



Universidad
Zaragoza



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio de la eficacia del programa de control de plagas mediante insectos beneficiosos en el Ayuntamiento de Huesca

Autor

Miguel Lalaguna Domínguez

Directores

D. Juan Barriuso Vargas

D. Francisco Bergua Vizcarra

Ponente

D. José Ignacio Villacampa Elfau

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA

25 de Septiembre de 2013



Universidad
Zaragoza



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ESTUDIO DE LA EFICACIA DEL PROGRAMA DE CONTROL DE PLAGAS MEDIANTE INSECTOS BENEFICIOSOS EN EL AYUNTAMIENTO DE HUESCA



Autor: Miguel Lalaguna Domínguez

Titulación: Grado Ciencias Ambientales

Co-Directores: Juan Barriuso Vargas, Francisco Bergua Vizcarra

Ponente: José Ignacio Villacampa Elfau

EPS Huesca
Universidad de Zaragoza
Septiembre de 2013

ÍNDICE

1.- ABSTRACT/RESUMEN	7
2.- INTRODUCCIÓN	13
2.1.- ANTECEDENTES	14
2.1.1.- Origen del control biológico	14
2.1.2.- Control biológico	15
2.1.3.- Enfoque ecológico del control biológico	17
2.1.4.- Ventajas y limitaciones	17
2.2.- ÁREA de ESTUDIO	18
2.3.- JUSTIFICACIÓN	19
2.4.- ESPECIES AFECTADAS, PLAGAS e INSECTOS BENEFICIOSOS	21
2.4.1.- <i>Platanus hispanica</i>	21
2.4.2.- <i>Prunus cerasifera nigra</i>	22
2.4.3.- <i>Catalpa bignonioides</i>	24
2.4.4.- Plagas	25
2.4.5.- Insectos beneficiosos	35
3.- OBJETIVOS	43
4.- MATERIAL y MÉTODOS	47
4.1.- SUELTA de INSECTOS	54
4.2.- MUESTREOS	59
4.3.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	73
5.- RESULTADOS y DISCUSIÓN	77
5.1.- MUESTREOS y EVOLUCIÓN de la PLAGA en el TIEMPO	
5.2.- CORRELACIONES DEPREDADOR-PLAGA	91
5.3.- EFECTIVIDAD de los TRATAMIENTOS	97
5.3.1.- <i>Platanus hispanica</i>	97
5.3.2.- <i>Prunus cerasifera nigra</i>	100
5.3.3.- <i>Catalpa bignonioides</i>	102
6.- CONCLUSIONES	109
7.- AGRADECIMIENTOS	113
8.- BIBLIOGRAFÍA	117
9.- ANEJOS	121

ABSTRACT / RESUMEN

1.- ABSTRACT

Biological control of plagues is one of the most used alternatives in urban gardening because of its low environmental impact. Since 2008, the Environmental Public Service of Huesca has realised a biological control program using beneficial insects on several urban ways which could be damage by other kind of phytosanitary treatments.

This research's objective was to determine the success of biological control program on 294 trees of *Platanus hispanica*, *Catalpa bignonioides* and *Prunus cerasifera nigra* which are affected by attack of *Corythuca ciliata* (Sycamore lace bug), and the aphids *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* respectively.

For this purpose, several releases of beneficial insects (*Adalia bipunctata* and *Aphidius colemani* on aphids, and *Anthocoris nemoralis* on *C. Ciliata*) were followed by systematic monthly samplings in trees inside every street in the program and in three others streets taken as non-treated control to evaluate the evolution in time of the plague and the effectiveness of beneficial wildlife's action.

Results show an important decrease in the activity of plagues from the second month in the case of aphids, especially in *Prunus*, where the population was virtually nonexistent in the second month of treatment. Finishing the third month, plagues in *Catalpa* and *Prunus* could be considered as controlled, even as inactive and could be classified as stable in *Platanus*. Comparison with controls permit to conclude that *M. persicae* disappears of the trees in summer and that control actions helped to maintain the levels of *C. ciliata* below of the control ones. Finally, control catalpas started with very low level of plague and the comparison between treated trees and non-treated trees is not relevant, even though, results show statistically significant positive correlation between the activity of *A. colemani* (data measured in number of aphid mummies) and and the number of adult parasitoids during the months of highest number of aphid.

Following the results, it can be concluded that the biological control program was useful and beneficial for *P. hispanica* and *C. bignonioides* and unnecessary in the case of *P. cerasifera nigra*.

1.- RESUMEN

El control biológico de plagas pasa por ser una alternativa cada vez más utilizada en jardinería urbana por su menor impacto ambiental y molestia a la salud pública. Desde el año 2008, desde el Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Huesca viene realizándose el programa de control de plagas mediante insectos beneficiosos en unas vías urbanas en las que otros tratamientos fitosanitarios pueden ocasionar perjuicio a la población.

El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia del programa de control biológico de plagas sobre un total de 294 árboles de las especies *Platanus hispanica*, *Catalpa bignonioides* y *Prunus cerasifera nigra*, afectados por los insectos fitófagos *Corythuca ciliata* (Tigre del pátano), y los pulgones *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*.

Para ello, se procedió al seguimiento de las diversas sueltas de insectos beneficiosos (*Adalia bipunctata* y *Aphidius colemani* sobre pulgones y *Anthocoris nemoralis* sobre *C. ciliata*) realizadas, mediante la toma de muestras mensual en árboles de cada una de las calles dentro del programa y en otras tres zonas tomadas como testigos no tratado a fin de evaluar la evolución en el tiempo de la plaga y la eficacia de las acciones de la fauna beneficiosa.

Los resultados mostraron un descenso significativo de la actividad de las plagas a partir del segundo mes en los casos de los pulgones, siendo especialmente claro en los *Prunus*, donde el estado de la población plaga era prácticamente nulo ya en el segundo mes de tratamiento. Al término del tercer mes se catalogaron las plagas como controladas e incluso inactivas en el caso de *Prunus* y *Catalpa* y estable en el caso de *Platanus*. La comparación con los testigos permitió concluir que en el caso de los *Prunus*, la propia plaga *M. persicae* desaparece de los ejemplares llegado el verano y que en los *Platanus*, las acciones de control permitieron mantener un nivel de plaga inferior al sufrido por los árboles testigos. Por último, las catalpas tomadas como testigos partieron de un nivel de plaga muy inferior al de las calles con control biológico y la comparación no resulta relevante, si bien los resultados estadísticos muestran una correlación positiva estadísticamente significativa entre la actividad de

A. colemani (medida en cantidad de momias de pulgón parasitado) y el número de parasitoides adultos durante los meses de mayor cantidad de pulgón.

En vista de los resultados obtenidos, puede considerarse que el programa de control de plagas resultó útil y beneficioso sobre *P. hispanica* y *C. bignonioides* e innecesario en el caso de *P. cerasifera nigra*.

INTRODUCCIÓN

2.- INTRODUCCIÓN

El control biológico es una alternativa efectiva para reducir el uso de productos químicos de síntesis en la estrategia del control de plagas en jardinería urbana. En este sentido, una población de insectos se considera plaga cuando reduce la calidad o cantidad de alimentos, pienso, etc. durante la producción, venta, almacenamiento o consumo; cuando transmite enfermedades al hombre, animales o plantas o les perjudica; o bien cuando causa daños a propiedades. Por lo general, todo tipo de cultivos y otras plantas como flores de ornamentación, árboles y prados de césped en jardinería sufren daños debido a plagas que atacan raíces, hojas y frutos y destruyen los tejidos de las plantas a la vez que diseminan numerosas enfermedades a plantas y animales. (National Academy of Sciences, 1978)

La cada vez mayor concienciación ciudadana en el respeto medioambiental unido a los problemas derivados de la resistencia desarrollada por las plagas a los productos químicos y a la aplicación de los mismos en áreas con una importante afluencia de población (por las molestias que se puedan ocasionar sobre la salud pública) llevaron a la elaboración de la **Directiva Europea 2009/128/CE de 21 de octubre de 2009** (por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas) y el **Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre** (por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios), estableciendo ambos las bases jurídicas del uso sostenible de los productos fitosanitarios, y obligando al cumplimiento por parte de entidades públicas y privadas de una serie de premisas para reducir los problemas medioambientales ocasionados por el mal uso o abuso de productos fitosanitarios, incidiendo especialmente en la minimización o incluso prohibición de plaguicidas en zonas específicas de parques y jardines públicos e instando a la utilización de medidas de control biológico fomentando así la Gestión Integrada.

El concepto de Gestión Integrada, hace referencia a *“La combinación racional de todos los medios de control existentes para paliar los daños sobre los vegetales, tratando de*

minimizar al máximo el uso de fitosanitarios” (Stern, 1966). Toma importancia así la herramienta de la lucha biológica como alternativa imprescindible en la agricultura sostenible, consistente en la utilización de organismos vivos que se alimentan, parasitan o son competidores naturales de los organismos plaga que atacan las especies vegetales.

2.1.- ANTECEDENTES

El control biológico de plagas, consistente en la utilización de enemigos naturales y microorganismos para la regulación de sus niveles poblacionales, se trata de una técnica milenaria, que ya era utilizada en la cultura china en el siglo III. Los objetivos del manejo y control de plagas se pueden lograr ya sea evitando que se establezcan o diseminen las plagas de insectos mediante el control de las infestaciones de la plaga establecida; o bien, manteniendo las infestaciones a un nivel que no provoquen daño, o éste sea escaso. (National Academy of Sciences, 1978)

Fue a finales del siglo XIX cuando el control biológico comenzó a despertar un interés importante debido al éxito de la introducción de escarabajos para el control de la cochinilla acanalada (*Icerya purchasi* Maskell; *Margarodidae*). No obstante, la generalización de la lucha química como medida de control provocó la pérdida de uso de las técnicas biológicas hasta que los diversos problemas asociados a la utilización intensiva de plaguicidas permitieron ganar de nuevo terreno como alternativa en el manejo de la salud vegetal. (Nicholls, 2008)

2.1.1.- Origen del control biológico

El uso de enemigos naturales para reducir el impacto de plagas tiene una historia muy larga, partiendo en la práctica de los antiguos agricultores chinos que cuando observaron que las hormigas eran depredadores efectivos de muchas plagas de cítricos, aumentaban sus poblaciones para reducir las poblaciones de plagas del follaje. Aunque la literatura sugiere algunos casos en los siglos XVI, XVII y XVIII, el primero en sugerir que los parasitoides podrían utilizarse en el control de plagas fue Erasmo Darwing en 1800, al observar la muerte de larvas del follaje en repollo

atacadas por una avispa, y sólo hasta hace poco más de un siglo, en 1888 se presenta el primer intento serio y bien planeado de control biológico.

Se trata del caso de la introducción del coccinélido depredador *Rodolia cardinalis* (Mulsnat) de Australia a California para el control de la cochinilla acanalada de los cítricos *I. purchasi* que después de su introducción accidental en 1860 amenazaba con acabar con las plantaciones. Los entomólogos de ese tiempo descubrieron que esta plaga que se había introducido en nuevos hábitats, lo había hecho sin traer consigo los enemigos naturales que la atacaban en sus lugares de origen. Se concibió así la idea de traer a estos enemigos naturales desde los lugares de origen de la plaga y soltarlos en el nuevo ambiente para que atacaran al insecto introducido.

Aunque este trabajo realizado en California no fue el primero que incluyó el transporte de antagonistas naturales, se considera por acuerdo que sirvió para establecer dicho método como recurso útil y válido. C. V. Riley, reconocido entomólogo de la época, sugirió la idea de importar desde el lugar de origen de la cochinilla (Nueva Zelanda y Australia) a los enemigos naturales del insecto. La idea fue aprobada de inmediato y en 1888, el entomólogo Albert Koebele fue enviado a Australia donde descubrió un pequeño escarabajo *R. cardinalis*, llamado escarabajo de Vedalia que atacaba a la cochinilla acanalada en la región de Adelaide. En noviembre de 1888, el primer envío de escarabajo llegó a California (National Academy of Sciences, 1978). Los escarabajos soltados tuvieron un efecto inmediato sobre los árboles afectados. En menos de año y medio, se consiguió controlar las poblaciones de cochinilla acanalada en California por medio de estos depredadores, hasta que fueron eliminados por el uso del DDT y tuvieron que ser reintroducidos. (Nicholls, 2008)

2.1.2.- Control biológico

El control biológico puede definirse como el uso de organismos beneficiosos (enemigos naturales) contra aquellos que causan daño (plagas).

Un organismo indeseable puede eliminarse localmente o, lo que resulta mejor, su población puede reducirse a una escala en la que no cause daño económico. La erradicación completa de plagas resulta ambiciosa y en la mayoría de los casos trae

asociados ciertos problemas ecológicos, ya que si un enemigo natural elimina completamente a una plaga quedaría sin alimento para continuar su desarrollo. El control biológico busca reducir las poblaciones de la plaga a una proporción lo suficientemente baja como para que no cause daños económicos, sociales, etc. y permitiendo la supervivencia del agente controlador.

La definición más aceptada de control biológico es la dada por DeBach (1964): *“la acción de los parasitoides, depredadores o patógenos para mantener la densidad de la población de un organismo plaga a un promedio más bajo del que ocurriría en su ausencia”*.

Van den Bosch *et al.* (1982) utilizan la expresión control biológico con dos acepciones:

- La introducción de los enemigos naturales por el hombre y el manejo que éste hace de ellos para controlar las plagas, al que llaman **control biológico aplicado**.
- El control espontáneo en la naturaleza, sin la intervención del hombre, que denominan **control biológico natural**.

En el segundo caso, el control biológico constituye un fenómeno ecológico en el cual las poblaciones de plantas y animales son reguladas por sus enemigos naturales manteniendo el equilibrio en el ambiente.

En la naturaleza, todas las poblaciones de organismos están restringidas por factores que previenen su crecimiento ilimitado; factores que pueden ser independientes de la densidad de la población, en su mayoría abióticos como la temperatura, el régimen de sequías, etc. y factores dependientes de la densidad, resultando mayores los porcentajes de mortalidad cuando una población es alta que cuando es escasa y dispersa resultando en una autorregulación entre ciertos límites.

Los depredadores y parasitoides ejercen una presión de regulación sobre sus presas y hospedadores y el control biológico busca frenar el crecimiento desmesurado de ciertas especies mediante la introducción de uno o varios agentes claves que pueden influir drásticamente en la mortalidad de las especies plaga. (Van den Bosch *et al.*, 1982)

2.1.3.- Enfoque ecológico del control biológico

Para el estudio de una población de insectos nocivos en relación a las técnicas de control, se debe tomar en cuenta las relaciones básicas entre la planta huésped, la población de los insectos invasores y los agentes bióticos relacionados (suelo, clima, prácticas de manejo) que se mantienen relativamente constantes en el tiempo frente a las poblaciones plaga que fluctúan dinámicamente. Un estudio de naturaleza debe ser a largo plazo de manera que sea posible determinar las relaciones entre los factores de mortalidad y la población de plantas huéspedes en una y varias generaciones.

Las poblaciones de insectos invasores se componen de grupos de individuos, en una o más etapas de una sola especie. Las principales características de la población tales como densidad, tasas de nacimiento y mortalidad, distribución por edades y crecimiento son atributos de la población en su conjunto y son significativos porque las etapas de la vida del individuo (huevo, larva, ninfa e imago) están interrelacionadas. Por lo tanto, para obtener información básica sobre la dinámica de población de una especie, es indispensable entender que los individuos de diferentes etapas no están aislados, por ello resulta difícil la erradicación de una plaga si sólo se combate a los individuos en la etapa perjudicial, porque a menudo algunos individuos sobreviven para asegurar la continuidad de la especie.

Por lo general, se ha acostumbrado a tratar la etapa y no la población como la unidad esencial en el control de plagas. Sin embargo, es necesario conocer el efecto de cada medida sobre todas las etapas y de modo indirecto sobre la tendencia general de la población. (National Academy of Sciences, 1978)

2.1.4.- Ventajas y limitaciones

Una de las mayores ventajas del control biológico consiste en que la estrategia va dirigida a una especie de plaga en particular, manteniendo sus poblaciones por debajo del umbral de daño económico sin contaminar el ambiente ni destruir la vida silvestre, si bien es cierto que el control biológico puede afectar a la distribución

natural de algunos animales autóctonos por la introducción de agentes que podrían desplazarlos si ejercen como competidores de los mismos.

Por otra parte, el desarrollo de alternativas de control biológico ha sido lento, pues la búsqueda de nuevos enemigos naturales puede tomar mucho tiempo, además su éxito no es inmediato ni tan drástico como en la utilización de pesticidas, pues el enemigo natural por lo general no elimina la plaga por completo.

Por último, la gran ventaja del control biológico es que los individuos plaga no adquieren resistencia efectiva al tratamiento por lo que su aplicación no tiene por qué ir *in crescendo* con el tiempo. (Nicholls, 2008)

2.2.- ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Huesca cuenta con unas 90 ha de zonas ajardinadas caracterizándose las mismas por disponer de un gran número de pequeñas áreas verdes.

Existen 450 áreas verdes inventariadas, repartidas entre todos los barrios. Este dato muestra que el número de áreas verdes existentes es muy alto para una ciudad del tamaño y población de Huesca (52.804 habitantes) (Ayuntamiento de Huesca, 2012) y que la proporción de calles arboladas es también muy importante. Concretamente, la superficie de m² de zona verde disponible por habitante se sitúa en torno a 17,21 (Tabla 1) por encima incluso del rango recomendado por la OMS que se encuentra entre 10 y 15 m² por habitante.

En Huesca, nos encontramos con una considerable serie de zonas que presentan unas áreas verdes de tamaño importante con un alto número de árboles, masas arbustivas y setos, así como numerosas parcelas de césped.

Tabla 1: Superficie de zona verde por habitante (Ayuntamiento Huesca)

Superficie total de zonas verdes	Número de zonas verdes	Número de árboles	m ² zona verde / habitante
90 ha (900.000 m ²)	450	10.000 árboles	17,216

2.3.- JUSTIFICACIÓN

Desde el año 2008, el Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Huesca lleva a cabo un programa de control de plagas con acciones más respetuosas con la salud pública en una serie de zonas determinadas donde la presencia de plagas puede suponer, no tanto un problema para la vida del árbol, sino un perjuicio a los ciudadanos en materia de bienestar por los restos de melaza y otras secreciones de los organismos plaga, además de una pérdida de calidad visual y estética del entorno urbano. Por los inconvenientes (malestar de los ciudadanos, toxicidad, etc.) asociados a la utilización de agentes químicos en la ciudad, aparece la necesidad de aplicar una metodología diferente. En este sentido, el Ayuntamiento de Huesca es pionero en el territorio nacional en la aplicación de técnicas de control biológico en las zonas verdes de la ciudad.

En el primer año de actuación, el programa de control de plagas corrió a cargo de la empresa Distiagro S. L. con sede en Sagunto con 25 años de experiencia nacional en la implantación de acciones de control biológico en jardinería urbana.

Desde el año 2010, la empresa encargada de llevar a cabo el control biológico es Bichelos, Control Biológico S. L. de Valencia. Esta empresa cuenta con amplia experiencia a lo largo de la última década en la implantación de programas de control integrado en los principales cultivos al aire libre y en jardinería.

Por otra parte, dentro del marco de colaboración que la Universidad de Zaragoza mantiene con diversas empresas públicas y privadas para la realización de los créditos de Grado correspondientes a prácticas externas, el Ayuntamiento de Huesca oferta plazas de colaboración en varios de sus servicios, como por ejemplo el Servicio de Medio Ambiente encargado de la limpieza viaria y el mobiliario urbano, la gestión de residuos urbanos y el mantenimiento de parques y jardines, que coordina dentro de ésta última sección las actuaciones de control de plagas en la ciudad asegurando el correcto respeto medioambiental y la salud pública de los ciudadanos.

2.4.- ESPECIES AFECTADAS, PLAGAS e INSECTOS BENEFICIOSOS

2.4.2.- *Platanus x hispanica* Mill. Ex Münchh (Araya, 2013; Flora Ibérica, 2012)

Nombre común: Plátano de sombra, plátano de paseo.

Sinónimos: *Platanus x acerifolia* Willd.

Familia: *Platanaceae*

Descripción general: Se trata de un árbol caducifolio de rápido desarrollo y de porte regular (tronco recto y copa con forma redondeada y amplia), que puede sobrepasar los 30 m de altura y vivir hasta 300 años. El tronco tiene una corteza pardo-grisácea, que se resquebraja con facilidad dejando ver manchas amarillentas o blanquecinas irregulares de la corteza interna.

Hojas: Hojas grandes (de más de 10 cm de longitud) y palmeadas, glabras en los individuos desarrollados con el color del haz más vivo que el envés.

Flores: Especie monoica, florece en primavera. Las flores masculinas son muy pequeñas, con estambres (entre 3 y 8) muy cortos, mientras las femeninas tienen forma globosa, largamente pedunculadas y se componen de entre 3 y 9 carpelos libres a modo de hoja transformada para acoger los órganos sexuales.

Frutos: Agregados en una infrutescencia globosa de unos 25 mm de diámetro, tiene numerosos frutos diminutos y alargados, que contienen en su interior una única semilla.

Características: Se considera una buena especie para el ajardinamiento en alineaciones (Figura 1) como los paseos, por su rápido crecimiento y su amplia copa, soporta bien las podas y recortes y heladas moderadas. Crece en casi cualquier tipo de suelo pero los prefiere profundos, ricos, frescos, sueltos y bien drenados. No es apto para suelos muy arcillosos o alcalinos. Vegeta mejor si el suelo tiene un buen contenido de humedad pero sin estar encharcado. Tolera la polución y actúa como filtro atmosférico de la misma. Una vez arraigado resiste tanto la sequía como una baja humedad relativa. Es muy sensible al oídio y al tigre del plátano (*Corythucha ciliata*).

Todos los de su género (6 - 7 especies) provienen de zonas templadas de Norteamérica, el sudeste de Europa, el Himalaya e Indochina. Es una especie muy común en toda la península salvo en zonas muy secas o frías y se encuentra ampliamente cultivado en toda Europa. Se trata de una especie no conocida en estado espontáneo, proviniendo de una hibridación entre *P. occidentalis* L. y *P. orientalis* L. también esporádicamente utilizado como ornamental.



Fig 1: Alineación de *Platanus hispanica*

2.4.1.- *Prunus cerasifera nigra* Ehrh. (Morales, 2013; Flora Ibérica, 2012)

Nombre común: Ciruelo rojo, ciruelo japonés, asarero, arañón, ciruelo mirobolano, mirobolán.

Sinónimos: *Prunus myrobalana* L.

Familia: *Rosaceae*

Descripción general: Se trata de un pequeño árbol caducifolio de 6 – 7 m de altura y unos 4 m de envergadura con copa amplia redondeada, ramaje abierto y denso (Figura 2). La corteza es lisa y oscura con tonalidades púrpuras.

Hojas: Hojas alternas, simples, glabras, pecioladas, ovadas o elípticas, de 3 a 7 cm, con el ápice apuntado y los bordes finamente aserrados. Color rojo más vivo cuando son jóvenes que oscurecen con el paso de los meses.

