (1990) detallan 33 especies principales, Forsline *et al.* (2003) describen 23 principales, 5 secundarias y 11 especies híbridas, Zhou (1999) clasifica entre 30 y 35 especies, Harris *et al.* (2002) enumeran 55 especies del género *Malus*. Estos son algunos de los ejemplos de clasificaciones que se han llevado a cabo en los últimos años (Pereira *et al.*, 2009)

Algunas de las especies se utilizan como ornamentales, otras como portainjertos y otras como árbol frutal, aunque la única especie que se cultiva como tal es *Malus domestica* Borkh.

El manzano es un árbol caducifolio de gran vigor, que puede alcanzar los 10-12 m de altura, con un tronco y ramas principales de color grisáceo y corteza agrietada, con lenticelas y una copa redondeada y de ramificación abierta, con tendencia a la horizontalidad (Agustí, 2004).

Tiene los brotes cortos, más o menos espinosos, cuando el árbol es joven, y yemas de madera vellosas. De los brotes salen hojas con nervios alternos bien desarrollados. Estas hojas pueden tener forma desde elípticas a redondeadas, onduladas e irregularmente aserradas, entre 4 y 8 cm de longitud. Su color es verde intenso por el haz y verde claro y pubescente por el envés. El peciolo tiene una longitud aproximada de la mitad de la del limbo.

La inflorescencia es un corimbo de 8 a 11 flores hermafroditas con fuerte tendencia a la alogamia. La flor tiene cinco pétalos que van desde el color blanco hasta el rosa oscuro, cinco sépalos, veinte estambres con anteras amarillas dispuestos en tres franjas, que se insertan en la parte alta del pistilo. Este se divide en cinco estilos unidos en su base.

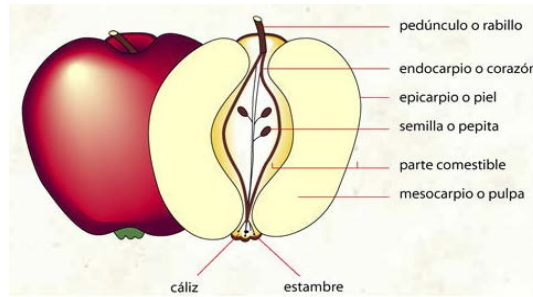
El ovario tiene cinco lóvulos, cada uno de ellos suele albergar uno o dos óvulos, por lo que el número máximo de semillas presentes en una manzana es de diez, aunque hay variedades que pueden llegar a tener treinta semillas. En general las flores

como se muestra en la figura 6 son grandes, casi sentadas o cortamente pedunculadas y se abren unos días antes que las hojas (Tamaro, 1987). La floración tiene lugar en primavera, generalmente de abril a mayo, las manzanas más precoces maduran en junio, existiendo especies que mantienen el fruto durante la mayor parte del invierno e incluso se llegan a recoger en marzo o abril. En líneas generales se puede decir que el manzano es autoincompatible y de polinización entomófila.



**Figura 6:** Inflorescencia del manzano; botón floral y flor abierta

El fruto del manzano es un pomo, como se observa en la Figura 7, un fruto carnoso complejo, resultado del desarrollo del ovario de la flor y de los tejidos soldados que lo envuelven. Tiene forma más o menos redondeada y su zona central está dividida en cinco partes, una por carpelo, donde se encuentran las semillas que casi siempre son de color marrón oscuro, protegidas por paredes de consistencia coriácea. La pulpa o mesocarpio es blanca, jugosa y de sabor agradable. La epidermis o epicarpio casi siempre es brillante y lisa de color variable (rojo, verde, amarillo...), dependiendo de la variedad. El pedúnculo del fruto del manzano es de longitud variable, adherente y a veces está inserto en una depresión. El cáliz es persistente y forma el ojo, colocado igualmente es una depresión más o menos regular y profunda (Coutanceau, 1977).



**Figura 7:** Sección longitudinal del fruto del manzano

#### 1.1.4. EXIGENCIAS DEL CULTIVO

El manzano es una de las especies frutales menos exigente en cuanto a suelo y clima. Sin embargo, al fruticultor le conviene conocer datos tan importantes como son sus límites de tolerancia al frío sin que el árbol sufra daños, sus necesidades de frío invernal durante el período de reposo, los efectos de las heladas sobre la floración, la temperatura que precisa entre la salida del reposo invernal y la época de floración, sus necesidades de insolación, de humedad, el efecto de las temperaturas de verano, etc.

La resistencia al frío del manzano es muy variable según las diferentes épocas del año. Una vez que la madera ha madurado bien a finales del otoño y comienzos del invierno, el manzano se hace muy resistente al frío y soporta temperaturas extremas. El efecto de las heladas sobre el árbol depende de las variedades y del endurecimiento previo, pero en términos generales los manzanos pueden soportar en el invierno temperaturas de  $-34^{\circ}\text{C}$  sin sufrir grandes daños. Por otro lado, las temperaturas demasiado elevadas en la maduración son causa, en ocasiones, de la aparición de manchas oscuras sobre la piel del fruto, que a menudo se suberizan y quedan deprimidas. Estas quemaduras del sol suelen ser graves en el árbol.

En cuanto al suelo, el manzano posee una gran flexibilidad de adaptación para los distintos tipos de suelo y se encuentran huertos de manzanas en los terrenos más dispares, el rendimiento en cada tipo de suelo no es igual, ni en calidad, ni en cantidad de fruta, ni en desarrollo del árbol; por ello debe huirse de los suelos con

características extremas. No debe aconsejarse nunca el establecimiento de plantaciones frutales en terrenos muy arenosos o excepcionalmente calizos, ni en los compactos, de encharcamiento fácil y difícil aireación. Los mejores terrenos son aquéllos en los que la proporción de arcilla no pasa del 30% y la de limo del 20-25%.

El manzano utiliza gran cantidad de agua, como todos los vegetales de frutos carnosos, y un árbol adulto necesita entre 200 y 300 litros de agua por año y kilogramo de fruta producido; consumo que viene repartido a lo largo del ciclo vegetativo (Alvarez Requejo, 1988).

### 1.1.5. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

#### ENFERMEDADES:

- **Causadas por hongos en hojas y frutos:** Oídio (*Oidium farinosum*), Moteado o Roña (*Venturia inaequalis*) y Momificado de frutos (*Monilia sp.*)
- **Causadas por hongos en la madera:** Chancro común (*Cylindrocarpon heteronemum* y *Nectria galligena*), Chancro de las ramas (*Shaeropsis malorum* y *Botryospheria obtusa*) y Chancro rugoso (*Phomopsis mali*)
- **Causadas por hongos y oomicetos en cuello y raíz:** Mal del cuello (*Phytophthora cactorum*), Mal blanco de raíz (*Armillaria mellea* y *Rosellinia necatrix*) y Mal del plomo (*Chondrosteeum purpureum*)
- **Causadas por bacterias:** Fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*) y Agrobacterium (*Agrobacterium tumefaciens*)

#### PLAGAS:

- **Ácaros:** Araña roja (*Panonychus ulmi*)
- **Orden Thysanópteros:** Trips (*Frankliniella occidentalis*, *Trips tabaci*, *Taeniothrips incosequens*)



- **Orden Dermápteros:** Tijeretas (*Forficula auricularia*)
- **Orden Homópteros:** Pulgón lanífero (*Eriosoma lanigenum*), Pulgón ceniciento (*Dysaphis plantaginea*), Piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*), Cochinillas (varias especies de la familia *Diaspididae*)
- **Orden Coleópteros:** Antonomo del manzano: (*Anthonomus pomorum*)
- **Orden Himenópteros:** Hoplocampa (*Hoplocampa pomorum*)
- **Orden Dípteros:** Mosca de la fruta o Mosca mediterránea (*Ceratitis capitana*)
- **Orden Lepidóptero:** Taladro amarillo (*Zeuzera pyrina*), Taladro rojo (*Cossus cossus*), Sesia (*Synanthedon myopimorfis*), Capua (*Adoxophyes orana*), pandemis (*Pandemis heparana*), Arañuelo (*Hyponomeuta malinellus*), Orugas minadoras de hojas (*Lyonetia clerkella*, *Leucoptera malifoliella*, *Lithocolletis blancardella*), Carpocapsa (*Cydia pomonella*)

(Bovey, 1971); (Domínguez García-Tejero, 1982); (De Liñan Vicente, 1998)

## 1.2. CONTROL BIOLÓGICO Y CONTROL INTEGRADO

---

Varias son las razones por las que en los últimos años ha aumentado el interés por nuevas estrategias de control de plagas y enfermedades. La mayoría asociadas a problemas causados por el uso indiscriminado de plaguicidas que provocan la aparición de resistencias de los insectos, tienen un impacto negativo sobre organismos beneficiosos y pueden conllevar riesgos para la salud y el medio ambiente.

El control biológico consiste en el empleo de enemigos naturales para combatir la plaga existiendo varios tipos de control biológico:

- **CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO:** Consiste en la importación de enemigos naturales exóticos desde el sitio de origen de la plaga.

- **CONTROL BIOLÓGICO AUMENTATIVO:** Consiste en la liberación del enemigo beneficioso en cantidades elevadas (inundativo) o en cantidades bajas esperando que se multiplique en el cultivo (inoculativo). Al contrario que en el control biológico clásico, los enemigos no se establecen en el cultivo de forma permanente.
- **CONTROL BIOLÓGICO DE CONSERVACIÓN:** En este tipo de control se evita el uso de pesticidas, se favorece la existencia de refugios y zonas de cría y alimentación, etc. Para conservar los enemigos naturales al hacer el ambiente más favorable.

Además de los enemigos naturales, existen otras alternativas que ayudan a controlar biológicamente las plagas. Las trampas y la utilización de feromonas son una práctica común en numerosos cultivos; los baculovirus utilizados para infectar insectos obtienen resultados muy positivos; y en el caso del manzano la confusión sexual es una medida cada vez más extendida para solucionar los problemas de carpocapsa.

A veces este control biológico viene complementado con tratamientos químicos, siempre compatibles con los depredadores o parásitos encargados de controlar la plaga. Éstos deben limitarse únicamente a los momentos en los que el insecto beneficioso no sea capaz de controlar los niveles de plaga por debajo de aquellos que se consideran perjudiciales. En este caso en el que se integran control biológico y control químico se denomina control integrado.

La producción integrada frutícola ha sido definida como “la producción económica de frutos de alta calidad, dando prioridad a los métodos de producción ecológicamente seguros, minimizando los efectos secundarios indeseables y el uso de los agroquímicos, para mejorar la protección del medio ambiente y la sanidad humana”.

### 1.3. PANONYCHUS ULMI

#### 1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLAGA

La araña roja (*Panonychus ulmi*) es el ácaro más importante como plaga en los frutales de hoja caduca. Es una especie polífaga que ataca principalmente a manzano, peral, ciruelo y membrillero, aunque también produce daños en melocotonero, almendro, cerezo, viñedo, etc. Para su clasificación se acepta la propuesta por van der Hammen en 1972 y Krantz en 1978, que actualmente cuenta con un mayor número de seguidores (García Marí *et al.*, 1990).

**Clase:** Arachnida

**Subclase:** Ácaros

**Orden:** Acariformes

**Suborden:** Actinedida

**Familia:** *Tetranychidae*

**Género:** *Panonychus*

**Especie:** *ulmi*

Este ácaro pasa por las fases de huevo y cuatro instares activos, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto.

**HUEVOS:** *P. ulmi* realiza dos puestas; huevos de verano y de invierno, el huevo de verano tiene un diámetro de 0,15 mm. aproximadamente, y el de invierno tiene un diámetro ligeramente superior. Ambos huevos son morfológicamente iguales, la única diferencia reside en que el huevo de invierno es retenido por la hembra hasta un estado embrionario más avanzado, y son puestos con el recubrimiento céreo, mientras que en la puesta de verano la secreción cérica comienza después de ser depositado, por ésta razón los huevos presentan diferente adaptabilidad a las condiciones ambientales.

El huevo, mostrado en la figura 8, es casi esférico, ligeramente aplanado en la parte superior y de color rojo ladrillo en invierno. En verano, el color varía con el sustrato y el estado de desarrollo puede ser marrón, rojo, naranja, etc. Posee un pelo en la parte superior del que salen unos finos hilos de seda que lo unen al sustrato (García-Marí, *et al.*, 1990).



Figura 8: Huevos de *Panonychus ulmi*

**LARVAS:** Las larvas son redondeadas, con una longitud de 0,3 a 0,4 mm. Tienen tres pares de patas y son de color rojo intenso.

**NINFAS:** Las ninfas no son tan redondeadas como las larvas, tienen una longitud de 0,4 a 0,5 mm., se aprecian pelos dorsales y poseen cuatro pares de patas.

**ADULTOS:** La hembra, representada en la figura 9, es de forma globosa, de 0,6 a 0,9 mm. de longitud, de color rojizo más o menos intenso; los machos son más pequeños, más alargados y de coloración más pálida que la hembra. Tanto las hembras como los machos tienen cuatro pares de patas (García-Marí *et al.*, 1990).



Figura 9: Adulto de *Panonychus ulmi*

La araña roja se trata de una plaga inducida, beneficiada por el propio uso de productos fitosanitarios (Mc-Murtry *et al.*, 1970). Sus poblaciones se ven favorecidas por un clima cálido y seco, un exceso de abono nitrogenado y poda; y son más abundantes en fincas comerciales donde el uso de fitosanitarios está más extendido (Vilajeliu, 1996).

### 1.3.2. CICLO BIOLÓGICO

*P.ulmi* inverna en forma de huevo en la corteza de la base de las yemas. La puesta de estos huevos de invierno se realiza de agosto a octubre, preferentemente en madera de 2-3 años junto a las axilas y yemas y del lado sur de los árboles (Sobreiro, 1981). La iniciación de esta puesta invernal está sujeta a varios factores: la mala calidad del alimento, la disminución de la temperatura promedio estival o la disminución del fotoperíodo. Uno de estos factores, o la combinación de ellos, induce a la hembra a depositar los huevos.

Estos huevos necesitan pasar por un período frío para romper la diapausa, tras la cual comienza la incubación y la eclosión (Costa-Comelles *et al.*, 1992). El momento de la eclosión del huevo varía de un año a otro, y también difiere entre parcelas del mismo año; transcurriendo en su mayoría en unos 20 días principalmente durante el mes de abril (García Marí *et al.*, 1990).

De la eclosión de los huevos se originan las larvas, que se dirigen hacia las hojas de las que se alimentan. El tiempo de transformación de larva a adulto depende estrictamente de las condiciones ambientales siendo de 18-20 días durante la primavera, 7-8 días durante el verano y 20-25 días durante el otoño (Sobreiro, 1981).

A continuación se suceden las generaciones en número variable durante el período vegetativo. Cada generación dura alrededor de un mes, por lo que *P.ulmi* puede tener de 5 a 8 generaciones anuales (García Marí *et al.*, 1990). Las hembras son

fecundadas una vez finalizada su transformación en adulto iniciando las puestas en las hojas, principalmente en el envés y en general, a lo largo de las nervaduras (Soenen *et al.*, 1977). Una hembra pone como media 50 huevos en su vida (García Marí *et al.*, 1990).

En esta especie de ácaro, la duración del período de desarrollo del huevo y la de los estados inmaduros postembrionarios es similar, y ambos períodos sumados son aproximadamente iguales a la longevidad de las hembras adultas, es decir, huevos, inmaduros (protoninfa y deutoninfa) y hembra adulta ocupan  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  aproximadamente de la vida del ácaro. La duración de ésta depende estrechamente de la temperatura, de forma que a 13°C (temperatura media de inicio de la primavera) es de 70 días, mientras que a 24°C (temperatura media de verano) es solo de 20 días (van de Vrie *et al.*, 1972).

El intervalo de tiempo durante el cual podemos encontrar individuos de una generación dada depende también de la amplitud del periodo en que los ácaros de la población inician el desarrollo. La 1ª generación inicia el desarrollo durante 20 días, pero la mayoría de huevos de la 2ª generación son puestos durante un período mayor, de unos 40 días. Dado que la hembra pone huevos a lo largo de toda su vida, cabe esperar un progresivo alargamiento de la duración de cada generación por este efecto (García Marí *et al.*, 1990).

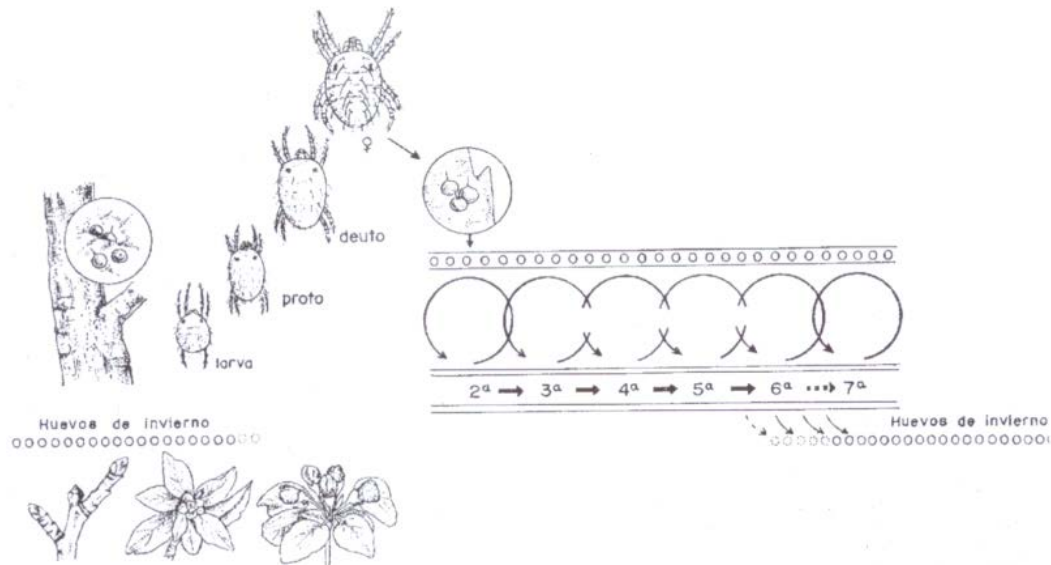


Figura 10: Ciclo evolutivo y generaciones de *Panonychus ulmi* en manzano (Roberto H. González R., 1971)

### 1.3.3. DAÑOS PROVOCADOS POR *P.ULMI*

El síntoma típico del ataque de tetraníquidos, mostrado en la Figura 11, es la presencia de pequeñas manchas incoloras, como puntos, que corresponden a las células epidérmicas absorbidas por el ácaro. También, en muchos casos tienen lugar cambios en la coloración de las hojas, que pasan del verde al amarillo, o bien pierden su brillo característico para tomar un aspecto mate. (García-Marí *et al.*, 1990)



Figura 11: Foto de daños en la hoja de manzano producidos por *Panonychus ulmi* (tomada en la finca del ensayo)

La magnitud del daño producido depende del tamaño de los estiletes, del tiempo dedicado a la alimentación y de la densidad poblacional. Depende también de las propias características de la planta, y puede verse potenciado por condiciones climáticas adversas o por un deficiente estado vegetativo (García-Marí *et al.*, 1990).

La alimentación de los tetraníquidos causa profundas modificaciones en la estructura y fisiología foliar. Los cloroplastos de las células atacadas desaparecen y el resto del material celular no ingerido se coagula. Generalmente sólo la célula atacada sufre daños, no haciéndose patente éste en las células adyacentes. Se producen cambios sustanciales en la fotosíntesis y en la tasa de transpiración, la eficacia de la actividad fotosintética disminuye, debido a la pérdida de clorofila y puede inhibirse completamente en algunos casos, y la transpiración se acelera, como consecuencia de lo cual las hojas se secan y pueden llegar a caer (García-Marí *et al.*, 1990).

La determinación del nivel económico de daños (NED) de *P.ulmi* es uno de los trabajos más complejos y difíciles, ya que el crecimiento que realizan los ácaros sobre las hojas afecta de forma indirecta a la cosecha y al crecimiento del árbol. Los diversos estudios realizados han obtenido resultados dispares, debido a que la misma población del ácaro puede realizar más o menos daño según la época del año, la variedad, el vigor y cantidad de cosecha del árbol, condiciones climáticas y edáficas, antecedentes de la parcela, etc.

Existen diversos estudios acerca de los daños producidos por *Panonychus ulmi* en manzano. Aunque estos estudios no siempre obtienen los mismos resultados, siendo incluso contradictorios. Vilajeliu *et al.* (1996) realizó un estudio de los daños producidos por la araña roja sobre manzanos Golden Smoothie determinando que esta plaga tuvo efecto significativo en el grado de decoloración y en el nivel de clorofila de las hojas, pero no se encontraron efectos negativos sobre la producción, calidad del fruto, índices de penetrometría y azúcares en cosecha, y número total de frutos cuajados en el siguiente año vegetativo. La cantidad de ácaros causó decoloración en las hojas pero no efectos negativos sobre los parámetros de la producción. Otros



factores como la naturaleza del suelo, agua, nutrientes disponibles, sensibilidad de la variedad y vigor de los árboles deben tener, necesariamente, mayor influencia en el fruto y en las características de los árboles que la actividad de la araña roja hasta los niveles de estudio.

La falta de efecto de la plaga sobre el parámetro de producción también fue determinado por Hull y Beers (1990) y Pasqualini *et al.* (1982). Sin embargo, otros estudios (Hardman *et al.*, 1985), encontraron reducciones significativas ente la producción y valores de 1700 ADAs (ácaros-día acumulados).

Por otro lado, Sacco y Stoppa (1989) y Hull y Beers (1990) observaron una reducción del tamaño de los frutos cuando los ataques de araña roja se producían precozmente en verano (hasta finales de julio). Por el contrario, Vilajeliu *et al.* (1996) en su ensayo en Golden Smoothie difieren con estos autores ya que la mayor actividad de la plaga tuvo lugar en junio y julio y en cambio no se observaron efectos significativos sobre el calibre del fruto.

Para Costa-Comelles *et al.* (1988), en casos extremos, la capacidad de asimilación de las hojas se reduce, lo que se traduce durante el año del ataque en una defoliación precoz de los árboles. Beers&Hull (1990) y Pasqualini *et al.* (1990) determinaron una reducción de los crecimientos del año y del diámetro del tronco y por último, Sobreiro (1981) concluyó que al año siguiente pueden producirse pérdidas en la floración.

#### **1.3.4. CONTROL DE LA PLAGA**

Es una plaga muy influenciada en sus ataques por diversos factores que le favorecen extraordinariamente, como el clima cálido o seco, el abonado adecuado, sobre todo nitrogenado, y la poda de las ramas, así como los tratamientos que se realizan contra otras plagas y eliminan sus enemigos naturales.

Para el control de *Panonychus ulmi* se pueden llevar a cabo diversas estrategias, bien sea mediante tratamientos químicos, biológicos o mediante un control integrado.

### **MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO**

Para realizar un control químico adecuado se debe conocer el ciclo de *Panonychus ulmi* y así poder ajustar los tratamientos a los momentos en los que tengan mayor eficacia. Se pueden considerar tres momentos claves para efectuar los tratamientos: en invierno, primavera y verano. El tratamiento de parada vegetativa es conveniente hacerlo al final del invierno, lo más cerca posible a la eclosión del huevo invernante, pues es cuando se ha consumido el oxígeno del interior y entonces el aceite lo asfixia.

El tratamiento primaveral puede realizarse inmediatamente antes de iniciarse la eclosión de los huevos, o en el momento en que ésta es máxima y aún no se ha iniciado la puesta de los huevos de la primera generación, dependiendo si el producto es fundamentalmente ovicida o larvicida. Este tratamiento es muy importante hacerlo en el momento oportuno ya que elimina tempranamente las formas móviles, y además se pueden mojar bien todas las partes del árbol.

Para los tratamientos de verano hay que aplicar productos con acción ovicida y adulticida. Para iniciarlos se debe esperar a la eclosión de los huevos de la primera generación. Un umbral adecuado es de 5 a 10 formas móviles por hoja.

Para lograr el control químico de la plaga hay que considerar previamente que al tratarse de poblaciones mixtas, es decir, formadas por individuos en todos los estadios de desarrollo, será necesaria más de una aplicación. Es más efectivo siempre un tratamiento realizado cuando el árbol está poco vestido, porque moja más completamente: invierno o primavera (García-Marí *et al.*, 1990)

La defensa química es la técnica más común, aunque no siempre es exitosa, debido, principalmente, al potencial biótico de *P.ulmi*, a las resistencias que desarrollan con facilidad estos ácaros a los acaricidas y también a la irregular eficacia que presentan actualmente estos productos.

### **MÉTODOS DE CONTROL BIOLÓGICO E INTEGRADO**

La dificultad del control de la plaga *P. ulmi* en manzano exclusivamente por métodos químicos y la detección de poblaciones resistentes, además de la creciente demanda de métodos de control menos perjudiciales para el medio ambiente y la salud de quienes consumen los productos, han propiciado el desarrollo de alternativas de control biológico e integrado para esta plaga convertida en uno de los principales problemas del cultivo del manzano.

El control biológico de la araña roja, *Panonychus ulmi*, es la base de los programas de control integrado de plagas en manzano, debido a que existen algunas especies de fitoseidos que son muy buenos depredadores de *P.ulmi*. La especie más apropiada depende de la zona; *Neoseiulus californicus* (McGregor), *Amblyseius andersoni* (Chant) *Typhlodromus phialatus* (Athias-Henriot), *Kampimodromus avernas* (Oudemans), etc., han sido citadas en diferentes puntos de la Península. Más concretamente, *Amblyseius andersoni* (Chant) constituye la especie más importante principalmente en la zona del norte oriental de España, puesto que es un depredador de mantenimiento, actúa a bajo nivel de plaga y permite controlar la araña sin que los árboles manifiesten síntomas de ataque en las hojas.

En cuanto al control biológico, se plantean propuestas en las que se hace suelta comercial de fitoseidos para aumentar las poblaciones y así facilitar la instalación evitando las dificultades que puede provocar la diferencia temporal existente entre la aparición de la araña roja y los depredadores de forma natural, ya que la araña suele ser más precoz, y esta asincronía en el tiempo, dificulta el control biológico. Por otro lado, se pueden evitar estas difusiones comerciales y simplemente favorecer las

condiciones de permanencia de los depredadores naturales, evitando tratamientos químicos que puedan ser perjudiciales, así como adoptando medidas culturales beneficiosas para su reproducción y continuación.

El control biológico es un proceso complejo, donde intervienen una serie de factores que hacen variar los resultados en diferentes años, incluso utilizando los mismos programas de tratamiento.

Cuando la acción de los fitoseidos no es suficiente es necesario complementar con productos químicos. Desde el punto de vista del control integrado de plagas, la aplicación de acaricidas deberá realizarse sólo en aquellos momentos en que los fitoseidos sean incapaces de mantener sus poblaciones por debajo del nivel de tolerancia (Costa-Comelles *et al.*, 1997).

Los tratamientos químicos a realizar en un control integrado deben ser siempre compatibles con los depredadores, tanto si es un tratamiento para la plaga que está siendo controlada por los depredadores, como si se trata de un tratamiento para cualquier otra plaga o enfermedad. Si no existen productos compatibles se debe recurrir a tratamientos invernales localizados (Costa-Comelles, 1992).

A continuación se presenta una lista orientativa de materias activas compatibles con *Amblyseius andersoni*, fitoseido más común en Aragón, admitidas en manzanos para tratar cualquier plaga o enfermedad que pueda afectar a este frutal y que permita un control integrado sin afectar a esta especie de fitoseido:

**Tabla 3:** Lista de materias activas compatibles con *Amblyseius andersoni* admitidas en manzano

MATERIA ACTIVA	TOXICIDAD	PERSISTENCIA	OBSERVACIONES
<b>INSECTICIDAS</b>			
Abamectina	3	2	
Aceite de parafina	2	0	Toxicidad y persistencia en función de la dosis
Acetamiprid	2	1	
Acrinatrín	4	4	
Alfa cipermetrina	4		

MATERIA ACTIVA	TOXICIDAD	PERSISTENCIA	OBSERVACIONES
Azadirachtin	1	0	
Azocicloexan	SD	SD	
Azufre	1	0	Toxicidad y persistencia referente a pulverización; en espolvoreo no es compatible
Bacillus thuringiensis	1	0	
Beauveria bassiana	1	0	
Betaciflutrin	4	mín. 8	
Cipermetrin	4	mín.8	
Clofentezin	1	0	
Clorantraniliprol	1	0	
Clorpirifos	4	4	
Clotianidina	SD	SD	No compatible con otros beneficiosos
Deltametrin	4	8	
Diflubenzuron	1	0	
Esfenvalerato	4	mín.8	
Etofenprox			No compatible
Etoxazol			No compatible
Fenoxicarb	1	0	
Fenpiroximato	4	2	
Flonicamida	1	0	
Flufenoxuron	1	0	
Hexitiazox	1	0	
Imidacloprid	2	1	
Lambda cihalotrin	4	6	
Metil clorpirifos	4	4	
Metoxifenocida	1	0	
Milbemectina			No compatible
Pimetrozina	2	0	
<b>INSECTICIDAS</b>			
Piridaben	4	2	
Piriproxifen	1	0	
Polisulfuro de cal	1	0	
Propargita			No compatible
Spinosad	2	2	
Tebufenocida	1	0	
Thiametoxan	2	1	
Tiacloprid	2	1	
Virus de la granulosis de la carpocapsa	1	0	
Zeta cipermetrin	4	mín.8	
<b>FUNGICIDAS</b>			
La mayoría de los fungicidas son compatibles. Sólo unos pocos afectan algo a <i>Amblyseius andersoni</i> . Conviene no dar aplicaciones repetidas con estos productos.			
Clortalonil	1-2	0	
Mancozeb	1	1	
Maneb	1	1	
Metalaxil	2	0	

El método de aplicación, cultivo, estado fenológico del mismo, variaciones en las dosis recomendadas, época de aplicación, etc. pueden afectar a los datos referidos a toxicidad y persistencia en algunos casos.

**Toxicidad:**

- 1 → Inocuo: 0 – 25% de mortalidad
- 2 → Ligeramente tóxico: 25 – 50% de mortalidad
- 3 → Moderadamente tóxico: 50 – 75% de mortalidad
- 4 → Tóxico: 75 – 100 % de mortalidad

**Persistencia:** en semanas.

**SD:** sin datos

### **1.3.5. HISTORIA Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLAGA**

Los ácaros denominados arañas rojas no constituían una amenaza en el sector agrícola a pesar de su asociación con los cultivos agrícolas desde prácticamente el inicio de la agricultura hace aproximadamente 12.000 años en registros históricos. Esto se debe, probablemente, a que sus poblaciones estaban reguladas de forma natural por los enemigos naturales, es decir, en este caso principalmente, por los ácaros depredadores de la familia *Phytoseiidae*. Precisamente, el uso irracional, el abuso y el mal uso de los plaguicidas orgánicos sintéticos a partir de la Segunda Guerra Mundial en el siglo XX, intervino de forma negativa y ocasionó el desequilibrio en el balance natural entre las poblaciones de depredador-presa, es decir, las arañas rojas y los fitoseidos. Como consecuencia de esta intervención, las arañas rojas se convirtieron en plagas destructivas en agricultura, constituyendo los ácaros *Tetranychidae*, el grupo más importante de ácaros plaga en el sector agrícola.

A partir de los años 50, las explosiones demográficas de *P.ulmi* supusieron un gran problema en Norte América cuando sus poblaciones adquirieron resistencia a insecticidas que iban dirigidos a otras plagas como la carpocapsa, así como los acaricidas que a continuación se emplearon contra este ácaro.

En España, fue en 1970, cuando empezaron a observarse aumentos poblacionales que constituían una grave amenaza para el manzano. Desde entonces la situación no ha cambiado y los ácaros son hoy en día, en el caso de las pomáceas, la plaga responsable del consumo de la mayor parte de los pesticidas, lo que conlleva importantes implicaciones en términos económicos y ambientales.

Más concretamente, en Cataluña la araña roja comenzó a ser un gran problema a partir de los años 70. Tras numerosos estudios se acordó reducir la cantidad y el espectro de los pesticidas para facilitar el control biológico por fitoseidos. En Asturias, donde el empleo de plaguicidas es muy inferior al de Cataluña, raramente se observan ataques serios de araña roja. Los ácaros fitoseidos presentes de forma natural en las plantaciones asturianas, se alimentan de la araña roja y evitan que ésta se convierta en un problema para el cultivo.

#### **1.4. AMBLYSEIUS ANDERSONI**

---

##### **1.4.1. DESCRIPCIÓN DEL DEPREDADOR**

*Amblyseius andersoni* es un ácaro depredador capaz de alimentarse de distintos ácaros y polen. Está presente de forma natural en diversos cultivos.

**Clase:** Arachnida

**Orden:** Parasitiforme

**Familia:** *Phytoseiidae*

**Género:** *Amblyseius*

**Especie:** *andersoni*

Se han registrado algunos nombres alternativos que hacen referencia a este mismo depredador, recogidos por García Jiménez, 2003: *Amblyseius*

*potentillae*, *Amblyseius britannicus* y *Amblyseius reflexus* y *Tyohlodromus andersoni*.

Para su descripción morfológica se debe considerar que tiene diferentes estadios: huevo, larva, protoninfa, deuteroninfa y adulto.

**HUEVOS:** Los huevos son pequeños, esféricos y achatados por los poros, de color blanco translúcido y de una longitud aproximada de 0,2 mm.

**LARVAS, PROTONINFAS Y DEUTERONINFAS:** Todos los estadios juveniles son parecidos morfológicamente a los adultos, pero las larvas tienen 6 patas y las protoninfas y deuteroninfas 8 patas.

**ADULTOS:** Como se observa en Figura 12, los adultos tienen forma de gota, levemente dorsoventral aplanado. El protector dorsal tiene una longitud de 0,33 mm. Los ácaros son de color marrón pálido, pero este varía dependiendo de la fuente de alimento. La identificación exacta no se puede hacer en el campo, hay que hacerla sobre la longitud y la distribución de pelos en el protector dorsal, entre otras características, y requiere el examen de especímenes preparados bajo alta ampliación.



**Figura 12:** Adulto de *Amblyseius andersoni*

*Amblyseius andersoni* tolera las temperaturas altas, incluso por encima de 40°C y es activo con temperaturas desde los 6°C (García Jiménez, 2003). Por otro lado, es



más exigente en cuanto a humedades relativas, ya que las humedades bajas limitan su establecimiento.

Sobrevive bien sin alimento y sin agua, puede incluso aguantar más de 10 días, posiblemente tomando el líquido de la planta huésped (Kolodochka y Lysaya, 1976).

#### **1.4.2. CICLO BIOLÓGICO**

El ciclo de vida de *Amblyseius andersoni* comienza con el estadio de huevecillo (inactivo), seguido por los estadios de larva (L), protoninfa (Pn), deuteroninfa (Dn) y adulto (A). Entre cada dos estadios activos, hay un estadio de reposo (quiescencia (Q)) de poca duración. En término general, el estadio de huevecillo dura dos días y la larva un día en lugares cálidos. Cada estadio ninfal dura 1,5 días a la temperatura de laboratorio (22-24°C).

*A. andersoni* inverna en las ramas de los árboles y en las hierbas de la cubierta vegetal (Costa-Comelles *et al*, 1986). La diapausa en cultivos en campo se induce a finales de agosto y principios de septiembre, cuando la longitud del día es de 13 horas, y la temperatura de la noche raramente inferior a 14°C; esta puede inducirse en ácaros adultos así como en etapas juveniles. Los ácaros comenzarán a emerger de la diapausa y a poner los huevos, de enero en adelante.

Este fitoseido se mantiene en los árboles durante todo el período vegetativo, sin descender a la cubierta vegetal. Las hembras no apareadas no se reproducen (Kolodochka y Lysaya, 1976)

A continuación se presenta la vida y reproducción de *Amblyseius andersoni*, según Amano y Chant (1977):

**Tabla 4:** Datos de vida y reproducción de *Amblyseius andersoni* según Amano H. y Chant, D (1977)

<i>Amblyseius andersoni</i>	
<b>Duración de desarrollo de las hembras</b>	7,43 días
<b>Duración de desarrollo de los machos</b>	7,13 días
<b>Pre-oviposición</b>	2,14 días
<b>Oviposición</b>	35,33 días
<b>Post-oviposición</b>	62,0 días
<b>Producción total de huevos</b>	46,33
<b>Ratio de depredación de las hembras apareadas</b> *	7,17
<b>Ratio de depredación de las hembras no apareadas *</b>	2

\*Hembras adultas de *Tetranychus pacificus*

### 1.4.3. MODO DE ACCIÓN- CONTROL

Los fitoseidos se dispersan generalmente por corrientes de aire, caminando de planta a planta, o con el material vegetal que se está transportando comercialmente de un sitio a otro.

En su fase adulta y en etapas juveniles móviles del ácaro son depredadores de pequeños artrópodos presa. Su presa preferida incluye arañas rojas tales como *Tetranychus spp.* y *Panonychus spp.* Los fitoseidos localizan las colonias de ácaros plaga a través de las señales volátiles producidas por las plantas que son atacadas por la plaga (Llusia y Peñuelas, 2001), entonces se alimentan de los huevos y todas las etapas móviles del ácaro plaga, reduciendo el crecimiento de colonias y previniendo el establecimiento de otras nuevas.

Los fitoseidos depredadores tienen una serie de características que hace que sean eficientes en su labor:

- Presentan una duración corta de desarrollo de huevos y estadios inmaduros en comparación con los Tetránquidos, lo que les confiere un desarrollo completo más rápido que su presa, resultando en una ventaja numérica frente a ellos.
- Son capaces de alimentarse de varios ácaros o de polen, lo cual es esencial para su supervivencia en épocas con escasez de presa.
- Tienen la mínima capacidad de consumo de presa en comparación con los insectos depredadores de Tetránquidos, lo que les supone una desventaja en cuanto a control de elevadas poblaciones de presa, pero les permite sobrevivir cuando hay bajas poblaciones.

#### **1.4.4. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL DEPRADOR**

*Amblyseius andersoni* es una especie común en Europa y ampliamente distribuida por todo el mundo. La siguiente lista de localizaciones está tomada de Moraes *et al* (2004): Argelia, Azerbayán, Canadá, Dinamarca, Inglaterra, Francia, Georgia, Alemania, Grecia, Hungría, Italia, Japón, Moldavia, Marruecos, Países Bajos, Polonia, Portugal, España, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania y Estados Unidos.

En España, *Amblyseius andersoni* se presenta de forma natural y se distribuye en áreas del tercio norte de la Península, siendo escaso o inexistente en el resto del país (García-Marí *et al.*, 1994). Las primeras determinaciones sistemáticas de la presencia de ácaros depredadores de *P. ulmi* tuvieron lugar en Cataluña, en la Comunidad Valenciana y, de una forma menos sistemática, en el resto de España, desde 1984.

*Amblyseius andersoni* ha sido hallado en manzanos de La Rioja (Pérez-Moreno, 1998) y es la especie mayoritaria en las plantaciones de Lérida (Costa-Comelles *et al.*,

1986, Vilajeliu *et al.*, 1994). En Girona está sustituyendo paulatinamente a *Neoseiulus californicus* (Vilajeliu *et al.*, 1994). También en Asturias fue el fitoseido más abundante en los muestreos del ensayo de Miñarro *et al.* (2002). Y en el Bierzo (León), dentro de la familia de los fitoseidos, destacó marcadamente frente al resto de especies, siendo la especie dominante y más frecuente en casi todas las parcelas estudiadas (De la Iglesia *et al.*, 2007).

En Aragón, en 2011, varios ejemplares de fitoseidos encontrados en parcelas de frutales fueron identificados en su mayoría como *Amblyseius andersoni*, considerando a esta especie como la más común en la Comunidad Autónoma (Núñez y Lozano, 2011, comunicación personal)

#### **1.4.5. HÁBITATS**

Son diversos los hábitats de agricultura y horticultura donde pueden encontrarse *Amblyseius andersoni*: Rosa, Buxus, Tilia, Acer, Fraxinus, Prunus, Malus, uvas de viña, melocotón, manzana, pera, coníferas, *Skimmia japonica*, frambuesa (*Rubus idaeus*), *Potentilla repens*, *Rumex sp.*, *Trifolium pratense*, *Convolvulus arvensis*, *Bromus madritensis*, *Rubus sp.*, *Abies spp.*, *Pseudotsuga*, *Pinus* (Oregon), *Picea abies*, *Abies nordmaniana* (UK, Fitzgerald y Solomon, 2000), Grosella negra (*Ribes niger*), puerro, *Corylus avellana* (independiente de la altitud) (Tsolakis, Ragusa, Chiara 2000)

### **1.5. ANTECEDENTES**

---

#### **1.5.1. EN EL MUNDO**

La acción reguladora de la araña roja en frutales por parte de los ácaros útiles de la familia Phytoseiidae es bien conocida y empleada en varios países del mundo: Estados Unidos, Italia, Suiza, Alemania, Reino Unido...

La capacidad de control biológico de los Phytoseiidae sobre las poblaciones de las arañas rojas ha sido documentada por varios autores: Sabelis y Helle, 1985; Badii y McMurtry, 1984b; Landeros *et al.*, 2001, etc. Existen dos formas de control, bien por medio de la población natural de campo de los fitoseidos; o bien mediante la liberación de los mismos.

En Estados Unidos se están desarrollando programas de control integrado contra *Panonychus ulmi* desde hace más de 40 años. También en Europa es un método de control bastante extendido desde hace varios años. Canadá, Estados Unidos (Indiana), Chile, Inglaterra, Italia, suiza, Francia y Portugal son algunos de los países donde se han realizado este tipo de programas de control.

### 1.5.2. EN ESPAÑA

En España, principalmente se han realizado ensayos de control integrado en manzano en Cataluña, aunque también se tiene constancia de estudios en La Rioja y en Navarra:

- **La Rioja:** Pérez- Moreno *et al.*, 1998
- **Navarra:** Iraola *et al.*, 1994
- **Cataluña:** Vilajeliu, 1992; Vilajeliu, 1994; Vilajeliu, 2009; Costa-Comelles, 1990; Costa-Comelles, 1992.

Concretamente, en Lérida, se vienen desarrollando a nivel experimental programas de control integrado desde 1984, y en ellos se han demostrado las posibilidades del control biológico del ácaro rojo mediante la utilización de fitoseidos, siendo *Amblyseius andersoni* y *Amblyseius californicus* las especies más importantes.

Uno de los ensayos más recientes y que fue planteando de manera similar a como se ha realizado este ensayo en Zaragoza, fue el realizado en la Estación

Experimental Agrícola Mas Badía, situada en la Tallada (comarca de *Baix Empordá*), en Gerona; donde se obtuvieron resultados positivos en el control de *Panonychus ulmi* mediante suelta de *Amblyseius andersoni* en manzano.

### **1.5.3. EN ARAGÓN**

La única experiencia existente en Aragón relacionada con el control biológico de araña roja en manzano fue la llevada a cabo, dentro de este proyecto final de carrera, en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) por Carlos Lozano y Eva Nuñez en 2011, en la que se hizo una prueba de campo realizando sueltas de *Amblyseius andersoni* a una dosis de 75.000 individuos/ha, en dos formatos distintos, en manzanos Golden Smoothie, tratando un total de 2 hectáreas, con el fin de obtener información sobre esta estrategia de control.

La suelta se llevó a cabo el 30 de junio y se realizaron conteos semanales en campo, así como controles con embudos Berlese cada 15 días. No se hicieron repeticiones por lo que simplemente se pretendió observar el efecto que estas sueltas de depredadores pudieran tener sobre las poblaciones de araña, así como observar la instalación de los fitoseidos en las condiciones climáticas de la zona.

Se observó, de manera muy general, que los fitoseidos se instalaban satisfactoriamente sin dependencia del formato de suelta, y que el pico de araña coincidía con el pico de fitoseidos a partir del cual ambas poblaciones descendían. Se concluyó que los fitoseidos se instalaron correctamente y que se produjo un control de la araña sin necesidad de tratamientos químicos; aunque sin diferencias entre las zonas con suelta y el testigo. Estos resultados tan generales pero positivos fueron los que incentivaron la realización de este ensayo llevado a cabo en 2012.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es comprobar el establecimiento de *Amblyseius andersoni* y determinar la eficacia y capacidad de control de este depredador en las condiciones medioambientales del ensayo, para reducir las poblaciones de *Panonychus ulmi* en plantaciones de manzano, y así, plantearlo como una alternativa a los tratamientos químicos.

Además se pretende:

- Observar las fluctuaciones presa-depredador a lo largo del tiempo.
- Determinar posibles variaciones en el control de la araña dependiendo del formato de presentación del depredador.
- Determinar los factores que pueden influir en el resultado del control de araña mediante el depredador *Amblyseius andersoni*.
- Conocer las condiciones de instalación y desarrollo de los fitoseidos, estudiando la posible influencia de temperatura y humedad en sus poblaciones.
- Realizar una comparativa económica del tratamiento químico y del tratamiento biológico para el control de *Panonychus ulmi*.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO

Este proyecto, realizado en el año 2012, se ha desarrollado en Calatayud, municipio de Aragón que da nombre a la comarca a la que pertenece, Comarca de Comunidad de Calatayud, en la provincia de Zaragoza. Esta comarca se encuentra ubicada en la zona centro occidental de Aragón, limitando al norte con la Comarca del Aranda y de Valdejalón; al este con la Comarca del Campo de Cariñena y al sur con la Comarca del Campo de Daroca.