Flores: Florece a finales de invierno o a principios de primavera, siempre antes de que aparezca el follaje, cubriéndose toda la copa de flores pequeñas. Las flores son hermafroditas, actinomorfas (simetría radial), pentámeras y presentan un color rosado.

Frutos: Pequeñas drupas de color rojo oscuro. La fructificación se produce a principios de verano y los frutos son comestibles.

Características: Se puede adaptar a diferentes tipos de climas, tolera las heladas y periodos de escasez de agua si no son muy acusados. Tolerancia muy buena a una exposición sombría. Poco exigente en cuanto a suelo, puede desarrollarse en suelos escasos, pobres o calizos, pero los prefiere ricos en materia orgánica, bien drenados y algo húmedos. No tolera los suelos salinos y es susceptible al ataque de diferentes géneros de pulgón y cochinilla.

Se trata de una especie oriunda de Crimea, la Península Balcánica y el sudoeste de Asia. Se cultiva en parques y jardines como árbol ornamental, tanto en pies aislados como en alineaciones o en grupos.



Fig 2: Ejemplar de *Prunus cerasifera nigra*

2.4.3.- *Catalpa bignonioides* Walter (Morales, 2013; Flora Ibérica, 2012)

Nombre común: Catalpa, catalpa americana

Sinónimos: *Bignonia catalpa* L.

Familia: *Bignoniaceae*

Descripción general: Es un árbol caducifolio de porte medio (12 a 15 m de altura) con copa ancha y redondeada (Figura 3). El tronco puede llegar al metro de diámetro y su color oscila de marrón a gris; la corteza se fisura con la edad.

Hojas: Las hojas son muy grandes, de 12 - 20 cm de longitud, de forma acorazonada-lanceolada, puntiagudas, con largos pecíolos redondeados, con el borde entero o anguloso (con dientes o lóbulos apenas marcados), algo ásperas al tacto y de color verde intenso, amarilleando en el otoño siendo el haz de un color más oscuro que el envés.

Flores: Florece de finales de mayo a julio en inflorescencias con flores dispuestas en panículas terminales, con los pétalos un poco rizados en sus extremos, de 4 - 5 cm de longitud, de color blanco con manchas amarillas y púrpura. Las flores son hermafroditas, zigomorfas y pentámeras.

Frutos: Se presentan en cápsulas muy largas y estrechas que permanecen en el árbol en otoño y parte del invierno. Contienen numerosas semillas alargadas y aladas para facilitar la dispersión por el viento.

Características: Se trata de un árbol de crecimiento rápido que en su área natural crece en sotos en la orilla de los ríos; le va bien cualquier suelo razonablemente bueno y algo húmedo, y vive mejor si está aislada; tolera los suelos muy húmedos y los terrenos calizos o muy arcillosos, así como heladas fuertes. Originaria del Este de América, o bien de América Central (México, Guatemala) o Argentina, se habría naturalizado de manera ocasional cerca de Olot (Girona) (Casasayas, 1989). También puede escaparse de cultivo de manera esporádica.

Se utiliza en alineaciones, de manera aislada o formando grupos. Es sensible al ataque de diferentes géneros de pulgón.



Fig 3: Ejemplar de *Catalpa bignonioides* en floración

2.4.4.- Plagas

***Corythucha ciliata* Say.**

Nombre común: Tigre del plátano

Clasificación taxonómica:

- Reino → *Animalia*
- Phylum → *Arthropoda*
- Superclase → *Hexapoda*
- Clase → *Insecta*
- Orden → *Hemiptera*
- Suborden → *Heteroptera*
- Familia → *Tingidae*
- Género → *Corythucha*
- Especie → *C. ciliata*

Descripción general: Se trata de un insecto chupador, originario de Norte América (Halbert *et al.*, 1998) que puede vivir en diversas especies del género *Platanus*. El adulto (Figura 4) es de aspecto reticulado, con el cuerpo negruzco y las alas transparentes con venas blancas; mientras que las ninfas (Figura 5) son de color claro

transparente y oscurecen con el tiempo y sus ojos son rojos y las patas y antenas claras, presentando un carácter gregario en los primeros estadios.



Fig 4: Adulto de *C. ciliata*
(www.biolib.cz)



Fig 5: Ninfa de *C. ciliata*
(www.biolib.cz)

Ciclo biológico: A lo largo del invierno, los individuos adultos permanecen refugiados bajo la corteza del tronco, en grietas de la madera o incluso bajo la hojarasca del suelo pudiendo soportar temperaturas extremas de hasta 20 °C negativos (Ju *et al.*, 2010). Al comienzo de la primavera, tras la brotación, los juveniles abandonan sus refugios de invierno, para ascender a las hojas situándose cerca de la nerviación principal. Las hembras, tras un corto período de alimentación y realizado el apareamiento depositan los huevos (hasta 350) en el envés de las hojas de forma aislada o en pequeños grupos. Las nuevas ninfas pasan por cinco estadios hasta alcanzar el estado adulto en 30 - 35 días y se alimentan junto a ellos en el envés de las hojas, succionando savia y dejando excrementos negros característicos. A partir de ese momento inician un nuevo ciclo hasta completar una segunda generación, pudiendo desarrollarse incluso una tercera en condiciones favorables. Hacia finales de otoño con la caída de las hojas, los adultos se desplazan a refugiarse a los troncos donde permanecerán hasta la próxima primavera.

Daños: Los daños que produce son fundamentalmente estéticos y los ocasionan por el deterioro de las hojas a causa de la absorción de savia, provocando un aclaramiento de las mismas a partir de la nerviación central que produce un deterioro de la actividad fotosintética del árbol (Halbert *et al.*, 1998). Además, ataques intensos pueden provocar la caída prematura de las hojas a finales de verano y causan un efecto visual negativo por el aspecto sucio de los árboles.

Por otra parte, en árboles atacados es fácil distinguir los restos de muda, melaza y excrementos, así como la aparición del hongo negrilla.

Control: El momento idóneo para las acciones de control es el inicio de la primavera, contra los individuos en hibernación que se disponen a ocupar las hojas; o poco después, tras la eclosión de la primera puesta sobre las ninfas de primera generación. Generalmente el control consiste en la pulverización con piretroides (Kim *et al.*, 1999) o en las sueltas primaverales del depredador *Anthocoris nemoralis*.

Pulgones (Aphididae)

Los áfidos, comúnmente conocidos como pulgones, son pequeños insectos del orden *Hemiptera*; que incluye otros importantes grupos de animales parásitos de las plantas, como las chinches, las cigarras, los psílicos, las moscas blancas o las cochinillas.

De entre todos ellos, los pulgones se caracterizan por algunas particularidades morfológicas y biológicas, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- La presencia de estructuras exclusivas como son los sifones y la cauda.
- La diferenciación de formas aladas y ápteras en la misma especie.
- La tendencia a formar colonias sobre la planta infestada.
- La capacidad para generar descendencia activa (viviparismo) a partir de hembras no fecundadas (partenogénesis).

Los pulgones se alimentan de la savia de los vegetales que succionan mediante un aparato bucal picador-succionador.

Muchas especies viven a expensas de plantas de poco interés económico, pero otras infestan plantas cultivadas a las cuales perjudican gravemente, tanto por el daño directo que ocasionan (succión de la savia) como por el indirecto (transmisión de virus fitopatogénicos). En ese sentido, *Myzus persicae* es considerado desde hace años como uno de los insectos más perjudiciales de entre los que atacan las plantas cultivadas. (Barbagallo, 1998)

Formas morfo-biológicas: La reproducción de los pulgones puede ser, tanto por partenogénesis (hembras que se reproducen sin la acción del macho) como por anfigonia (presencia de machos y hembras). Igualmente, pueden reproducirse por

viviparismo (la hembra produce descendencia activa) como por oviparismo (puesta de huevos). La mayoría son vivíparos en todas las generaciones primaverales y estivales y ovíparos en la última generación otoñal que cierra su ciclo biológico estacional.

Las principales formas morfo-biológicas de los pulgones son:

- Fundadora: Hembra partenogénica nacida del huevo invernante que inicia la infestación primaveral. Es siempre áptera y puede distinguirse de los ejemplares de las siguientes generaciones sucesivas por las mayores dimensiones corporales y la tendencia a la reducción de sus apéndices.
- Fundatrígenas: Ejemplares de las siguientes generaciones a la fundadora, siendo también hembras partenogénicas. Pueden ser tanto aladas como ápteras y configuran las colonias típicas de los pulgones en primavera sobre la planta huésped. Las formas ápteras tienen un significado puramente reproductivo, mientras las aladas cumplen una función de dispersión a otras plantas huésped.
- Virginógenas (o exiliadas): No representan una verdadera categoría diferente a las fundatrígenas. Se denomina exiliadas a las formas ápteras o aladas que se desarrollan sobre el huésped secundario en los pulgones con ciclo dioico. Las formas aladas que aparecen avanzada la estación son denominadas reinmigrantes, ya que retornan al huésped primario, sobre el cual se cierra el ciclo biológico.
- Sexúparas: Son las hembras partenogénicas, ápteras o aladas que generan los individuos anfigónicos. Son formas análogas a las fundatrígenas o a las exiliadas según los casos. La sexúpara puede generar sólo hembras anfigónicas o sólo machos o ambos, por ello se denominan respectivamente ginóparas o anfíparas.
- Anfigónicos: Son los machos y hembras que conforman la última generación, que cierra el ciclo biológico con la puesta del huevo de resistencia (de invierno o invernante). La hembra anfigónica es áptera y presenta pseudosensorios en las tibias posteriores por los que se vierten feromonas sexuales. Los machos pueden ser alados o ápteros y se distinguen del resto de generaciones por las peculiares estructuras externas del aparato reproductor y por las antenas. Los

miembros anfigónicos se presentan durante un breve período al final de la estación para cerrar el ciclo. (Barbagallo, 1998)

Ciclos biológicos: El ciclo biológico de los pulgones es anual (en algunos casos, bianual) e incluye diversas generaciones partenogénicas seguidas de una anfigónica que concluye la actividad estacional con la puesta del huevo de invierno. Esta secuencia biológica se denomina holociclo.

- Holociclo monoico (Figura 6): Todas las generaciones del ciclo biológico se desarrollan sobre una misma planta huésped. En primavera nace la fundadora del huevo de invierno; de ella descenden una serie de generaciones fundatrígenas partenogénicas vivíparas, tanto ápteras como aladas que extienden la plaga. En otoño, de las sexúparas nacen los anfigónicos, cuyas hembras después del acoplamiento, ponen el huevo de invierno.

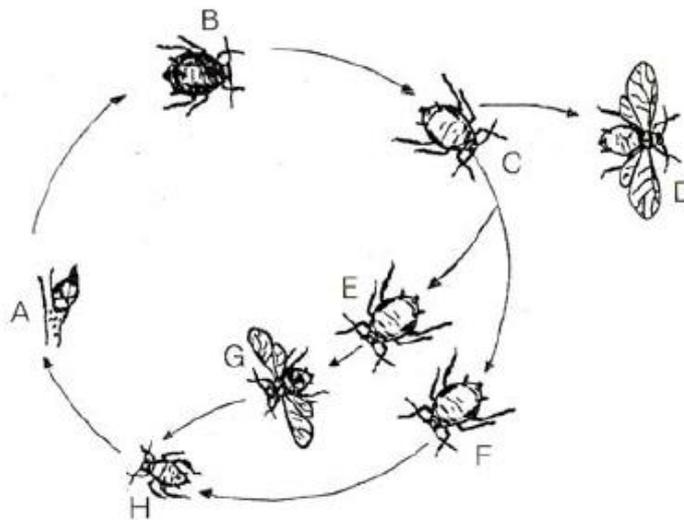


Fig 6: Esquema de ciclo holocíclico monoico (E.T.S.I.I.A Palencia, 2012)

- Holociclo dioico (Figura 7): Algunos pulgones utilizan dos plantas huésped diferentes para su ciclo. Siguen a la fundadora, que nace sobre el huésped primario, una serie de fundatrígenas sobre el mismo que posteriormente es abandonado por las formas aladas que alcanzan el huésped secundario. Sobre el huésped secundario se desarrollan generaciones de exiliadas durante el verano, hasta que al inicio del otoño se diferencian sexúparas ginóparas y

machos, ambos alados que regresan al huésped primario. Allí, las ginóparas paren hembras anfigónicas que se acoplan a los machos y ponen el huevo de invierno.

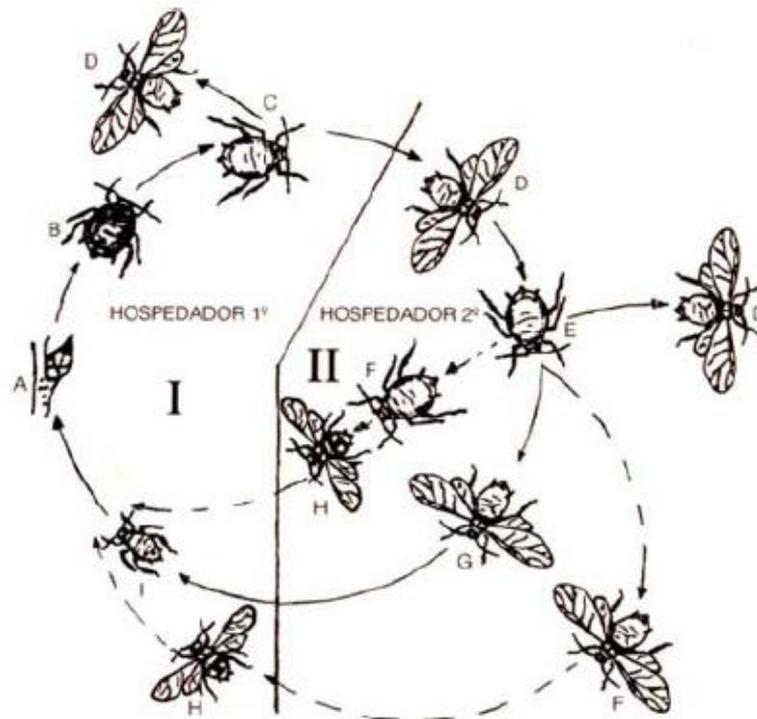


Fig 7: Esquema de ciclo holocíclico dioico (E.T.S.I.I.A Palencia, 2012)

- Anholociclo: Cuando las condiciones ambientales (temperatura especialmente) son compatibles con la vida del pulgón y éste encuentra disponibilidad de alimento, está en condiciones de continuar sus generaciones partenogénicas sin interrupción. En este caso, el pulgón se considera anholocíclico ya que manifiesta un ciclo biológico incompleto porque falta la generación otoñal de los anfigónicos y el huevo de invierno. (E.T.S.I.I.A Palencia, 2012)

***Myzus persicae* (Sulzer)**

Nombre común: Pulgón verde del melocotonero

Clasificación taxonómica:

- Reino → *Animalia*
- Phylum → *Arthropoda*
- Superclase → *Hexapoda*
- Clase → *Insecta*
- Orden → *Hemiptera*
- Suborden → *Homoptera*
- Familia → *Aphididae*
- Género → *Myzus*
- Especie → *M. persicae*

Descripción general: *M. persicae* es un insecto chupador, de tamaño entre 1,2 y 2,3 mm. Se trata de un insecto muy polífago que produce importantes daños sobre varios cultivos. La forma áptera vivípara (Figura 8) es de color variable frecuentemente de un verde claro uniforme, pero también los hay amarillos, pardos e incluso rojizos.

La longitud de las antenas es menor que la del cuerpo y los sifones son largos y con un ligero hinchamiento en la parte distal que es muy oscura. (Barbagallo, 1998)

La forma alada vivípara (Figura 9) presenta cabeza y tórax marrones o negros.

Es una especie cosmopolita en climas templados apareciendo desde América del Norte hasta Europa (Blackman *et al.*, 1987), pudiendo transmitir más de 100 virosis (Palagesiu *et al.*, 2011).



Fig 8: *M. persicae* forma áptera
(www.agrologica.es)



Fig 9: *M. persicae* forma alada
(www.bugguide.net)

Plantas huésped: El melocotonero como primario preferido, así como otros árboles del género *Prunus*. Como huésped secundario, numerosas plantas herbáceas, espontáneas y cultivadas.

Ciclo biológico: Necesitan completar su ciclo en dos hospedadores (Palagesiu *et al.*, 2011) (holocíclicos dioicos).

El invierno lo pasa en estado huevo, realizándose las puestas en las yemas del árbol (Berry, 1998). A partir de febrero en zonas meridionales de inviernos suaves se produce la eclosión de los huevos, apareciendo las hembras fundadoras partenogénicas ápteras. En climas más frescos, el fenómeno ocurre entre finales de febrero y marzo. Las primeras colonias están presentes ya antes de la floración en las yemas, posteriormente el número de generaciones que se desarrollan es variable y difícil de determinar debido a la rapidez de desarrollo de las fundatrigenas ápteras partenogénicas, que dan a luz a las primeras generaciones de pulgón, extendiéndose rápidamente la plaga. Además de las formas ápteras, también se desarrollan formas aladas que extienden las infestaciones sobre el huésped primario. Con el avance de la estación, aumentan las formas aladas partenogénicas que comienzan a migrar al huésped secundario hacia principios de mayo en áreas meridionales o en zonas más septentrionales en junio (Ortego *et al.*, 1995), de forma que en julio no quedan individuos sobre el huésped primario. A veces, la migración no es completa durante la estación favorable, pero en todo caso la gravedad de la infestación se reduce y no hay necesidad de efectuar tratamientos de control.

Estas hembras exiliadas dan lugar a otras hembras ápteras que por partenogénesis, en otoño, generan una nueva generación alada sexúpara que migra de nuevo al huésped primario cerrando el ciclo. (Barbagallo, 1998)

Daños: Las ninfas y adultos extraen nutrientes de la planta alimentándose del floema, provocando un debilitamiento y arrollamiento de las hojas (Andorno *et al.*, 2007). Los ataques más graves pueden influir en la maduración de las yemas.

Además, la pérdida de savia viene asociada a la reducción del poder fotosintético y las excreciones de melaza de los pulgones en el envés de la hoja favorecen el desarrollo de hongos.

Control: Las acciones de control deben llevarse a cabo antes de que las poblaciones alcancen niveles altos, por lo general coincidiendo con la llegada de la primavera. Entre los enemigos naturales de pulgón existen varias especies como parasitoides del género *Aphidius* o depredadores como coleópteros coccinélidos, larvas de dípteros y varios himenópteros.

***Aphis gossypii* Glover**

Nombre común: Pulgón del algodónero

Clasificación taxonómica:

- Reino → *Animalia*
- Phylum → *Arthropoda*
- Superclase → *Hexapoda*
- Clase → *Insecta*
- Orden → *Hemiptera*
- Suborden → *Homoptera*
- Familia → *Aphididae*
- Género → *Aphis*
- Especie → *A. gossypii*

Descripción general: Se trata de un insecto chupador, de entre 0,9 y 1,8 mm. Las ninfas se parecen notablemente a los adultos ápteros (Figura 10), pero son más pequeñas (0,5 - 1 mm) y de colores más pálidos. Las hembras aladas (Figura 11) presentan tórax y abdomen separados presentando antenas más largas, con las mismas variaciones de color que las formas ápteras. En todos los casos disponen de dos sifones abdominales. La forma áptera vivípara presenta color variable de amarillo a verde oscuro con cabeza y tórax negros y es de forma ovoidal con las antenas pardas; sifones y cauda son pardo negruzcos.

Se trata de una especie ampliamente cosmopolita y polífaga que puede encontrarse en regiones tropicales y templadas de todo el mundo (Kersting *et al.*, 1999).



Fig 10: *A. gossypii* forma áptera
(www.agrologica.es)



Fig 11: *A. gossypii* forma alada
(www.laguiasata.com)

Plantas huésped: Infesta innumerables especies de dicotiledóneas, prefiriendo las malváceas (algodón, hibisco...) y las cucurbitáceas (calabaza, pepino...). Los cítricos son también muy susceptibles a ataques. (Barbagallo, 1998)

Ciclo biológico: Se trata de un insecto plaga que presenta comportamiento anholocíclico, manteniéndose activo durante todo el año con generaciones sucesivas de hembras partenogénicas. También se ha señalado la aparición de formas anfigónicas, con la consiguiente puesta del huevo de invierno sobre diversas plantas caducifolias como las catalpas. Por lo general, las máximas densidades se alcanzan en coincidencia con la floración.

Cuando presentan un comportamiento holocíclico, las primeras hembras ápteras aparecen en primavera, a partir de huevos depositados por la generación anterior a finales de otoño, dando origen a hembras fundadoras vivíparas de las que se derivan todas las generaciones de pulgones (Roistacher *et al.*, 1984). Estas hembras fundadoras partenogénicas van dando lugar a un elevado número de generaciones que constituyen la plaga. Las hembras pueden generar una media de 4 ó 5 ninfas diarias durante unos 15 días y 50 generaciones al año si las condiciones son propicias (entre 21 y 27 °C). El período de desarrollo varía entre 4 y 20 días según las condiciones.

De las hembras ápteras aparecen otras aladas, también partenogénicas virginóparas, capaces de invadir individuos colindantes y que provocan la aparición de nuevas

hembras ápteras propagando la plaga a otros especímenes. Al llegar el otoño, aparecen hembras aladas nuevas, sexúparas, que darán lugar a la generación anfigónica que tras el acoplamiento depositan huevos que aguantarán el invierno cerrando el ciclo.

Daños: Las ninfas y adultos extraen nutrientes de la planta alimentándose del floema, provocando un debilitamiento y arrollamiento de las hojas, si bien en ocasiones las hojas permanecen planas, sin deformaciones y el eje del brote no sufre interrupciones de desarrollo. Sin embargo, los brotes atacados presentan un desarrollo más limitado; además hay un aumento de la caída de frutos jóvenes y flores si los ataques son notables.

Por otra parte, la pérdida de savia provoca la reducción del poder fotosintético y los pulgones secretan melaza en el envés de la hoja que favorece el desarrollo de hongos (Roistacher *et al.*, 1984).

Control: Preferiblemente con la llegada de la primavera de forma previa a que la plaga alcance niveles verdaderamente altos. Los enemigos naturales de *A. gossypii* son compartidos por *M. persicae*.

2.4.5.- Insectos beneficiosos

***Anthocoris nemoralis* (Fabricius)**

Clasificación taxonómica:

- Reino → *Animalia*
- Phylum → *Arthropoda*
- Superclase → *Hexapoda*
- Clase → *Insecta*
- Orden → *Hemiptera*
- Superfamilia → *Cimicoidea*
- Familia → *Anthocoridae*
- Género → *Anthocoris*
- Especie → *A. nemoralis*

Descripción general: *A. nemoralis* es un chinche depredador, el más conocido y eficaz para el control natural de la psylla del peral (*Cacopsylla pyri*) y la psylla de los *Cercis* (*Cacopsylla pulchella*), aunque también puede depredar otras especies como trips, pulgones, ácaros, huevos de lepidópteros y polen. En condiciones normales suele aparecer de manera espontánea en parcelas de peral.

Las larvas de *A. nemoralis* de primer estadio son de color amarillo claro, color que se va oscureciendo a medida que avanza el desarrollo del individuo, alcanzando colores marrones anaranjados (Figura 13). Los individuos juveniles, a diferencia del adulto, carecen de alas, por lo que no pueden desplazarse grandes distancias.