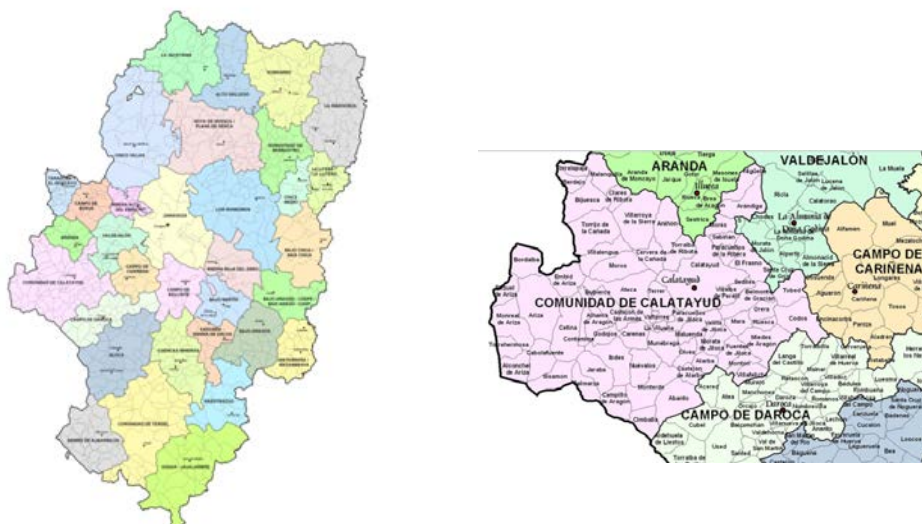
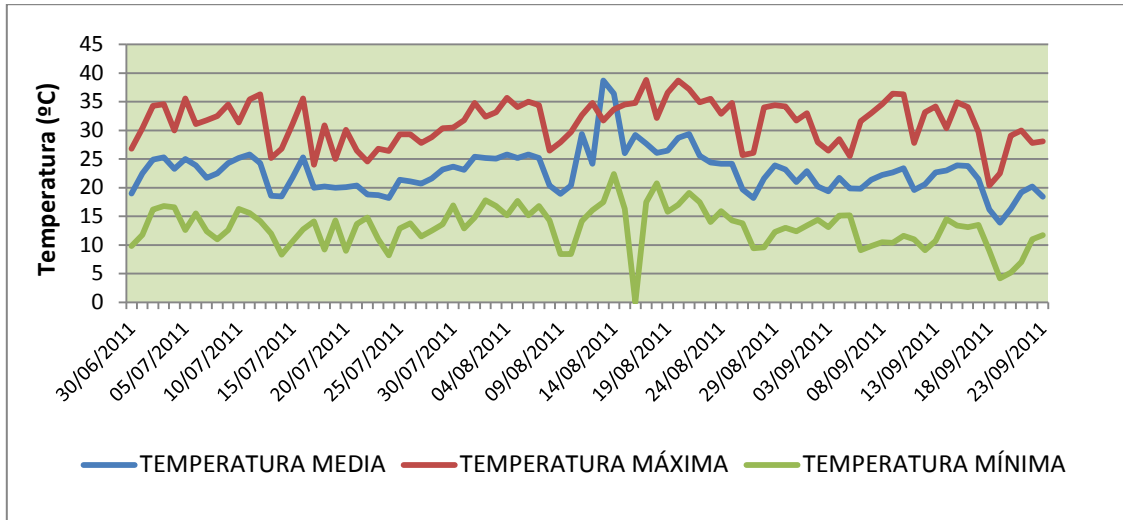


Figura 13. Mapa de las comarcas de Aragón y mapa de la Comunidad de Calatayud

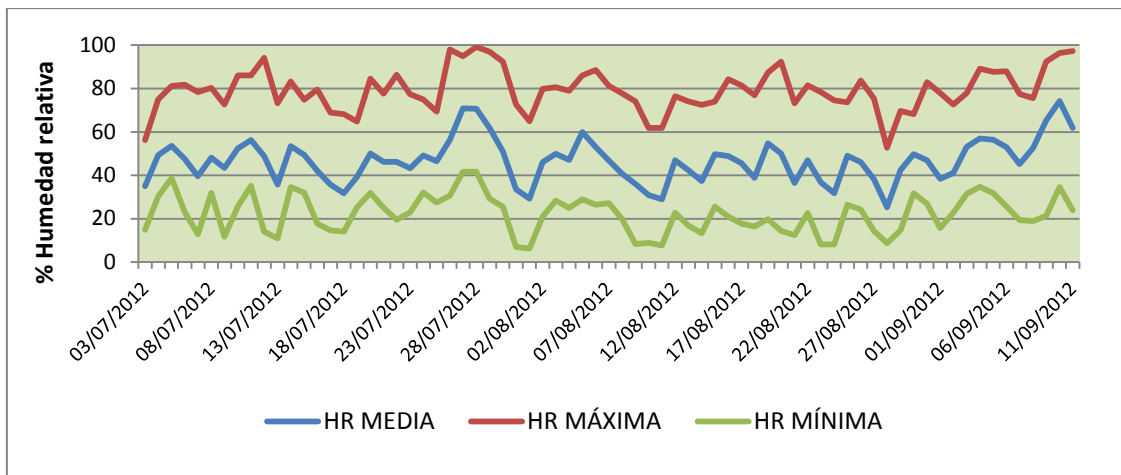
Calatayud está situada a orillas del río Jalón, y debido a su localización en el Valle del Jalón, las faldas del Sistema Ibérico y su proximidad a la depresión del Valle del Ebro, su clima es mediterráneo continentalizado, por lo que sus temperaturas son muy bajas en invierno y muy altas en verano. Este clima se caracteriza también por la escasez e irregularidad de las lluvias, con precipitaciones medias de 400 mm anuales y fuertes tormentas en primavera y otoño.



A continuación se pueden observar en las Figuras 14 y 15, las gráficas de los datos diarios de temperaturas y humedades relativas durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2012, meses durante los cuales se realizó este ensayo. Estos datos pertenecen a la estación meteorológica que tiene la Oficina del Regante de SIRASA en el término municipal de Calatayud.



**Figura 14:** Temperaturas diarias medias, máximas y mínimas recogidas por la Estación Meteorológica de Calatayud durante el ensayo de 2012



**Figura 15:** Humedades relativas diarias medias, máximas y mínimas recogidas por la Estación Meteorológica de Calatayud durante el ensayo de 2012

Según datos del Gobierno de Aragón (2012), la Comarca de Comunidad de Calatayud tiene una superficie de 2.524 km<sup>2</sup>, y su población total es de 41.013 habitantes distribuidos en 67 municipios y 89 entidades poblacionales, siendo Calatayud su capital administrativa.

En la Comarca de la Comunidad de Calatayud los frutales son un cultivo de gran importancia, contando con 17.441,5 ha.; de las cuales 12.779,5 has son en secano y 4.662 has en regadío, según datos de Gobierno de Aragón (2012).

### 3.2. ZONA DE ESTUDIO

La parcela donde se realizó el ensayo está integrada en la finca de Valdevicor, perteneciente a EXPLOTACIONES NUTRISOL SL., que consta de 90 ha. cultivadas y está situada a unos 6 km., en línea recta, del municipio de Calatayud.

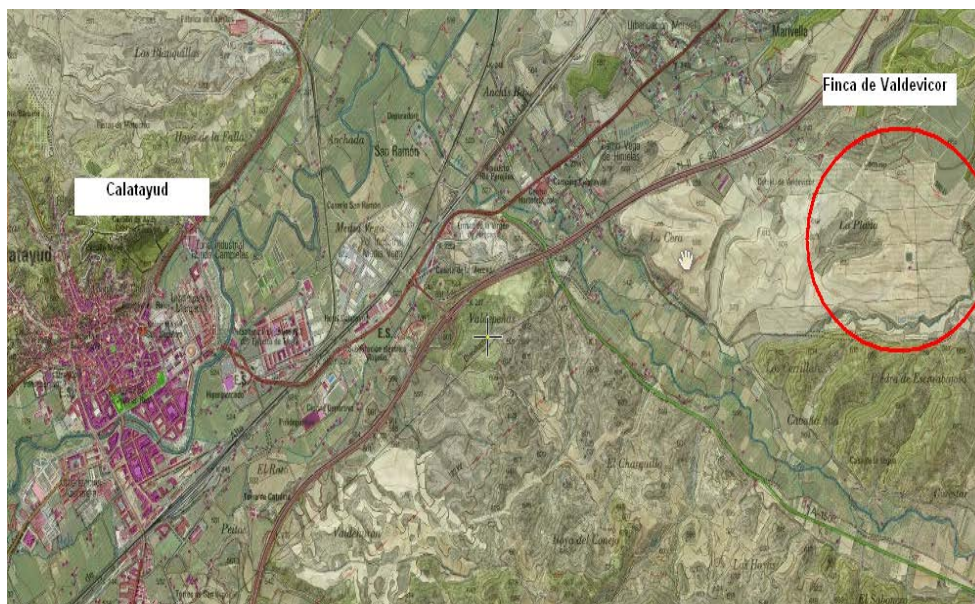


Figura 16: Mapa de situación de la finca de ensayo respecto a Calatayud

La parte de la finca donde se ha realizado el ensayo comprende una superficie de 2,6 hectáreas de manzano dentro de la parcela, remarcada en la imagen, que corresponde a las siguientes referencias catastrales (SIGPAC):



**Comunidad:** 2  
**Provincia:** 50  
**Municipio:** 67  
**Polígono:** 22  
**Parcela:** 211 (recinto: 129,21 y 2)  
35 (recinto: 1)  
189 (recinto: 2)

**Figura 17:** Parcela de ensayo situada en la finca Valdevicor

### 3.3. MATERIALES

#### 3.3.1. MATERIAL VEGETAL

En la parcela de estudio se encuentran plantados manzanos de la variedad Golden Smoothee, sobre patrones M9. Por cada 13 árboles de dicha variedad hay uno de la variedad Challenger como polinizante.



**Figura 19:** Imagen un manzano de la variedad Golden Smoothee (izquierda) e imagen de una manzana de la variedad Challenger (derecha)

Estos árboles fueron plantados al tresbolillo en enero del año 2009, con un marco de plantación de 4x1m.



**Figura 20:** Imágenes de los manzanos de la finca de ensayo

Se trata de una parcela con suelos de alto contenido en caliza, con riego por goteo y que tiene un amplio historial de presencia de *Panonychus ulmi*.

### 3.3.2. MATERIAL BIOLÓGICO

El material biológico es material vivo consistente en depredadores fitoseidos *Amblyseius andersoni* principalmente en estado adulto. Dicho material debe ser solicitado la semana anterior a la suelta, para así disponerlo en la fecha prevista para ser colocado. Tras su recepción puede ser almacenado como máximo durante 3 días hasta realizar la suelta, siempre en lugares oscuros y con una temperatura de 10-15°C.

Las características principales de los depredadores utilizados son:

- **Nombre:** Anderline aa
- **Nº registro:** OCB 0423
- **Fabricante:** Syngenta bioline
- **Composición:** *Amblyseius andersoni*
- **Formato:**

Con respecto al formato, se han utilizado dos formatos diferentes con el fin de demostrar si influyen en la instalación, eficiencia, etc. de los depredadores:

### **FORMATO 1: Sobre Gemini**

Anderline aa se comercializa en una formulación de liberación controlada, envasada en sobres Gemini o “minisobres”, la cual permite que los depredadores continúen alimentándose y reproduciéndose durante el transporte, proporcionando una salida continua de éstos al cultivo durante varias semanas.

Anderline aa (Gemini) se presenta en cajas de 100 sobres Gemini con 25.000 ácaros depredadores/caja.



**Figura 21:** Fotos de una caja que contiene sobres Gemini de *Amblyseius andersoni*

### **FORMATO 2: Material suelto**

Anderline aa también se comercializa en tubos de cartón con 25.000 depredadores que se reparten en cajitas de suelta abiertas por la parte superior y que son colocadas en las ramas, desde donde se mueven al resto del árbol.



**Figura 22:** Cajitas de suelta conteniendo *Amblyseius andersoni* en material suelto

### 3.3.3. EMBUDOS BERLESE

Se construyeron unos embudos Berlese para ser utilizados como método de extracción. Éstos consistieron en seis embudos de plástico liso, sin hendiduras, colocados en un soporte de madera. Sobre los embudos se colocaron unos cilindros de plástico duro, en este caso oscuros, en cuyo interior se colocaron las hojas de las distintas muestras. En la parte superior, colgadas de una barra, pendían 6 bombillas, de 40 W, una para cada embudo, quedando colocadas en el centro del cilindro, actuando como fuente de calor y produciendo la desecación progresiva de las hojas.

Por último, en el extremo inferior de los embudos se colocaron botes de muestras con una solución de alcohol al 70% y glicerina al 5%, para la conservación de los ácaros que descendían por el embudo.



**Figura 23:** Fotos de los embudos Berlese utilizados en el ensayo

Con el embudo Berlese se obtiene una eficiencia del 80% al 90% en la determinación de fitoseidos, comparada con la observación directa al binocular. Reduce el tiempo de muestreo a la quinta parte aproximadamente, produciendo mucha menos fatiga en el operador. Permite también el conteo de araña aunque su eficacia es algo más variable que en el caso de los fitoseidos, dependiendo de la movilidad de la especie. Por último, da una gran flexibilidad al mantener los ácaros en alcohol por tiempo indefinido hasta que se tenga tiempo de contarlos. Entre los inconvenientes es preciso citar la exigencia de una inversión inicial para la construcción de una batería de embudos, el retraso en conocer la densidad poblacional, y la alteración de la proporción de estados de desarrollo de la población al extraer con mayor eficacia las formas móviles (García Marí, F. *et al.*, 1990)

### **3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

---

El diseño experimental del ensayo fue en bloques al azar con tres repeticiones por cada tesis. Las tesis que se plantearon en el estudio son las siguientes:

**T1:** Anderline aa Gemini 75.000 individuos/ha

**T2:** Anderline aa Gemini 50.000 individuos/ha

**T3:** Anderline aa material suelto 50.000 individuos/ha

**T4:** Testigo

Cada unidad experimental constó de 540 árboles y 2.160 m<sup>2</sup>, por lo que cada tratamiento, considerando las tres repeticiones, se llevó a cabo en una superficie aproximada de 6.500 m<sup>2</sup>.



Figura 18: Plano de la colocación de los bloques al azar en los que se divide la parcela de estudio

### 3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Para realizar los distintos análisis estadísticos de los datos obtenidos se han utilizado los siguientes programas:

- **PAQUETE OFFICE 2010:** Se ha utilizado el programa de texto denominado Microsoft Word 2010 para redactar el proyecto y el programa de hojas de cálculo Microsoft Excel 2010 para la realización de tablas y gráficos.
- **SPSS 19.0:** Programa informático de tratamiento estadístico para Windows mediante el cual se han realizado los análisis estadísticos de los conteos tanto de campo como de laboratorio. Para ello, se ha utilizado el **Test de Kolmogorov-Smirnov (K-S de una muestra)** para comprobar la normalidad de una distribución y el **Parámetro de Levene** para la homogeneidad de las varianzas. Tras realizar el **Análisis de varianza (ANOVA)** y en caso de mostrar diferencias significativas se han realizado análisis de comparaciones múltiples mediante las pruebas para varianzas homogéneas: **Test de Tukey o Test de Duncan**, y para varianzas heterogéneas: **T3 de Dunnet**.



### 3.6. PROCEDIMIENTO

#### 3.6.1. COLOCACIÓN DE SOBRES

Con presencia de las primeras arañas encontradas en la parcela se procedió a la colocación de los sobres de *Amblyseius andersoni* el día 3 de julio de 2012. Los sobres se colgaron en los árboles a una altura media en un lugar protegido evitando que quedasen expuestos a la luz solar directa y grapándolos por la parte inferior, dejando los agujeros (parte blanca del sobre) hacia abajo.

En las parcelas de la Tesis 1 cuya dosis es 75.000 individuos/ha (300 sobres/ha) se colocaron 195 sobres en los 6.500 m<sup>2</sup> de las tres repeticiones, a razón de 1 sobre por cada 8 árboles. Se dispusieron 5 ó 6 sobres alternativamente por cada fila, quedando finalmente 5 filas con 6 sobres y 7 filas con 5 sobres cada una.

En las parcelas de la Tesis 2 cuya dosis es 50.000 individuos/ha (200 sobres/ha) se colocaron 130 sobres en los 6.500 m<sup>2</sup> de las tres repeticiones, a razón de 1 sobre cada 12 árboles. Se dispusieron 3 ó 4 sobres alternativamente por cada fila, quedando finalmente 7 filas con 4 sobres y 5 filas con 3 sobres cada una.



**Figura 24:** Fotos de los sobres colocados de *Amblyseius andersoni* realizadas el día de la suelta

### 3.6.2. COLOCACIÓN DE MATERIAL SUELTO

El mismo día de la colocación de los sobres, el 3 de julio de 2012, en las parcelas de la Tesis 3 cuya dosis es 50.000 individuos/ha., el material suelto se repartió en cajas de suelta. Se necesitaron 2 botes de 25.000 individuos/bote, de los que se utilizaron un bote completo y 300 ml del segundo bote, colocando así 32.500 individuos. Para su colocación se repartió el material en 130 cajas de suelta que se colocaron con la misma distribución que en el caso de la Tesis 2.



**Figura 25:** Fotos de las cajas con material suelto de *Amblyseius andersoni* realizadas el día de la suelta

### 3.6.3. MUESTREO DE HOJAS EN CAMPO

Los muestreos de las hojas en campo se realizaron semanalmente. El primer muestreo fue previo a la difusión, se realizó por la mañana el mismo día de la suelta, el día 3 de julio, en él se cogieron 75 hojas por bloque (A, B y C). Posteriormente el primer muestreo tras la suelta se realizó el día 10 de julio, y a partir de ese momento semanalmente se repitió el mismo proceso.

Para la realización de los muestreos se cogieron 25 hojas por repetición de cada una de las tesis. Siempre se muestreaban las mismas tres filas, correspondientes a la parte central del bloque, consideradas representativas. Se alternaba cada semana recogiendo una semana de la fila central y la de la izquierda y a la semana siguiente de la central y la de la derecha, así sucesivamente.



**Figura 26:** Imagen del SIGPAC de la parcela de ensayo con las filas de las cuales se recogían las muestras marcadas en verde

Las hojas se recogieron de los 15 árboles centrales de cada repetición, con lo que se pretendió dejar la máxima separación posible entre tesis. En el momento de recogida de muestras se evitó coger hojas de la variedad Challenger, utilizada como polinizador, para evitar variaciones provocadas por el distinto tipo de hojas.

Una vez recogidas las hojas se procesaban con lupa en la propia finca. Se contaron las hojas con presencia de fitoseidos, así como las hojas con presencia de adultos de araña, considerando en este caso varios rangos: hojas sin presencia de adultos de *P.ulmi*, hojas con 1 a 4 adultos de *P.ulmi*, hojas con 5 a 8 adultos de *P.ulmi* y hojas con más de 8 adultos de *P.ulmi*.

#### 3.6.4. MUESTREO CON EMBUDOS BERLESE

Los muestreos de los embudos Berlese comenzaron el día 24 de julio y se realizaron de manera periódica cada 15 días, a excepción del último muestreo que se realizó a las 3 semanas del anterior.

Para la recogida de muestras se procedió de la misma forma que en el caso del muestreo en campo, aunque en este caso se recogieron 50 hojas por repetición. Las hojas fueron introducidas en bolsas y transportadas al laboratorio en una nevera portátil.



**Figura 27:** Fotos de la recogida de muestras y su introducción en bolsas para ser procesadas mediante los embudos Berlesse

Una vez en el laboratorio las muestras fueron colocadas en los embudos Berlese, tal y como se observa en la figura 28, donde permanecían durante varios días, hasta que las hojas quedaban completamente secas. Al final del embudo se colocaron botes con una mezcla de alcohol al 70% y glicerina al 5%, esta última añadida para conseguir una mayor conservación de las arañas y los fitoseidos.



**Figura 28:** Fotos de los embudos Berlese utilizados en el ensayo

Una vez las hojas quedaban completamente secas, los botes con las arañas en alcohol y glicerina eran extraídos y procesados con la lupa binocular. Se contaron las formas móviles de *P.ulmi* así como las formas móviles de fitoseidos que han sido enviados al Departamento de Protección Vegetal Sostenible de la Estación Agrícola Más Badía, donde se procederá a la identificación de las especies. Debido a esto los resultados obtenidos hacen referencia a fitoseidos, sin especificar si se trata de *Amblyseius andersoni*, ya que los resultados de identificación de especies no serán conocidos antes de la finalización de este proyecto.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados de las muestras procesadas mediante embudos Berlese

Los resultados de la extracción de ácaros de las muestras por medio de embudos Berlese están reflejados en la Tabla 5:

**Tabla 5:** Número medio de formas móviles de *Panonychus ulmi* encontradas en las muestras procesadas mediante embudos Berlese y análisis estadístico para las distintas fechas de toma de muestras (1 muestra =50 hojas)

TESIS	NÚMERO FORMAS MÓVILES DE <i>PANONYCHUS ULMI</i> (N=3)					
	03/07/12	24/07/12	07/08/12	21/08/12	04/09/12	26/09/12
<b>T1</b>	686,67 ± 301,28	2331,67 <b>a</b> ± 458,49	193,33 <b>a</b> ± 40,25	117,33 <b>a</b> ± 33,29	50 <b>a</b> ± 15,87	7,33 <b>a</b> ± 4,5
<b>T2</b>	686,67 ± 301,28	1316,33 <b>ab</b> ± 236,88	238,33 <b>a</b> ± 121	196 <b>a</b> ± 145,92	59,33 <b>a</b> ± 21,5	3,33 <b>a</b> ± 0,57
<b>T3</b>	686,67 ± 301,28	694,33 <b>b</b> ± 361,58	291,67 <b>a</b> ± 134,95	152,67 <b>a</b> ± 41,04	59,67 <b>a</b> ± 20,98	54,67 <b>b</b> ± 6,43
<b>T4</b>	686,67 ± 301,28	850,67 <b>b</b> ± 604,70	180 <b>a</b> ± 107,63	128 <b>a</b> ± 52,72	88,67 <b>a</b> ± 23,03	45 <b>b</b> ± 13
<b>p-valor</b>		0,007*	0,597*	0,665*	0,192*	0,000*

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/2012): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

\*valores con la misma letra en la misma columna indica que no son significativamente diferentes.

El ANEXO 2 contiene una tabla más extensa de los resultados expuestos anteriormente, en la que se incluyen los valores de formas móviles de *P. ulmi* para cada una de las repeticiones de las distintas tesis.

La evolución del número de ejemplares extraídos es similar en todas las tesis estudiadas. Se obtuvo un máximo de ejemplares el 24 de julio (primer muestreo tras la suelta) y su máximo disminuyó bruscamente (entre un 59 % y un 91 %) en el siguiente muestreo (8 de agosto). A partir de esa fecha los valores fueron disminuyendo progresivamente.

El día en que se realizó la suelta de fitoseidos, el 3 de julio de 2012, la población de *P. ulmi* era muy elevada, con valores medios de 686,67 formas móviles de

araña en 50 hojas muestreadas. Este resultado es muy superior al valor de formas móviles de *P.ulmi* obtenido el día de la suelta de *A.andersoni* en la prueba de campo realizada en 2011, que tuvo lugar el día 30 de junio y cuya presencia de araña roja fue de aproximadamente 50 formas móviles en 50 hojas muestreadas (Núñez y Lozano, 2011). Este dato podría indicar que en el ensayo de 2012 se han realizado las difusiones de *A.andersoni* demasiado tarde, con poblaciones de araña roja muy elevadas, dificultando así el posible control de la plaga por parte de los fitoseidos; coincidiendo en este punto con lo expuesto por Vilajeliu *et al.* (1992), donde concluyen que las sueltas de depredadores deben realizarse anteriormente o al menos en el mismo momento de inicio de actividad importante de la plaga.

La mayor actividad de araña roja observada comenzó en junio y finalizó en agosto; de acuerdo con las fechas propuestas por Vilajeliu *et al.* (1996) como más propensas a elevadas poblaciones de *P.ulmi*.

El análisis de varianza indica que sólo hubo diferencias significativas entre las tesis en el primer y último muestreo. Los resultados del test de Tukey para las muestras del 24 de julio indican que el número de *P.ulmi* fue significativamente mayor en las tesis 1 y 2; sin embargo, estas diferencias pueden ser debidas al proceso de extracción. Después de procesar dichas muestras fue necesario cambiar el montaje de los embudos. Los recipientes donde se colocaban las muestras pasaron de ser transparentes a negros. En previsión de que esto provocara un calor excesivo, la fuente de luz se situó a mayor distancia pero aún así las muestras se secaron con mayor rapidez y no se puede descartar que el exceso de calor afectara a la eficiencia de extracción. En la última fecha de muestreo el nº de *P.ulmi* fue muy bajo en todas las tesis aunque, significativamente mayor en la T3 (material suelto) y T4 (control).

**Tabla 6:** Número medio de formas móviles de fitoseidos encontrados en las muestras procesadas mediante embudos Berlese para las distintas fechas de toma de muestras (1 muestra = 50 hojas)

TESIS	NÚMERO DE FITOSEIDOS (N=3)					
	03/07/12	24/07/12	07/08/12	21/08/12	04/09/12	26/09/12
<b>T1</b>	27 ± 26,21	2,67 <b>a</b> ± 3,06	1,33 <b>a</b> ± 0,58	0,33 <b>a</b> ± 0,58	0,33 ± 0,58	0 ± 0
<b>T2</b>	27 ± 26,21	4,67 <b>a</b> ± 3,51	0,33 <b>a</b> ± 0,58	2 <b>a</b> ± 2	0 ± 0	0 ± 0
<b>T3</b>	27 ± 26,21	4,33 <b>a</b> ± 2,52	0,67 <b>a</b> ± 1,55	1,33 <b>a</b> ± 1,53	0 ± 0	1 ± 1
<b>T4</b>	27 ± 26,21	6,33 <b>a</b> ± 5,50	1 <b>a</b> ± 1,73	0,33 <b>a</b> ± 0,58	0,33 ± 0,58	0,33 ± 0,58
<b>p-valor</b>		0,715*	0,728*	0,389*		

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

\*valores con la misma letra en la misma columna indica que no son significativamente diferentes.

El ANEXO 2 contiene una tabla más extensa de los resultados expuestos anteriormente, en la que se incluyen los valores de formas móviles de fitoseidos para cada una de las repeticiones de las distintas tesis.

La población media de fitoseidos durante el muestreo realizado el día de la suelta de *A.andersoni* (Tabla 6), día 3 de julio de 2012, es de 27 individuos en 50 hojas procesadas; siendo incluso algo superior que la población obtenida el día de la suelta en la prueba de campo realizada en 2011 (Núñez y Lozano, 2011). Sin embargo, a partir del siguiente muestreo los valores de fitoseidos descendieron drásticamente para todas las tesis hasta el final del ensayo. Resultando inesperadamente el pico de población de fitoseidos en el muestreo previo a la suelta.

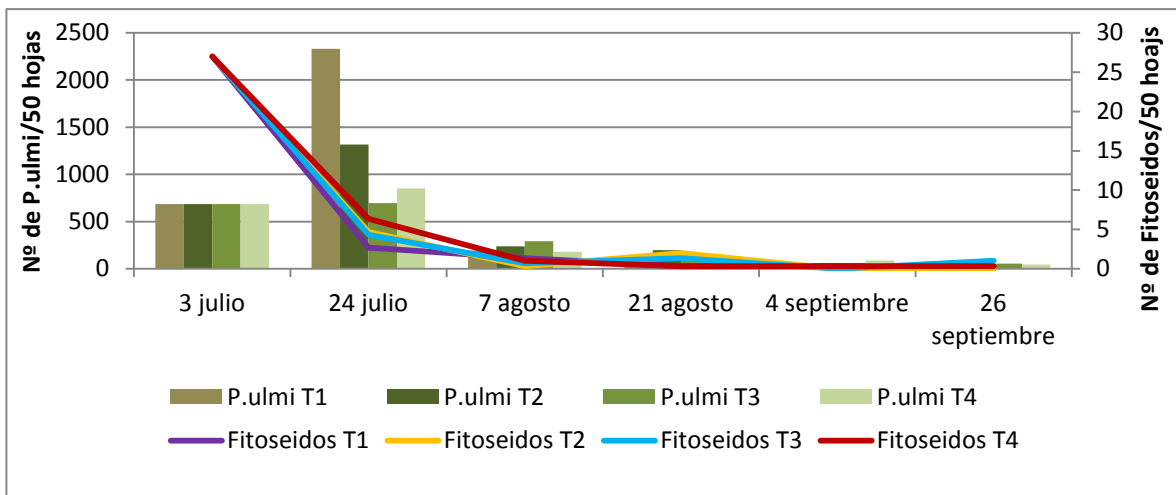
Estadísticamente se siguió el mismo proceso que en el caso de las poblaciones medias de *P.ulmi*, aunque para algunas fechas no se realizó ninguna comprobación estadística debido al elevado porcentaje de valores nulos en los resultados.

El análisis de varianza indica que no hubo diferencias significativas entre las tesis para las fechas analizadas.



De acuerdo con Vilajeliu (1992) e Ioratti *et al.* (1983); el hecho de que no existan diferencias en las dinámicas poblacionales de las tesis y el control se puede deberse a la elevada capacidad natural de aparición e incremento poblacional de los fitoseidos durante el período de máxima actividad de la araña roja, hasta el punto de minimizar o incluso igualar las diferencias ocasionadas por la aportación de fitoseidos. Esto justificaría los resultados de este análisis estadístico de no ser por las escasas poblaciones de depredadores obtenidas.

En la figura 29, se representan gráficamente la evolución del número de ejemplares extraídos de araña roja y fitoseidos obtenidos, con el fin de observar la dinámica de ambas poblaciones en el tiempo y para las distintas tesis así como la posible relación entre ellas:



(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3: Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

**Figura 29:** Número medio (N=3) de formas móviles de *P. ulmi* y número medio (N=3) de formas móviles de fitoseidos durante las semanas del ensayo para las distintas tesis planteadas en las muestras procesadas con embudos Berlese

Como ya se ha comentado anteriormente la evolución de la población de *P. ulmi* es similar para las cuatro tesis, y tras alcanzar su pico el 24 de julio desciende sin apenas fluctuaciones. En general, los picos de población de *P. ulmi* son muy variables, teniendo lugar normalmente entre finales de junio y julio, aunque depende siempre de las condiciones ambientales de la zona y de cada año concreto, como en este caso, que se retrasa a finales de julio.

En el caso de la población de fitoseidos que alcanza su máximo en el muestreo previo a la suelta su población queda muy reducida a lo largo de todo el ensayo.

Analizando únicamente la población de *P.ulmi* los resultados obtenidos resultan lógicos, ya que aunque tras la suelta de los depredadores se produce un aumento de presa, según Vilajeliu *et al.* (1992); los fitoseidos precisan de un tiempo relativamente largo de 15 a 20 días, a partir de niveles medianamente altos de ambas especies para dominar la plaga.

Sin embargo, al analizar conjuntamente ambas poblaciones se observa que los depredadores no han sido los causantes de la disminución de presa, ya que sus poblaciones han sido insignificantes en comparación con la araña.

Los ratios depredador/presa recogidos en la tabla 7, reflejan la escasa población de fitoseidos frente a la cantidad de plaga:

**Tabla 7:** Ratios depredador/presa para las muestras procesadas mediante embudos Berlese

RATIOS DEPREDAADOR PRESA				
Fecha	T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha	T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha	T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha	T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha
03/07/12	0,039	0,039	0,039	0,039
24/07/12	0,001	0,004	0,006	0,007
07/08/12	0,007	0,001	0,002	0,006
21/08/12	0,003	0,010	0,009	0,003
04/09/12	0,007	0,000	0,000	0,004
26/09/12	0,000	0,000	0,018	0,007

Los valores de los ratios son siempre inferiores a 0,04; un ratio depredador/presa muy por debajo de los obtenidos en la prueba de campo realizada en 2011 (Núñez y Lozano, 2011); así como a los valores siempre superiores a 0,6 obtenidos por Vilajeliu *et al.* (2009), con los que logró controlar biológicamente la plaga; o incluso a los valores siempre superiores a 0,16 obtenidos por Vilajeliu *et al.*(1992) y con los cuales no tuvo éxito en el control biológico en la mayoría de los cosas estudiados.

## Resultados de las muestras procesadas en campo

Los resultados poblacionales de las muestras procesadas en campo se expresan en porcentaje de ocupación de hojas por formas móviles de fitoseidos y en porcentaje de ocupación de hojas por adultos de *Panonychus ulmi* para cada uno de los niveles categóricos estipulados de ácaros y para cada una de las fechas de evaluación.

En el caso de los resultados de *P.ulmi*, debido al volumen de datos, éstos se presentan por separado en varias tablas incluyendo los valores medios para los distintos niveles categóricos. En el ANEXO 2 se incluyen los datos de cada una de las repeticiones de las tesis.

Estos resultados no han sido analizados estadísticamente debido al elevado número de valores nulos y de valores iguales para las distintas tesis en los resultados obtenidos.

En la tabla 8 se presentan los resultados de porcentajes medios de hojas sin presencia de adultos de *P.ulmi*:

**Tabla 8:** Porcentaje medio (N=3) de hojas sin presencia de adultos de *P.ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

TESIS	% DE HOJAS SIN PRESENCIA DE ADULTOS DE <i>P.ULMI</i> (N=3)								
	03/07/ 12	10/07 /12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09 /12
<b>T1</b>	14,67 ± 16,1	0 ± 0	0 ± 0	54,67 ± 50,6	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	98,67 ± 2,3	93,33 ± 11,5
<b>T2</b>	14,67 ± 16,1	0 ± 0	0 ± 0	12 ± 17,4	100 ± 0	100 ± 0	97,3 ± 2,3	94,67 ± 6,1	97,33 ± 2,3
<b>T3</b>	14,67 ± 16,1	0 ± 0	0 ± 0	44 ± 51,1	97,33 ± 4,6	100 ± 0	100 ± 0	97,33 ± 4,6	96 ± 4
<b>T4</b>	14,67 ± 16,1	0 ± 0	0 ± 0	2,67 ± 4,6	100 ± 0	100 ± 0	98,67 ± 2,3	98,67 ± 2,3	100 ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

En la tabla 9 se presentan los resultados de porcentajes medios de hojas con presencia de 1-4 adultos de *P.ulmi*:

**Tabla 9:** Porcentaje medio (N=3) de hojas con presencia de 1-4 adultos de *P.ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

TESIS	% DE HOJAS CON PRESENCIA DE 1-4 ADULTOS DE <i>P.ULMI</i> (N=3)								
	03/07/ 12	10/07/ 12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09/ 12
<b>T1</b>	41,67 ± 14,7	8 ± 13,9	0 ± 0	12 ± 20,8	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	1,33 ± 2,3	6,67 ± 11,5
<b>T2</b>	41,67 ± 14,7	4 ± 6,9	1,33 ± 2,31	52 ± 24,3	0 ± 0	0 ± 0	2,67 ± 2,3	5,33 ± 6,1	2,67 ± 2,3
<b>T3</b>	41,67 ± 14,7	5,33 ± 2,3	4 ± 4	17,33 ± 30,0	2,67 ± 4,6	0 ± 0	0 ± 0	2,67 ± 4,6	4 ± 4
<b>T4</b>	41,67 ± 14,7	38,67 ± 22,0	1,33 ± 2,3	25,33 ± 24,4	0 ± 0	0 ± 0	1,33 ± 2,3	1,33 ± 2,3	0 ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

En la tabla 10 se presentan los resultados de porcentajes medios de hojas con presencia de 5-8 adultos de *P.ulmi*:

**Tabla 10:** Porcentaje medio (N=3) de hojas con presencia de 5-8 adultos de *P.ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

TESIS	% DE HOJAS CON PRESENCIA DE 5-8 ADULTOS DE <i>P.ULMI</i> (N=3)								
	03/07/ 12	10/07/ 12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09/ 12
<b>T1</b>	21 ± 5,3	10,67 ± 2,3	2,67 ± 4,6	1,33 ± 2,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<b>T2</b>	21 ± 5,3	13,33 ± 10,1	12 ± 10,6	17,33 ± 16,6	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<b>T3</b>	21 ± 5,3	25,33 ± 6,11	17,33 ± 10,1	9,33 ± 8,3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
<b>T4</b>	21 ± 5,3	24 ± 10,6	12 ± 8	18,67 ± 12,2	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

En la tabla 11 se presentan los resultados de porcentajes medios de hojas con presencia de más de 8 adultos de *P. ulmi*:

**Tabla 11:** Porcentaje medio (N=3) de hojas con presencia de más de 8 adultos de *P. ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

TESIS	% DE HOJAS CON PRESENCIA DE MÁS DE 8 ADULTOS DE <i>P. ULMI</i> (N=3)									
	03/07/ 12	10/07/ 12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09/ 12	
<b>T1</b>	22,67 ± 21,8	81,33 ± 15,1	97,33 ± 4,6	32 ± 55,4	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
<b>T2</b>	22,67 ± 21,8	82,67 ± 16,6	86,67 ± 12,85	18,67 ± 6,1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
<b>T3</b>	22,67 ± 21,8	69,33 ± 4,6	78,67 ± 14,0	29,33 ± 50,8	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
<b>T4</b>	22,67 ± 21,8	37,33 ± 30,5	86,67 ± 10,1	53,33 ± 26,6	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

En la tabla 12 se presentan los resultados de porcentajes medios de hojas con presencia de fitoseidos:

**Tabla 12:** Porcentaje medio (N=3) de ocupación de hojas por formas móviles fitoseidos en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

TESIS	% DE HOJAS CON PRESENCIA DE FITOSEIDOS (N=3)									
	03/07/ 12	10/07/ 12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09/ 12	
<b>T1</b>	0 ± 0	0 ± 0	2,67 ± 4,62	1,33 ± 2,31	2,67 ± 4,62	1,33 ± 2,31	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
<b>T2</b>	0 ± 0	0 ± 0	6,67 ± 6,11	4 ± 6,93	2,67 ± 2,31	2,67 ± 4,62	0 ± 0	1,33 ± 2,3	0 ± 0	
<b>T3</b>	0 ± 0	0 ± 0	2,67 ± 4,62	2,67 ± 4,62	1,33 ± 2,31	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
<b>T4</b>	0 ± 0	0 ± 0	8 ± 10,7	1,33 ± 2,31	2,67 ± 2,31	2,67 ± 2,31	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

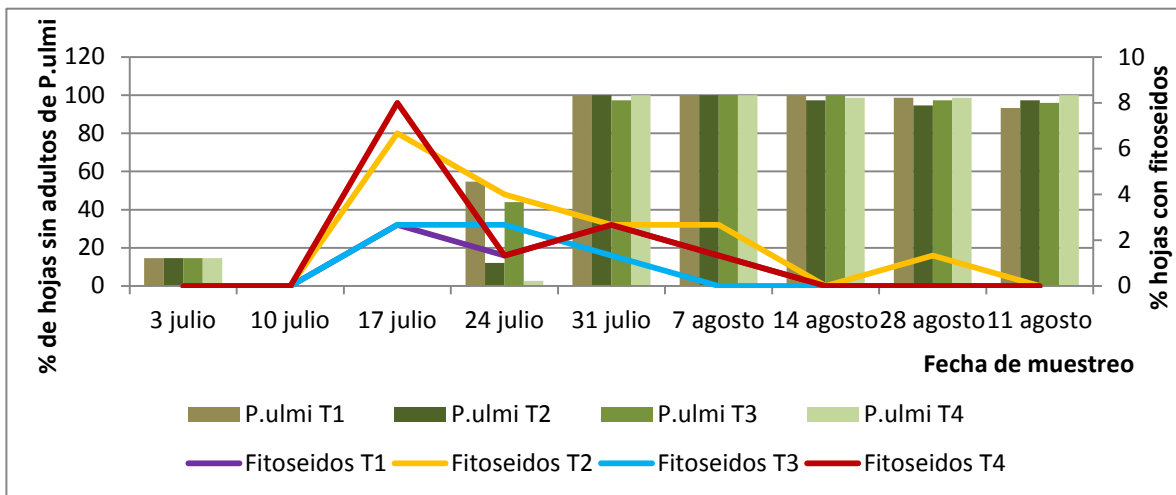
MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

Los porcentajes medios de ocupación de hojas con fitoseidos no superan el 8% en ningún caso. En comparación con los porcentajes de ocupación obtenidos por otros autores este dato es muy inferior a los valores esperados.

En la prueba de campo llevada a cabo en 2011 se obtuvieron valores de hasta un 63% de hojas ocupadas con fitoseidos y, excepto y en el primer y último muestreo, el porcentaje de ocupación fue superior al 8% en todos los casos (Núñez y Lozano, 1011). Vilajeliu *et al.* (1994), en un ensayo donde se valoraron más de 40 parcelas y tras tres años de control integrado sin necesidad de difusiones artificiales, obtuvo valores superiores al 60% de hojas con fitoseidos y en 2009 realizando sueltas de *A.andersoni* a dosis de 70.000 y 75.000 individuos/ha. obtuvo valores de ocupación superiores al 55% de hojas.

Con estos resultados resulta evidente la influencia de factores externos en la instalación y desarrollo de los fitoseidos.

Gráficamente (Figura 30) se representan los porcentajes de hojas con *P.ulmi* para cada rango categórico junto a los porcentajes de hojas con presencia de fitoseidos con el fin de observar la evolución de ambas poblaciones así como la posible relación entre la dinámica depredador y presa:

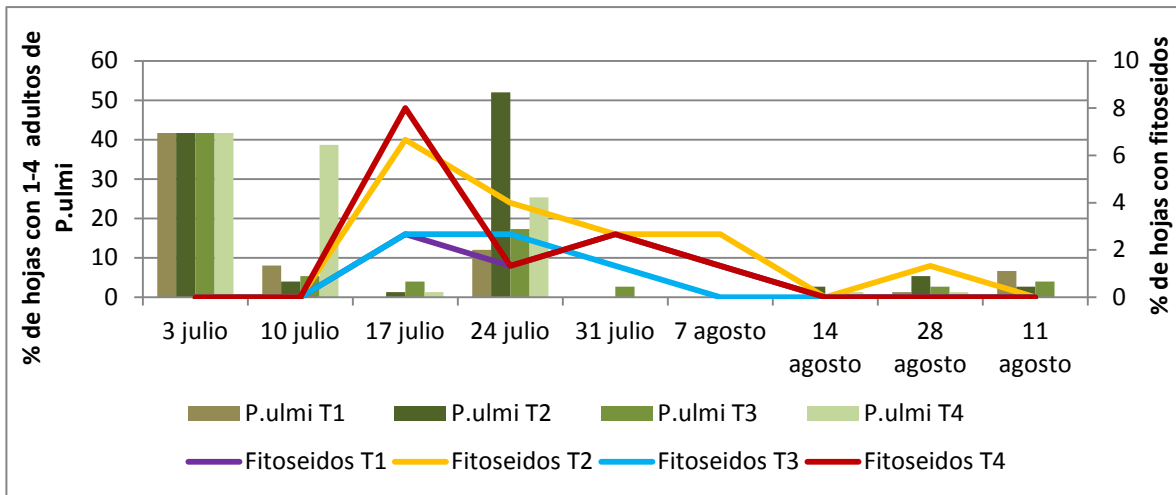


(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

**Figura 30:** Porcentaje medio (N=3) de hojas sin presencia de *P.ulmi* y porcentaje medio (N=3) de hojas con fitoseidos durante las semanas de ensayo en las muestras procesadas en campo.

En cuanto a porcentaje de hojas sin presencia de araña roja, las distintas tesis siguen la misma dinámica, con presencia de araña en un alto porcentaje hasta el 31 de julio; resultando a partir de esta fecha casi un 100 % de las hojas sin presencia de plaga.

La relación entre la dinámica de presa y depredador es inexistente ya que poblaciones tan bajas de fitoseidos no pueden influir en las poblaciones de araña.

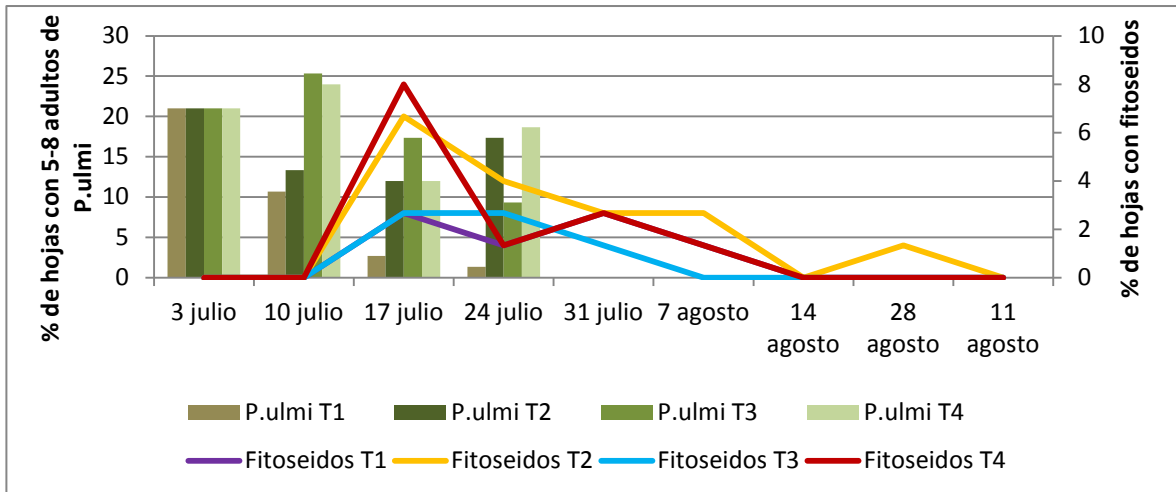


(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

**Figura 31:** Porcentaje medio (N=3) de hojas con 1-4 adultos de *P.ulmi* y porcentaje medio (N=3) de hojas con fitoseidos durante las semana de ensayo en las muestras procesadas en campo.