Los adultos (Figura 12) miden entre 3 y 4 mm con una coloración marrón sombreada y la cabeza negra.



Fig 12: Adulto de *A. nemoralis*
(www.biolib.cz)



Fig 13: Ninfa de *A. nemoralis*
(www.biolib.cz)

Ciclo biológico: Durante el invierno hibernan como adultos en lugares protegidos como las grietas de corteza y hojarasca, pero en cuanto llega la primavera y las temperaturas mínimas comienzan a superar los 10 °C, las hembras inician la deposición de huevos sobre las primeras hojas y yemas, insertándolos en el parénquima de las hojas o en el peciolo. Estos huevos son incoloros y con un tamaño inferior a 1 mm. Las primeras fases juveniles de *A. nemoralis* empiezan depredando pequeños individuos.

A lo largo de todo su ciclo pasa por el estado de huevo, 5 estadios ninfales y finalmente el estado de adulto. Dependiendo de las condiciones climáticas, el desarrollo puede durar entre 3 y 5 semanas.

Modo de acción: *A. nemoralis* es muy voraz en todos sus estadios móviles, se nutre activamente de su presa, depredando huevos, adultos y estadios larvarios.

***Adalia bipunctata* (L.)**

Nombre común: Mariquita de dos puntos

Clasificación taxonómica:

- Reino → *Animalia*
- Phylum → *Arthropoda*
- Superclase → *Hexapoda*
- Clase → *Insecta*
- Orden → *Coleoptera*
- Familia → *Coccinellidae*
- Género → *Adalia*
- Especie → *A. bipunctata*

Descripción general: La mariquita de dos puntos es un coleóptero presente en toda Europa, depredador de todas las especies de pulgón.

Las hembras adultas depositan los huevos en pequeños grupos en las proximidades de las colonias de pulgón. Estos huevos son alargados con una coloración anaranjada y de 1 - 1,5 mm de longitud. En cuanto a la larva (Figura 15), que puede llegar a medir 5 - 6 mm de longitud, presenta una coloración grisácea con el primer segmento del tórax oscuro y con el reborde anaranjado.

Los adultos (Figura 14) llegan a medir entre 4 y 5 mm de largo. Las alas anteriores son rojas, con una mancha negra central sobre cada una de ellas. La cabeza de *A. bipunctata* es negra y posee dos manchas blancas una a cada lado de la cabeza. En cuanto al tórax, éste también es blanco pero con una mancha negra que puede ir variando en tamaño y forma de unos individuos a otros. Por último, las patas son de color negro.



Fig 14: Adulto de *A. bipunctata*
(www.coccinellidae.cl)



Fig 15: Larva de *A. bipunctata*
(www.superstock.com)

Ciclo biológico: El ciclo biológico de *A. bipunctata* pasa por los estados de huevo, 4 estadios larvarios, pupa y adulto.

La duración del ciclo biológico depende de las circunstancias climatológicas y de la presencia de alimento, siendo de 20 días aproximadamente a una temperatura de 20 °C.

Las hembras pueden llegar a poner entre 20 y 50 huevos al día. La duración de la incubación va a variar dependiendo las condiciones ambientales, pero normalmente es de 4 a 8 días. Posteriormente eclosionan, pasando 4 estadios larvarios antes de transformarse en pupa, estado en el que permanecen unos 8 días a 20 °C, antes de emerger el adulto.

Modo de acción: Estos coccinélidos depredan pulgones tanto en estado de larva como en estado adulto, aunque no todos los estados de desarrollo son igual de eficaces, siendo las larvas más viejas más depredadoras que las jóvenes y los adultos. En todos los casos, los pulgones más jóvenes son los más vulnerables a todos los estados móviles de los coccinélidos.

***Aphidius colemani* Viereck**

Clasificación taxonómica:

- Reino → *Animalia*
- Phylum → *Arthropoda*
- Superclase → *Hexapoda*

- Clase → *Insecta*
- Orden → *Hymenoptera*
- Familia → *Braconidae*
- Superfamilia → *Aphidiinae*
- Género → *Aphidius*
- Especie → *A. colemani*

Descripción general: *A. colemani* es un himenóptero endoparásito de la familia *Aphidiinae* que desarrolla su ciclo larvario en el interior del cuerpo de su huésped, del cual saldrá después un parásito nuevo.

Esta avispa parásita tiene gran importancia por su presencia y frecuencia.

El adulto (Figura 16) es de color negro con antenas largas y venación alar notable. Su tamaño, aproximadamente de 2 mm, es variable dependiendo del áfido en el que se desarrolle. El macho presenta un abdomen redondeado, mientras que la hembra lo posee con aspecto más afilado. La hembra es más pequeña que el macho.



Fig 16: Adulto de *A. colemani* parasitando un pulgón (www.biocont.cz)

Ciclo biológico: La duración del desarrollo de *A. colemani* es de aproximadamente 14 días. La avispa adulta pone una gran cantidad de huevos, la mayoría de los cuáles se ponen durante los primeros 4 días. La hembra coloca un solo huevo en el interior del pulgón, de esta manera, dentro del mismo se desarrollan los 4 estadios larvarios. En el estadio de pupa, el pulgón se hincha formando la característica momia de la que eclosiona la avispa parásita. El adulto de *A. colemani* vive de 2 a 3 semanas como máximo.

Las temperaturas óptimas para *A. colemani* están comprendidas entre los 16 y los 22 °C, aunque mantiene un control efectivo con temperaturas comprendidas entre los 20 y los 30 °C. Por encima de los 28 – 30 °C su actividad comienza a disminuir, y por debajo de los 10 °C su ciclo se prolonga y se produce un descenso de su actividad.

Modo de acción: La avispa parásita está dotada de una elevada capacidad de búsqueda para localizar a sus presas, ya que encuentra pequeños focos de pulgones a larga distancia en el cultivo gracias a determinadas "sustancias de alarma" que secretan las plantas afectadas.

Una vez que ha localizado a la presa, perfora al pulgón con su ovipositor, agarrando con sus patas el tórax de la presa y depositando de esta manera un huevo en el interior del mismo. De manera que una vez dentro, la larva devora al pulgón dejándolo seguidamente inmovilizado y provocando que se hinche. Cuatro días después de la momificación, siempre a condiciones óptimas que son los 21 °C, el adulto de *A. colemani* surge a través de un orificio redondo y vuelve a parasitar unos 300 pulgones aproximadamente durante su tiempo de vida.

OBJETIVOS

3.- OBJETIVOS

Objetivo general

El objetivo de este estudio será evaluar la bondad del método de control de las poblaciones de determinados insectos plaga en las zonas urbanas donde puedan causar perjuicio para los ciudadanos.

Objetivos específicos

- Determinación del estado inicial de las poblaciones plaga en las zonas de estudio.
- Control de la evolución del parasitismo, predación, etc. en el tiempo y del estado de la plaga, mediante muestreos sistemáticos y análisis estadístico de los datos.
- Obtención de resultados y elaboración de conclusiones para la evaluación de la eficacia del método.

MATERIAL Y MÉTODOS

4.- MATERIAL y MÉTODOS

El método de acción establecido para llevar a cabo la estrategia de control biológico fue el siguiente:

- Determinación de las zonas verdes, calles, etc. dentro del programa. (Acción realizada de forma previa por el Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Huesca).
- Identificación de las plagas más importantes que afectan a las especies arbóreas emplazadas en dichas áreas. (Acción realizada de forma previa por el Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Huesca).
- Realización de sueltas sucesivas de insectos beneficiosos para el tratamiento de las diferentes plagas. (Acción realizada en colaboración con la brigada de parques y jardines del Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Huesca).
- Seguimiento periódico del estado de la plaga consistente en la toma de muestras mensual en cada una de las calles afectadas así como en individuos de calles libres de acciones de control tomados como testigos y su análisis en laboratorio.
- Realización de un análisis estadístico de los datos obtenidos, consistente en un análisis de la varianza y búsqueda de correlaciones estadísticamente significativas entre las poblaciones de insecto control y plaga y obtención de resultados.
- Redacción de un informe de seguimiento y elaboración de conclusiones en base a los resultados obtenidos.

En el año 2008, año de realización del primer programa de control biológico de plagas en Huesca, las zonas verdes sobre las que se inició el control mediante la lucha biológica fueron:

- Calle del Parque: Calle ajardinada con *P. hispanica* como arbolado viario.
- Calle La Rioja: Calle ajardinada con *P. hispanica* como arbolado viario.
- Plaza Carmelitas: Plaza compuesta por *C. bignonioides*.

- Plaza Europa: Zona verde ajardinada con *P. cerasifera nigra* entre otras especies.
- Calle Los Olivos: Calle ajardinada con *C. bignonioides* y *P. cerasifera nigra* como arbolado viario.
-

El total de árboles de cada zona verde afectados y la plaga a tratar en ese año fueron:

- Calle del Parque
 - 109 *P. hispanica* susceptibles del ataque de *C. ciliata*.
- Calle La Rioja
 - 18 *P. hispanica* susceptibles del ataque de *C. ciliata*.
- Plaza Carmelitas
 - 53 *C. bignonioides* susceptibles de ataque de pulgón *A. gossypii*.
- Plaza Europa
 - 46 *P. cerasifera nigra* susceptibles de ataque de pulgón *M. persicae*.
- Calle Los Olivos
 - 34 *P. cerasifera nigra* susceptibles de ataque de pulgón *M. persicae* y
 - 37 *C. bignonioides* susceptibles de ataque de pulgón *A. gossypii*.

Desde el año 2008 hasta el presente 2013, ha venido realizándose el programa de control de plagas mediante insectos beneficiosos en la ciudad de Huesca, si bien las calles supervisadas no son las mismas que en primer año, aunque el total de ejemplares a tratar se mantiene en términos similares desde entonces. A lo largo del año 2013, las zonas verdes en las que se ha llevado a cabo esta estrategia de control han sido (Figura 17):

- Calle del Parque (Figura 18): Calle ajardinada con *P. hispanica* como arbolado viario.
- Calle La Rioja (Figura 19): Calle ajardinada con *P. hispanica* como arbolado viario.
- Calle San Jorge (Figura 20): Calle ajardinada por *C. bignonioides* como arbolado viario.

- Plaza Europa (Figura 21): Zona verde ajardinada con *P. cerasifera nigra* entre otras especies.
- Calle Ramón J. Sender: Calle ajardinada con *P. cerasifera nigra*.
- Pasaje Loarre - Cruz Roja (Figura 22): Pasaje ajardinado con *C. bignonioides* y *P. cerasifera nigra*.

El total de árboles de cada zona verde afectados y la plaga a tratar en este año fueron:

- Calle del Parque
 - 109 *P. hispanica* susceptibles del ataque de *C. ciliata*.
- Calle La Rioja
 - 18 *P. hispanica* susceptibles del ataque de *C. ciliata*.
- Calle San Jorge
 - 22 *C. bignonioides* susceptibles de ataque de pulgón *A. gossypii*.
- Plaza Europa
 - 46 *P. cerasifera nigra* susceptibles de ataque de pulgón *M. persicae*.
- Calle Ramón J. Sender
 - 21 *P. cerasifera nigra* susceptibles de ataque de pulgón *M. persicae*.
- Pasaje Loarre – Cruz Roja
 - 9 *P. cerasifera nigra* susceptibles de ataque de pulgón *M. persicae* y 34 *C. bignonioides* susceptibles de ataque de pulgón *A. gossypii*.

Las especies utilizadas para el control biológico fueron el coleóptero coccinélido *A. bipunctata* sobre *P. cerasifera nigra*, el himenóptero parasitoide *A. colemani* y de nuevo el depredador *A. bipunctata* sobre *C. bignonioides* y el hemíptero depredador *A. nemoralis* sobre *P. hispanica* (Tabla 1).

Tabla 1: Ejemplares de árboles a controlar, especie plaga y calles donde se encuentran ubicados

CALLE/VIAL	ESPECIE	Nº ÁRBOLES	CONTROL
C/ Parque	<i>Platanus hispanica</i>	148	<i>Corythuca ciliata</i>
C/ Rioja	<i>Platanus hispanica</i>	15	<i>Corythuca ciliata</i>
Plaza Europa	<i>Prunus cerasifera nigra</i>	45	<i>Myzus persicae</i>
C/ San Jorge	<i>Catalpa bignonioides</i>	22	<i>Aphis gossypii</i>
Pasaje Loarre	<i>Catalpa bignonioides</i>	30	<i>Aphis gossypii</i>
	<i>Prunus cerasifera nigra</i>	9	<i>Myzus persicae</i>
C/ Ramón J. Sender	<i>Prunus cerasifera nigra</i>	25	<i>Myzus persicae</i>
TOTAL ÁRBOLES		294	

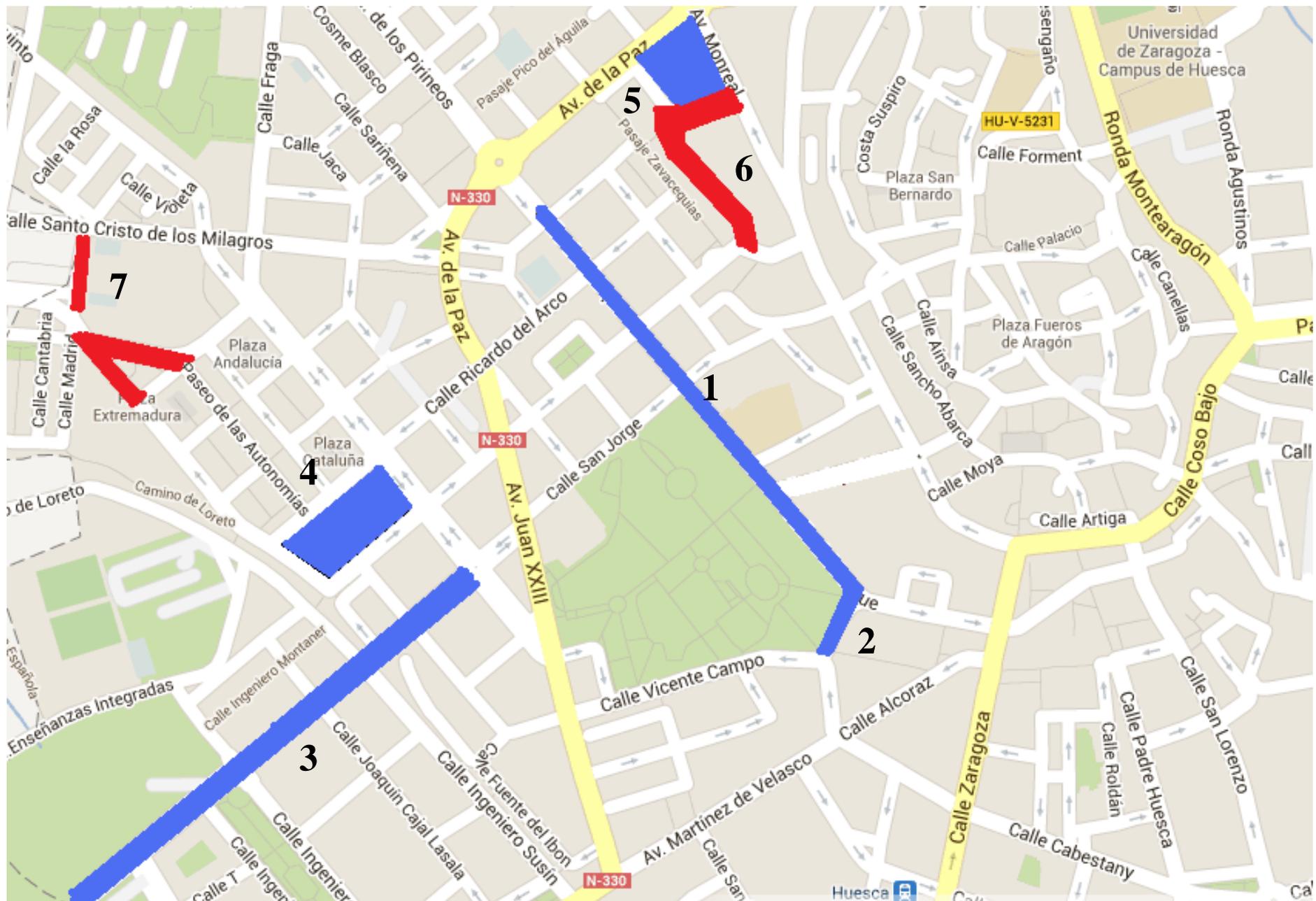


Fig 17: Calles dentro del programa de control biológico de plagas (en azul, números 1 a 6) y calles tomadas como control, Calle M^a Auxiliadora (núm 6) y Calle Madrid/Pza Extremadura (núm 7) (Ayuntamiento de Huesca)



Fig 18: Plano de Calle del Parque ajardinada con *Platanus hispanica*. Número 1 en mapa de Figura 17 (Servicio de Medio Ambiente, Ayto. de Huesca)



Fig 19: Plano de Calle Rioja ajardinada con *Platanus hispanica*. Número 2 en mapa de Figura 17 (Servicio de Medio Ambiente, Ayto. de Huesca)



Fig 20: Plano de Calle San Jorge ajardinada con *Catalpa bignonioides*. Número 3 en mapa de Figura 17 (Servicio de Medio Ambiente, Ayto. de Huesca)



Fig 21: Plano de Plaza Europa ajardinada con *Prunus cerasifera nigra*. Número 4 en mapa de Figura 17 (Servicio de Medio Ambiente, Ayto. de Huesca)



Fig 22: Plano de Pasaje Loarre ajardinado con *Prunus cerasifera nigra* y *Catalpa bignonioides*. Número 5 en mapa de Figura 17 (Servicio de Medio Ambiente, Ayto. de Huesca)

4.1.- SUELTA de INSECTOS BENEFICIOSOS

Conocido el ámbito de actuación, para realizar el control biológico debe estudiarse para cada planta la plaga a la que se enfrenta, clasificándola de forma taxonómica. Teniendo en cuenta igualmente la climatología de la ciudad, la disposición de los árboles, su tamaño y estado fenológico se determinan los insectos beneficiosos.

Calle del Parque y Calle Rioja

En las calle del Parque y Rioja, una a continuación de la otra, se realizó suelta de insectos beneficiosos en un total de 121 plátanos, de los 163 de los que disponen las calles, comenzando aproximadamente a la altura del Hotel Pedro I, zona de mayor densidad de árboles e inmediatamente en contacto con el Parque Miguel Servet, con una mayor afluencia de viandantes.

La plaga principal a tratar, que deteriora estéticamente el follaje de los ejemplares dispuestos y segrega melaza que puede causar perjuicio a la ciudadanía, es *Corythucha ciliata*.

El insecto beneficioso empleado para llevar a cabo el control de esta plaga fue el depredador *Anthocoris nemoralis*.

Sueltas

Suelta 1: La suelta de *A. nemoralis* se realizó en la mañana del día 14 de junio de 2013 (Figura 24).

El protocolo para la aplicación de *A. nemoralis* fue el siguiente:

- El insecto viene en bote (Figura 23), que debe colocarse en posición horizontal antes de su uso.
- El bote debe girarse suavemente para homogeneizar el contenido.
- Una vez listo, se distribuye el contenido del bote en pequeñas cajas, cada una de las cuáles debe colocarse en un árbol.
- Las cajas se colocaron fuera del alcance directo de la luz.
- Cada bote tenía una capacidad aproximada de 11 cajas.



Fig 23: Formato de presentación de *A. nemoralis*



Fig 24: Imagen de suelta de *A. nemoralis* en Calle del Parque (14-06-2013)

Calle San Jorge

En la Calle San Jorge, se realizó suelta de insectos beneficiosos en un total de 22 catalpas, todas las presentes en la zona, de porte estrecho limitado por las podas a consecuencia de la cercanía de las edificaciones y con una altura de 7 - 8 metros.

La plaga principal a tratar, que segrega una importante cantidad de melaza es *Aphis gossypii*.

Los insectos beneficiosos empleados para llevar a cabo el control de esta plaga fueron el coleóptero depredador *Adalia bipunctata* y el himenóptero parasitoide *Aphidius colemani*.

Sueltas

Suelta 1: La primera suelta en Calle San Jorge se realizó la mañana del 22 de mayo de 2013. Consistió en la aplicación del parasitoide *A. colemani* y el depredador *A. bipunctata*.

El protocolo para la aplicación de *A. colemani* fue el siguiente:

- El insecto viene en formato blíster (pequeñas cajas de cartón biodegradables), conteniendo cada blíster (Figura 25) 1000 momias de pulgón parasitado con un huevo de *A. colemani* cada una.
- Se coloca un blíster por cada individuo.
- Las cajas se colocaron fuera del alcance directo de la luz.



Fig 25: Blíster en el que se presenta el formato de aplicación de *A. colemani*

El protocolo para la aplicación de *A. bipunctata* fue el siguiente:

- El insecto viene en formato blíster, incluyendo cada blíster 160 larvas de insecto.
- Se coloca un blíster por cada individuo.
- Las cajas se colocaron fuera del alcance directo de la luz.

Suelta 2: La segunda suelta en Calle San Jorge se realizó la mañana del 5 de junio de 2013. En esta ocasión, se limitó a la suelta de *A. bipunctata* siguiendo el protocolo antes mencionado.

Suelta 3: Se realizó una tercera suelta de insectos en Calle San Jorge, llevada a cabo la mañana del 14 de junio de 2013. Esta vez, consistió en la suelta de *A. colemani* bajo la misma metodología que en la primera suelta.

Plaza Europa

En la Plaza de Europa, se procedió a la suelta de insectos beneficiosos en un total de 45 *P. cerasifera nigra*, situados de forma alineada a ambos lados de la plaza (23 en la parte Norte, 22 en el Sur), todos los presentes en la zona verde. Estos árboles son de porte medio, con las copas bastante próximas entre sí.

En esta ocasión, la plaga a tratar es el pulgón *Myzus persicae* y el insecto beneficioso empleado para llevar a cabo el control fue el coleóptero depredador *A. bipunctata*.

Sueltas

Suelta 1: La suelta en Plaza Europa se efectuó la mañana del 5 de junio de 2013 y consistió en la aplicación de *A. bipunctata* siguiendo el mismo procedimiento que en las catalpas de Calle San Jorge.

Calle Ramón J. Sender

En la Calle Ramón J. Sender, se realizaron acciones de control biológico sobre 25 *P. cerasifera nigra*, situados en forma de bosquete en la zona verde anexa a la calzada.

La plaga a tratar es el pulgón *M. persicae* y el insecto beneficioso empleado para llevar a cabo el control fue el coleóptero depredador *A. bipunctata*.

Sueltas

Suelta 1: La suelta en Calle Ramón J. Sender se llevó a cabo la mañana del 5 de junio de 2013 y consistió en la aplicación solamente de *A. bipunctata* siguiendo el mismo procedimiento que en las catalpas de Calle San Jorge sobre 21 de los 25 ejemplares presentes en la zona verde.

Pasaje Loarre

En Pasaje Loarre se realizó control biológico sobre 9 *P. cerasifera nigra* y 30 *C. bignonioides* dispuestas sobre la acera, donde la secreción de melaza es significativamente más problemática.

La plaga a tratar es el pulgón *M. persicae* para *Prunus* y *A. gossypii* para *Catalpa* y los insectos beneficiosos empleados para llevar a cabo el control fueron el coleóptero depredador *A. bipunctata* y el himenóptero parasitoide *A. colemani*.

Sueltas

Suelta 1: La primera suelta en Pasaje Loarre se efectuó el día 22 de mayo de 2013 y consistió en la aplicación de *A. colemani* solamente sobre las catalpas, siguiendo el mismo procedimiento que en las catalpas de Calle San Jorge.

Suelta 2: La segunda suelta se realizó la mañana del 5 de junio de 2013. En esta ocasión, se limitó a la suelta de *A. bipunctata* en las catalpas.

Suelta 3: Se realizó una tercera suelta de insectos en Pasaje Loarre, llevada a cabo la mañana del 14 de junio de 2013, esta vez limitada a la suelta de *A. colemani* sobre las catalpas siguiendo el mismo procedimiento que en las sueltas previas

En ninguna de las sueltas se procedió a actuar directamente sobre los *Prunus*.

4.2.- MUESTREOS

Calle del Parque y Calle Rioja

Muestreos

Visita 1: El primer muestreo en las calles Rioja y el Parque se realizó a fecha 12 de junio de 2013, a las 9:48 en Calle del Parque y a las 10:03 en Calle Rioja, aprovechando la mañana por ser un momento de menor actividad biológica de los insectos con temperatura en torno a los 22 °C. En el momento de muestreo no se habían realizado sueltas de *A. nemoralis* y los brotes habían surgido apenas dos semanas atrás, si bien presentaban síntomas de ataque de oídio.

El muestreo consistió en la toma de 5 hojas en orientación Sur en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico, tanto en Calle Rioja como en el Parque. La toma de hojas se realizó sobre brotes a la altura de la cruz del individuo, a poco más de 3 m de altura.

Visita 2: El segundo muestreo en las calles Rioja y el Parque fue realizado el día 10 de julio de 2013, a las 7:36 en Calle del Parque (Figura 26) y a las 7:55 en Calle Rioja de nuevo aprovechando el momento del día de menor temperatura, en torno a los 20 °C, para la captura de individuos. En el momento de muestreo se había realizado una suelta de *A. nemoralis* el día 14 de junio en ambas calles y los síntomas de ataque de oídio reconocidos en el primer muestreo eran menores. El muestreo consistió en la toma de 5 hojas en orientación Sur en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico en ambas calles. Los muestreos se efectuaron sobre brotes a la altura de la cruz del individuo, a poco más de 3 m de altura en los mismos árboles que

en la primera fecha, presentando estos una mayor frondosidad que en aquella ocasión.



Fig 26: Árbol de muestreo en Calle del Parque (10-07-2013)

Visita 3: La tercera visita en calles Rioja y el Parque se llevó a cabo el día 19 de agosto de 2013, comenzando a las 7:26 en Calle del Parque y continuando a las 7:47 en Calle Rioja con unos 22 °C de temperatura. En el momento de muestreo no se habían realizado más sueltas de insectos beneficiosos de las ya especificadas. El muestreo consistió en la toma de 5 hojas en orientación Sur como en los muestreos anteriores, tanto en Rioja como en el Parque. En ambos casos, la recogida de hojas se realizó a más de 4 m de altura, y los árboles presentaban un aspecto sin demasiada frondosidad, decolorado y seco en las hojas.

Visita 4: Se realizó un cuarto muestreo en calles Rioja y el Parque el día 9 de septiembre de 2013, a las 7:59 en Calle del Parque y a las 8:16 en Calle Rioja, siendo la primera ocasión en que el muestreo venía precedido de un día de importantes lluvias la semana anterior y temperatura fresca (13 °C) sin que hubiese novedades en cuanto a las sueltas con respecto a la anterior visita. En ambos casos se siguió la metodología

de anteriores muestreos en árboles sometidos a control biológico que seguían manteniendo un aspecto decolorado y algo seco en las hojas y poca frondosidad.

Calle San Jorge

Muestreos

Visita 1: El primer muestreo en la Calle San Jorge se realizó a fecha 11 de junio de 2013, a las 9:10 y una temperatura en torno a los 21 °C. En el momento de muestreo se habían realizado sueltas de *A. bipunctata* el 5 de junio y de *A. colemani* y *A. bipunctata* el 22 de mayo y los árboles presentaban a simple vista una importante presencia de pulgón (Figura 27).

El muestreo consistió en la toma de 5 hojas en orientación Sur en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico. La toma de hojas se realizó en ramificaciones a más de 4 metros de altura (Figura 28).



Fig 27: Muestra de catalpa en ejemplar afectado por *A. gossypii* (11-06-2013)



Fig 28: Ejemplar de muestreo en Calle San Jorge (11-06-2013)

Visita 2: El segundo muestreo en la Calle San Jorge se realizó a fecha 10 de julio de 2013, a las 8:17, con una temperatura de 21 °C aprovechando la mañana como momento de poca actividad biológica. En el momento de muestreo, además de las

sueltas de la primera visita, se había realizado una más de *A. colemani* el 14 de junio y los árboles presentaban una clara alternancia entre hojas muy afectadas y otras de nuevo brote completamente limpias de ataque de pulgón (Figura 29).

El muestreo se llevó a cabo siguiendo la misma metodología que en la primera visita.



Fig 29: Ejemplo de hojas limpias y afectadas en un mismo árbol en Calle San Jorge (10-07-2013)

Visita 3: Se realizó un tercer muestreo en la Calle San Jorge a fecha 19 de agosto de 2013, a las 8:06 y con una temperatura de 23,5 °C, siguiendo la misma metodología que en las anteriores visitas en uno de los árboles dentro del programa de control. En esta ocasión, los árboles presentaban a simple vista un aspecto más limpio que en las ocasiones previas (Figura 30).



Fig 30: Ejemplo de hojas limpias en catalpa en Calle San Jorge (19-08-2013)

Visita 4: El cuarto muestreo en Calle San Jorge fue llevado a cabo el 9 de septiembre de 2013, a las 8:46, con la característica singular respecto a anteriores muestreos de venir precedido de un día de importantes lluvias y con una temperatura fresca de 13 °C, bajo la metodología de los anteriores muestreos en una de las catalpas dentro del programa de control (Figura 31) y sin novedades respecto a nuevas sueltas de fauna beneficiosa. La presencia de hojas afectadas a simple vista era muy escasa.



Fig 31: Ejemplar de muestreo en Calle San Jorge (09-09-2013)

Plaza Europa

Muestreos

Visita 1: El primer muestreo en esta zona verde se realizó el día 11 de junio de 2013, durante la mañana aprovechando la temperatura más baja del día para garantizar una menor actividad biológica durante la toma de muestras, concretamente a las 8:50 con una temperatura de 19 °C. En el momento de muestreo se había realizado una suelta de *A. bipunctata* el 5 de junio (Figura 32) y, a simple vista, no se apreciaba presencia de pulgón en la gran mayoría de los brotes.

El muestreo consistió en la toma de 5 brotes en orientación Sur en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico, brotes de un máximo de 10 hojas y 30 cm de largo tomados a no más de 2 metros de altura.



Fig 32: Blíster de *A. bipunctata* en árbol de muestreo en Pza. Europa (11-06-2013)

Visita 2: El muestreo en Plaza Europa se realizó a fecha 10 de julio de 2013, a las 8:34 y con 21,5 °C. En dicha fecha, no se había realizado más suelta que la llevada a cabo el 5 de junio y, a simple vista, no se apreciaba presencia de pulgón.

De nuevo, el muestreo se llevó a cavo siguiendo la metodología de la primera visita.

Visita 3: En Plaza Europa (Figura 33) se efectuó el tercer muestreo el día 19 de agosto de 2013, a las 8:20, con 23,5 °C, de temperatura sin novedad en la metodología del mismo, el número de sueltas de insectos beneficiosos o el aspecto visual de los árboles en el momento de su realización.



Fig 33: Ejemplar de muestreo en Plaza Europa (19-08-2013)

Visita 4: El último muestreo en Plaza Europa se realizó la mañana del 9 de septiembre de 2013 a las 8:52 consistiendo de nuevo en la toma de 5 brotes de menos de hojas y 30 cm en orientación Sur, en otro de los ejemplares sometidos a control biológico sin que se hubiese realizado ninguna otra suelta en la zona verde. Los árboles presentaban algo de descoloramiento en las hojas. Este muestreo se realizó de forma posterior a un día de intensas lluvias en la semana previa y con una temperatura de 13,5 °C.

Calle Ramón J. Sender

Muestreos

Visita 1: El primer muestreo en la Calle Ramón J. Sender se realizó a fecha 11 de junio de 2013, a las 10:42 con 21,5 °C de temperatura. En el momento de muestreo se había realizado una suelta de *A. bipunctata* el 5 de junio y, a simple vista, no se apreciaba presencia de pulgón en la gran mayoría de los brotes (Figura 34).

El muestreo consistió en la recogida de 5 brotes en orientación Sur en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico, brotes de un máximo de 10 hojas y 30 cm de largo tomados a no más de 2 metros de altura.



Fig 34: Imagen de varios brotes en momento de muestreo en Calle Ramón J. Sender, aparentemente libres de pulgón (11-06-2013)

Visita 2: El segundo muestreo en la Calle Ramón J. Sender se produjo el 10 de julio de 2013, a las 9:23 y con una temperatura de 22 °C. En el momento de muestreo no se habían ejecutado más sueltas que la nombrada en la visita 1. La toma de brotes se hizo siguiendo la metodología del primer muestreo en el mismo árbol.

Visita 3: La tercera toma de muestras en la Calle Ramón J. Sender fue realizada el 19 de agosto de 2013, a las 9:50 y con 26 °C. Se recogieron 5 brotes sobre uno de los árboles de la zona verde siguiendo la metodología de anteriores visitas sin observaciones reseñables.

Visita 4: Se efectuó el cuarto muestreo en la zona verde de esta calle el día 9 de septiembre de 2013 a las 9:27 de la mañana con temperatura fresca (15 °C) y después de un día de lluvias la semana previa, siguiendo la metodología común en uno de los árboles del bosque sin novedades en cuanto a nuevas sueltas. Los árboles presentaban un aspecto limpio (Figura 35) y colores más vivos en sus brotes que los *Prunus* de otras zonas examinadas.



Fig 35: Ejemplar de muestreo en Calle Ramón J. Sender (09-09-2013)

Pasaje Loarre

Muestreos

Visita 1: El primer muestreo en Pasaje Loarre se realizó a fecha 11 de junio de 2013, comenzando a las 8:03 de la mañana por las catalpas, buscando el momento del día de menor actividad biológica para la toma de muestras con una temperatura de 17,5 °C. En el momento de muestreo se había realizado una suelta de *A. bipunctata* el 5 de junio y otra de *A. colemani* el 22 de mayo y los árboles presentaban a simple vista presencia de pulgón (Figura 36) y una importante cantidad de melaza. El muestreo consistió en la toma de 5 hojas en orientación Sur en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico (Figura 37). La toma de hojas se realizó en ramificaciones a poco más de 2 metros de altura.

Por otra parte, el muestro en *Prunus* constó de la toma de 5 brotes en orientación Sur en uno de los brotes de un máximo de 10 hojas y 30 cm de largo tomados a no más de 2 metros de altura y en el momento de muestreo no se habían realizado sueltas.

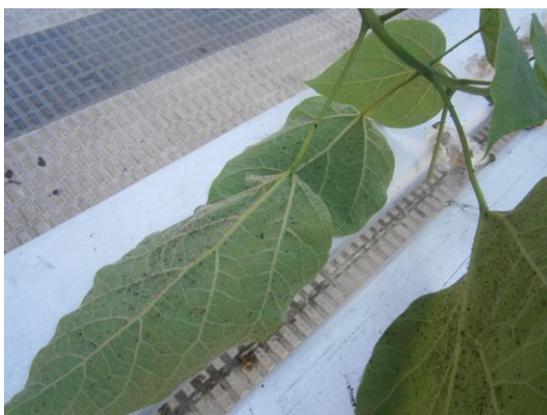


Fig 36: Muestra de catalpa en árbol afectado por *A. gossypii* en Pasaje Loarre (11-06-2013)



Fig 37: Ejemplar de muestreo en Pasaje Loarre (11-06-2013)

Visita 2: La segunda visita a Pasaje Loarre para toma de muestras se efectuó a fecha 10 de julio de 2013, comenzando a las 7:01 de la mañana por las catalpas con temperatura de 20 °C. En el momento de muestreo, además de las dos sueltas previas ya mencionadas se había realizado una suelta extra de *A. colemani* el 14 de junio y los árboles presentaban a simple vista una importante cantidad de restos de mudas y momias de pulgón y síntomas de mejoría evidente en cuanto a la cantidad de melaza en las hojas (Figura 38) y suelo circundante. El muestreo consistió en la toma de 5 hojas siguiendo la metodología de la primera visita en el mismo ejemplar.

Por otra parte, se llevó a cabo también la recogida de 5 brotes en *Prunus* (Figura 39), sin que en el momento de muestreo se hubiesen realizado sueltas en dichos árboles.



Fig 38: Muestra de catalpa en segundo muestreo en Pasaje Loarre (10-07-2013)



Fig 39: Ejemplar de muestreo de *P. cerasifera nigra* en Pasaje Loarre (10-07-2013)

Visita 3: El tercer muestreo en los árboles de Pasaje Loarre comenzó a las 6:59 del día 19 de agosto de 2013 por las catalpas con temperatura de 22 °C. En el momento de muestreo, los árboles presentaban un mejor aspecto que en la anterior visita, si bien se apreciaba la presencia de restos de melaza en hojas y algunas hojas plegadas sobre sí mismas.

De nuevo, también se dispuso a la recogida de 5 brotes en *Prunus* según el método habitual, sin haberse realizado sueltas de insectos beneficiosos en los mismos.

Visita 4: El cuarto muestreo en Pasaje Loarre comenzó el día 9 de septiembre de 2013 a las 7:37 de la mañana por las catalpas, con temperatura de 13 °C tras un día de fuertes lluvias en la semana anterior. En el momento de muestreo, los árboles mostraban un aspecto bastante limpio y no se apreciaban excesivos restos de melaza ni en las hojas (Figura 40) ni en el suelo circundante.

Posteriormente, también se recogieron 5 brotes en *Prunus* bajo la misma metodología que en la primera visita, sin novedad en cuanto al número de sueltas. En el momento de muestreo los árboles mostraban cierta decoloración en las hojas.



Fig 40: Brotes de catalpa limpios en cuarto muestreo en Pasaje Loarre (09-09-2013)

Testigos

Las muestras tomadas a modo de control fueron recogidas en las calles María Auxiliadora, que dispone de una alineación de 13 *P. hispanica* como arbolado viario y en la calle Madrid y su zona verde anexa (Plaza Extremadura), ajardinada con 31 *C. bignonioides* y 6 *P. cerasifera nigra*.

Muestreos

Visita 1: El primer muestreo en Calle María Auxiliadora se realizó el día 11 de junio de 2013, comenzando a las 7:43 de la mañana, con una temperatura de 17,5 °C

aprovechando la mañana por la menor actividad biológica de los insectos. El muestreo consistió en la recolección de 5 hojas de uno de los ejemplares de la calle, hojas tomadas a la altura de los primeros brotes, a unos 3 metros de altura y con orientación Sur. En el momento de muestreo los árboles evidenciaban síntomas de ataque de oídio.

Por otra parte, el muestreo en Calle Madrid se llevó a cabo esa misma mañana, comenzando a las 9:50 por las catalpas y siguiendo a continuación con los *Prunus*. El muestreo en catalpas consistió en la recogida de 5 hojas de uno de los individuos de la alineación de catalpas en la zona verde Plaza Extremadura, hojas en orientación Sur, a simple vista menos afectadas por ataque de pulgón que las de las zonas tratadas. Por último, el muestreo en *Prunus* consistió en la obtención de 5 brotes en uno de los ejemplares de la vía, todos de mayor altura y menos ramificación en la copa que los del programa de control biológico. Los brotes se tomaron en orientación Sur, a más de 2 metros de altura y no superaron en ningún caso las 10 hojas y los 30 cm de longitud.

Visita 2: El segundo muestreo en Calle María Auxiliadora se efectuó el día 10 de julio de 2013, a las 6:45 de la mañana con una temperatura de 20 °C, siguiendo la misma mecánica que la primera vez. En el momento de muestreo, al igual que en la primera visita, los árboles presentaban síntomas de ataque de oídio y presencia a simple vista de *C. ciliata*.

Por otra parte, el muestreo en Calle Madrid y Plaza Extremadura se llevó a cabo esa misma mañana, a las 8:48 en las catalpas y a las 9:01 en los *Prunus*, presentando todos los ejemplares un aspecto limpio a simple vista de pulgón.

Visita 3: El tercer muestreo en las calles tomadas como testigos se llevó a cabo a fecha 19 de agosto de 2013 a las 6:44 de la mañana en los *Platanus* de Calle María Auxiliadora con una temperatura de 22 °C. Posteriormente, en Calle Madrid y Plaza Extremadura se realizaron los muestreos a las 9:24 para *Prunus* y a las 9:29 en las catalpas siguiendo con la misma mecánica que en la primera visita.

En el momento de muestreo, los *Platanus* mostraban síntomas de ataque de tigre del plátano y oídio (Figura 41), presentando hojas decoloradas, plegadas y bastante secas mientras que las catalpas y los ciruelos presentaban un aspecto limpio.



Fig 41: Ejemplo de hojas decoloradas en *Platanus* en Calle M^a Auxiliadora (19-08-2013)

Visita 4: El cuarto muestreo en los árboles testigo comenzó a las 7:24 de la mañana del día 9 de septiembre de 2013 en los *Platanus* de Calle María Auxiliadora con temperatura más fresca que en anteriores visitas (13 °C) y después de lluvias la semana anterior. Posteriormente, en Calle Madrid y Plaza Extremadura se realizaron los muestreos a las 9:04 para *Catalpa* y a las 9:19 en *Prunus* bajo la mecánica seguida en las calles con control.

En el momento de muestreo, los *Platanus* evidenciaban síntomas de ataque oídio y la presencia de tigre del plátano, sobre todo en estado ninfal era evidente a simple vista. Además, las hojas mostraban un aspecto decolorado y seco. Por otra parte, tanto las catalpas como los ciruelos presentaban un aspecto limpio.

En todos los casos, las muestras fueron llevadas a laboratorio almacenadas cada una en su propia bolsa de cierre hermético. En laboratorio, el procedimiento consistió en la limpieza de cada una de las hojas y brotes recogidos y la colocación de todos los individuos caídos de los mismos en botes particulares para cada especie de estudio, conservados en una disolución de FAA (formol, aldehído, ac. acético), ayudándose posteriormente de binoculares y las claves taxonómicas “*Guía de los insectos de Europa*”, “*Guía de campo de los insectos de España y Europa*” (Chinery,

1986 y 1988 respectivamente) y “Guía básica de los insectos de Europa” (Zaharadnik *et al.*,1977) para la identificación de las especies.

Para cada ejemplar de muestreo se habilitaron botes para el insecto plaga, el/los insecto/s control y fauna auxiliar. Posteriormente se procedió a la identificación de los insectos catalogados como fauna auxiliar.

En la Tabla 2 puede consultarse un resumen de las fechas de sueltas y muestreos en las diferentes calles.

Tabla 2: Resumen de sueltas y muestreos con las fechas de los mismos y la mecánica básica seguida. El conjunto de calles separadas del resto conforma el grupo de calles testigo

		SUELTA			MUESTREO			
Calle	Especie	22-05-2013	05-06-2013	14-06-2013	11-06-2013	10-07-2013	19-08-2013	09-08-2013
Parque	<i>P. hispanica</i>			<i>A. nemoralis</i>	5 hojas/brotes en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico en cada calle	5 hojas/brotes en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico en cada calle	5 hojas/brotes en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico en cada calle	5 hojas/brotes en uno de los árboles sobre los que se realiza control biológico en cada calle
Rioja	<i>P. hispanica</i>			<i>A. nemoralis</i>				
San Jorge	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. bipunctata</i> y <i>A. colemani</i>	<i>A. bipunctata</i>	<i>A. colemani</i>				
Loarre	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. colemani</i>	<i>A. bipunctata</i>	<i>A. colemani</i>				
Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>							
Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>		<i>A. bipunctata</i>					
R. J. Sender	<i>P. cerasifera nigra</i>		<i>A. bipunctata</i>					
Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i>				5 hojas/brotes en uno de los árboles en cada calle	5 hojas/brotes en uno de los árboles en cada calle	5 hojas/brotes en uno de los árboles en cada calle	5 hojas/brotes en uno de los árboles en cada calle
Extremadura	<i>C. bignonioides</i>							
Mª Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>							

Asimismo, a fin de conocer el comportamiento previsible de los organismos plaga en función de la temperatura, se llevó a cabo la obtención de la integral térmica para cada uno de los mismos, basándose en trabajos previos para la obtención de los niveles de temperaturas umbral máxima y mínima de Kersting *et al.*, (1999) para *A. gossypii*; Andorno *et al.*, (2007) para *M. persicae* y Rui-Ting *et al.*, (2010) para *C. ciliata* y tomando finalmente como temperaturas mínimas y máximas para cada especie las dispuestas en la Tabla 3:

En la Tabla 3 también puede constatarse el valor resultante de la integral térmica en el acumulado de los 130 días de estudio para cada una de las especies tratadas, siguiendo la fórmula:

$$IT (^{\circ}C) = \sum_{\text{día } 1}^{\text{día } 130} (T^a - T_{inf}^a)$$

$$\text{si } T^a < T_{\text{inf}}^a ; (T^a - T_{\text{inf}}^a) \equiv 0$$

Siendo:

- T^a : Temperatura media de cada día
- T_{inf}^a : Temperatura umbral inferior

Tabla 3: Datos para obtención de integral térmica y resultado obtenido de la misma en el acumulado de los 130 días de estudio para cada especie de plaga

Especie	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Integral térmica
<i>Corythucha ciliata</i>	16 °C	30 °C	605,65 Grados-día
<i>Aphis gossypii</i>	10 °C	30 °C	1262,68 Grados-día
<i>Myzus persicae</i>	15 °C	30 °C	703,29 Grados-día

4.3.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Tras la recopilación de los datos numéricos obtenidos en los diferentes muestreos, se procedió al análisis estadístico de los mismos, consistente en la obtención de datos estadísticos descriptivos (media, desviación típica) y en la posterior realización de un test ANOVA a fin de comprobar la influencia de los factores Calle, Número de muestreo y Tipo de tratamiento (tratado/no tratado) en las variables cantidad de plaga y cantidad de depredador/parasitoide. Igualmente se estudió la correlación entre las poblaciones de plaga y depredador/parasitoide en cada una de las calles.

Para ello, se recurrió a la prueba Kolmogorov-Smirnov para averiguar el tipo de distribución de las variables y al test de Levene para conocer la homocedasticidad (homogeneidad de las varianzas). Para el caso en que las variables cumplieran con los criterios de distribución normal y homogeneidad de varianzas se efectuó un test ANOVA para comprobar la veracidad de la hipótesis nula (no existen diferencias significativas entre los tipos de tratamiento, entre las diferentes calles y entre los

distintos muestreos). En los casos en que las variables no cumplían con criterios de normalidad, se recurrió a transformaciones matemáticas para adquirir una distribución normal.