En la dinámica de porcentaje de ocupación de hojas por 1-4 adultos de *P.ulmi* (Figura 31) tienen lugar varias oscilaciones, similares para todas las tesis, para disminuir los porcentajes a partir del 31 de agosto y ser muy bajos hasta el final del ensayo.

Tampoco en este caso existe relación entre las dinámicas poblacionales de presa y depredador.

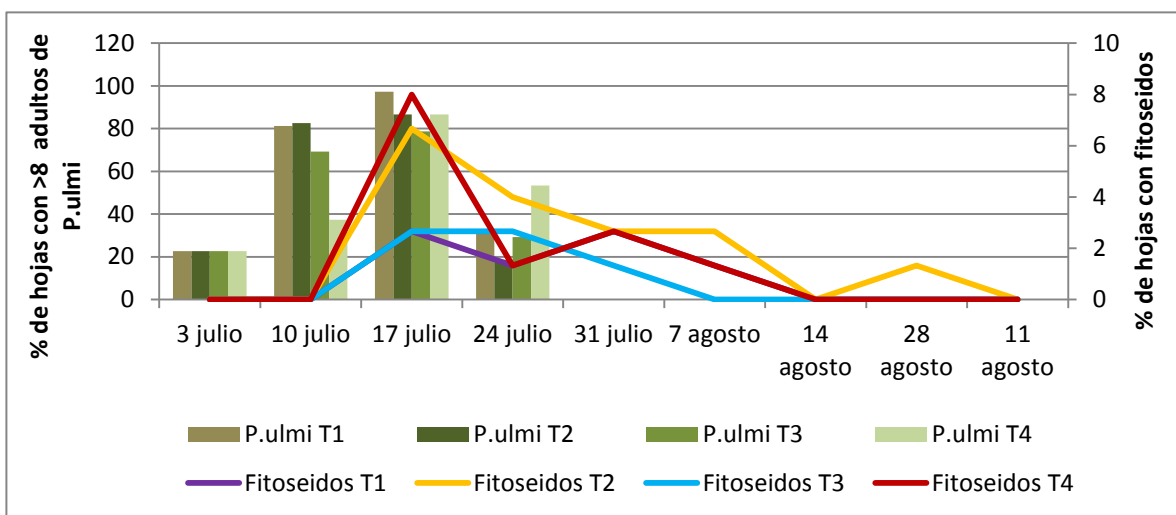


(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

**Figura 32:** Porcentaje medio (N=3) de hojas con 5-8 adultos de *P.ulmi* y porcentaje medio (N=3) de hojas con fitoseidos durante las semana de ensayo en las muestras procesadas en campo.

En la Figura 32, de la misma forma que en los casos anteriores a partir del 31 de julio se produce un acusado descenso de araña roja, siguiendo la misma dinámica las cuatro tesis planteadas, siendo en este caso los porcentajes de hojas con 5-8 adultos de *P.ulmi* nulos a partir de dicha fecha.

La dinámica de población de *P.ulmi* no tiene relación con la población de fitoseidos.



(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

**Figura 33:** Porcentaje medio (N=3) de hojas con más de 8 adultos de *P.ulmi* y porcentaje medio (N=3) de hojas con fitoseidos durante las semana de ensayo en las muestras procesadas en campo.



Los porcentajes de hojas con presencia de más de 8 arañas (Figura 33) no presentan diferencias entre las tesis alcanzando valores muy altos el 17 de julio, y descendiendo durante las siguientes semanas hasta alcanzar valores de porcentaje nulos el 31 de julio que se mantendrán hasta el final del ensayo.

El pico de ocupación de hojas con más de 8 adultos de *P.ulmi* coincide con el pico de ocupación de hojas con fitoseidos; aunque dicha coincidencia es circunstancial ya que los valores de porcentaje de hojas con fitoseidos son demasiado bajos para influir en las poblaciones de presa.

De manera general, la evolución de los porcentajes de hojas ocupadas por araña roja es muy similar a la evolución registrada en la prueba de campo de 2011, aunque no coincidente en fechas, siendo en 2011 la desaparición de plaga más tardía que en 2012, contrariamente a lo ocurrido en este caso, relacionada con los niveles de depredadores.

Estos resultados evidencian las dificultades de los fitoseidos difundidos en la parcela para instalarse así como las dificultades de los fitoseidos encontrados de forma natural para sobrevivir. Se plantean varias hipótesis para dar respuesta a estos hechos:

- **Condiciones del material de suelta:** Al tratarse de poblaciones de fitoseidos tan bajas desde las primeras semanas y no producirse ningún aumento tras la difusión, se puede plantear la duda de que el material de suelta colocado no estuviese en buenas condiciones. Esta hipótesis quedó descartada ya que el material pasa estrictos controles de calidad tanto en origen, en Inglaterra, donde se producen; como en Almería, a su llegada a España.

Además de esto, antes de realizar la suelta para este ensayo, se revisó el material comprobando que se encontraba en perfecto estado. Esta hipótesis tampoco justificaría la desaparición de los fitoseidos que se encontraban en la parcela de forma natural.

- **Tratamientos químicos incompatibles:** En el ANEXO 1 se incluye la lista de todos los tratamientos realizados en la parcela de ensayo durante todo el período vegetativo y se ha comprobado que todos ellos son compatibles con los fitoseidos, por tanto tampoco ésta sería la causa de sus bajas poblaciones. Solamente se debería tener en cuenta que el día 13 de septiembre se realizó un tratamiento para *Ceratitis* con Lambda cihalotrin, incompatible con los fitoseidos. Este tratamiento únicamente influiría en el conteo de laboratorio realizado a las muestras tomadas el 26 de septiembre; sin embargo, debido a la escasa población existente antes incluso del tratamiento, no se aprecian diferencias en este conteo respecto a los anteriores.

- **Posible dificultad de instalación al tratarse de *A.andersoni* producidos en laboratorio:** Los *A. andersoni* que se sueltan artificialmente son producidos en laboratorio; aunque las condiciones ambientales de producción y factores que podrían influir en su desarrollo están totalmente estudiados y son producidos con gran rigurosidad, se podría pensar que quizá estos fitoseidos difundidos artificialmente en una zona con unas condiciones ambientales muy determinadas no sean capaces de instalarse de la misma forma que lo harían aquellos fitoseidos que se encuentran de manera natural.

El estudio realizado por Vilajeliu *et al.* (2009) en el que se utiliza producto de la misma casa comercial que en este ensayo los resultados han sido positivos, conseguido controlar biológicamente las poblaciones de araña, por lo que aunque esto no serviría para descartar la posibilidad de que en algunas ocasiones sí pueda influir la procedencia de estos depredadores; se puede decir que este tipo de procedimiento ha dado resultados positivos en otras ocasiones

Esta hipótesis no justificaría la desaparición de los fitoseidos que se encontraban en la parcela de forma natural.

- **Influencia de las condiciones meteorológicas en *Amblyseius andersoni***: Esta especie de fitoseido soporta temperaturas superiores a los 40 °C (García Jiménez, 2003), sin embargo, es más sensible a condiciones de bajas humedades relativas; aunque no se conocen valores concretos para condiciones de campo, distintos autores como García Jiménez, 2003; Nguyen Van Dinh *et al.*, 1987; Ferragut *et al.*, 1987 y 1988, y Croft *et al.*, 1993; hacen referencia a este hecho.

En el ANEXO 3 se incluyen las condiciones meteorológicas diarias durante el ensayo. La temperatura de 40°C se superó únicamente en días puntuales por lo que en principio no debería haber afectado a los fitoseidos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta el hecho de que ha sido un verano con temperaturas inusualmente elevadas y con poca variación térmica ente el día y la noche, hechos que han podido afectar a la instalación del depredador.

Las humedades relativas durante los días del ensayo han sido bajas respecto a años anteriores por lo que podrían haber afectado a la instalación de los fitoseidos.

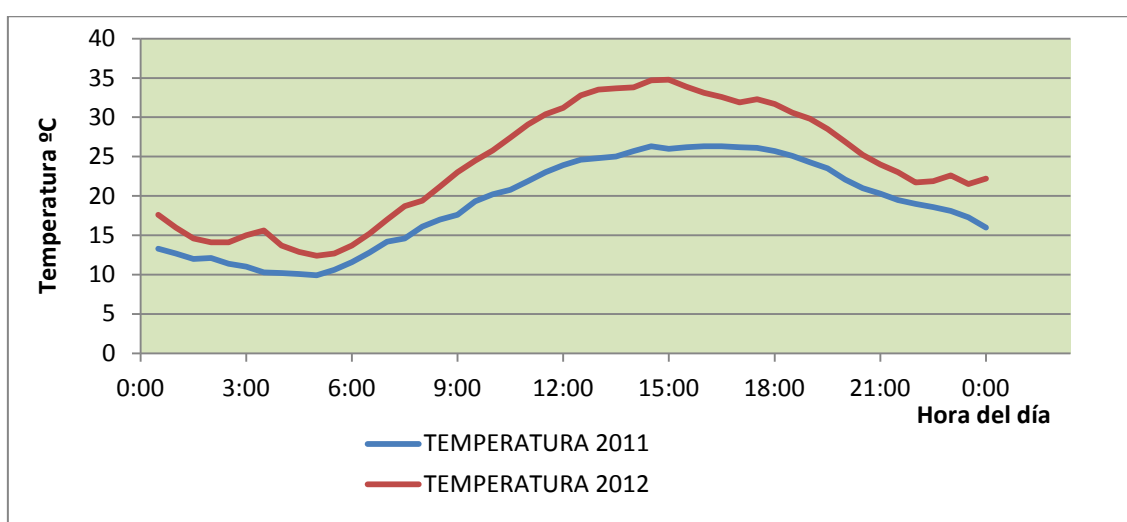
La información referente a temperaturas y humedades relativas de tolerancia de *Amblyseius andersoni* son escasas, así que tomando como referencia las condiciones meteorológicas durante la prueba de campo realizada en 2011 donde los fitoseidos sí lograron su instalación, se ha realizado una comparativa de las condiciones meteorológicas a las que estuvieron sometidos los depredadores durante ambos años para observar si realmente estas condiciones han sido diferentes entre estos períodos. Para realizar esta comparativa se consideran los 21 primeros días de ensayo durante los cuales la población de fitoseidos descendió notoriamente, dejando patente dificultades en su instalación así como la desaparición de los fitoseidos ya presentes de forma natural.

**Tabla 13:** Comparativa de temperaturas y humedades relativas de los años 2011 y 2012 durante las tres primeras semanas de la prueba de campo y del ensayo realizados en ambos años respectivamente

COMPRACIÓN DE TEMPERATURAS		
	AÑO 2011	AÑO 2012
TEMPERATURA MEDIA	22,5 °C	23,02 °C
TEMPERATURA MÁXIMA	36,3 °C	37,5 °C
TEMPERATURA MÍNIMA	8,3 °C	9,6 °C
COMPRACIÓN DE HUMEDADES RELATIVAS		
	AÑO 2011	AÑO 2012
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	47,04%	45,3%
HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA	79,12%	77,5%
HUMEDAD RELATIVA MÍNIMA	23,14%	23,6%

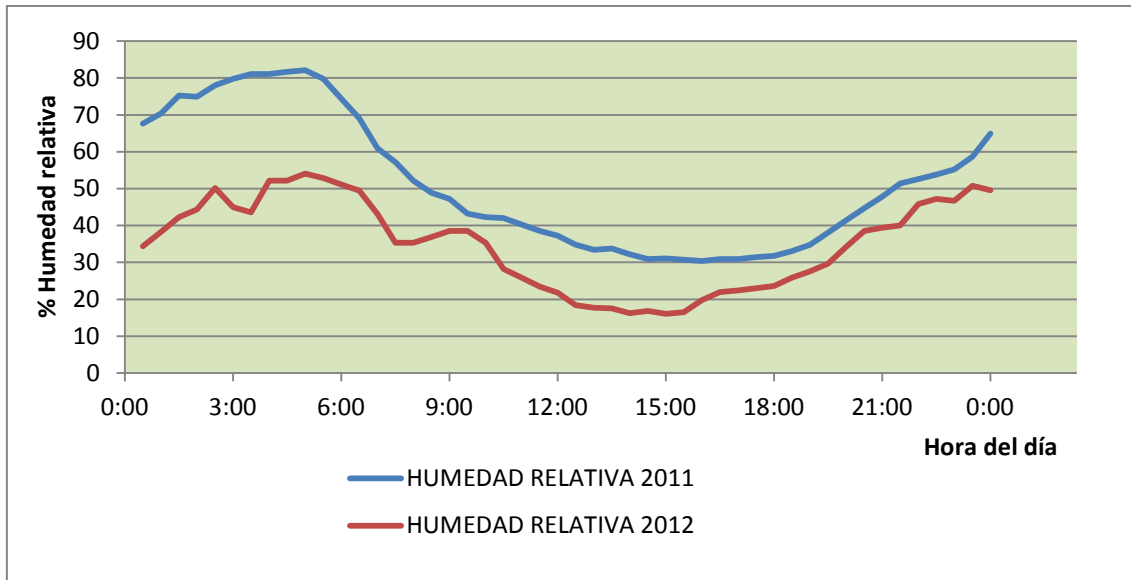
En la Tabla 13 se observa que las temperaturas del año 2012 fueron ligeramente superiores y las humedades relativas inferiores a las registradas en 2011 durante el período de tiempo comparado, lo que podría haber influido negativamente en la instalación de los fitoseidos durante este último año.

Las condiciones meteorológicas del día en el que se realiza la suelta de los depredadores también son importantes para su posterior instalación y desarrollo. Se comparan las temperaturas y humedades de los días de suelta de los fitoseidos en 2011 y 2012.



**Gráfico 34:** Temperaturas con frecuencia horaria de los respectivos días de suelta de fitoseidos en el año 2011 y 2012 (30/06/2011 y 03/07/2012)

Las temperaturas del día que se realizó la suelta de *A.andersoni* para este ensayo fueron considerablemente más altas que las temperaturas del día de suelta para la prueba de campo de 2011; pudiendo influir negativamente en los fitoseidos y dificultando su instalación en el campo.



**Gráfico 35:** Humedad relativa con frecuencia horaria de los respectivos días de suelta de fitoseidos en el año 2011 y 2012 (30/06/2011 y 03/07/2012)

Las humedades relativas durante el día 3 de julio de 2012 fueron en todo momento inferiores a las del día 30 de junio de 2011. Esto pudo causar dificultades a los depredadores para instalarse correctamente.

El descenso poblacional de *P.ulmi* no puede asociarse a la acción depredadora de *A. andersoni*, por lo que se consideran otros posibles motivos que hayan provocado el descenso de la plaga hasta prácticamente su desaparición:

- **Tratamientos fitosanitarios contra araña:** Como se puede consultar en el ANEXO 1 durante el período de tiempo que duró el ensayo no se realizaron tratamientos fitosanitarios que afectasen a *Panonychus ulmi*; por tanto, la drástica disminución en su población no pudo estar debida a este factor.

- **Acción depredadora de *Stethorus spp.***: En las primeras semanas del ensayo durante la realización de los muestreos de campo se encontraron numerosos ejemplares de *Stethorus spp.* en las hojas, principalmente en estado de larva.

*Stethorus spp.* pertenece a la familia de los Coccinelidos y se trata de un depredador muy voraz de ácaros de la familia *Tetranychidae*. Es una especie que puede encontrarse en huertos, plantaciones de árboles, jardines y campos de cultivo donde haya ácaros de esta familia. A lo largo de su desarrollo presenta diferentes estadios:

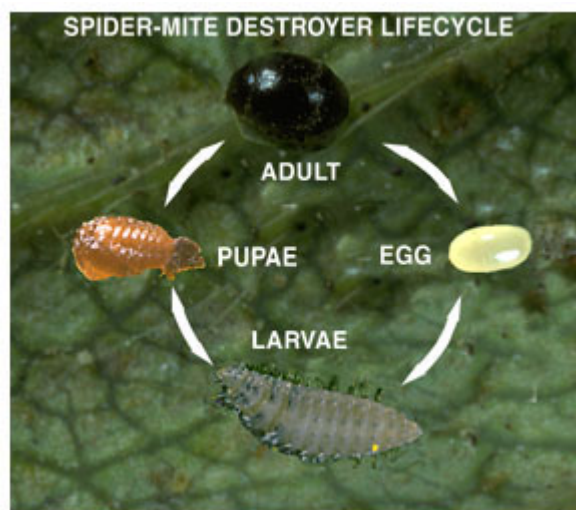


Figura 36: Ciclo de vida de *Stethorus spp.*

Los huevos de *Stethorus spp.* son de forma ovalada y de color amarillo; y en contraste con otros Coccinelidos que depositan sus huevos en racimos, *Stethorus spp.* deposita sus huevos individualmente en el envés de las hojas de las plantas infestadas con ácaros de araña. Este estadio de huevo dura de 3 a 5 días dependiendo de la temperatura. Las larvas se alimentan y se desarrollan a través de cuatro estadios en un plazo de 8-9 días; y las pupas necesitan de 6-8 días para emerger como adultos. El ciclo de vida completo dura unas dos semanas a 26°C.

Las hembras adultas requieren de un período aproximado de una semana para empezar a poner huevos, y sólo lo harán si hay una densidad adecuada de ácaros disponibles para ser ingeridos. Las hembras emergen sin huevos o sólo con unos pocos

huevos maduros en los ovarios, por lo que la alimentación continua de presa es necesaria para la maduración de los mismos.

*Stethorus spp.* tiene una elevada capacidad depredadora ya que las hembras deben consumir al menos 20 huevos de araña/día para iniciar y mantener la producción de sus huevos; siendo ésta de 3 a 13 huevos/día y una larva puede consumir 240 ácaros durante su desarrollo hasta la fase de pupa.

Indiscutiblemente este depredador ha realizado una importante labor en la disminución de la población de *P.ulmi*, ya que sus poblaciones fueron muy elevadas durante las primeras semanas del ensayo, descendiendo hasta prácticamente su desaparición al disminuir la población de presa.

- **Influencia de las condiciones meteorológicas en *Panonychus ulmi*:** Tanto temperatura como humedad son condiciones que influyen de manera determinante en las poblaciones de araña roja.

La temperatura es un factor que ejerce un papel muy importante en varios momentos de la vida de una araña roja. Las bajas temperaturas invernales son causa de mortalidad en los estadios hibernantes; además de ser concluyentes en el inicio o terminación de la diapausa. En primavera el tiempo frío aparentemente causa mortalidad de las larvas recién nacidas (Oatman, 1965). Por su parte, Mori (1961) reportó las preferencias en temperatura para este ácaro, siendo éstas de 25°C a 28°C. Relativamente poco se conoce sobre los límites superiores de tolerancia de temperatura de tetránquidos, Mori (1961) los sitúa entre 44°C y 47°C; aunque Roesler (1953) observó que las densidades de *P.ulmi* en árboles frutales descendían drásticamente después de que las temperaturas alcanzasen valores de 40°C por varios días.

En el ANEXO 3 se incluyen las temperaturas medias, máximas y mínimas durante el ensayo; éstas han sido atípicamente elevadas aunque no han superado en

ningún momento las temperaturas de 44-47°C marcadas como límite de supervivencia de *P.ulmi*; y solo se han superado los 40°C durante los días 9 y 10 de agosto.

En cuanto a la humedad, como se aprecia en el ANEXO 3, no se citan en bibliografía humedades concretas limitantes para estos tetraníquidos en campo, por lo que no se puede determinar que las bajas humedades de este año hayan sido las causantes del drástico descenso de *Panonychus ulmi*.

### **Análisis económico**

Una vez evaluadas las cuestiones técnicas del control biológico de *P.ulmi* mediante el depredador *A.andersoni* se consideran las cuestiones económicas. Se realiza una comparativa de los costes de las distintas prácticas efectuadas en el año 2012 para controlar la araña roja en la finca donde se encuentra la parcela de ensayo. Dicha finca está dividida en cinco parcelas diferentes con similares características y todas ellas con amplio historial de fuertes ataques de araña roja. En cada parcela se llevó a cabo una serie de tratamientos, biológicos y químicos con el fin de controlar esta plaga. En las parcelas 1 y 2 se aplicó un control químico convencional, en la parcela 3 se realizó un control integrado, utilizando productos químicos en primavera y suelta biológica de *A.andersoni* en verano, en la parcela 4 se llevó a cabo un control químico, siendo necesario tratar únicamente en primavera, ya que en verano la afección de plaga fue mínima, posiblemente debido a la suelta biológica utilizada durante el año 2011 para la prueba de campo en esta parcela, y por último en la parcela 5 donde se ha realizado este ensayo en 2012 y donde se efectuó un tratamiento integrado, químico en primavera y suelta biológica en verano.

Los precios de los productos fitosanitarios utilizados en los tratamientos químicos fueron consultados a los técnicos de los distribuidores de las casas comerciales de la zona.



Los costes estimados por hora aplicados para la mano de obra fueron de 7 €/h; y los costes aplicados a maquinaria (tractor + atomizador + operario) de 55 €/h; los cuales incluyen cotización a la seguridad social y retenciones aplicables a la mano de obra así como todos los costes fijos y variables aplicables al tractor y al apero (costes de amortización, reparaciones, mantenimiento, seguros, interés, desgaste, combustibles, lubricantes...)

### PARCELA 1 y PARCELA 2: Lucha química convencional

En estas dos parcelas se utilizó un control químico convencional, con tratamientos en primavera y verano. En la Tabla 14 se incluyen los costes de los tratamientos realizados contra *P.ulmi* durante el año 2012.