Por último, para aquellos casos en los que las variables no cumplían con ambos criterios, ni podían ser transformadas para cumplir con ellos, se recurrió a las siguientes pruebas no paramétricas:

- U de Mann-Whitney cuando el factor tenía dos niveles de categoría, caso de la variable "Tratado/No tratado".
- H de Kruskal-Wallis cuando el factor tenía más de dos niveles de categoría, caso de las variables "Número de muestreo" y "Calle".

Excepcionalmente, en aquellos casos en los que para asumir una distribución normal de los datos se eliminaban muchos de ellos (mediante transformación matemática) también se realizaron las pruebas no paramétricas.

Para averiguar la correlación existente entre las variables depredador/parasitoide y plaga se recurrió a la prueba de Pearson para aquellas variables que presentaban distribución normal, o bien la podían adquirir mediante transformación matemática, y a la prueba de Spearman para variables no paramétricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.- RESULTADOS y DISCUSIÓN

5.1.- MUESTREOS y EVOLUCIÓN de la PLAGA en el TIEMPO

Primer muestreo: 11-06-2013

Durante la primera ronda de visitas, realizada los días 11 y 12 de junio, la presencia de pulgón era muy importante tanto en las catalpas (*Catalpa bignonioides*) como en los ciruelos (*Prunus cerasifera nigra*) y en el caso de la Calle San Jorge y Pasaje Loarre la acumulación de melaza en el suelo alrededor de los árboles suponía un perjuicio considerable para los vecinos. Durante esta visita, aún no podía apreciarse una eficacia real de las sueltas de insectos beneficiosos que ya se habían realizado debido a la proximidad en el tiempo de las mismas (22 de mayo y 5 de junio) y a la gran cantidad de pulgón a tratar, si bien comenzaba a constatarse un significativo número de momias de pulgón parasitado en catalpas y la colonia de pulgón era mayor en los *Prunus* fuera del programa de control.

En el caso de los plátanos de sombra (*Platanus hispanica*) en las calles del Parque y Rioja, la situación era diferente; debido a la climatología de la primavera la brotación de las hojas se había retrasado; además, la ramificación de los árboles en estas calles está bien limitado por las podas y en el momento de la visita no presentaban una gran frondosidad, no se observaban indicios de ataque de tigre del plátano (*Corythucha ciliata*) ni se había procedido a la suelta de depredadores, si bien los pocos brotes presentes evidenciaban manchas de ataque del hongo oídio.

Por otra parte, en relación a los ejemplares tomados como testigos, la situación de los plátanos de sombra en Calle María Auxiliadora era similar a la observada en las calles con control biológico, mientras los *Prunus* de Calle Madrid mostraban unos niveles de infestación algo mayores que los reconocidos en las calles del programa. Por último, las catalpas de la Plaza Extremadura presentaban un aspecto mucho más limpio de pulgón que las de las calles tratadas.

Los resultados de todos los muestreos, así como la relación de datos estadísticos descriptivos de los mismos, clasificados por cada calle muestreada pueden consultarse en las tablas 1 a 5 del apartado Anejos.

Segundo muestreo: 10-07-2013

En la recogida de muestras efectuada el día 10 de julio, tras haberse realizado sucesivas sueltas en todas las zonas afectadas los días 25 de mayo, 5 de junio y 14 de junio, podía constatarse en Pasaje Loarre y Calle San Jorge la presencia de adultos y especialmente larvas de coccinélidos depredadores (*Adalia bipunctata*), así como una importante abundancia de momias de pulgón por acción del parasitoide *Aphidius colemani*. La existencia de pulgón seguía siendo significativa, pero era apreciable una reducción cuantitativa notable en su número y en los restos de melaza tanto en las hojas como en el suelo.

En el caso de los *Prunus* del Pasaje Loarre, Plaza Europa y Ramón J. Sender, la disminución del número de pulgón se constató como casi total en todos los casos. Todos los brotes se presentaban limpios o casi limpios de presencia de pulgón, aunque podían observarse algunas mudas en las hojas, asimismo, tampoco había rastro de momias de pulgón parasitado ni larvas o adultos de mariquita, más allá de algún resto de pupa de este depredador. La explicación puede residir en el propio ciclo vital de *Myzus persicae* por el cual, tras extenderse en un huésped primario arbóreo durante la primavera, continúa con las siguientes generaciones en un hospedador secundario de carácter arbustivo o herbáceo durante junio-julio liberando al huésped original, por lo que ni depredadores ni presas se mantienen en el árbol.

En los *Platanus* de Calle del Parque y Rioja, ya podía apreciarse un aumento considerable de la frondosidad en el arbolado y el inicio de la manifestación de ataque de tigre del plátano en el mismo, si bien en una cantidad poco preocupante. Igualmente, no se constató la presencia de depredadores y los síntomas de ataque de oídio se habían reducido.

Por otra parte, las catalpas de la Plaza Extremadura habían reducido su ya escaso número de pulgón a cotas insignificantes presentando un aspecto todavía más limpio que en la primera visita y los ciruelos en Calle Madrid se encontraban en una situación

similar a la reconocida en Pasaje Loarre, Plaza Europa y Calle Ramón J. Sender en lo referente a la ausencia de pulgón. Por último, los plátanos de sombra de la Calle María Auxiliadora presentaban una abundancia mayor de tigre del plátano que los ejemplares del programa de control.

Tercer muestreo: 19-08-2013

La tercera visita, realizada el 19 de agosto vino a confirmar la tendencia positiva apreciada en el muestreo anterior. Las muestras recogidas en catalpas se mostraban bastante limpias de pulgón y los nuevos brotes de los árboles se encontraban libres de melaza, si bien se mantenían restos de la misma en el suelo y hojas más antiguas. Por otra parte, la abundancia del coccinélido depredador y de momias de pulgón parasitado también se había reducido significativamente tanto en Pasaje Loarre como en Calle San Jorge.

En el caso de los *Prunus* del Pasaje Loarre, Plaza Europa y Ramón J. Sender, todos los árboles se presentaban limpios de ataque de pulgón y sin rastro de melaza, confirmando la tendencia del mes anterior, pudiendo catalogarse la plaga como inactiva.

En las calles del Parque y Rioja, las hojas evidenciaban cierta decoloración por la pérdida de savia e incluso algunas se habían secado y se constató la presencia de tigre del plátano especialmente en estado ninfal coincidiendo con la que suele ser la fase del ciclo biológico de *C. ciliata* más activa que llega con las mayores temperaturas estivales. Igualmente, se advirtió la presencia del depredador *Anthocoris nemoralis*.

En relación a los testigos, los ciruelos en Calle Madrid se encontraban en un estado similar a los de Pasaje Loarre, Plaza Europa y Calle Ramón J. Sender y las catalpas no presentaban síntomas de ataque de pulgón, manteniendo una condición libre de melaza. Por último, los *Platanus* evaluados mostraban una infestación grave de ataque de tigre del plátano, con hojas bastante secas y decoloradas e incluso plegadas sobre sí mismas con una abundancia importante de *C. ciliata* tanto en estado ninfal como adulto en la mayor parte de las hojas y un estadio avanzado de ataque del hongo oídio.

Cuarto muestreo: 09-09-2013

La cuarta y última ronda de muestreos llevada a cabo el 9 de septiembre reafirmó la estabilidad de la población de *C. ciliata*, así como la inactividad de las poblaciones de pulgón en *Prunus* y *Catalpa*, si bien estos datos podrían estar influenciados por las intensas lluvias caídas días antes del muestreo.

Las muestras recogidas en catalpa, tanto en Calle San Jorge como en Pasaje Loarre seguían manteniendo una escasa cantidad de pulgón, así como de pulgón parasitado. De igual modo, la presencia de *A. bipunctata* sólo se manifestaba en las muestras recogidas en restos de muda y alguna pupa.

Todos los casos de *Prunus*, tanto en Pasaje Loarre, como en Plaza Europa y Ramón J. Sender se mostraban completamente libres de ataque de pulgón, si bien por el ciclo biológico de *M. persicae*, lo más probable es que hacia finales de septiembre la colonia vuelva a establecerse para colocar los huevos de invierno y resurgir en primavera.

En las calles del Parque y Rioja, se encontró una mejoría frente al último muestreo, mostrando las hojas cierta decoloración por la pérdida de savia y presencia de *C. ciliata* especialmente en estado ninfal en cantidades muy escasas. Además, se confirmó la presencia de *A. nemoralis* en Calle Rioja alimentándose de individuos plaga alternativos (Psocópteros).

En cuanto a los testigos, ni en los *Prunus* ni en las *Catalpas* de Calle Madrid y Plaza Extremadura respectivamente se constató la presencia de pulgón en las muestras recogidas. Finalmente, los *Platanus* de Calle María Auxiliadora mantenían los niveles de infestación advertidos en el muestreo anterior, siendo especialmente elevado el número de ninfas. Por otra parte, se percibió la presencia de miembros de la familia *Anthocoridae* en estos *Platanus*, por lo que puede afirmarse que los propios insectos beneficiosos han aparecido de forma natural en presencia de la plaga, si bien en niveles no lo suficientemente elevados como para hacer descender sus niveles de población por el momento.

Evolución de *Corythucha ciliata* sobre *Platanus hispanica*

Los resultados de los conteos realizados en Calle Rioja, Calle del Parque y Calle M^a Auxiliadora (testigo), expuestos en la Figura 42 y la Tabla 4 (abundancia relativa de *Corythucha ciliata* en los 5 brotes en conjunto de cada árbol muestreado para las diferentes calles de estudio), marcan un nivel inicial de la plaga que podía considerarse como presencial-frecuente (menos de 15 individuos en el total de las muestras analizadas en cada calle), sin representar unos verdaderos valores severos de infestación.

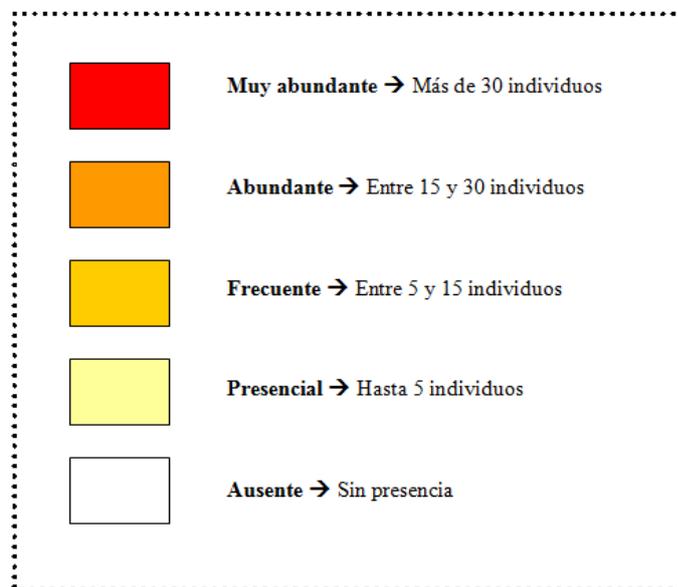


Fig 42: Leyenda de tablas indicadoras de presencia de tigre del plátano

Tabla 4: Presencia relativa de *Corythucha ciliata* en cada fecha de muestreo

<i>Corythucha ciliata</i>	11/06/13	10/07/13	19/08/13	09/09/13
C/ Parque				
C/ Rioja				
Testigo				

En todos los casos, la población plaga muestra un máximo de actividad en el tercer mes de estudio (Figura 44), coincidiendo con el mes de agosto, siendo especialmente

abundante en la Calle M^a Auxiliadora, no tratada. El incremento de la población de tigre del plátano se corresponde con el ascenso de la temperatura a partir del día 50 de estudio, con un acumulado de 60 grados-día y la práctica total ausencia de precipitaciones durante el verano, permitiendo condiciones óptimas para el desarrollo de *C. ciliata* tal y como puede apreciarse en la representación de la evolución de plaga respecto a la integral térmica de la Figura 43.

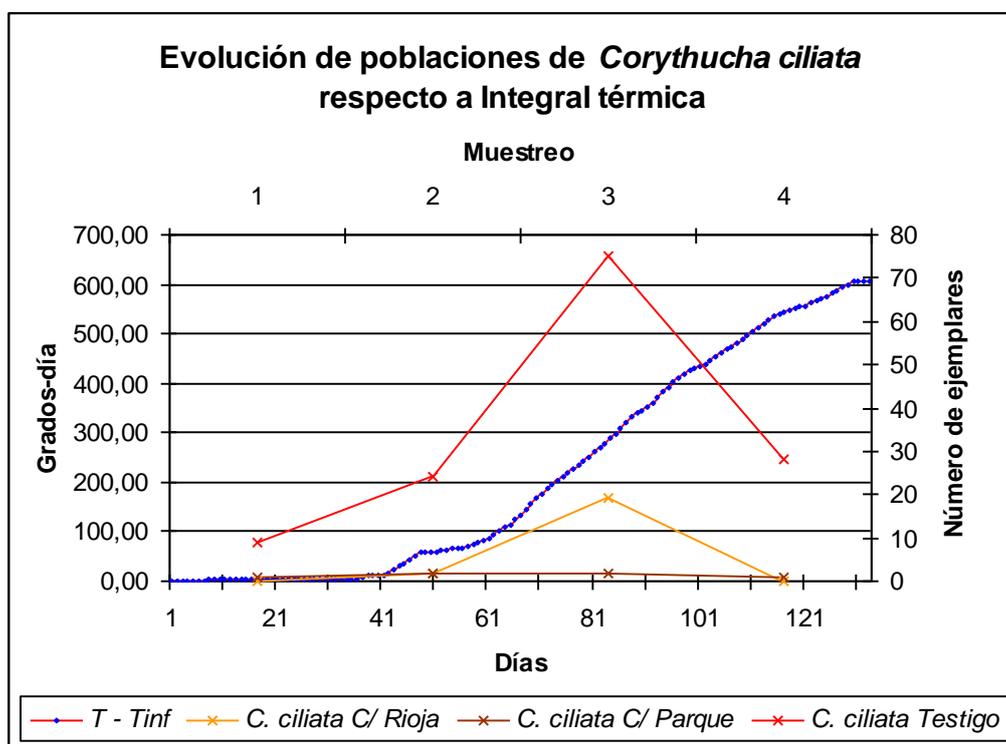


Fig 43: Evolución de la cantidad total de *C. ciliata* en cada muestreo frente a los Grados-día acumulados resultantes de la fórmula $\Sigma(T - T_{inf})$ seguida para el cálculo de la integral térmica

La comparación entre las calles tratadas y no tratadas sugiere que el control realizado por *Anthocoris nemoralis* ha permitido a las calles dentro del programa de control no llegar a alcanzar niveles tan elevados de ataque de tigre del plátano (19 y 2 individuos encontrados en las muestras de Calle Rioja y el Parque respectivamente, frente a los 75 de la calle testigo) en el mes de mayor actividad de la plaga, como el sufrido por la calle tomada como control. En todos los casos, el descenso de la presencia de plaga en

septiembre no ha seguido a un descenso de la temperatura, por lo que es indicativo del buen hacer de los depredadores desde su aparición, asociada a los máximos de población plaga.

Por último, es reseñable la aparición de *A. nemoralis* en Calle M^a Auxiliadora en el mes de septiembre contribuyendo a la regulación natural de la población de *C. ciliata* en los árboles sin tratamiento.

Los resultados numéricos de los diferentes muestreos pueden consultarse en las tablas 1 a 4 del apartado Anejos.

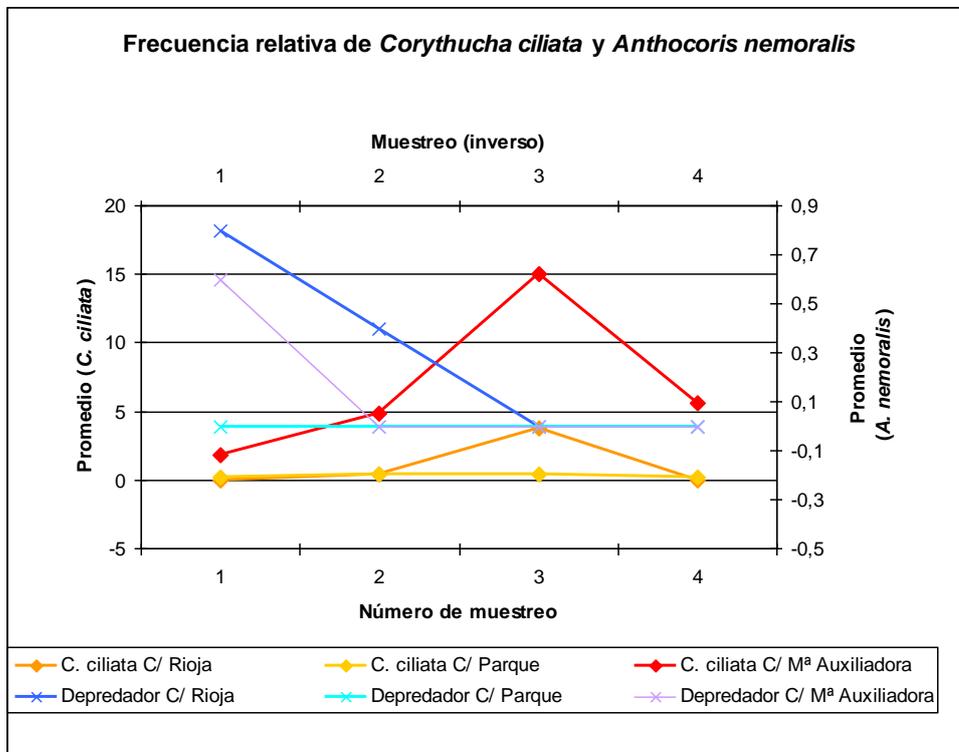


Fig 44: Evolución de la frecuencia relativa de *C. ciliata* y *A. nemoralis* por cada muestra en las diferentes calles de estudio en cada muestreo. Los datos correspondientes a *C. ciliata* están referidos al eje Y de la izquierda y los de *A. nemoralis* al eje Y de la derecha. Los resultados correspondientes a la población de *A. nemoralis* deben interpretarse de derecha a izquierda

Evolución de *Myzus persicae* sobre *Prunus cerasifera nigra*

Los resultados de los muestreos representados en la Figura 45 y la Tabla 5 (abundancia relativa de *Myzus persicae* en los 5 brotes en conjunto de cada árbol muestreado para las diferentes calles de estudio), señalan un nivel inicial de plaga elevado en los casos de Pasaje Loarre, Plaza Europa y Calle Madrid (testigo) (entre 150 y 300 individuos localizados en las calles con control biológico y más de 300 individuos contados en la calle testigo en el primer muestreo, realizado el 11-06-2013) y un valor bastante más bajo (menos de 50 individuos) en Calle Ramón J. Sender.

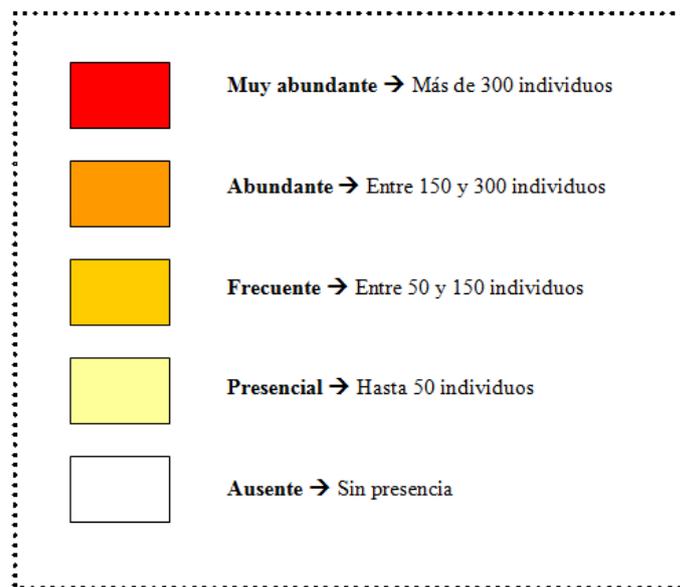


Fig 45: Leyenda de tablas indicadoras de presencia de áfidos

Tabla 5: Presencia relativa de *Myzus persicae* en cada fecha de muestreo

<i>Myzus persicae</i>	11/06/13	10/07/13	19/08/13	09/09/13
C/ Ramón J. Sender				
Pza. Europa				
Pasaje Loarre				
Testigo				

Las diferencias entre las calles tratadas y no tratadas en el primer muestreo difícilmente pueden deberse a la acción del depredador *Adalia bipunctata*, debido a la proximidad de su suelta (5 de junio) con el muestreo (11 de junio).

Por otra parte, los conteos permiten apreciar el drástico descenso de las poblaciones de *Myzus persicae* a partir del segundo mes de estudio hasta valores nulos o casi nulos, para no volver a recuperarse en los siguientes meses. El descenso de la población de plaga no se corresponde con unas condiciones climáticas adversas, sino más bien lo contrario; la Figura 46 enfrenta los Grados-día acumulados durante los meses de estudio con la evolución de la población plaga, evidenciando que en el momento de condiciones de temperatura más favorables para *M. persicae*, la colonia desaparece de los árboles en todos los casos.

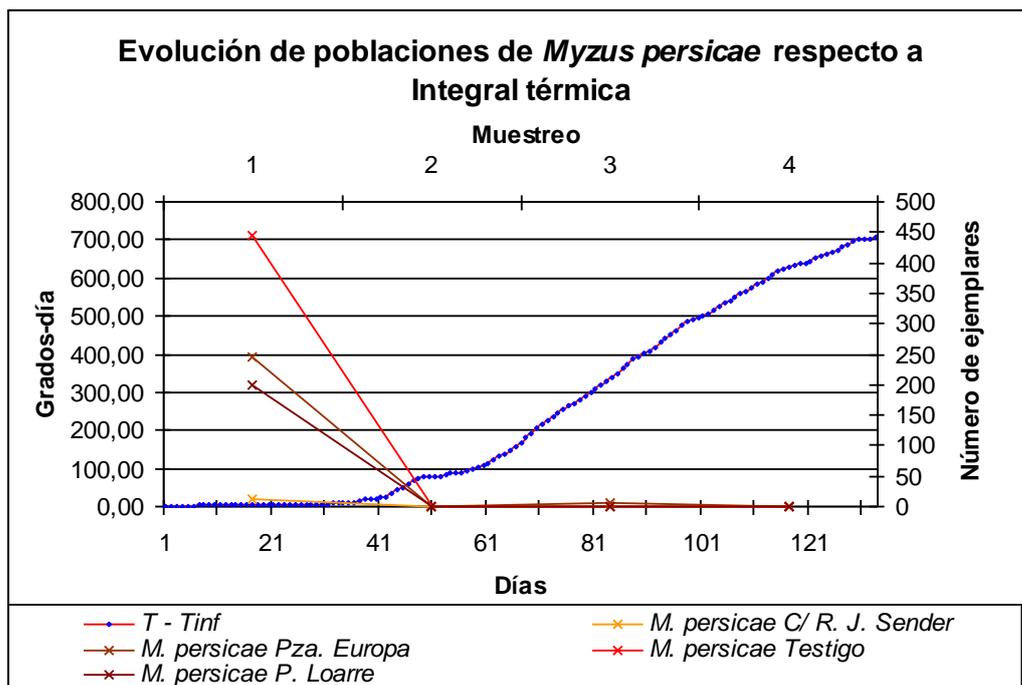


Fig 46: Evolución de la cantidad total de *M. persicae* en cada muestreo frente a los Grados-día acumulados resultantes de la fórmula $\Sigma(T - T_{inf})$ seguida para el cálculo de la integral térmica

La explicación del descenso de la población de *M. persicae* se encuentra en su ciclo biológico. *M. persicae* presenta un comportamiento holocíclico dioico necesitando de un segundo huésped para completar su ciclo, abandonando el huésped primario en

los meses de verano, para regresar en otoño y poner el huevo de invierno que dará origen a la nueva generación de pulgón en primavera. (Barbagallo *et al.*, 1998)

Los pocos depredadores encontrados, solamente uno en los muestreos, además de algunas mudas que evidenciaban de forma indirecta la presencia de adultos en las zonas verdes tratadas, manifestaron su actividad en el momento de máxima población de plaga como puede observarse en la comparación de las poblaciones de plaga y depredador de la Figura 47, si bien es más que probable que su acción quedara muy limitada a los escasos momentos previos a la migración de *M. persicae* hacia el huésped secundario transcurridos desde la suelta de *A. bipunctata*.

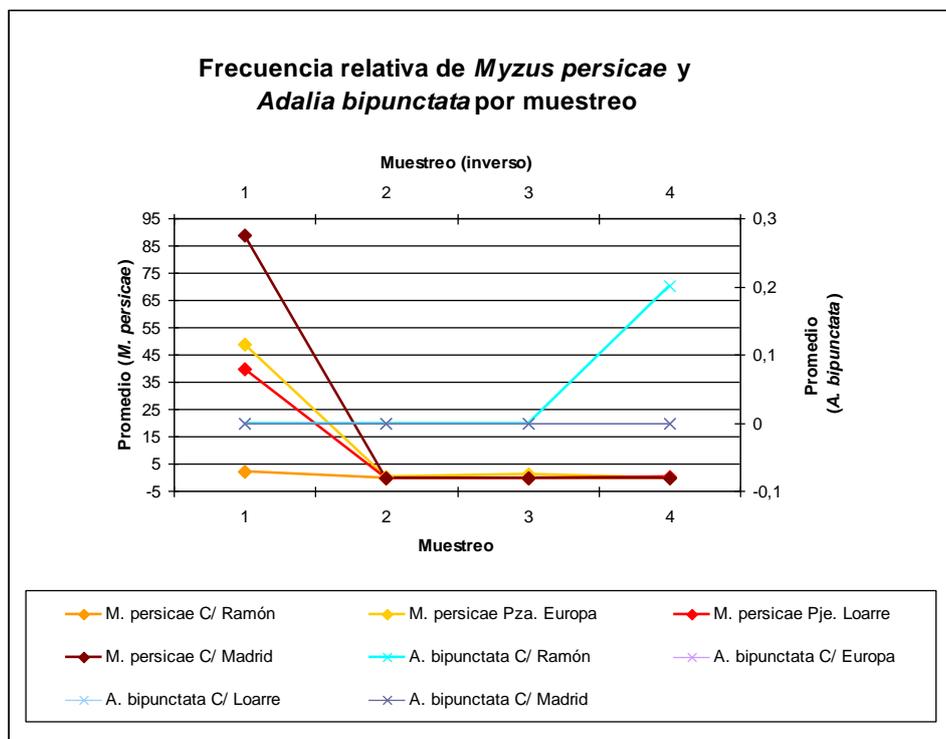


Fig 47: Evolución de la frecuencia relativa de *M. persicae* y *A. bipunctata* por cada muestra en las diferentes calles de estudio en cada muestreo. Los datos correspondientes a *M. persicae* están referidos al eje Y de la izquierda y los de *A. bipunctata* al eje Y de la derecha. Los resultados correspondientes a la población de *A. bipunctata* deben interpretarse de derecha a izquierda

Evolución de *Aphis gossypii* sobre *Catalpa bignonioides*

Los resultados de abundancias relativas de *Aphis gossypii* en cada muestreo expuestos en la Figura 48 y la Tabla 6 muestran un valor inicial de plaga muy elevado en las calles tratadas, con más de 300 individuos contados en el primer muestreo del 11 de junio en ambos casos, que posiblemente ya había sido ligeramente reducido tras la suelta el 22 de mayo del parasitoide *Aphidius colemani* y el depredador *Adalia bipunctata*, pues podían observarse una buena cantidad de restos de pulgón parasitado en las muestras recogidas (11 en Pasaje Loarre y 92 en Calle San Jorge en las muestras analizadas). Por otra parte, los ejemplares de catalpa de la zona verde tomada como testigo, presentaban un nivel de plaga inicial muy bajo (menos de 50 individuos) y mantuvieron de forma natural un nivel similar, por ello en este caso la comparación entre calles tratadas y no tratadas resulta poco relevante.

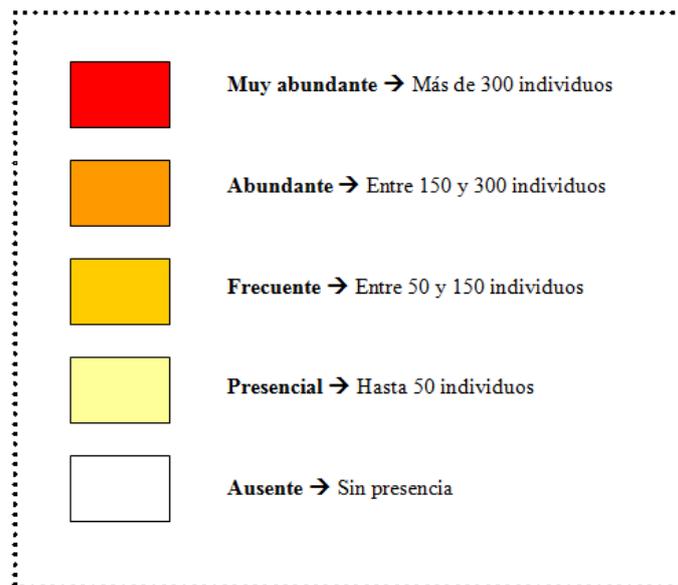


Fig 48: Leyenda de tablas indicadoras de presencia de áfidos

Tabla 6: Presencia relativa de *Aphis gossypii* en cada fecha de muestreo

<i>Aphis gossypii</i>	11/06/13	10/07/13	19/08/13	09/09/13
C/ San Jorge				
Pasaje Loarre				
Testigo				

A partir del segundo mes de estudio puede apreciarse un importante descenso de las poblaciones plaga en las calles tratadas (reducciones a menos de 300 individuos en los muestreos realizados), manteniéndose la proporción de momias de pulgón (indicador de la actividad del parasitoide) en ambas calles. Precisamente es durante el mes de julio, cuando a nivel de temperatura se dan las condiciones óptimas para el desarrollo de la colonia de *A. gossypii* según la curva de la integral térmica (Figura 49) que sigue la especie, de forma que la población de plaga no ha continuado con la dinámica poblacional que en estado natural debiera haber seguido sin someterse a control biológico.

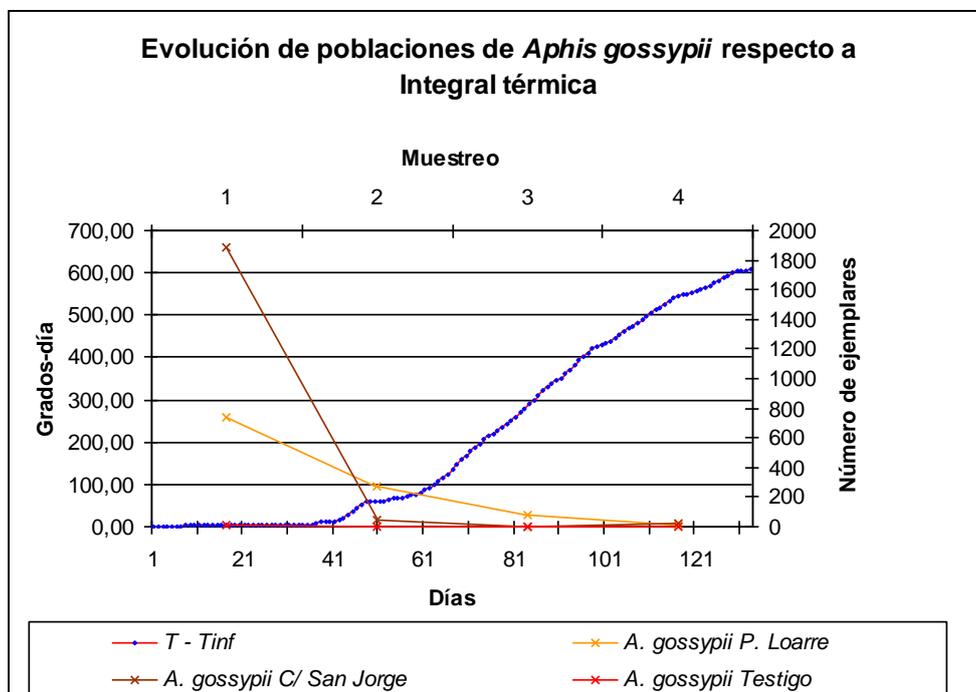


Fig 49: Evolución de la cantidad total de *A. gossypii* en cada muestreo frente a los Grados-día acumulados resultantes de la fórmula $\Sigma(T - T_{inf})$ seguida para el cálculo de la integral térmica

Durante el tercer mes de estudio, con la progresiva caída de las cantidades de plaga, disminuye también la presencia de *A. bipunctata* y momias de pulgón indicadora de la actividad de *A. colemani* en las muestras analizadas como reflejan las Figuras 50 y 51. Así pues, el descenso de la cantidad de pulgón en Calle San Jorge y Pasaje Loarre es debido a la actividad de la fauna beneficiosa liberada en el medio, si bien no puede compararse con la tendencia de la población de pulgón no sometido a control

biológico, pues las catalpas de Plaza Extremadura parten de un nivel de plaga muy inferior que ha remitido de forma natural durante los meses de estudio.

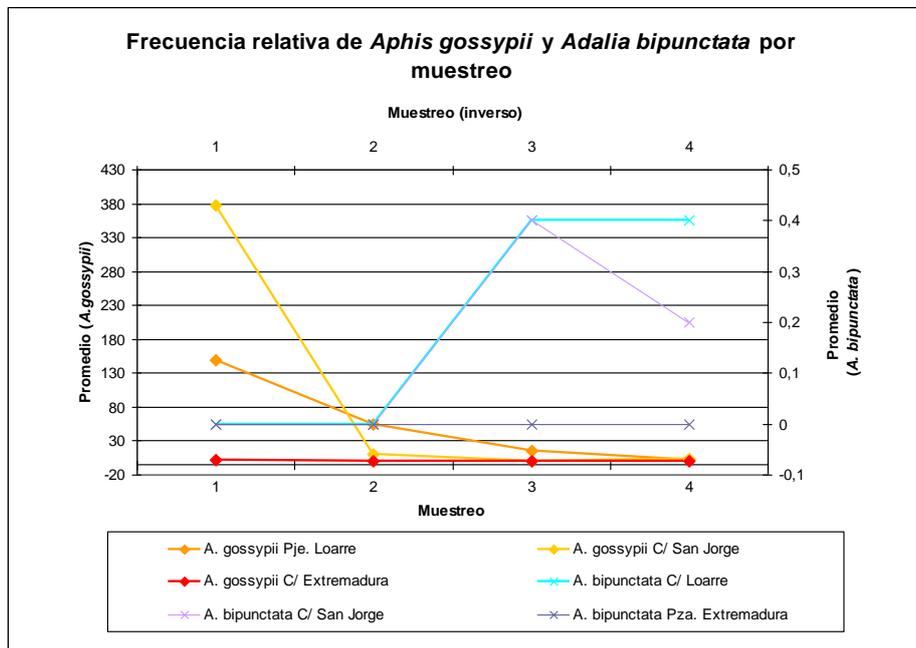


Fig 50: Evolución de la frecuencia relativa de *A. gossypii* y *A. bipunctata* por cada muestra en las diferentes calles de estudio en cada muestreo. Los datos correspondientes a *A. gossypii* están referidos al eje Y de la izquierda y los de *A. bipunctata* al eje Y de la derecha. Los resultados correspondientes a la población de *A. bipunctata* deben interpretarse de derecha a izquierda

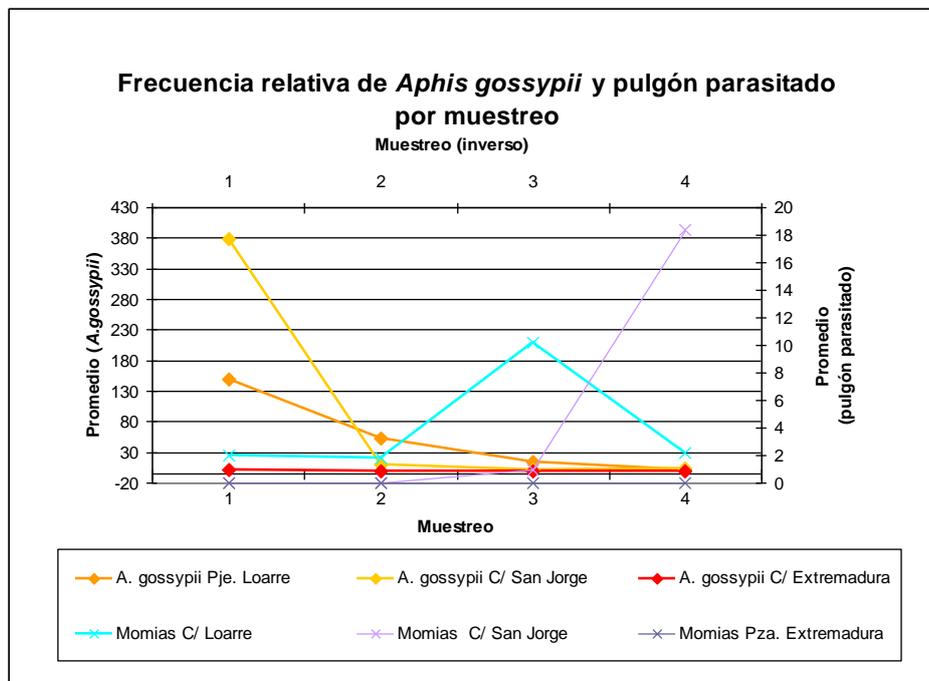


Fig 51: Evolución de la frecuencia relativa de *A. gossypii* y pulgón parasitado por *A. colemani* por cada muestra, en cada calle de estudio en cada muestreo. Los datos correspondientes a *A. gossypii* están referidos al eje Y de la izquierda y los de pulgón parasitado al eje Y de la derecha. Los resultados correspondientes a la cantidad de pulgón parasitado deben interpretarse de derecha a izquierda

Fauna auxiliar

En todas las visitas se constató la presencia de fauna auxiliar que puede establecer interacciones biológicas con los insectos plaga, tales como hormiga negra común en las hojas de *Prunus*, o depredadores naturales de pulgón, cochinilla, etc., como los miembros de las familias *Hemerobiidae* o *Conyopterygidae*.

En lo referente a las hormigas, la misma melaza es un reclamo para insectos que se alimentan de azúcares. Las hormigas a menudo pueden aparecer asociadas a infestaciones de pulgones e, incluso a veces pueden constituir la causa de posteriores daños. Las propias hormigas tratan de extender las colonias de pulgones y de evitar que las generaciones aladas abandonen los árboles para mantener la colonia cercana, además, los protegen de ataques de algunos entomófagos. (Barbagallo, 1998)

Es igualmente reseñable, la aparición en árboles testigos de *Platanus* (durante el transcurrir del estudio, los árboles más afectados a partir del segundo mes) de miembros de la familia *Anthocoridae*, a los que por motivos de interpretación estadística de los resultados, no se incluyó en las tablas de fauna auxiliar, sino que fueron contabilizados como depredadores del insecto control comunes a los de los ejemplares tratados.

Asimismo, es destacable la existencia de algunos individuos aislados de otras plagas de jardinería urbana y agrícola como mosca blanca, trips, o ácaros aunque no en niveles suficientes como para ser considerados como realmente preocupantes. Por último, en Calle Rioja debe nombrarse la aparición de una importante colonia de miembros del orden *Psocoptera* en los dos últimos meses de estudio. Los miembros del orden *Psocoptera*, o psócidos, se alimentan de materia orgánica en descomposición y hongos (Chinery, 1986), por lo que posiblemente su presencia vaya asociada al establecimiento del hongo negrilla en las hojas de *Platanus* consecuencia de la actividad de *C. ciliata*.

Todos los resultados referentes a la presencia de fauna auxiliar en los diferentes muestreos pueden consultarse en la Tabla 6 del apartado Anejos.

5.2.- CORRELACIONES DEPREDADOR-PLAGA

En primer lugar, se muestran los resultados obtenidos en la prueba Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de las variables (Tabla 7). Los datos introducidos fueron el total de individuos de cada especie contados en cada muestra durante los cuatro muestreos realizados. Los resultados numéricos de los muestreos pueden consultarse en las tablas 1 a 4 del apartado Anejos.

Tabla 7: Resultados a la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La distribución es la normal a partir de Sig > 0,05

Variable	Z de K-S	Significación	N
<i>Corythucha ciliata</i>	2,859	0,000	60
<i>Anthocoris nemoralis</i>	4,064	0,000	60
<i>Myzus persicae</i>	4,238	0,000	80
<i>Adalia bipunctata (Prunus)</i>	4,758	0,000	80
<i>Aphis gossypii</i>	2,735	0,000	60
<i>Adalia bipunctata (Catalpa)</i>	4,059	0,000	60
<i>Aphidius colemani</i>	4,183	0,000	60
Momias pulgón	2,720	0,000	60

Ninguna variable responde a una distribución normal gaussiana, debido a la gran cantidad de plaga encontrada en los primeros muestreos, que se reduce drásticamente a partir del segundo mes de estudio en el caso de los pulgones y a la aparición muy esporádica de insectos control en todos los casos. La variable momias de pulgón puede asemejarse a la dinámica seguida por *A. gossypii*.

Los resultados de las pruebas de correlación para las diferentes combinaciones de depredador/plaga se muestran en la Tabla 8. Adicionalmente, en el caso de las catalpas, se realizó también la prueba para comprobar la correlación entre la presencia de plaga y de pulgón parasitado, que demuestra la actividad del parasitoide *A. colemani*.

Tabla 8: Resultados de pruebas de correlación, divididos en parejas de variables siendo estudiados todos los casos posibles utilizando prueba de Pearson o Spearman según criterios de distribución normal de las variables, considerando la existencia de correlación a partir de valores de Sig < 0,05

Variables	Coefficiente de correlación	Significación	N
<i>C. ciliata</i> x <i>A. nemoralis</i>	0,194 ⁽²⁾	0,138	60
<i>A. gossypii</i> x <i>A. bipunctata</i>	0,420 ⁽²⁾	0,01	60
<i>A. gossypii</i> x <i>A. colemani</i>	0,251 ⁽²⁾	0,053	60
<i>A. colemani</i> x Momias pulgón	0,347 ⁽²⁾	0,007	60
<i>A. gossypii</i> x Momias pulgón	0,425 ⁽¹⁾	0,078	60
<i>M. persicae</i> x <i>A. bipunctata</i>	0,205 ⁽²⁾	0,069	80

(1) Coeficiente de Correlación de Pearson, para el caso particular de *A. gossypii* y Momias de pulgón obtenido tras transformación matemática de ambas variables mediante función ln (logaritmo neperiano).

(2) Coeficiente de Correlación de Spearman

Asimismo, se realizó el estudio sin tener en cuenta la presencia de testigos, a fin de observar la relación entre plaga e insectos control sólo en los árboles tratados. Los resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9: Resultados de pruebas de correlación, divididos en parejas de variables sin tener en cuenta la presencia testigos utilizando prueba de Pearson o Spearman según criterios de distribución normal de las variables, considerando la existencia de correlación a partir de valores de Sig < 0,05

Variables	Coefficiente de correlación	Significación	N
<i>C. ciliata</i> x <i>A. nemoralis</i>	0,136 ⁽²⁾	0,404	40
<i>A. gossypii</i> x <i>A. colemani</i>	0,210 ⁽²⁾	0,192	40
<i>A. gossypii</i> x <i>A. bipunctata</i>	0,383 ⁽²⁾	0,015	40
<i>A. colemani</i> x Momias pulgón	0,317 ⁽²⁾	0,047	40
<i>A. gossypii</i> x Momias pulgón	0,425 ⁽¹⁾	0,078	40
<i>M. persicae</i> x <i>A. bipunctata</i>	0,251 ⁽²⁾	0,053	60

(1) Coeficiente de Correlación de Pearson, para el caso particular de *A. gossypii* y Momias de pulgón obtenido tras transformación matemática de ambas variables mediante función ln (logaritmo neperiano).

(2) Coeficiente de Correlación de Spearman

Los resultados indican que no existe una correlación estadísticamente significativa entre los insectos control *A. nemoralis*, *A. colemani* y *A. bipunctata* con sus respectivas presas *C. ciliata*, *A. gossypii* y *M. persicae*. Esto implica que, aunque en las muestras analizadas la presencia de los depredadores y parasitoides se dio en mayor caso unida

a las grandes cantidades de plaga, esta relación, a nivel estadístico, puede ser considerada como azarosa, por lo que la actividad inicial de los depredadores estuvo ligada a los momentos posteriores a sus sueltas y, posteriormente su aparición a partir del segundo mes de estudio cuando globalmente descendieron los niveles de plaga era muy esporádica y no estuvo estadísticamente relacionada con la cantidad de alimento disponible. De forma probable, puede afirmarse que los insectos control colaboraron en la reducción de la cantidad de plaga en los momentos posteriores a sus sueltas, si bien no en términos estadísticamente significativos y que en los últimos meses de estudio, ante la ausencia de alimento, no existían números de depredador suficientes como para ser considerados relevantes y su aparición era circunstancial.

Por otra parte, sí existe una correlación estadísticamente significativa y positiva en el caso de *A. bipunctata* y *M. persicae* con un valor de significación (0,053) que se encuentra muy cercano al umbral de 0,05 lo que permite afirmar que la presencia de *A. bipunctata* sí venía asociada a la mayor cantidad de pulgón, aunque el descenso casi total de la población de pulgón en julio, de forma más que probable, no era debida a la presencia del depredador sino a la regulación natural propia de la plaga en el huésped que, al migrar hacia otras plantas para completar su ciclo biológico provocó la desaparición de los depredadores de los *P. cerasifera nigra*.

Asimismo, como ya se ha comentado, los insectos control sobre *C. bignonioides* experimentaron el momento de máxima actividad en junio, coincidiendo con los niveles máximos de plaga. La misma situación ocurre en el caso de *A. nemoralis* que se contabilizó en mayor medida a partir del tercer mes de estudio (agosto) coincidiendo con el incremento de las poblaciones de tigre del plátano en los *P. hispanica* de Calle Rioja y Calle M^a Auxiliadora aunque no en términos estadísticamente significativos según los resultados. Por otra parte, sí se encontró correlación estadísticamente significativa y positiva entre la aparición de *A. bipunctata* y la cantidad de *A. gossypii* en las catalpas, por lo que *A. bipunctata* colaboró en la regulación de las poblaciones de pulgón y, a partir del tercer mes de estudio no pudo mantener su actividad desapareciendo su población junto al descenso de la población plaga.