**Tabla 14:** Costes de los tratamientos realizados en las parcelas 1 y 2 contra la plaga de *P.ulmi* durante el año 2012

PRODUCTO					MANO DE OBRA Y MAQUINARIA			TOTAL
NOMBRE Y COMPOSICIÓN	DOSIS	CALDO/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS/ha	€/h	COSTE/ha	€/ha
APOLO (Clofentezin, 50)	0,06%	700 l	82 €/l	34,44 €	0,5	55	27,50 €	61,94
ABAMECTINA (Abamectina, 1,8)	0,08%	700 l	19 €/l	10,64 €	0,5	55	27,50 €	38,14
MILBEKNOCK (Milbemectina 0,93)	0,15%	700 l	129 €/kg	135,45 €	0,5	55	27,50 €	162,95
PIRSAR (Piridaben, 20)	0,1%	700 l	21 €/kg	14,7 €	0,5	55	27,50 €	42,2
COSTE TOTAL DEL TRATAMIENTO							<b>305,23 €/ha</b>	

### PARCELA 3: Suelta comercial

Tras los positivos resultados y el éxito de la prueba de campo de 2011 el técnico de la finca Javier Lozano decidió realizar la suelta en esta parcela de *A.andersoni* a una dosis de 75.000 individuos/ha en formato de sobres. Los resultados fueron similares a la experiencia del ensayo de 2012, la araña roja desapareció de la misma forma que

ocurrió en toda la finca pero no puede asociarse a la acción depredadora de los fitoseidos. Los costes de los tratamientos constan en la Tabla 15.

**Tabla 15:** Costes de los tratamientos realizados en la parcela 3 contra la plaga de *P.ulmi* durante el año 2012

PRODUCTO					MANO DE OBRA Y MAQUINARIA			TOTAL
NOMBRE Y COMPOSICIÓN	DOSIS	CALDO/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS/ha	€/h	COSTE/ha	€/ha
APOLO (Clofentezin, 50)	0,06%	700 l	82 €/l	34,44 €	0,5	55	27,50 €	61,94
ABAMECTINA (Abamectina, 1,8)	0,08%	700 l	19 €/l	10,64 €	0,5	55	27,50 €	38,14
ANDERLINE sobres ( <i>A.andersoni</i> )	75.000 ind/ha		55,44 € /25.000 ind	166,32 €	3,5	7	24,50 €	190,82
COSTE TOTAL DEL TRATAMIENTO							<b>290,90 €/ha</b>	

#### **PARCELA 4: Tratamiento químico convencional (Parcela de prueba de campo de 2011)**

En la parcela 4 se realizó la prueba de campo en 2011, por tanto, se llevó a cabo suelta de fitoseidos y este año 2012 en verano la presencia de araña roja fue muy escasa en esta parcela, posiblemente debido a la suelta del año anterior y la permanencia de fitoseidos en ella. En la tabla 16 se incluyen los costes de los tratamientos realizados en dicha parcela contra *P.ulmi*.

**Tabla 16:** Costes de los tratamientos realizados en la parcela 4 contra la plaga de *P.ulmi* durante el año 2012

PRODUCTO					MANO DE OBRA Y MAQUINARIA			TOTAL
NOMBRE Y COMPOSICIÓN	DOSIS	CALDO/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS/ha	€/h	COSTE/ha	€/ha
APOLO (Clofentezin, 50)	0,06%	700 l	82 €/l	34,44 €	0,5	55	27,50 €	61,94
ABAMECTINA (Abamectina, 1,8)	0,08%	700 l	19 €/l	10,64 €	0,5	55	27,50 €	38,14
COSTE TOTAL DEL TRATAMIENTO							<b>100,08 €/ha</b>	

## PARCELA 5: Parcela de ensayo 2012

En esta parcela se evalúan económicamente cada una de las tesis planteadas en el ensayo de 2012. Se incluyen en las Tablas 17, 18, 19 y 20 los costes de los tratamientos para las distintas tesis.

### Tesis 1: Sobres Gemini 75.000 individuos /ha

**Tabla 17:** Costes de los tratamientos realizados en la tesis 1 de la parcela 5 contra la plaga de *P.ulmi* durante el año 2012

PRODUCTO					MANO DE OBRA Y MAQUINARIA			TOTAL
NOMBRE Y COMPOSICIÓN	DOSIS	CALDO/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS/ha	€/h	COSTE/ha	€/ha
APOLO (Clofentezin, 50)	0,06%	700 l	82 €/l	34,44 €	0,5	55	27,50 €	61,94
ABAMECTINA (Abamectina, 1,8)	0,08%	700 l	19 €/l	10,64 €	0,5	55	27,50 €	38,14
ANDERLINE sobres ( <i>A.andersoni</i> )	75.000 ind/ha		55,44 € /25.000 ind	166,32 €	3,5	7	24,5 €	190,82
<b>COSTE TOTAL DEL TRATAMIENTO</b>							<b>290,90 €/ha</b>	

### Tesis 2: Sobres Gemini 50.000 individuos /ha

**Tabla 18:** Costes de los tratamientos realizados en la tesis 2 de la parcela 5 contra la plaga de *P.ulmi* durante el año 2012

PRODUCTO					MANO DE OBRA Y MAQUINARIA			TOTAL
NOMBRE Y COMPOSICIÓN	DOSIS	CALDO/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS/ha	€/h	COSTE/ha	€/ha
APOLO (Clofentezin, 50)	0,06%	700 l	82 €/l	34,44 €	0,5	55	27,50 €	61,94
ABAMECTINA (Abamectina, 1,8)	0,08%	700 l	19 €/l	10,64 €	0,5	55	27,50 €	38,14
ANDERLINE sobres ( <i>A.andersoni</i> )	50.000 ind/ha		55,44 € /25.000 ind	110,88 €	3,5	7	24,5 €	135,38
<b>COSTE TOTAL DEL TRATAMIENTO</b>							<b>235,46 €/ha</b>	

### Tesis 3: Material suelto 50.000 individuos /ha

**Tabla 19:** Costes de los tratamientos realizados en la tesis 3 de la parcela 5 contra la plaga de *P.ulmi* durante el año 2012

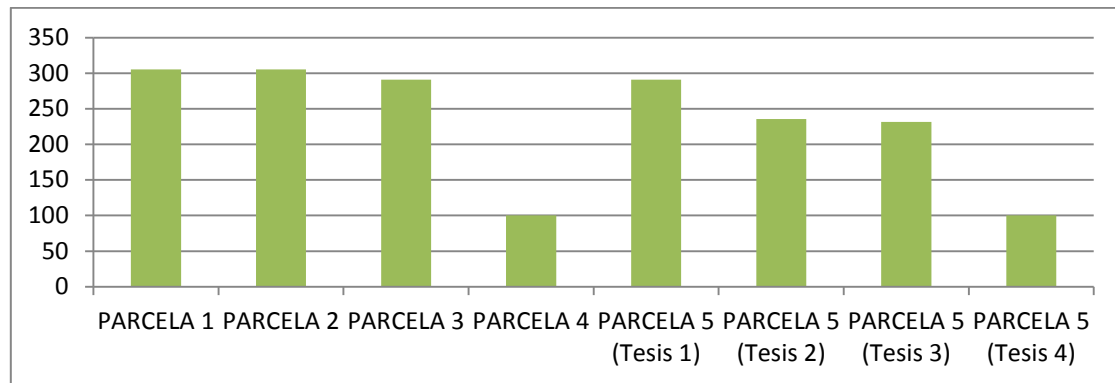
PRODUCTO					MANO DE OBRA Y MAQUINARIA			TOTAL
NOMBRE Y COMPOSICIÓN	DOSIS	CALDO/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS/ha	€/h	COSTE/ha	€/ha
APOLO (Clofentezin, 50)	0,06%	700 l	82 €/l	34,44 €	0,5	55	27,50 €	61,94
ABAMECTINA (Abamectina, 1,8)	0,08%	700 l	19 €/l	10,64 €	0,5	55	27,50 €	38,14
ANDERLINE Mat.suelto (A.andersoni)	50.000 ind/ha		53,40 € /25.000 ind	106,80 €	3,5	7	24,5 €	131,30
<b>COSTE TOTAL DEL TRATAMIENTO</b>							<b>231,38 €/ha</b>	

### Tesis 4: Testigo

**Tabla 20:** Costes de los tratamientos realizados en la tesis 4 de la parcela 5 contra la plaga de *P.ulmi* durante el año 2012

PRODUCTO					MANO DE OBRA Y MAQUINARIA			TOTAL
NOMBRE Y COMPOSICIÓN	DOSIS	CALDO/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS/ha	€/h	COSTE/ha	€/ha
APOLO (Clofentezin, 50)	0,06%	700 l	82 €/l	34,44 €	0,5	55	27,50 €	61,94
ABAMECTINA (Abamectina, 1,8)	0,08%	700 l	19 €/l	10,64 €	0,5	55	27,50 €	38,14
<b>COSTE TOTAL DEL TRATAMIENTO</b>							<b>100,08 €/ha</b>	

En la figura 37 se presenta un resumen de los costes totales (€/ha) de los tratamientos aplicados en cada una de las parcelas para controlar la plaga de araña roja en 2012:



**Figura 37:** Coste total (€/ha) de los tratamientos realizados en cada una de las parcelas para el control de *P. ulmi*

Se observa que los tratamientos más económicos fueron los de la parcela 4 y los de la tesis 4 de la parcela 5. Resulta muy interesante que en la parcela 4 al haberse realizado suelta de *A. andersoni* en 2011, en el año 2012 la presencia de *P. ulmi* haya sido muy escasa, sin causar apenas daños a los manzanos. Este mismo resultado ha sido observado por varios agricultores que han realizado pruebas con suelta de fitoseidos en distintas ocasiones, y que al año siguiente de la suelta no han tenido necesidad de repetir dicha suelta ni tampoco de utilizar tratamientos fitosanitarios; aunque no existen ensayos que confirmen estos resultados.

Por otra parte, la estrategia menos económica ha sido la consistente en un control químico convencional adoptado en la parcela 1 y parcela 2, suponiendo casi un 5% más que el coste de la estrategia con suelta de fitoseidos a una dosis de 75.000 individuos/ha, llevada a cabo en la parcela 3 y en la tesis 1 de la parcela 5.

Por último, el hecho de disminuir la dosis de *A. andersoni* por hectárea lógicamente abarata los costes del tratamiento, aunque con este ensayo no se ha podido demostrar la existencia de diferencias en el control de *P. ulmi* para una dosis de 75.000 individuos/ha. y para una dosis de 50.000 individuos/ha. Así como tampoco se han podido demostrar diferencias en el control de araña dependiendo del formato de presentación de los fitoseidos, siendo un poco más económica la utilización de material suelto que la opción de sobres.

## 5. CONCLUSIONES

En las condiciones del ensayo, la realización de suelta de *A.andersoni* en una plantación comercial de manzanas al inicio de actividad de la araña roja y con presencia de fitoseidos permite concluir:

- Tanto el método de procesamiento de muestras en campo, como el procesamiento de las muestras mediante embudos Berlese han resultado ser fiables para determinar las poblaciones de depredador y presa; siendo éste último, un método más eficaz con menor requerimiento de tiempo.
- La suelta de fitoseidos en cualquiera de las dos presentaciones (en envase o en sobres) no manifestó incremento de las poblaciones de depredadores fitoseidos.
- La suelta de fitoseidos en cualquiera de las dos presentaciones (en envase o en sobres) no impidió el crecimiento de la población de araña roja en las semanas siguientes a la suelta.
- No se apreciaron diferencias en las poblaciones de fitoseidos para las distintas dosis de suelta, los distintos formatos de presentación, ni tampoco para el testigo.
- Las condiciones meteorológicas condicionaron en gran medida la instalación y desarrollo de los fitoseidos, presentando éstos problemas frente a elevadas temperaturas y principalmente frente a bajas humedades relativas.
- La suelta de fitoseidos no influyó en las poblaciones de araña, que no han presentado ninguna diferencia en su evolución entre las tesis planteadas.
- *Stethorus spp.* realizó una importante labor depredadora de *P.ulmi*, pudiendo ser el factor más influyente en la disminución de plaga.

- La suelta de fitoseidos debe realizarse anteriormente a la presencia de elevadas poblaciones de araña roja en la parcela, para de esta manera favorecer su control.
- La suelta de fitoseidos debe realizarse antes de la llegada de las elevadas temperaturas y bajas humedades del verano, evitando así la exposición de los depredadores a duras condiciones meteorológicas desde el inicio de su instalación.
- Económicamente, durante el primer año de control biológico, los costes son similares a los de un control químico; pudiendo éstos verse reducidos en gran medida en posteriores años al continuar con el control integrado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AMANO, H. y CHANT, D., 1977. Vida y Reproducción de *Amblyseius andersoni*. Diario Canadiense de Zoología, 55 1978-1983.
- AGUSTÍ FONFRÍA, M., 2004. Fruticultura. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 493 pp.
- ALVAREZ REQUEJO, S., 1988. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. Ed. AEDOS, S.A.
- BADII, M. y McMURTRY, H., 1984b. Life history of and life table parameters for *Phytoseiulus longipes* with comparative studies on *P. persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* (Acari: *Phytoseiidae*). *Acarología* 25: 111-123.
- BORÉ J.M., FLECKINGER J., 1997. Pommiers à cidre, variétés de France. INRA, pp. 771.
- BOVEY, R., 1971. La defensa de las plantas cultivadas: tratado práctico de fitopatología y zoología agrícola. Ed. Omega, Barcelona, 897 pp.
- BÜTTNER R., GEIBEL M., FISCHER C., 2000. The genetic potential of scab and mildew resistance in *Malus wild* species. *ACTA HORT.* 538: 67-70.
- COSTA-COMELLES, J.; BOSCH, D.; BOTARGUES, A.; CABISCOL, P.; MORENO, A.; PORTILLO, J.; y AVILLA, J., 1997. Acción de algunos acaricidas sobre los fitoseidos y la araña roja *Panonychus ulmi* (Koch) en manzano. *Bol. San. Veg. Plagas*, 23: 93-103.
- COSTA-COMELLES, J.; BOSCH, D.; BOTARGUES, A.; CABISCOL, P.; MORENO, A.; PORTILLO, J.; RIS, N.; SANTALINAS, E.; SARASUA, M.J. y AVILLA, J., 1992. Resultados de la aplicación en parcelas comerciales de un programa de control integrado de plagas de manzano en Lleida. *Bol. San. Veg. Plagas*, 18: 745-754.
- COSTA-COMELLES, J., FERRAGUT, F., GARCÍA-MARI, F., LABORDA, R y MARZAL, C., 1986. Abundancia y dinámica poblacional de las especies de ácaros que viven en los manzanos de Lérida. *Agrícola Vergel*, 5: 176-191.
- COSTA-COMELLES, J.; SANTAMARIA, A.; GARCÍA MARÍ, F.; LABORDA, R. y SOTO A., 1990. Aplicación del control integrado del ácaro rojo *Panonychus ulmi* (Koch) en parcelas comerciales de manzano. *Bol. San. Veg. Plagas*, 16: 317-331.



COSTA-COMELLES, J.; VERCHER, R. y GARCÍA MARÍ, F., 1988. Causas del aumento de puestas invernales de *Panonychus ulmi* (Koch) por aplicación de deltametrina en verano. XX Jornadas de Estudio de AIDA. ITEA. Vol. Extra, nº.7: 41-53.

COUTANCEAU, M., 1977. Fruticultura: Técnica y economía de los cultivos de Rosáceas leñosas productoras de fruta. Ed. Oikos-Tau, Barcelona, 1977 (reimp. 1997), 608 pp.

CROFT, B.A., MESSING, R.H., DUNLEY, J.E. and STRONG, W.B., 1993. Effects of humidity on eggs and immatures of *Neoseiulus fallacies*, *Amblyseius andersoni*, *Metaseiulus occidentalis* and *Thyphlodromus pyri* (Phytoseiidae): implications for biological control on apple, caneberry, strawberry and hop. Exp. Appl. Acarol., 17: 451-459.

DE LA IGLESIA, L.; SANTIAGO, Y.; MORENO, C.M.; PÉREZ, A.; PELÁEZ, H.; DE PRADO, N.; CEPEDA, S., FERRAGUT, F., 2007. Ácaros fitoseidos (Acari: *Phytoseiidae*) asociados a frutales de pepita y viñedo del Bierzo (León). Bol. San. Veg. Plagas 33: 3-14.

DE LIÑÁN VICENTE, C., 1998. Entomología Agroforestal. Ediciones Agrotécnicas. Madrid, 1309 pp.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN, 2012 [en línea]. Producciones y superficies de manzano en Aragón durante la década de 2000 a 2010.

[http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/estadisticasAgricolas/ci.03\\_Superficies\\_producciones\\_agrarias.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM10000450a15acRCRD](http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/estadisticasAgricolas/ci.03_Superficies_producciones_agrarias.detalleDepartamento?channelSelected=1cfbc8548b73a210VgnVCM10000450a15acRCRD)

[Consulta: 10 octubre 2012]

DOMÍNGUEZ GARCÍA-TEJERO, F., 1982. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Ed. Dossat, Madrid, 821 pp.

FAOSTAT, 2012 [en línea]. Datos ProdSTAT. Países del mundo y de la Unión Europea con mayor producción de manzana.

<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>

[Consulta: 9 octubre 2012]

FAOSTAT, 2012 [en línea]. Datos ProdSTAT. Superficies y producciones de manzana en el mundo y en la Unión europea entre el año 2000 y 2010.

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>

[Consulta: 9 octubre 2012]

FERRAGUT, F.; GARCÍA MARÍ, F.; COSTA COMELLES, J. y LABORDA, R., 1987: Influencia of food and the temperatura on development and oviposicion of *Stipulatus* and *Thyphlodromus phialatus* (Acari: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol., 3: 317-329

FERRAGUT, F.; COSTA-COMELLES, J.; GARCÍA-MARÍ, F.; LABORDA, R.; ROCA, D. y MARZAL, C., 1988: Dinámica poblacional del fitoseido *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot) y su presa *Panonychus citri* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae), en los cítricos españoles. Bol. San. Veg. Plagas, 14: 45-54.

FORSLINE, P.L.; ALDWINCKLE, H.S.; DICKSON, E.E.; HOKANSON, S.C., 2003. Collection, maintenance, characterization and utilization of wild apples from Central Asia. Hort. Rev. (Amer. Soc. Hort. Sci.) 29: 1-61.

GARCÍA JIMÉNEZ, 2003. Dossier de Características Técnicas y Justificante de la identidad de *Amblyseius andersoni* Chant (Acarina: Phytoseiidae). Syngenta (documento interno).

GARCÍA MARÍ, F.; FERRAGUT, F.; COSTA-COMELLES, J.; LABORDA, R. y SOTO, T., 1990. Acarología Agrícola. Departamento de Producción Vegetal. Servicio de Publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 282 p.

GARCÍA-MARÍ, F.; COSTA-COMELLES, J. y FERRAGUT F., 1994. Manejo de plagas de ácaros en cítricos. Phytoma España, 58: 63-72

HARDMAN, J.M.; HERBERT, H.J. y SANFORD, K.H., 1985. Effect of populations of the Red Mite, *Panonychus ulmi*, on the apple variety Red Delicious in Nova Scotia. Entom. 117: 1257-1265.

HULL, L.A. y BEERS, E.H., 1990. Validation of injury thresholds for European red Mite (Acari: Tetranychidae) on 'Yorking' and 'Delicious' Apple. J.Econ.Entomol. 83 (5): 2026-2031.

IORATTI, C.; PELLIZZERI, G.; SACCO, M., 1983: Prime esperienze sul controllo biologico di *Panonychus ulmi* (Koch) con acari fitoseidi in Trentino.

- IRAOLA, V. M., BIURRUN, R., MORAZA, M. L. y ESPARZA, M. J. (1994). Depredadores de la familia Phytoseiidae sobre ácaro rojo *Panonychus ulmi* (Koch) en frutales de Navarra. Bol. San. Veg. Plagas, 20: 687- 694
- JANICK, J., (2002). Wild apple and fruit trees of Central Asia. Horticultural Reviews 29. 416 pp.
- JANICK, J.; CUMMINS, J.N.; BROWN, S.K.; HEMMAT, M., 1996. Apples. In: Janick J, Moore JN (eds) Fruit breeding, Vol. I, Tree and tropical fruit. Wiley, New York, USA, pp. 1-77.
- KOLODOCHKA-LA; LYSAYA-EA, 1976. Survival of hungry predatory phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius andersoni* and *Amblyseius reductus* (Parasitiformes, Phytoseiidae). Vestnik-Zoologii. No.3, 88-90.
- LANDEROS, J.; RODRÍGUEZ, M.H. y BADII, P.A., 2001. Functional response and population parameters of *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) on *Tetranychus urticae* Koch. Southwestern Entomologist, 26 (3): 253-257.
- LLUSIÀ, J. y PEÑUELAS, J., 2001. Emission of volatile organic compounds by apple trees under spider mite attack and attraction of predatory mites. Experimental and Applied Acarology, Amsterdam, v.25: p. 65-77.
- MARM, 2012 [en línea]. Producciones y superficies de manzano en España durante la década de 1999 y 2009.  
<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticasagrarias/agricultura/en-cuestas-plantaciones-arboles-frutales/>  
[Consulta: 10 octubre 2012]
- McMURTRY, J.A.; HUFFAKER, C.B. y M. VAN DE VRIE, 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. *Hilgardia* 40: 331-390.
- MIÑARRO, M.; DAPENA, E. y FERRAGUT, F., 2002. Ácaros fitoseidos (Acari: *Phytoseiidea*) en plantaciones de manzano de Asturias. Bol. San. Veg. Plagas, 28: 287-297.
- MORAES F.J.; McMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A., 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434: 1-494.

- MORI, H., 1961. Comparative studies of thermal reaction on four species of spider mites (Acarine: *Tetranychidae*) Jour. Fac. Agr. Hokkaido (imp). Univ. 52: 1-9.
- NGUYEN VAN DINH; SABELIS M.W.; JANSSEN A., 1988. Influence of Humidity and Water Availability on the Survival of *Amblyseius idaeus* and *A. anonymus* (Acarina: Phytoseiidae). Experimental & Applied Acarology, 4: 27-40.
- NUÑEZ, E. y LOZANO, C. (Comunicación personal, septiembre, 2011)
- OATMAN, E.R., 1965. Effects of preblossom miticides and subsequent insecticide applications on mite populations on apple in Wisconsin. J. Eco. Ent. 58: 335-343.
- PAQUALINI, E.; BRIOLINI, J. y MEMMI, M., 1982. Indagini preliminari sul danno da *Panonychus ulmi* Koch (Acarina: Tetranychidae) su Melo in Emilia Romagna. Bolletino dell'Isituto de Entomologia della Universita di Bologna, XXXI, pp. 173-190.
- PEREIRA LORENZO, S., RAMOS CABRER, A., FISCHER, M., 2009. Breeding Apple (*Malus x Domestica* Borkh). Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species. Eds. S.M. Jain, P.M. Priyadarshan, 33-81.
- PÉREZ-MORENO, I., 1998. Ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae en frutales de La Rioja. Bol. San. Veg. Plagas, 24: 167-174.
- ROBINSON J.P.; HARRIS S.A.; JUNIPER B.E., 2001. Taxonomy of the genus *Malus mil* (Rosaceae) with emphasis on the cultivated apple *Malus domestica* Borkh, Plant Syst. Evol. 226: 35-58.
- ROESLER, R., 1953. Rote Spinne and Writtering. Z. angew Ent. 36: 197-200.
- SABELIS, M.W. y HELLE, W., 1985. Spider mites their biology, natural enemies and control. Vol. 1B Elsevier. Amsterdan. 458 p.
- SACCO, M. y STOPPA, G., 1989. Presenza di acari predatori e fitofagi su due cultivar di melo e influsso di questi ultimo sulla pezzatura dei frutti. La Difesa delle piante, 12 (3): 23-36.
- SOBREIRO, J.B., 1981. O combate ao aranhico vermelho *Panonychus ulmi* Koch, em macieira. *Direcção-Geral de Protecção da Produção Agrícola, Oeiras*, 5-19 pp.
- SOENEN, A.; VANWETSWINKEL, G.; y PATTERNOTTE, E., 1977. Mites: important pests of fruit trees in Europe, Span, 20, (2).

- TAMARO, D., 1987. Tratado de fruticultura. Ed. Gustavo Gili, México, 939 pp.
- TSOLAKIS, H.; RAGUSA, F.; CONTI, R.; TUMMINELLI, G.; PERROTTA y RACITI, E., 2006. Population dynamics and specific composition of phytoseiid mites associated with lemon trees differently managed orchards in Eastern Sicily; International Conference on Integrated Control in Citrus Fruit Crops. Proceeding of the meeting on the international Organization for Biological and Integrated Control of Noxious; Animals and Plants, West Palearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Working Group, Lisbon, Portugal, 26-27 September 2005, pp. 295-302.
- VAN DE VRIE, M., Mc-MURTRY, J.A. and HUFFAKER, C.B., 1972. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: II review III. Biology, ecology and pest status and host-plant relations of tetranychids. *Hilgardia* 41: 343-432.
- VILAJELIU, 2009. Estudio de la eficacia de Anderline AA (*Amblyseius andersoni*) en manzano para control de la araña roja (*Panonychus ulmi* Koch). Fundació Mas Badia, Estació Experimental Agrícola.
- VILAJELIU, M.; BOSCH, D.; LLORET, P.; SARASÚA, M.J.; COSTA-COMELLES, J. y AVILLA, J., 1994: Control biológico de *Panonychus ulmi* (Koch) mediante ácaros fitoseidos en plantaciones de control integrado de manzano en Cataluña. Bol. Veg. Plagas, 20: 173-185.
- VILAJELIU, M.; VILARNAU, A., 1992: Viabilidad de las difusiones estivales de los ácaros útiles de la familia *Phytoseiidae* para el control biológico de la araña roja (*Panonychus ulmi* Koch) en plantaciones comerciales de manzanos en Girona. Bol. Veg. Plagas, 18: 123-132.
- VILAJELIU, M.; LLORET, P.; BUIL, C. y MUÑOZ, F., 1996: Efectos de la araña roja (*Panonychus ulmi* Koch) sobre la variedad de manzano "Golden Smoothie". Bol. Veg. Plagas, 22: 193-198.
- WAY, R.D.; ALDWINCKLE, H.S.; LAMB, R.C.; REJMEN, A.; SANSAVINI, S.; SLEN, T.; WATKINS, R.; WESTWOOD, M.N. y YOSHIDA, Y., 1990. Apples (*Malus*). *Acta Horticulturae* 290, 3-62.
- YAPPERT, S., 2000. El origen de la manzana [en línea]. Impresos La Comercial SRL, Neuquén, Río Negro.

<http://www.fruticulturasur.com/fichaNotaPrint.php?articuloId=260> [Consulta: 28 de septiembre de 2012]

ZHOU, Z., 1999. The apple genetic resources in China: the wild species and their distributions informative characteristics and utilization. *Genet Resour crop Evol.* 46: 599-609.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1: TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS**

En el ANEXO 1 se incluyen los tratamientos fitosanitarios del periodo vegetativo realizados en la parcela de ensayo.

**Tabla 1:** Tratamientos fitosanitarios realizados durante el período vegetativo de 2012 en la parcela de ensayo

FECHA	MOTIVO Ó PARÁSITO TRATADO	Producto utilizado			
		Nombre comercial	Número registro	Composición % m.a.	Plazo seguridad
<b>Aplicaciones anteriores a la suelta de <i>Amblyseius andersoni</i></b>					
24-28 noviembre	Hongos y bacterias	BORDEAUX caffaro	21.649	Sulfato cuprocálcico	NP
22-23 diciembre	Hongos y bacterias	BORDEAUX caffaro	21.649	Sulfato cuprocálcico	NP
27-28-29 febrero	Hongos y bacterias	CUPROFLOW	21.670	Oxicloruro cobre, 38	NP
1-2 marzo	Mojante	FITOLUC		Mojante	0
12 marzo	Muertes de árboles	BORDEAUX caffaro	21.649	Sulfato cuprocálcico	NP
15-16-17 marzo	Moteado	POLYRAM DF	18.352	Metiram, 80	28
29-30-31 marzo	Oídio y moteado	POLTIX	24.123	Miclobutanil, 12,5	28
	Moteado	CHORUS	24.443	Ciprodinil, 50	14
	Mojante	FITOLUC		Mojante	0
2 abril	Araña roja	APOLO	23.630	Clofentezín, 50	30
	Pulgas y orugas	RELDAN	12.211	Metil Clorpirifos, 22	15
	Mojante	QUASSAR		Zinc+Mn	0
3-4 abril	Abono foliar	GOE MAR		Algas marinas	0
	Abono foliar	NUTRICHEM		12-48-8	0
	Carencial	SOLUBOR		Boro, 17	0
	Abono foliar	SIPFOL max		Aminoácidos, 12	0
9-10 abril	Carencial	SOLUBOR		Boro, 17	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
17 abril	Moteado	ORTHOCLIDE	11.780	Captan, 50	10
	Carencial	SOLUBOR		Boro, 17	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
9 al 20 abril	Carpocapsa	ISOMATE C Plus		Feromona confusión sexual	
17-18 abril	Abono foliar	SOILRAY		10-20-10	0
	Abono foliar	SIPFOL max		Aminoácidos, 12	0
20-21 abril	Phytophora	ALIETTE	15.907	Fosetil-Al, 80	0
29 abril	Carencial	SOLUBOR		Boro, 17	0
27-29 abril	Oídio y moteado	ATEMI	24.900	Ciproconazol, 10	14
	Pulgón	TEPPEKI	24.526	Flonicamida, 50	14
	Araña roja	ABAMECTINA, 1.8	24.343	Abamectina, 1.8	28
	Mojante	QUASSAR		Zinc+Mn	0



FECHA	MOTIVO Ó PARÁSITO TRATADO	Producto utilizado			
		Nombre comercial	Número registro	Composición % m.a.	Plazo seguridad
5 mayo	Carencial	SOLUBOR		Boro, 17	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
7 mayo	Antirusseting	REGULEX 10	24.825	GA4+GA7,10	0
11 mayo	Oídio	THIOVIT JET	12.901	Azufre, 80	5
	Carencial	SOLUBOR		Boro, 17	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
8-9 mayo	Oídio y moteado	STROBY	21.603	Kresoxim metil	35
	Moteado	DELAN	19.741	Ditianona, 75	21
	Carencial	STOPITT		Calcio	0
12-14-23 mayo	Zeuzera	ISONET-Z		Feromona confusión sexual	
16 mayo	Antirusseting	REGULEX 10	24.825	GA4+GA7,10	0
19 mayo	Oídio	THIOVIT JET	12.901	Azufre, 80	5
	Carencial	SOLUBOR		Boro, 17	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
17 mayo	Aclareo químico	RHODOFIX	15.959	ANA, 1	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
19 mayo	Aclareo químico	RHODOFIX	15.959	ANA, 1	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
18-19 mayo	Oídio y Moteado	DOMARCK evo	18.670	Tetraconazol, 12'5	14
	Moteado	ORTHOCLIDE	11.780	Captan, 50	10
	Carpocapsa	CORAGEN	25.334	Clorrantraniliprol	14
23 mayo	Antirusseting	REGULEX 10	24.825	GA4+GA7, 10	0
24 mayo	Oídio	THIOVIT JET	12.901	Azufre, 80	5
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
25 mayo	Control vigor	REGALIS	23.398	Prohexadiona calcio	55
25-26 mayo	Oídio y moteado	FLINT	22.338	Trifloxistrobin	14
	Moteado	CEREMONIA	24.410	Difenoconazol, 25	14
	Carpocapsa	CORAGEN	25.334	Clorrantraniliprol	21
5-6-7 junio	Oídio y moteado	FOLICUR 25 WG	21.450	Tebuconazol, 25	14
	Moteado	ORTHOCLIDE	11.780	Captan, 50	10
	Carpocapsa	MADEX	20.038	Virus de la granulosis	0
	Bitter Pitt	STOPITT		Calcio	0
14-15-16 junio	Oídio y moteado	ATEMI	24.900	Ciproconazol, 10	14
	Phytophora	ALIETTE	15.907	Fosetil-AI, 80	15
	Carpocapsa	MADEX	20.038	Virus de la granulosis	0
21-22 junio	Oídio y moteado	STROBY	21.603	Kresoxim-metil, 50	35
	Moteado	CEREMONIA	24.410	Difenoconazol, 25	14
	Carpocapsa	MADEX	20.038	Virus granulosis	0

FECHA	MOTIVO Ó PARÁSITO TRATADO	Producto utilizado			
		Nombre comercial	Número registro	Composición % m.a.	Plazo seguridad
<b>Aplicaciones posteriores a la suelta de <i>Amblyseius andersoni</i></b>					
5-6 julio	Moteado	ORTHOCIDE	11.780	Captan, 50	10
	Carencial	STOPITT		Calcio	0
20-21 julio	Moteado	DITHANE	18.332	Mancozeb, 75	28
	Carencial	STOPITT		Calcio	0
24 julio	Abono foliar	SOILRAY		Abono foliar 10-20-10	0
30-31 julio	Carpocapsa	METOXIFENOCIDA	23.764	Metoxifenocida	14
	Bitter Pitt	SOLUBOR		Boro, 17'5	0
	Bitter Pitt	STOPITT		Calcio	0
9-10-11-13 agosto	Bitter Pitt	SOLUBOR		Boro, 17'5	0
	Bitter Pitt	STOPITT		Calcio	0
13 agosto	Carpocapsa	METOXIFENOCIDA	23.764	Metoxifenocida	14
20-21-22 agosto	Bitter Pitt	SOLUBOR		Boro, 17'5	0
23 agosto	Bitter Pitt	STOPITT		Calcio	0
30-31 agosto	Bitter Pitt	SOLUBOR		Boro, 17'5	0
	Bitter Pitt	STOPITT		Calcio	0
7-8 septiembre	Bitter Pitt	SOLUBOR		Boro, 17'5	0
	Bitter Pitt	STOPITT		Calcio	0
10 septiembre	Caída del fruto	RHODOFIX	15.959	ANA, 1	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0
13 septiembre	Ceratitis	LAMBDA CIHALOTRIN	22.398	Lambda cihalotrin, 10	7
	Enfermedades postrecolección	BELLIS	24.447	Boscalida+Piraclost	7
	Bitter Pitt	STOPITT		Calcio	0
21 septiembre	Caída del fruto	RHODOFIX	15.959	ANA, 1	0
	Mojante	MOJANTE ORO	17.046	Mojante	0

## **ANEXO 2: RESULTADOS DE LAS MUETRAS PROCESADAS**

En el ANEXO 2 se presentan, en las tablas 2 y 3, los resultados de las muestras procesadas mediante embudos Berlese incluyendo los resultados para cada repetición.

**Tabla 2:** Formas móviles de *Panonychus ulmi* encontradas en las muestras procesadas mediante embudos Berlese para las distintas fechas de toma de muestras (1 muestra =50 hojas)

TESIS	BLOQUE	NÚMERO FORMAS MÓVILES DE <i>PANONYCHUS ULMI</i>					
		03/07/12*	24/07/12	07/08/12	21/08/12	04/09/12	26/09/12
T1	A	806	2861	163	154	44	12
	B	344	2059	178	109	68	3
	C	910	2075	239	89	38	7
	<b>MEDIA</b>	<b>686,67</b> ± 301,28	<b>2331,67</b> ± 458,49	<b>193,33</b> ± 40,25	<b>117,33</b> ± 33,29	<b>50</b> ± 15,87	<b>7,33</b> ± 4,5
T2	A	806	1574	118	88	41	3
	B	344	1108	360	138	54	4
	C	910	1267	237	362	83	3
	<b>MEDIA</b>	<b>686,67</b> ± 301,28	<b>1316,33</b> ± 236,88	<b>238,33</b> ± 121	<b>196</b> ± 145,92	<b>59,33</b> ± 21,5	<b>3,33</b> ± 0,57
T3	A	806	283	181	127	36	50
	B	344	962	442	200	67	62
	C	910	838	252	131	76	52
	<b>MEDIA</b>	<b>686,67</b> ± 301,28	<b>694,33</b> ± 361,58	<b>291,67</b> ± 134,95	<b>152,67</b> ± 41,04	<b>59,67</b> ± 20,98	<b>54,67</b> ± 6,43
T4	A	806	237	148	83	69	45
	B	344	869	300	115	114	32
	C	910	1446	92	186	83	58
	<b>MEDIA</b>	<b>686,67</b> ± 301,28	<b>850,67</b> ± 604,70	<b>180</b> ± 107,63	<b>128</b> ± 52,72	<b>88,67</b> ± 23,03	<b>45</b> ± 13

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

\*MUESTREO PREVIO: se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

**Tabla 3:** Número de fitoseidos encontrados en las muestras procesadas mediante embudos Berlese para las distintas fechas de toma de muestras (1 muestra = 50 hojas)

TESIS	BLOQUE	NÚMERO DE FITOSEIDOS					
		03/07/2012*	24/07/2012	07/08/2012	21/08/2012	04/09/2012	26/09/2012
T1	A	20	0	1	0	1	0
	B	5	2	1	0	0	0
	C	56	6	2	1	0	0
	<b>MEDIA</b>	<b>27</b>	<b>2,67</b>	<b>1,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0</b>
		± 26,21	± 3,06	± 0,58	± 0,58	± 0,58	± 0
T2	A	20	8	0	2	0	0
	B	5	1	0	0	0	0
	C	56	5	1	4	0	0
	<b>MEDIA</b>	<b>27</b>	<b>4,67</b>	<b>0,33</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
		± 26,21	± 3,51	± 0,58	± 2	± 0	± 0
T3	A	20	7	2	3	0	0
	B	5	2	0	0	0	1
	C	56	4	0	1	0	2
	<b>MEDIA</b>	<b>27</b>	<b>4,33</b>	<b>0,67</b>	<b>1,33</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
		± 26,21	± 2,52	± 1,55	± 1,53	± 0	± 1
T4	A	20	12	3	1	1	1
	B	5	6	0	0	0	0
	C	56	1	0	0	0	0
	<b>MEDIA</b>	<b>27</b>	<b>6,33</b>	<b>1</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>
		± 26,21	± 5,50	± 1,73	± 0,58	± 0,58	± 0,58

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3: Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

\*MUESTREO PREVIO: se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

En el caso de las muestras procesadas en campo se presentan los resultados incluyendo los valores para cada una de las repeticiones en las tablas 4, 5, 6, 7 y 8; dividiendo así las tablas según los rangos de ocupación de *P.ulmi* y de fitoseidos.

**Tabla 4:** Porcentaje de hojas sin presencia de adultos de *P.ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

		<b>% DE HOJAS SIN PRESENCIA DE ADULTOS DE <i>P.ULMI</i> (N=3)</b>								
<b>T</b>		<b>03/07/ 12</b>	<b>10/07/ 12</b>	<b>17/07/ 12</b>	<b>24/07/ 12</b>	<b>31/07/ 12</b>	<b>07/08/ 12</b>	<b>14/08/ 12</b>	<b>28/08/ 12</b>	<b>11/09/ 12</b>
<b>T 1</b>	<b>A</b>	33	0	0	0	100	100	100	100	100
	<b>B</b>	8	0	0	64	100	100	100	100	100
	<b>C</b>	3	0	0	100	100	100	100	96	80
	<b>M</b>	<b>14,67</b> ± 16,1	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>54,67</b> ± 50,6	<b>100</b> ± 0	<b>100</b> ± 0	<b>100</b> ± 0	<b>98,67</b> ± 2,3	<b>93,33</b> ± 11,5
<b>T 2</b>	<b>A</b>	33	0	0	4	100	100	100	96	100
	<b>B</b>	8	0	0	0	100	100	96	88	96
	<b>C</b>	3	0	0	32	100	100	96	100	96
	<b>M</b>	<b>14,67</b> ± 16,1	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>12</b> ± 17,4	<b>100</b> ± 0	<b>100</b> ± 0	<b>97,3</b> ± 2,3	<b>94,67</b> ± 6,1	<b>97,33</b> ± 2,3
<b>T 3</b>	<b>A</b>	33	0	0	32	100	100	100	92	92
	<b>B</b>	8	0	0	0	92	100	100	100	100
	<b>C</b>	3	0	0	100	100	100	100	100	96
	<b>M</b>	<b>14,67</b> ± 16,1	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>44</b> ± 51,1	<b>97,33</b> ± 4,6	<b>100</b> ± 0	<b>100</b> ± 0	<b>97,33</b> ± 4,6	<b>96</b> ± 4
<b>T 4</b>	<b>A</b>	33	0	0	8	100	100	100	96	100
	<b>B</b>	8	0	0	0	100	100	100	100	100
	<b>C</b>	3	0	0	0	100	100	96	100	100
	<b>M</b>	<b>14,67</b> ± 16,1	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>2,67</b> ± 4,6	<b>100</b> ± 0	<b>100</b> ± 0	<b>98,67</b> ± 2,3	<b>98,67</b> ± 2,3	<b>100</b> ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

**Tabla 5:** Porcentaje de hojas con presencia de 1-4 adultos de *P.ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

		<b>% DE HOJAS CON PRESENCIA DE 1-4 ADULTOS DE P.ULMI (N=3)</b>								
<b>T</b>		<b>03/07/ 12</b>	<b>10/07/ 12</b>	<b>17/07/ 12</b>	<b>24/07/ 12</b>	<b>31/07/ 12</b>	<b>07/08/ 12</b>	<b>14/08/ 12</b>	<b>28/08/ 12</b>	<b>11/09/ 12</b>
<b>1</b>	<b>A</b>	47	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>B</b>	53	24	0	36	0	0	0	0	0
	<b>C</b>	25	0	0	0	0	0	0	4	20
	<b>M</b>	<b>41,67</b> ± 14,7	<b>8</b> ± 13,9	<b>0</b> ± 0	<b>12</b> ± 20,8	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>1,33</b> ± 2,3	<b>6,67</b> ± 11,5
<b>2</b>	<b>A</b>	47	12	0	80	0	0	0	4	0
	<b>B</b>	53	0	0	40	0	0	4	12	4
	<b>C</b>	25	0	4	36	0	0	4	0	4
	<b>M</b>	<b>41,67</b> ± 14,7	<b>4</b> ± 6,9	<b>1,33</b> ± 2,31	<b>52</b> ± 24,3	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>2,67</b> ± 2,3	<b>5,33</b> ± 6,1	<b>2,67</b> ± 2,3
<b>3</b>	<b>A</b>	47	4	0	52	0	0	0	8	8
	<b>B</b>	53	8	8	0	8	0	0	0	0
	<b>C</b>	25	4	4	0	0	0	0	0	4
	<b>M</b>	<b>41,67</b> ± 14,7	<b>5,33</b> ± 2,3	<b>4</b> ± 4	<b>17,33</b> ± 30,0	<b>2,67</b> ± 4,6	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>2,67</b> ± 4,6	<b>4</b> ± 4
<b>4</b>	<b>A</b>	47	60	4	52	0	0	0	4	0
	<b>B</b>	53	40	0	16	0	0	0	0	0
	<b>C</b>	25	16	0	8	0	0	4	0	0
	<b>M</b>	<b>41,67</b> ± 14,7	<b>38,67</b> ± 22,0	<b>1,33</b> ± 2,3	<b>25,33</b> ± 24,4	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>1,33</b> ± 2,3	<b>1,33</b> ± 2,3	<b>0</b> ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

**Tabla 6:** Porcentaje de hojas con presencia de 5-8 adultos de *P.ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

% DE HOJAS CON PRESENCIA DE 5-8 ADULTOS DE <i>P.ULMI</i> (N=3)										
T		03/07/ 12	10/07/ 12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09/ 12
1	A	15	12	0	4	0	0	0	0	0
	B	23	12	0	0	0	0	0	0	0
	C	25	8	8	0	0	0	0	0	0
	M	<b>21</b> ± 5,3	<b>10,67</b> ± 2,3	<b>2,67</b> ± 4,6	<b>1,33</b> ± 2,3	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
2	A	15	24	8	4	0	0	0	0	0
	B	23	4	4	36	0	0	0	0	0
	C	25	12	24	12	0	0	0	0	0
	M	<b>21</b> ± 5,3	<b>13,33</b> ± 10,1	<b>12</b> ± 10,6	<b>17,33</b> ± 16,6	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
3	A	15	32	8	16	0	0	0	0	0
	B	23	20	28	12	0	0	0	0	0
	C	25	24	16	0	0	0	0	0	0
	M	<b>21</b> ± 5,3	<b>25,33</b> ± 6,11	<b>17,33</b> ± 10,1	<b>9,33</b> ± 8,3	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
4	A	15	36	20	16	0	0	0	0	0
	B	23	16	12	8	0	0	0	0	0
	C	25	20	4	32	0	0	0	0	0
	M	<b>21</b> ± 5,3	<b>24</b> ± 10,6	<b>12</b> ± 8	<b>18,67</b> ± 24,4	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

**Tabla 7:** Porcentaje de hojas con presencia de más de 8 adultos de *P.ulmi* en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

		% DE HOJAS CON PRESENCIA DE MÁS DE 8 ADULTOS DE <i>P.ULMI</i> (N=3)								
T		03/07/ 12	10/07/ 12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09/ 12
1	A	5	88	100	96	0	0	0	0	0
	B	16	64	100	0	0	0	0	0	0
	C	47	92	92	0	0	0	0	0	0
	M	<b>22,67</b> ± 21,8	<b>81,33</b> ± 15,1	<b>97,33</b> ± 4,6	<b>32</b> ± 55,4	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
2	A	5	64	92	12	0	0	0	0	0
	B	16	96	96	24	0	0	0	0	0
	C	47	88	72	20	0	0	0	0	0
	M	<b>22,67</b> ± 21,8	<b>82,67</b> ± 16,6	<b>86,67</b> ± 12,85	<b>18,67</b> ± 6,1	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
3	A	5	64	92	0	0	0	0	0	0
	B	16	72	64	88	0	0	0	0	0
	C	47	72	80	0	0	0	0	0	0
	M	<b>22,67</b> ± 21,8	<b>69,33</b> ± 4,6	<b>78,67</b> ± 14,0	<b>29,33</b> ± 50,8	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
4	A	5	4	76	24	0	0	0	0	0
	B	16	44	88	76	0	0	0	0	0
	C	47	64	96	60	0	0	0	0	0
	M	<b>22,67</b> ± 21,8	<b>37,33</b> ± 30,5	<b>86,67</b> ± 10,1	<b>53,33</b> ± 24,4	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.