Igualmente, también queda patente una correlación positiva estadísticamente significativa entre la cantidad de pulgón parasitado (momias) y la cantidad de *A. colemani* en catalpas. Este dato es indicativo de la actividad del parasitoide ligada a la

presencia de pulgones disponibles a momificar en las hojas mucho mayor en el primer mes de estudio, decreciendo una vez la población presa se vio reducida a partir del segundo muestreo. Por último, no se encontró relación estadísticamente significativa entre la presencia de *A. gossypii* y la cantidad de momias de pulgón en las hojas analizadas, aunque el mayor número de momias se dio junto a las mayores cantidades de pulgón.

Eliminando los datos de los testigos, de nuevo se confirman los resultados en lo referente a la presencia de *A. nemoralis*, *A. colemani* y *A. bipunctata* que no siguen una correlación estadísticamente significativa con sus víctimas *C. ciliata*, *A. gossypii* y *M. persicae*. Lo mismo ocurre con la relación entre momias de pulgón y presencia de *A. colemani*. Por otra parte, aun sin los testigos, se mantienen los niveles correlación entre la presencia de *A. bipunctata* en catalpas y la cantidad de pulgón.

Por último, debe añadirse que los valores de significación entre la cantidad de momias de pulgón y la presencia de *A. colemani*, sin tener en cuenta los árboles no tratados, confirma la correlación positiva estadísticamente significativa, por lo que la aparición de momias consecuencia del parasitoidismo estuvo ligada a la presencia de formas adultas de *A. colemani*.

Adicionalmente, se comprobó la posible correlación entre la nueva plaga aparecida en Calle Rioja (Psócidos) con la presencia de *A. nemoralis* (depredador común para *C. ciliata* y Psócidos) y *C. ciliata* (Tabla 10).

Como ya se ha mencionado, las variables *C. ciliata* y *A. nemoralis* no tienen distribución normal, la variable Psócidos tampoco.

Tabla 10: Resultados de prueba de correlación entre presencia de Psócidos, *C. ciliata* y *A. nemoralis* en Calle Rioja utilizando prueba de Spearman, considerando la existencia de correlación a partir de valores de Sig < 0,05

Variables	Coefficiente de correlación	Significación	N
<i>C. ciliata</i> x <i>Psocoptera</i>	- 0,122	0,619	20
<i>A. nemoralis</i> x <i>Psocoptera</i>	0,348	0,144	20

Los resultados indican que no existe una correlación estadísticamente significativa entre los dos organismos plaga, así pues, la presencia de los psócidos no viene asociada al descenso de la cantidad de *C. ciliata*, pese a que se produjo en el momento en que las poblaciones de *C. ciliata* habían menguado hasta ser muy escasas (a partir del tercer mes) en Calle Rioja, manteniéndose estables en el mes siguiente, si bien es probable que la aparición del hongo negrilla, consecuencia de la actividad previa de *C. ciliata*, originará condiciones óptimas para el establecimiento de psócidos. Tampoco se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la presencia de *A. nemoralis* y los psócidos, por lo que la aparición en Calle Rioja del depredador durante el último mes de estudio no puede concluirse que fuera debida ni a la actividad de *C. ciliata*, cuyas poblaciones eran algo escasas, ni a la presencia de una nueva plaga de la que alimentarse.

Por otra parte, también se analizó la posible correlación entre la presencia de hormiga negra común (*Lasius niger*) en el primer muestreo en Pasaje Loarre y la abundancia de *M. persicae*.

Ninguna de las variables (plaga, hormigas) tiene distribución normal, si bien ambas variables pueden transformarse con la función arctg sin perder datos; Sig 0,967 para plaga y Sig 0,562 para hormiga.

Los resultados de la prueba se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11: Resultados de prueba de correlación entre presencia de *L. niger* y *M. persicae* en primer muestreo en *P. cerasifera nigra* de Pasaje Loarre, utilizando prueba de Pearson, considerando la existencia de correlación a partir de valores de Sig < 0,05

Variables	Coefficiente de correlación	Significación	N
<i>M. persicae</i> x <i>L. niger</i>	0,382	0,526	5

Los resultados muestran que la aparición de hormigas en los brotes de *Prunus* no venía asociada de forma estadísticamente significativa a la mayor presencia de pulgón. Como se mencionó anteriormente, por lo general las hormigas sienten atracción hacia las secreciones azucaradas de los pulgones y suelen generar una

interacción biológica de protección y mantenimiento de las colonias de pulgón que encuentran presentes en su entorno, si bien en este caso no puede concluirse que la presencia de hormiga venga estadísticamente ligada a la de pulgón. En la Tabla 12, puede consultarse la asociación del número de hormigas presente en cada brote de *Prunus* analizado en el primer muestreo del Pasaje Loarre.

Tabla 12: Presencia de *M. persicae* y *L. niger* por cada brote analizado en Pasaje Loarre durante el primer muestreo (11-06-2013)

Brote Nº	Número de <i>L. niger</i>	Número de <i>M. persicae</i>
1	1	1
2	0	2
3	0	2
4	7	192
5	0	3

5.3.- EFECTIVIDAD de los TRATAMIENTOS

5.3.1.- *Platanus hispanica*

Como puede consultarse en los resultados correspondientes a la prueba Kolmogorov-Smirnov, ninguna de las variables presenta una distribución normal. Al no cumplir con este criterio, no se realizó la prueba de comprobación del criterio de homocedasticidad y se recurrió a las pruebas U de Mann-Whitney y H de Kruskal-Wallis para la comparación de las varianzas. Los resultados del análisis de varianza, realizado sobre las calles ajardinadas con *P. hispanica* se muestran en las siguientes tablas (Tabla 13, 14 y 15). En todos los casos, se describe como hipótesis nula la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Tratado frente a No tratado, Calle y Muestreo) para cada variable dependiente (Cantidad de plaga *Corythucha ciliata* y cantidad de depredador *Anthocoris nemoralis*).

Tabla 13: Resultados de prueba U de Mann-Whitney, definiendo el tipo de tratamiento como factor de agrupación y las variables cantidad de *A. nemoralis* y *C. ciliata* por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	U de M-W	Sig
<i>Anthocoris nemoralis</i>	Tratado	40	0,15	0,580	391,000	0,768
	No tratado	20	0,15	0,489		
	Total	60	0,15	0,547		
<i>Corythucha ciliata</i>	Tratado	40	0,68	3,008	125,500	0,000
	No tratado	20	6,80	9,534		
	Total	60	2,72	6,613		

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney para variables no paramétricas (Tabla 13) demuestran la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ejemplares tratados y no tratados en lo referente a la presencia de plaga en los plátanos de sombra, por lo que los árboles dentro del programa de control de plagas pudieron responder de forma más efectiva al ataque de tigre del plátano que los de la calle sin tratamiento, como ha quedado mostrado en la comparación de las abundancias relativas entre calles durante los cuatro muestreos, así pues se refuta la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa (la cantidad de *C. ciliata* encontrada depende del tipo de tratamiento).

Por otra parte, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las calles tratadas y no tratadas en lo referente a aparición del depredador *A. nemoralis* por lo que se reafirma la hipótesis nula, apareciendo de forma natural también en los árboles sin tratamiento cuando los niveles de plaga fueron muy elevados en el cuarto mes, si bien el hecho de que las calles que recibieron las sueltas del depredador presentaran unos niveles de plaga más bajos permiten opinar que la actividad de *A. nemoralis* en las calles tratadas ayudó a que los niveles de plaga no aumentaran.

Tabla 14: Resultados de prueba H de Kruskal-Wallis, definiendo la Calle muestreada como factor de agrupación y las variables cantidad de *A. nemoralis* y *C. ciliata* por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	H de K-W	Sig
<i>Anthocoris nemoralis</i>	C/ Parque	20	0,000	0,000	3,041	0,219
	C/Rioja	20	0,801	0,801		
	C/ M ^a Auxiliadora	20	0,15	0,489		
	Total	60	0,15	0,547		
<i>Corythucha ciliata</i>	C/ Parque	20	0,30	0,571	23,912	0,000
	C/Rioja	20	1,05	4,236		
	C/ M ^a Auxiliadora	20	6,80	9,534		
	Total	60	2,72	6,613		

Por otra parte, la prueba H de Kruskal-Wallis, aplicada a las diferentes calles (Tabla 14) confirma lo ya expuesto, pues no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Calle Parque y Rioja (las tratadas), pero ambas calles sí presentan diferencias estadísticamente significativas respecto a la calle no tratada en lo que se refiere a presencia de *C. ciliata*. Del mismo modo, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos respecto a la abundancia de *A. nemoralis* por lo que podía ser encontrado con igual probabilidad en cualquiera de las calles del estudio.

Tabla 15: Resultados de prueba H de Kruskal-Wallis, definiendo el Número de muestreo como factor de agrupación y las variables cantidad *A. nemoralis* y *C. ciliata* por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	H de K-W	Sig
<i>Anthocoris nemoralis</i>	Muestreo 1	15	0,00	0,000	9,120	0,028
	Muestreo 2	15	0,00	0,000		
	Muestreo 3	15	0,13	0,516		
	Muestreo 4	15	0,47	0,915		
	Total	60	0,15	0,547		
<i>Corythucha ciliata</i>	Muestreo 1	15	0,67	2,059	5,674	0,129
	Muestreo 2	15	1,87	3,021		
	Muestreo 3	15	6,40	11,018		
	Muestreo 4	15	1,93	5,391		
	Total	60	2,72	6,613		

Por último, los resultados de la prueba H de Kruskal-Wallis aplicada a los cuatro muestreos (Tabla 15), indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la plaga contabilizada en cada uno de los diferentes muestreos, por lo que se aprueba la hipótesis nula, pues las diferencias entre los valores totales encontrados sumando las tres calles por muestreo no difieren en exceso muestreo a muestreo, debido al nivel de plaga de la calle testigo que aumenta el total de las cantidades contadas entre las tres calles. Sin embargo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los depredadores localizados. Según los resultados, los muestreos 1 y 2 mantienen una misma distribución de los datos pues en ninguna de las calles se encontró ningún depredador, mientras el muestreo 3 no presenta diferencias estadísticamente significativas con los dos primeros muestreos (0 individuos localizados en los muestreos 1 y 2 frente a solamente 2, en el muestreo 3) ni con el cuarto muestreo (2 individuos localizados frente a 7 en el muestreo 4), pero tanto los muestreos 1 como 2 sí presentan diferencias estadísticamente significativas con el muestreo 4, así pues, se confirma la hipótesis alternativa y las posibilidades de encontrar depredadores fueron mayores en el último mes de muestreo coincidiendo con los máximos numéricos de la plaga especialmente en la calle sin tratamiento.

5.3.2.- *Prunus cerasifera nigra*

Como puede consultarse en los resultados correspondientes a la prueba Kolmogorov-Smirnov, ninguna de las variables presenta una distribución normal. Al no cumplir con este criterio, no se realizó la prueba de comprobación del criterio de homocedasticidad y se recurrió a las pruebas U de Mann-Whitney y H de Kruskal-Wallis para el análisis de las varianzas. Los resultados del análisis de varianza, realizado sobre las calles ajardinadas con *P. cerasifera nigra* se muestran en las siguientes tablas (Tabla 16, 17 y 18).

En todos los casos, se describe como hipótesis nula la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Tratado frente a No tratado, Calle y Muestreo) para cada variable dependiente (Cantidad de plaga *Myzus persicae* y cantidad de depredador *Adalia bipunctata*).

Tabla 16: Resultados de prueba U de Mann-Whitney, definiendo el tipo de tratamiento como factor de agrupación y las variables cantidad de *A. bipunctata* y *M. persicae* por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	U de M-W	Sig
<i>Adalia bipunctata</i>	Tratado	60	0,02	0,129	590,000	0,564
	No tratado	20	0,00	0,000		
	Total	80	0,01	0,112		
<i>Myzus persicae</i>	Tratado	60	7,72	32,746	590,000	0,888
	No tratado	20	22,20	66,007		
	Total	80	11,34	43,457		

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney para variables no paramétricas presentes en la Tabla 16, demuestran la no existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ejemplares tratados y no tratados en lo referente a la presencia tanto de plaga como de depredador en los *P. cerasifera nigra*, así pues, en ambos casos se aprueba la hipótesis nula; los árboles dentro del programa de control de plagas respondieron de una forma similar a la presencia de pulgón que los de la calle sin tratamiento, como también quedaba patente en la Tabla 5 de frecuencias relativas de plaga.

Tabla 17: Resultados de prueba H de Kruskal-Wallis, definiendo la Calle muestreada como factor de agrupación y las variables cantidad de *A. bipunctata* y *M. persicae* por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	H de K-W	Sig
<i>Adalia bipunctata</i>	Pje. Loarre	20	0,00	0,000	3,000	1,121
	Pza. Europa	20	0,00	0,000		
	C/ R. J. Sender	20	0,05	0,224		
	C/ Madrid	20	0,01	0,000		
	Total	80	0,01	0,112		
<i>Myzus persicae</i>	Pje. Loarre	20	10,05	42,836	1,121	0,772
	Pza. Europa	20	12,55	37,528		
	C/ R. J. Sender	20	0,55	1,468		
	C/ Madrid	20	22,20	66,007		
	Total	80	11,34	43,457		

Por otra parte, la prueba H de Kruskal-Wallis aplicada al factor de agrupación Calle (Tabla 17), de nuevo confirma que no existen diferencias significativas entre ninguna de las calles del estudio, por lo que se aprueba la hipótesis nula y puede concluirse que la variación de la población plaga fue independiente de la calle estudiada.

Tabla 18: Resultados de prueba H de Kruskal-Wallis, definiendo el Número de muestreo como factor de agrupación y las variables cantidad *A. bipunctata* y *M. persicae* por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	H de K-W	Sig
<i>Adalia bipunctata</i>	Muestreo 1	20	0,05	0,224	3,000	0,392
	Muestreo 2	20	0,00	0,000		
	Muestreo 3	20	0,00	0,000		
	Muestreo 4	20	0,00	0,000		
	Total	80	0,01	0,112		
<i>Myzus persicae</i>	Muestreo 1	20	45,00	79,126	54,078	0,000
	Muestreo 2	20	0,05	0,224		
	Muestreo 3	20	0,25	0,910		
	Muestreo 4	20	0,05	0,224		
	Total	80	11,34	43,457		

Por último, los resultados de la prueba H de Kruskal-Wallis aplicada a los cuatro muestreos (Tabla 18), permite afirmar la hipótesis alternativa, pues indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la plaga contabilizada en los diferentes muestreos, concretamente entre el primer muestreo, en el que se reconocieron niveles de infestación bastante elevados en todos los casos (entre 150 y 300 individuos contados sobre los 5 brotes de muestreo en cada árbol), frente a todos los demás, en los que en ningún caso llegaron a contabilizarse más de 5 pulgones. Sin embargo, como ha quedado mostrado en el test sobre el tipo de tratamiento, la decadencia de las poblaciones plaga en el resto de muestreos fue independiente del haber realizado tratamiento o no, por lo que se debe a la propia regulación natural de *M. persicae* sobre su huésped primario.

5.3.3.- *Catalpa bignonioides*

La prueba Kolmogorov-Smirnov del apartado anterior muestra que ninguna de las variables presenta una distribución normal. Al no cumplir con este criterio, no se realizó la prueba de comprobación del criterio de homocedasticidad y se recurrió a las pruebas U de Mann-Whitney y H de Kruskal-Wallis para la comparación de las varianzas. Los resultados de las pruebas, realizadas sobre las calles ajardinadas con *C. bignonioides* se muestran en las Tablas 19, 20 y 21.

En todos los casos, se describe como hipótesis nula la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (Tratado frente a No tratado, Calle y Muestreo) para cada variable dependiente (Cantidad de plaga *Aphis gossypii*, cantidad de depredador *Adalia bipunctata*, cantidad de parasitoide *Aphidius colemani* y momias de pulgón parasitado).

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney de la Tabla 19 para variables no paramétricas demuestran la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ejemplares tratados y no tratados, tanto en lo referente a la presencia de plaga como a la actividad del parasitoide (momias de pulgón) y presencia del depredador en las catalpas, por lo que pudiera afirmarse que la entomofauna introducida en los árboles dentro del programa de control tuvo una presencia y actividad significativa

frente a lo ocurrido en los testigos, sin embargo, la no presencia de insectos control (ningún ejemplar contabilizado) en los árboles testigo posiblemente no está relacionada con una mala capacidad para la localización de colonias de pulgón en condiciones naturales de estos insectos, sino con los valores mucho más bajos de plaga inicial de los ejemplares de control, por lo que en este caso la comparación entre los árboles tratados y no tratados queda en entredicho sin un conocimiento de la dinámica de la plaga y los insectos control de manera natural, por lo que aunque se aprueba la hipótesis alternativa (existen diferencias estadísticamente significativas entre tratados y no tratados), ésta puede no ser verdadera.

Tabla 19: Resultados de prueba U de Mann-Whitney, definiendo el tipo de tratamiento como factor de agrupación y las variables cantidad de *A. bipunctata*, *A. colemani*, *A. gossypii* y pulgón parasitado por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	U de M-W	Sig
<i>Adalia bipunctata</i>	Tratado	40	0,18	0,385	330,000	0,048
	No tratado	20	0,00	0,000		
	Total	60	0,12	0,324		
<i>Aphidius colemani</i>	Tratado	40	0,08	0,267	370,000	0,213
	No tratado	20	0,00	0,000		
	Total	60	0,05	0,220		
Momias de pulgón	Tratado	40	4,45	7,639	200,00	0,000
	No tratado	20	0,00	0,000		
	Total	60	2,97	6,561		
<i>Aphis gossypii</i>	Tratado	40	76,40	21,249	86,500	0,000
	No tratado	20	0,40	0,197		
	Total	60	51,07	14,857		

En lo relativo a la presencia de plaga se aprueba la hipótesis alternativa, pero las diferencias estadísticas no se deben al tipo de tratamiento, sino de forma probable a los niveles de infestación completamente distintos de los que partían los ejemplares tratados y no tratados por lo que no puede concluirse que las diferencias se deban al programa de control biológico, no obstante, queda patente por los resultados de las pruebas de correlación y los niveles de frecuencias relativas de plaga y momias de pulgón de la Tabla 6 que la actividad de los insectos control en las catalpas dentro del

programa de control de plagas influyeron en el decrecimiento de la población de *A. gossypii* a partir del segundo mes de estudio.

Tabla 20: Resultados de prueba H de Kruskal-Wallis, definiendo Calle como factor de agrupación y las variables cantidad de *A. bipunctata*, *A. colemani*, *A. gossypii* y pulgón parasitado por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	H de K-W	Sig
<i>Adalia bipunctata</i>	Pje. Loarre	20	0,20	0,410	4,135	0,127
	C/ San Jorge	20	0,15	0,366		
	Pza. Extremadura	20	0,00	0,000		
	Total	60	0,12	0,324		
<i>Aphidius colemani</i>	Pje. Loarre	20	0,15	0,366	6,211	0,045
	C/ San Jorge	20	0,00	0,000		
	Pza. Extremadura	20	0,00	0,000		
	Total	60	0,05	0,220		
Momias de pulgón	Pje. Loarre	20	4,05	6,597	16,203	0,000
	C/ San Jorge	20	4,85	8,713		
	Pza. Extremadura	20	0,00	0,000		
	Total	60	2,97	6,561		
<i>Aphis gossypii</i>	Pje. Loarre	20	54,75	72,774	27,037	0,000
	C/ San Jorge	20	98,05	175,473		
	Pza. Extremadura	20	0,40	0,883		
	Total	60	51,07	115,085		

Entre los ejemplares tratados y no tratados en lo referente a presencia de *A. colemani* no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por lo que se aprueba la hipótesis nula (no existen diferencias entre tratamientos en cuanto a la presencia de parasitoide), si bien es cierto que el número de individuos localizados del parasitoide fue escaso (solamente 3 entre todos los muestreos) y que el nivel de infestación de plaga en las catalpas testigo era mucho menor, por lo que no puede concluirse que en caso de análisis de más muestras y en comparación con testigos en condición similar a los árboles tratados, los resultados se mantengan pues podría aparecer *A. colemani* en estado natural sobre los testigos.

Por otra parte, la prueba H de Kruskal-Wallis, reflejada en la Tabla 20 ahonda en lo anteriormente comentado, reafirmando la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las calles en lo referente a presencia de plaga, concretamente

entre las calles San Jorge y Pasaje Loarre con la Pza. Extremadura (testigo) por lo que se aprueba la hipótesis alternativa, aunque no pueda confirmarse como verdadera por los niveles de plaga a tratar en cada caso. El caso se repite en el estudio de la cantidad de momias de pulgón.

Por otro lado, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre calles en lo referente a la presencia del depredador *A. bipunctata*, en contraste con el estudio de los ejemplares tratados y no tratados por lo que se aprueba la hipótesis nula. La explicación reside en el número total de depredador encontrado entre las dos calles tratadas, 7 en total, repartido entre ambas calles en 4 y 3 respectivamente, por lo que la diferencia frente a la calle no tratada de cada una de las calles con tratamiento por separado no es lo suficientemente elevada como para ser estadísticamente significativa.

Asimismo, sí aparecieron diferencias estadísticamente significativas en Pasaje Loarre frente a Calle San Jorge y Plaza Extremadura en cuanto a la presencia de *A. colemani* adulto, debido a que todos los ejemplares (3 en total) fueron encontrados allí, por lo que se aprueba la hipótesis alternativa (existen diferencias entre calles en cuanto a presencia del parasitoide).

Por último, los resultados de la prueba H de Kruskal-Wallis aplicada a los cuatro muestreos, indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas en todas las variables por lo que se aprueba la hipótesis alternativa y puede concluirse que los niveles de plaga, y también de sus insectos control, se vieron reducidos en el tiempo de forma estadísticamente significativa.

En cuanto a la plaga contabilizada en cada uno de los diferentes muestreos, los resultados indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre el primero y el resto, así como entre el segundo muestreo y el cuarto. Esto es indicador de la reducción cuantitativa importante de los niveles de plaga tras las sueltas de insectos beneficiosos en el primer mes de estudio, pasando los niveles de plaga de más de 300 individuos por muestreo a menos de 100 en los casos de las catalpas tratadas. En base a los resultados del análisis de varianza de las variables depredador y momias de pulgón, según los cuales existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos primeros muestreos y los dos últimos, puede concluirse que la actividad de la fauna beneficiosa durante los dos primeros meses de estudio

ayudó a disminuir el nivel de población de pulgón en las catalpas tratadas, tal y como se corresponde con los resultados de las pruebas de correlación entre momias de pulgón y presencia *A. colemani* en catalpas y con la constatación del decrecimiento notable del número de pulgones durante los propios muestreos.