**Tabla 8:** Porcentaje de hojas con presencia de fitoseidos en las muestras procesadas en campo en las fechas de toma de muestras (1 muestra =25 hojas)

		% DE HOJAS CON PRESENCIA DE FITOSEIDOS (N=3)								
T		03/07/ 12	10/07/ 12	17/07/ 12	24/07/ 12	31/07/ 12	07/08/ 12	14/08/ 12	28/08/ 12	11/09/ 12
1	A	0	0	8	4	8	4	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>2,67</b> ± 4,62	<b>1,33</b> ± 2,31	<b>2,67</b> ± 4,62	<b>1,33</b> ± 2,31	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
2	A	0	0	12	0	4	8	0	0	0
	B	0	0	0	12	4	0	0	4	0
	C	0	0	8	0	0	0	0	0	0
	M	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>6,67</b> ± 6,11	<b>4</b> ± 6,93	<b>2,67</b> ± 2,31	<b>2,67</b> ± 4,62	<b>0</b> ± 0	<b>1,33</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
3	A	0	0	0	8	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	8	0	4	0	0	0	0
	M	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>2,67</b> ± 4,62	<b>2,67</b> ± 4,62	<b>1,33</b> ± 2,31	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0
4	A	0	0	20	4	4	4	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	0	0	4	0	4	0	0	0	0
	M	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>8</b> ± 10,1	<b>1,33</b> ± 2,31	<b>2,67</b> ± 2,31	<b>2,67</b> ± 2,31	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0	<b>0</b> ± 0

(T1: Sobres Gemini 75.000 ind/ha, T2: Sobres Gemini 50.000 ind/ha, T3:Material suelto 50.000 ind/ha, T4: Testigo)

MUESTREO PREVIO (03/07/12): se tomaron muestras de cada uno de los bloques independientemente de las tesis, ya que al no haber hecho todavía la suelta se consideró que no debía haber diferencia entre ellas. Por ese motivo se consideran los mismos resultados para todas las tesis.

### **ANEXO 3: TEMPERATURAS Y HUMEDADES RELATIVAS**

En el ANEXO 3 se incluyen temperaturas y humedades relativas diarias del período de ensayo de 2012 así como del período de la prueba de campo del 2011; también se incluyen las temperaturas y humedades relativas con frecuencia horaria del día de la suelta de los depredadores de ambos años:

**Tabla 9:** Datos diarios de temperatura media, máxima y mínima en °C recogidos en la estación meteorológica de Calatayud durante el período del ensayo de 2012

FECHA	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁXIMA	TEMP. MÍNIMA
03/07/2012	24	35,2	12,4
04/07/2012	24,7	31,8	17,4
05/07/2012	21,5	28,1	15,8
06/07/2012	21	30,3	10,4
07/07/2012	25,7	35,2	13,1
08/07/2012	22,8	28,9	14,6
09/07/2012	24,8	34,6	13,8
10/07/2012	23,1	31,4	14
11/07/2012	20,7	27,8	12,6
12/07/2012	22,4	34,9	10,6
13/07/2012	25,6	36,3	11,7
14/07/2012	21,3	27	15,4
15/07/2012	19,5	26,1	12,2
16/07/2012	21,6	30,2	9,6
17/07/2012	23,7	34,5	10,8
18/07/2012	26,5	37,5	11,8
19/07/2012	24,8	32,3	13,9
20/07/2012	22	29,6	12,8
21/07/2012	21,8	29,7	12,7
22/07/2012	21,2	30,4	10,3
23/07/2012	22,5	31	11
24/07/2012	25,3	32,7	16,4
25/07/2012	25,6	34,9	17,5
26/07/2012	25,5	34,6	18,1
27/07/2012	21,5	30,8	16
28/07/2012	21,2	28,6	14,2
29/07/2012	23	33	13,7
30/07/2012	25,7	34,3	14,9
31/07/2012	27,7	38,7	17,2
01/08/2012	25,8	37	11,4
02/08/2012	23,8	33,8	12,4
03/08/2012	24,1	31,2	15,7
04/08/2012	25,1	33,6	15,4
05/08/2012	21,4	30,6	15,2
06/08/2012	21	28,4	14
07/08/2012	23,8	31,8	13,3
08/08/2012	25,9	34,6	15
09/08/2012	27,7	40,3	15,6

FECHA	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁXIMA	TEMP. MÍNIMA
10/08/2012	29	41,2	16,2
11/08/2012	29	39,7	16,8
12/08/2012	23,6	31,3	14,4
13/08/2012	24,3	34,2	13,9
14/08/2012	24,9	36	12,6
15/08/2012	21,5	29,9	13,6
16/08/2012	24,5	35,8	12,4
17/08/2012	27,6	39,2	15,6
18/08/2012	28,3	39,6	17,5
19/08/2012	25,6	36,4	18,3
20/08/2012	27,1	39,3	16,2
21/08/2012	28,7	39,6	16,2
22/08/2012	27,9	36	17,9
23/08/2012	28,5	38,8	18,7
24/08/2012	25,4	35,4	14,2
25/08/2012	22,6	30,3	16,5
26/08/2012	21,4	29,4	12,2
27/08/2012	24,9	36,2	12,8
28/08/2012	25,6	36,9	12,4
29/08/2012	25,6	35,2	17,1
30/08/2012	20,8	26,1	16,2
31/08/2012	16,7	23,9	7,6
01/09/2012	16,2	23,6	7
02/09/2012	16,3	24,2	5,6
03/09/2012	17	25	7,7
04/09/2012	17,8	26	7,9
05/09/2012	19,5	28,1	8,8
06/09/2012	20,9	30,4	10,7
07/09/2012	22,3	33,4	11,2
08/09/2012	21,3	33,6	12,8
09/09/2012	20,2	32,7	11,7
10/09/2012	19	28,8	11,9
11/09/2012	20,8	31,3	11,2
12/09/2012	19,5	27,3	12,4
13/09/2012	17,5	24,3	10,7
14/09/2012	17,4	28,7	5,7
15/09/2012	19,8	34,2	6,3
16/09/2012	20,2	35,1	7,1
17/09/2012	19,8	32	11,3
18/09/2012	19,1	28,3	11,4
19/09/2012	19,2	25,5	12,6
20/09/2012	19,6	29,2	9,4
21/09/2012	21,8	30,6	12,3
22/09/2012	21,8	33,2	11,8
23/09/2012	20,3	31,7	10,5
24/09/2012	19,7	25,6	13,8
25/09/2012	17,4	22,9	10,9
26/09/2012	14,4	19,5	6,8

**Tabla 10:** Datos diarios de humedad relativa media, máxima y mínima en porcentaje recogidos en la estación meteorológica de Calatayud durante el período del ensayo de 2012

FECHA	%HR MEDIA	%HR MÁXIMA	%HR MÍNIMA
03/07/2012	35	56,2	14,9
04/07/2012	49,3	75	30,3
05/07/2012	53,6	81,1	38,7
06/07/2012	47,5	81,8	23
07/07/2012	39,6	78,3	12,9
08/07/2012	48,2	80,3	31,9
09/07/2012	43,4	72,6	11,7
10/07/2012	52,4	86	25,7
11/07/2012	56,2	86	35,1
12/07/2012	48,9	94,2	14
13/07/2012	35,8	73,2	10,9
14/07/2012	53,4	83,3	34,5
15/07/2012	49,5	74,9	32,1
16/07/2012	42,1	79,6	17,7
17/07/2012	35,8	68,9	14,7
18/07/2012	31,7	68,2	14
19/07/2012	39,3	64,8	25,3
20/07/2012	50	84,6	31,9
21/07/2012	46,2	77,6	25,1
22/07/2012	46,2	86,4	19,5
23/07/2012	43,2	77,3	22,9
24/07/2012	49,2	75	32
25/07/2012	46,5	69,4	27,4
26/07/2012	56,3	98	30,6
27/07/2012	70,8	94,9	41,6
28/07/2012	70,7	99,2	41,7
29/07/2012	61,8	96,9	29,3
30/07/2012	51	92,4	25,5
31/07/2012	33,5	72,6	7
01/08/2012	29,2	65	6,3
02/08/2012	46	79,8	21
03/08/2012	49,9	80,6	28,3
04/08/2012	47,1	79	24,9
05/08/2012	59,9	86	29
06/08/2012	53	88,5	26,5
07/08/2012	46,8	81,1	27,2
08/08/2012	40,7	77,8	19,9
09/08/2012	36	74,1	8,3
10/08/2012	30,8	61,9	8,9
11/08/2012	29	61,9	7,7
12/08/2012	46,9	76,4	22,8
13/08/2012	42,3	74,1	16,8
14/08/2012	37,3	72,4	13,3
15/08/2012	49,8	74	25,6
16/08/2012	48,8	84,2	21
17/08/2012	45,6	81,4	17,8

FECHA	%HR MEDIA	%HR MÁXIMA	%HR MÍNIMA
18/08/2012	38,8	76,9	16,4
19/08/2012	54,7	87,4	19,8
20/08/2012	50	92,4	14,4
21/08/2012	36,5	73,2	12,4
22/08/2012	47	81,4	22,6
23/08/2012	36,7	78,3	8,1
24/08/2012	31,8	74,6	8,1
25/08/2012	49	73,6	26,4
26/08/2012	46	83,7	24,3
27/08/2012	38,2	75,4	14,4
28/08/2012	25,2	52,7	8,7
29/08/2012	42,4	69,7	14,6
30/08/2012	49,8	68,2	31,8
31/08/2012	47	82,9	26,9
01/09/2012	38,4	77,9	15,6
02/09/2012	41	72,6	22,8
03/09/2012	53,2	78	31,4
04/09/2012	57	89,1	34,7
05/09/2012	56,4	87,7	31,7
06/09/2012	53	88	25,7
07/09/2012	45,2	77,5	19,3
08/09/2012	52,5	75,6	18,9
09/09/2012	65,3	92,4	21,3
10/09/2012	74,2	96,4	34,5
11/09/2012	61,8	97,2	23,9
12/09/2012	65	94	39,9
13/09/2012	52,7	81,4	31,8
14/09/2012	48	88,4	14
15/09/2012	41,8	82,7	12,5
16/09/2012	42,1	81	10,3
17/09/2012	51,8	80,5	17,1
18/09/2012	60,5	84,6	25,3
19/09/2012	56,6	87,5	34
20/09/2012	55,5	80,6	31,8
21/09/2012	59,8	90,6	33,8
22/09/2012	54,2	91,6	20,9
23/09/2012	54,6	93,3	16,9
24/09/2012	50,4	73,1	30,1
25/09/2012	51,4	76,8	34,1
26/09/2012	59,2	89,5	29,9

**Tabla 11:** Datos diarios de temperatura media, máxima y mínima en °C recogidos en la estación meteorológica de Calatayud durante el período de la prueba de campo de 2011

FECHA	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁXIMA	TEMP. MÍNIMA
30/06/2011	19	26,8	9,8
01/07/2011	22,5	30,4	11,8
02/07/2011	24,9	34,3	16,2
03/07/2011	25,3	34,6	16,8
04/07/2011	23,3	30	16,6
05/07/2011	25	35,6	12,6
06/07/2011	23,9	31,1	15,5
07/07/2011	21,7	31,8	12,4
08/07/2011	22,5	32,5	11
09/07/2011	24,3	34,5	12,6
10/07/2011	25,2	31,4	16,3
11/07/2011	25,8	35,4	15,6
12/07/2011	24,3	36,3	14,2
13/07/2011	18,6	25,2	12
14/07/2011	18,5	26,8	8,3
15/07/2011	21,8	31,1	10,6
16/07/2011	25,3	35,6	12,7
17/07/2011	20	24	14,1
18/07/2011	20,2	30,9	9,2
19/07/2011	20	25	14,3
20/07/2011	20,1	30,1	9
21/07/2011	20,4	26,5	13,7
22/07/2011	18,8	24,6	14,8
23/07/2011	18,7	26,8	11
24/07/2011	18,2	26,4	8,2
25/07/2011	21,4	29,3	12,9
26/07/2011	21,1	29,3	13,8
27/07/2011	20,7	27,8	11,5
28/07/2011	21,6	28,8	12,5
29/07/2011	23,2	30,4	13,6
30/07/2011	23,7	30,5	16,9
31/07/2011	23,1	31,8	12,9
01/08/2011	25,4	34,8	14,8
02/08/2011	25,2	32,4	17,8
03/08/2011	25,1	33,2	16,8
04/08/2011	25,8	35,7	15,2
05/08/2011	25,2	34,1	17,7
06/08/2011	25,8	35	15,2
07/08/2011	25,2	34,4	16,8
08/08/2011	20,4	26,5	14,3
09/08/2011	18,9	27,9	8,4
10/08/2011	20,4	29,7	8,4
11/08/2011	29,4	32,7	14,2
12/08/2011	24,2	34,8	16,1
13/08/2011	38,7	31,7	17,5
14/08/2011	36,4	33,7	22,4

FECHA	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁXIMA	TEMP. MÍNIMA
15/08/2011	26	34,5	16,3
16/08/2011	29,2	34,8	0
17/08/2011	27,7	38,8	17,5
18/08/2011	26,1	32,2	20,8
19/08/2011	26,5	36,6	15,8
20/08/2011	28,7	38,7	17
21/08/2011	29,4	37,2	19,1
22/08/2011	25,6	34,9	17,5
23/08/2011	24,4	35,5	14
24/08/2011	24,2	32,9	15,9
25/08/2011	24,2	34,8	14,3
26/08/2011	19,7	25,7	13,8
27/08/2011	18,2	26,1	9,4
28/08/2011	21,6	34	9,6
29/08/2011	23,9	34,4	12,3
30/08/2011	23,2	34,2	13
31/08/2011	21	31,7	12,4
01/09/2011	22,9	33	13,4
02/09/2011	20,2	27,9	14,4
03/09/2011	19,4	26,5	13,1
04/09/2011	21,7	28,5	15,1
05/09/2011	19,9	25,5	15,2
06/09/2011	19,8	31,6	9,1
07/09/2011	21,4	33	9,8
08/09/2011	22,2	34,6	10,5
09/09/2011	22,7	36,4	10,4
10/09/2011	23,4	36,3	11,6
11/09/2011	19,6	27,8	11
12/09/2011	20,6	33,2	9,1
13/09/2011	22,7	34,2	10,7
14/09/2011	23	30,4	14,5
15/09/2011	23,9	34,9	13,4
16/09/2011	23,8	34,1	13,1
17/09/2011	21,5	29,7	13,5
18/09/2011	16,2	20,4	9
19/09/2011	13,9	22,5	4,2
20/09/2011	16,3	29,1	5,2
21/09/2011	19,2	30	7
22/09/2011	20,2	27,8	11
23/09/2011	18,4	28,1	11,7

**Tabla 12:** Datos diarios de humedad relativa media, máxima y mínima en porcentaje recogidos en la estación meteorológica de Calatayud durante el período de la prueba de campo de 2011

FECHA	%HR MEDIA	%HR MÁXIMA	%HR MÍNIMA
30/06/2011	51,3	82,5	29,2
01/07/2011	44,3	81,1	25,8
02/07/2011	43	73,2	19,5
03/07/2011	46,2	77,5	12,5
04/07/2011	48,9	82,7	25,3
05/07/2011	41,9	78,3	14,5
06/07/2011	46,2	71,6	31,7
07/07/2011	50,1	87,5	18,7
08/07/2011	39,7	76,9	15,5
09/07/2011	42,2	73,1	18
10/07/2011	48,3	73,8	31,3
11/07/2011	50,4	81,9	22,9
12/07/2011	50,4	88,4	11,1
13/07/2011	56,4	83,3	36,8
14/07/2011	52	84,5	29,2
15/07/2011	44,8	80,2	20,3
16/07/2011	40,3	77,4	16,7
17/07/2011	51,4	68,1	40
18/07/2011	45,2	81,5	16,8
19/07/2011	47,3	74,8	25,1
20/07/2011	47,5	83,2	25
21/07/2011	53,9	76,1	37,1
22/07/2011	48	63,6	31
23/07/2011	44,6	71,5	26,3
24/07/2011	53,6	81,4	31,6
25/07/2011	55,9	83,7	32,1
26/07/2011	58,1	86,1	37,3
27/07/2011	52	85,4	31,1
28/07/2011	50,7	80,7	30,1
29/07/2011	46,1	81,2	21,9
30/07/2011	45	71	25,1
31/07/2011	44	79	26
01/08/2011	47,8	84,4	29,6
02/08/2011	50	93,8	23,5
03/08/2011	46,7	70,7	24,3
04/08/2011	44,9	79,7	18,4
05/08/2011	52	78,1	23
06/08/2011	48,4	89,9	20,8
07/08/2011	50,3	81	22,3
08/08/2011	47,2	75,2	26,2
09/08/2011	47,7	81,6	21,3
10/08/2011	45,2	83,3	21,6
11/08/2011	32,8	43,9	24,7
12/08/2011	53,4	97,9	30,7
13/08/2011	76,6	92,4	27,2
14/08/2011	92,5	94,4	75,7



FECHA	%HR MEDIA	%HR MÁXIMA	%HR MÍNIMA
15/08/2011	97,1	90,6	69,5
16/08/2011	48,3	68,4	32,2
17/08/2011	50,9	93,2	16,2
18/08/2011	56,9	85,3	35,5
19/08/2011	52,9	93,7	23,4
20/08/2011	45	87,3	17,8
21/08/2011	37,8	71,7	18,3
22/08/2011	51,6	89,8	25,4
23/08/2011	47,3	85,2	20,1
24/08/2011	54,3	78,7	28,7
25/08/2011	50,6	89,9	17,9
26/08/2011	51,3	84,6	18,3
27/08/2011	50,6	84,6	20,9
28/08/2011	51	80,8	21,1
29/08/2011	47,6	84,4	16,2
30/08/2011	46,4	88,6	14,1
31/08/2011	45,1	67,9	21,5
01/09/2011	47,3	71,5	24,8
02/09/2011	65,8	93,6	37,4
03/09/2011	71,1	94,8	38,9
04/09/2011	58,6	90,6	31
05/09/2011	56,8	84,3	37,5
06/09/2011	55,4	87,1	23,5
07/09/2011	50,7	87,3	17,9
08/09/2011	48,2	88,1	14
09/09/2011	44,3	81,6	14,1
10/09/2011	39,4	82	13,3
11/09/2011	50,8	75,8	28
12/09/2011	50,8	86,3	14,3
13/09/2011	50,8	86,4	19,4
14/09/2011	57,3	84,9	39
15/09/2011	50,5	86,6	18,8
16/09/2011	49,4	81,9	22,6
17/09/2011	63,7	89,5	39,2
18/09/2011	63,7	95	40,7
19/09/2011	60,8	92,7	34,5
20/09/2011	57,9	92,8	19,8
21/09/2011	52,8	87,5	25,7
22/09/2011	59,2	89	37,7
23/09/2011	75,3	93	42,3

**Tabla 13:** Datos horarios de temperatura en °C y humedad relativa en porcentaje recogidos en la estación meteorológica de Calatayud durante el día de la suelta del ensayo de 2012 (03/07/2012)

HORA	TEMP. MEDIA	%HR MEDIA
00:30	17,6	34,4
01:00	16	38,3
01:30	14,6	42,3
02:00	14,1	44,4
02:30	14,1	50,2
03:00	15	45
03:30	15,6	43,6
04:00	13,7	52,2
04:30	12,9	52,2
05:00	12,4	54,1
05:30	12,7	52,9
06:00	13,7	51,1
06:30	15,2	49,5
07:00	17	43,1
07:30	18,7	35,3
08:00	19,4	35,3
08:30	21,2	36,9
09:00	23	38,5
09:30	24,5	38,5
10:00	25,8	35,3
10:30	27,4	28,2
11:00	29,1	25,9
11:30	30,4	23,4
12:00	31,2	21,8
12:30	32,8	18,4
13:00	33,5	17,7
13:30	33,7	17,5
14:00	33,8	16,2
14:30	34,7	16,8
15:00	34,8	16,1
15:30	33,9	16,5
16:00	33,1	19,8
16:30	32,6	22
17:00	31,9	22,4
17:30	32,3	23
18:00	31,7	23,6
18:30	30,6	25,9
19:00	29,8	27,6
19:30	28,5	29,7
20:00	26,9	34,2
20:30	25,2	38,5
21:00	24	39,4
21:30	23	40
22:00	21,7	45,8
22:30	21,9	47,2
23:00	22,6	46,7
23:30	21,5	50,8
24:00	22,2	49,6

**Tabla 14:** Datos horarios de temperatura en °C y humedad relativa en porcentaje recogidos en la estación meteorológica de Calatayud durante el día de la suelta de la prueba de campo de 2011 (30/06/2011)

HORA	TEMP.MEDIA	%HR MEDIA
00:30	13,3	67,6
01:00	12,7	70,4
01:30	12	75,3
02:00	12,1	74,9
02:30	11,4	78
03:00	11	79,8
03:30	10,3	81,1
04:00	10,2	81,1
04:30	10,1	81,7
05:00	9,9	82,1
05:30	10,6	79,8
06:30	12,8	69,1
07:00	14,2	60,9
07:30	14,6	57,2
08:00	16,1	52,2
08:30	17	48,9
09:00	17,6	47,2
09:30	19,3	43,2
10:00	20,2	42,3
10:30	20,8	42
11:00	21,9	40,3
11:30	23	38,5
12:00	23,9	37,2
12:30	24,6	34,8
13:00	24,8	33,4
13:30	25	33,8
14:00	25,7	32,2
14:30	26,3	30,9
15:00	26	31,1
15:30	26,2	30,7
16:00	26,3	30,4
16:30	26,3	30,9
17:00	26,2	30,9
17:30	26,1	31,4
18:00	25,7	31,8
18:30	25,1	33,1
19:00	24,3	34,8
19:30	23,5	38,1
20:00	22,1	41,4
20:30	21	44,7
21:00	20,3	47,8
21:30	19,5	51,4
22:00	19	52,6
22:30	18,6	53,8
23:00	18,1	55,2
23:30	17,3	58,7
24:00	16	64,9