Tabla 21: Resultados de prueba H de Kruskal-Wallis, definiendo Número de muestreo como factor de agrupación y las variables cantidad de *A. bipunctata*, *A. colemani*, *A. gossypii* y pulgón parasitado por muestra como dependientes. La prueba considera la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a partir de valores de Sig < 0,05

Variable	Factor	Número de casos	Media (por muestra)	Desv. estándar	H de K-W	Sig
<i>Adalia bipunctata</i>	Muestreo 1	15	0,20	0,414	8,111	0,044
	Muestreo 2	15	0,27	0,458		
	Muestreo 3	15	0,00	0,000		
	Muestreo 4	15	0,00	0,000		
	Total	60	0,12	0,324		
<i>Aphidius colemani</i>	Muestreo 1	15	0,00	0,000	9,316	0,025
	Muestreo 2	15	0,20	0,414		
	Muestreo 3	15	0,00	0,000		
	Muestreo 4	15	0,00	0,000		
	Total	60	0,05	0,220		
Momias de pulgón	Muestreo 1	15	6,87	9,395	11,977	0,007
	Muestreo 2	15	3,73	7,497		
	Muestreo 3	15	0,60	1,298		
	Muestreo 4	15	0,67	2,582		
	Total	60	2,97	6,561		
<i>Aphis gossypii</i>	Muestreo 1	15	175,93	180,666	16,790	0,001
	Muestreo 2	15	21,20	24,577		
	Muestreo 3	15	5,33	7,659		
	Muestreo 4	15	1,80	3,299		
	Total	60	51,07	115,085		

CONCLUSIONES

6.- CONCLUSIONES

En vista de los resultados obtenidos en los diferentes muestreos durante el estudio y el análisis estadístico de los mismos, puede concluirse que:

- La actividad del depredador *Anthocoris nemoralis* liberado sobre las calles Rioja y el Parque ajardinadas con *Platanus hispanica*, ayudó a mantener los niveles de plaga *Corythucha ciliata* por debajo de niveles de infestación graves en el mes de máxima actividad de la misma (agosto), en comparación con los ejemplares de Calle M^a Auxiliadora tomados como testigos que presentaron unos niveles de ataque mayor.
- La suelta de *Adalia bipunctata* sobre los *Prunus cerasifera nigra* de Pasaje Loarre, Plaza Europa y Calle Ramón J. Sender no resultaba necesaria en vista de la actividad natural de la propia plaga (*Myzus persicae*) que abandona el huésped primario durante el período estival para proseguir su ciclo biológico en un huésped secundario herbáceo, si bien es probable que la actividad del depredador hiciera disminuir mínimamente la cantidad de pulgón identificado en el primer muestreo en comparación con los árboles testigo de Calle Madrid que presentaban una cantidad de plaga ligeramente mayor en el muestreo.
- Una suelta más temprana de *A. bipunctata*, coincidiendo con la brotación de *Prunus*, puede ayudar a no alcanzar niveles muy altos de pulgón de forma previa a que las propias colonias abandonen el árbol.
- La presencia de *A. bipunctata* y especialmente del parasitoide *Aphidius colemani* permitieron disminuir los niveles de plaga *Aphis gossypii* en el período más favorable para su desarrollo en *Catalpa bignonioides* de Calle San Jorge y Pasaje Loarre, a niveles simplemente presenciales, si bien sería recomendable adelantar las sueltas de los insectos control para no partir de unos niveles de plaga tan elevados que realmente causan un perjuicio para los ciudadanos por las enormes cantidades de melaza acumulada en suelo y hojas durante los primeros meses del programa.
- La comparación entre las calles tratadas y la tomada como testigo (Plaza Extremadura) no es concluyente en el caso de *C. bignonioides*, pues en Plaza

Extremadura las catalpas presentaron de inicio unos niveles de plaga muy bajo que incluso se vieron reducidos de forma natural durante los meses de estudio.

- En todas las zonas tratadas, se encontraron depredadores naturales de los organismos plaga pertenecientes a familias *Conyopterygidae* o *Hemerobiidae*, así como individuos aislados de plagas alternativas como cochinilla, trips, mosca blanca o ácaros, pero no en niveles como para ser considerados como perjudiciales.
- En Calle Rioja, en el momento de descenso de la población de *C. ciliata* y, posiblemente asociada al establecimiento del hongo negrilla consecuencia de su actividad, apareció una nueva población plaga de insectos del orden *Psocoptera* que se alimentan de materia orgánica en descomposición y hongos, también depredado por el insecto control *A. nemoralis*.
- Globalmente, el programa de control biológico fue satisfactorio en el caso de *P. hispanica*; exitoso en el caso de *C. bignonioides*, si bien debe actuarse con mayor prontitud para evitar niveles graves de infestación iniciales; y completamente innecesario en el caso de *P. cerasifera nigra* en vista de los niveles de plaga iniciales y su permanencia en las plantas invadidas.

AGRADECIMIENTOS

7.- AGRADECIMIENTOS

Para finalizar, mi más sincero agradecimiento para **Dr. Juan Barriuso Vargas**, de la Universidad de Zaragoza, por su total disponibilidad y paciencia en continuas y tediosas sesiones de revisión de este estudio, sus consejos y su atención por depurar pequeños detalles; a **Dr. José Ignacio Villacampa**, de la Universidad de Zaragoza, por su colaboración en las gestiones administrativas previas a la realización de este estudio; a **Dr. Sergio Sánchez**, del CITA de Aragón, por sus enseñanzas en materia de estadística básica para este estudio; a **D. Javier Giménez**, encargado de la sección de parques y jardines del Ayuntamiento de Huesca, por su colaboración en la entrega de toda la documentación necesaria para la realización de este estudio; y a **D. Francisco Bergua**, jefe del Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Huesca, por su ofrecimiento a colaborar en alguna de las materias dentro de las competencias del servicio que fue la semilla de la que surgió este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

8.- BIBLIOGRAFÍA

- ANDORNO, A., HERNÁNDEZ, C., BOTTO, E., SCHULTZ, S., LA ROSSA, F., 2007. *Estudios biológicos de Myzus persicae (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sobre rúcula (Eruca sativa Mill.) en condiciones de laboratorio*. RIA Nº 36, 85-95
- ARAYA B., 2013. "Plátano de sombra. Platanus hispanica". Cultura agraria [online] <http://culturaagraria.blogspot.com.es/2012/02/platano-de-sombra-platanus-x-hispanica.html> [consultado 07/07/2013]
- BARBAGALLO, S., CRAVEDI, P., PASQUIALINI, E., PATTI, I., 1998. *Pulgones de los principales cultivos frutales*. Ed. Bayer
- BERGUA F., 2012. *Memoria Jefe de Servicio de Medio Ambiente del Ayto. de Huesca*. Ayuntamiento de Huesca, 90 pp
- BERMEJO, J., 2013. "Información sobre Corythucha ciliata". Agrologica.com [online] <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/tigre-platano-corythuca-ciliata/> [consultado 22-07-2013]
- BERMEJO, J., 2013 "Información sobre Aphis gossypii". Agrologica.com [online] <http://www.agrologica.es/informacion-plaga/pulgon-algodon-aphis-gossypii/> [consultado 22-07-2013]
- BERRY, R., 1998. *GREEN PEACH APHID Homoptera: Aphididae Myzus persicae*. Insects and Mites of Economic Importance in the Northwest, 2nd Ed., 221 pp
- BICHELOS CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS. *Ficha técnica de Adalia bipunctata*
- BICHELOS CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS. *Ficha técnica de Anthocoris nemoralis*
- BICHELOS CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS. *Ficha técnica de Aphidius colemani*
- BLACKMAN, R. L., 1987. *Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from Myzus persicae (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), and a key to new world Myzus (Nectarosiphon) species*. Bulletin of Entomological Research vol 77 (4), 713-730
- CASASAYAS, T., 1989. *La flora al-òctona de Catalunya. Catàleg raonat de les plantes vasculares exòtiques que creixen sense cultiu al NE de la Península*

- Ibèrica*. Publicaciones Universidad Barcelona, Col. Tesis Doct. Microfitxades nº 787
- CASTROVIEJO, S., 1986-2012. *Flora Ibérica 1-8, 10-15, 17-18, 21*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid
 - CHINERY, M., 1986. *Guía de los insectos de Europa*. Ed. Omega
 - CHINERY, M., 1988. *Guía de campo de los insectos de España y Europa*. Ed. Omega
 - DE BACH, P., 1964. *Biological control of insects pests and weeds*. Chapman and Hall, London
 - DUARTE, L., CEBALLOS, M., HEYKER, B., SÁNCHEZ, A., MIRANDA, I., A. MARTÍNEZ, A., 2011. *Biología y tablas de vida de Myzus persicae (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio*. Revista Protección vegetal vol. 26, 1-4
 - ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERIA AGRARIA PALENCIA, 2012. *Protección de Cultivos. 2º Ciclo Ingenieros Agrónomos*. Univ. Valladolid
 - FARRERA, R., 2004. *Conceptos básicos sobre el manejo integrado de plagas*. INIA Divulga (Venezuela) nº 2. 54-55
 - FERICEAN, L. M., PALAGESIU, I., PALICICA, R., VARTEIU, A. M., PRUNAR, S., 2011. *The behaviour, life cycle and biometrical measurements of Myzus persicae*. Research Journal of Agricultural Science n 43, 34-40
 - GESSE, F., RIBES, J., GOULA, M., 2009. *Belonochilus numenius, the sycamore seed bug, new record for the Iberian fauna*. Bulletin of insectology n 62
 - GOBIERNO DE ESPAÑA, 2012. *Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios*. BOE nº 223
 - HALBERT, S., MEEKER, J., 2011. *Sycamore Lace Bug, Corythucha ciliata Say (Insecta: Hemiptera: Tingidae)*. DPI Entomology Circular n 387
 - HIERNAUX, L., HURTADO, A., MUÑOZ, A., RODRÍGUEZ, J. L., 2011. *Bases de control biológico de plagas en los jardines históricos de patrimonio nacional. Una alternativa de futuro*. Área de Jardines y Montes de Patrimonio Nacional

- KERSTING, U., SATAR, S., UYGUN, N., 1999. *Development and fecundity of Aphis gossypii Glover (Homoptera: Aphididae) on three Malvaceae hosts*. Turkish Journal of Agriculture and Forestry vol 23 (6), 637-643
- KERSTING, U., SATAR, S., UYGUN, N., 1999. *Effect of temperature on population parameters of Aphis gossypii Glover and Myzus persicae (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) on pepper*. Journal of Plant Diseases and Protection nº 2, 69-74
- KIM, J., JEONG, J., 1999. *Ecological studies on the sycamore lace bug, Corythucha ciliata (Hemiptera: Tingidae). I. Developmental characteristics, adult behaviour and sex ratio*. Journal of Research Forests of Kangwon National University vol 19, 1-5
- MALUMPHRY, C., REID, S., EYRE, D., 2006. *Platanus Lace bug. Corythucha ciliata*. Department for Environment Food and Rural Affairs
- MARTIN, E., 2013. *El tigre del plátano, Corythucha ciliata*. Plagas y enfermedades de las masas forestales españolas nº 11. DGA Unidad de Sanidad Forestal (Zaragoza)
- MENÉNDEZ VALDERREY, J.L., 2013. "Platanus hispanica Mill. Ex Munchh". Asturnatura.com [online] <http://www.asturnatura.com/especie/platanus-hispanica.html> [consultado 07/07/2013]
- MICHELENA, J. M., GONZÁLEZ, P., SOLER, E., 2004. *Parasitoides afidiinos (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) de pulgones de cultivos agrícolas en la Comunidad Valenciana*. Boletín Sanidad Vegetal (Plagas) nº 30, 317-326
- MORALES J., 2013. "Catalpa americana, Catalpa bignonioides". Fichas Infojardín [online] <http://fichas.infojardin.com/arboles/catalpa-bignonioides-catalpa-americana.htm> [consultado 27/05/2013]
- MORALES J., 2013 "Ciruelo rojo, Prunus cerasifera". Fichas Infojardín [online] <http://fichas.infojardin.com/arboles/prunus-cerasifera-atropurpurea.htm> [consultado 15/06/2013]
- MORALES J., 2013 "Plátano de sombra, plátano de paseo, Platanus hispanica Mill. Ex Munchh". Fichas Infojardín [online] <http://fichas.infojardin.com/arboles/platanus-hispanica-platano-de-sombra.htm> [consultado 22/07/2013]

- NICHOLLS ESTRADA C. I., 2008. *Control biológico de insectos, un enfoque agroecológico*. Ed. Univ. Antioquia, 278 pp.
- ORTEGO, J., CARRILLO, R., 1995. *Origin of alate forms of Myzus persicae (Sulzer), (Hemiptera: Aphididae) in areas of seed potato production in Malargue, Argentina*. Revista Chilena de Entomología 22, 9-15
- RIPOLLES, J. L., MELIA, A., 1980. *Primeras observaciones sobre la proliferación de Conwentzia psociformis (Curt.) (Neuroptera, Coniopterygidae), en los cítricos de Castellón de la Plana*. Bol. Serv. Plagas 6, 61-66
- ROISTACHER, C., BAR-JOSEPH, M., GUMPF. D. J., 1985. *Transmission of tristeza and seedling yellows tristeza virus by small populations of Aphis gossypii*. Plant Diseases vol 68 (6), 494-496
- ROQUES, A., 2006. *Aphis gossypii*. Delivering Alien Invasive Species Inventory for Europe.
- RUI-TING, J., FENG WANG, BO LI, 2010. *Effects of temperature on the development and population growth of the sycamore lace bug, Corythucha ciliata*. Journal of Insect Science vol 11, art 16
- SERVICIO DE MEDIO AMBIENTE. 2013 *Plátano de sombra*. Diputación de Toledo.
- VAN DEN BOSCH, R., MESSENGER, P. S., GUTIÉRREZ, A. P., 1982. *An introduction to biological control*. Plenum Press
- ZAHRADNIK, J., SEVERA, F., 1977. *Guía básica de los insectos de Europa*. Ed. Omega
- ZAMANI, A., TALEBI. A., FATHIPOUR, Y., BANIAMERI, V., 2006. *Effect of temperature on biology and population growth parameters of Aphis gossypii Glover (Hom., Aphididae) on greenhouse cucumber*. Journal of Applied Entomology vol 130 (8), 453-460

ANEJOS

Tabla 1: Resultados de primer muestreo (11-06-2013)

Calle	Especie afectada	Insecto plaga	Abundancia (A)	Insecto control	Abundancia (A)	Insecto control 2	Abundancia (A)		Fauna auxiliar
Rioja	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	0	<i>A. nemoralis</i>	0				7
Parque	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	≤ 5	<i>A. nemoralis</i>	0				2
Ramón J. Sender	<i>R. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	10 < A ≤ 50	<i>A. bipunctata</i>	1	<i>A. colemani</i>	Adultos	Momias pulgón	2
							0	0	
Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	200 < A ≤ 250	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	0
Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	150 < A ≤ 200	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	8
Loarre	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	700 < A ≤ 750	<i>A. bipunctata</i>	2	<i>A. colemani</i>	0	11	1
S. Jorge	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	> 1500	<i>A. bipunctata</i>	1	<i>A. colemani</i>	0	92	11
M. Auxiliadora	<i>P. hispanica</i> (testigo)	<i>C. ciliata</i>	5 < A ≤ 10	<i>A. nemoralis</i>	0				7
Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i> (testigo)	<i>M. persicae</i>	400 < A ≤ 450	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	2
Extremadura	<i>C. bignonioides</i> (testigo)	<i>A. gossypii</i>	5 < A ≤ 10	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	1

Tabla 2: Resultados de segundo muestreo (10-07-2013)

Calle	Especie afectada	Insecto plaga	Abundancia (A)	Insecto control	Abundancia (A)	Insecto control 2	Abundancia (A)		Fauna auxiliar
Rioja	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	≤ 5	<i>A. nemoralis</i>	0				2
Parque	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	≤ 5	<i>A. nemoralis</i>	0				3
Ramón J. Sender	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	Adultos	Momias pulgón	9
							0	0	
Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	≤ 5	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	6
Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	13
Loarre	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	250 < A ≤ 300	<i>A. bipunctata</i>	2	<i>A. colemani</i>	3	51	0
S. Jorge	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	10 < A ≤ 50	<i>A. bipunctata</i>	2	<i>A. colemani</i>	0	5	2
M. Auxiliadora	<i>P. hispanica</i> (testigo)	<i>C. ciliata</i>	10 < A ≤ 50	<i>A. nemoralis</i>	0				3
Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i> (testigo)	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	2
Extremadura	<i>C. bignonioides</i> (testigo)	<i>A. gossypii</i>	≤ 5	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	1

Tabla 3: Resultados de tercer muestreo (19-08-2013)

Calle	Especie afectada	Insecto plaga	Abundancia (A)	Insecto control	Abundancia (A)	Insecto control 2	Abundancia (A)		Fauna auxiliar
Rioja	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	$10 < A \leq 50$	<i>A. nemoralis</i>	2				46
Parque	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	≤ 5	<i>A. nemoralis</i>	0				4
Ramón J. Sender	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	Adultos	Momias pulgón	8
							0	0	
Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	$5 < A \leq 10$	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	4
Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	5
Loarre	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	$50 < A \leq 100$	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	9	2
S. Jorge	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	≤ 5	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	4
M. Auxiliadora	<i>P. hispanica</i> (testigo)	<i>C. ciliata</i>	$50 < A \leq 100$	<i>A. nemoralis</i>	0				5
Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i> (testigo)	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	4
Extremadura	<i>C. bignonioides</i> (testigo)	<i>A. gossypii</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	1

Tabla 4: Resultados de cuarto muestreo (09-09-2013)

Calle	Especie afectada	Insecto plaga	Abundancia (A)	Insecto control	Abundancia (A)	Insecto control 2	Abundancia (A)		Fauna auxiliar
Rioja	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	0	<i>A. nemoralis</i>	4				72
Parque	<i>P. hispanica</i>	<i>C. ciliata</i>	≤ 5	<i>A. nemoralis</i>	0				2
Ramón J. Sender	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	Adultos	Momias pulgón	17
							0	0	
Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	0
Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>	<i>M. persicae</i>	≤ 5	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	11
Loarre	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	5 < A ≤ 10	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	10	10
S. Jorge	<i>C. bignonioides</i>	<i>A. gossypii</i>	10 < A ≤ 50	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	6
M. Auxiliadora	<i>P. hispanica</i> (testigo)	<i>C. ciliata</i>	10 < A ≤ 50	<i>A. nemoralis</i>	3				0
Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i> (testigo)	<i>M. persicae</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	5
Extremadura	<i>C. bignonioides</i> (testigo)	<i>A. gossypii</i>	0	<i>A. bipunctata</i>	0	<i>A. colemani</i>	0	0	0

Tabla 5: Resultados totales de cada muestreo, así como promedio y desviación típica resultante por cada muestra, contabilizando todas las muestras de todos los muestreos en conjunto

Calle	Plaga	Depredador /parasitoide	Total plaga	Total insecto control	Promedio plaga	Promedio insecto control	Desv. típica plaga	Desv. típica insecto control
Parque	<i>C. ciliata</i>	<i>A. nemoralis</i>	6	0	0,30	0	0,57	0,00
Rioja	<i>C. ciliata</i>	<i>A. nemoralis</i>	21	6	1,05	0,30	4,24	0,80
Loarre	<i>M. persicae</i>	<i>A. bipunctata</i>	201	0	10,05	0	42,85	0,00
Europa	<i>M. persicae</i>	<i>A. bipunctata</i>	251	0	12,55	0	37,53	0,00
R. J. Sender	<i>M. persicae</i>	<i>A. bipunctata</i>	11	1	0,55	0,05	1,47	0,22
Loarre	<i>A. gossypii</i>	<i>A. bipunctata</i>	1095	4	54,75	0,20	72,77	0,41
		<i>A. colemani</i>	1095	3	54,75	0,15	72,77	0,37
San Jorge	<i>A. gossypii</i>	<i>A. bipunctata</i>	1961	3	98,05	0,15	175,47	0,37
		<i>A. colemani</i>	1961	0	98,05	0	175,47	0,00
M ^a Auxiliadora	<i>C. ciliata</i>	<i>A. nemoralis</i>	136	3	6,80	0,15	9,53	0,37
Madrid	<i>M. persicae</i>	<i>A. bipunctata</i>	444	0	22,20	0	66,01	0,00
Extremadura	<i>A. gossypii</i>	<i>A. bipunctata</i>	8	0	0,40	0	0,88	0,00
		<i>A. colemani</i>	8	0	0,40	0	0,88	0,00

Tabla 6: Ejemplares de fauna auxiliar encontrados por cada muestreo, ordenados por familia y especie

Orden	Familia	Especie	Zona	Árbol	11-06-13	10-07-13	19-08-13	09-09-13
Hymenoptera	Formicidae	<i>Lasius niger</i> (L.)	Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>	8			
				<i>C. bignonioides</i>				1
			C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>	1			
			C/ Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i>	1			
	Hemerobiidae		C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>			1	4
			C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>			2	
	Vespidae	<i>Polistes gallicus</i> (L.)	C/ San Jorge	<i>C. bignonioides</i>				1
Hemiptera	Aphididae	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>	2			
			C/ Parque	<i>P. hispanica</i>	2			
			C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>	3			
		<i>Aphis gossypii</i> Glover	C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>	3	1		
			Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>		1		
			C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>	3		1	
		No reconocido	C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>		1		

	<i>Coccoidea</i>	<i>Planococcus citri</i> (Risso)	C/ San Jorge	<i>C. bignonioides</i>	11		3	2
	<i>Cicadellidae</i>	<i>Macropsis scutellata</i> (Boheman)	C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>			1	
	<i>Aleyrodidae</i>		Plaza Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>				1
<i>Thysanoptera</i>	<i>Thripidae</i>		Pza. Extremadura	<i>C. bignonioides</i>	1	1		
			C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>	1	2		1
			C/ San Jorge	<i>C. bignonioides</i>		1		
<i>Coleoptera</i>	<i>Cantharidae</i>	<i>Hylecoetus dermestoides</i> (L.)	C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>	1			
			C/ Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i>	1			
	<i>Curculionidae</i>	<i>Liparus coronatus</i> (Goeze)	C/ San Jorge	<i>C. bignonioides</i>		1		
<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>		Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>		1		
<i>Orthoptera</i>	<i>Tettigoniidae</i>		Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>				2
			C/ Parque	<i>P. hispanica</i>				1
<i>Psocoptera</i>	<i>Caeciliidae</i>	<i>Caecilius flavidus</i> (Stephens)	C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>			40	53
			C/ M ^a	<i>P. hispanica</i>			1	

			Auxiliadora					
<i>Neuroptera</i>	<i>Conyopterygidae</i>	<i>Conwentzia psociformes</i> (Curt.)	C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>			3	1
			C/ Parque	<i>P. hispanica</i>		2		
			C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>			1	
	<i>Chrysopidae</i>		C/ Ramón J. Sender	<i>P. cerasifera nigra</i>	2			
			C/ Parque	<i>P. hispanica</i>			3	2
			C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>				11
<i>Araneae</i> (Arachnida)	<i>Gnaphosidae</i>		Plaza Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>		1		
			C/ Parque	<i>P. hispanica</i>			1	
		No identificado	Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>			1	
			C/ M ^a Auxiliadora	<i>P. hispanica</i>			1	
		No identificado					1	
<i>Acari</i>	<i>Tarsonemidae</i>	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks)	C/ Parque	<i>P. hispanica</i>		1		
			C/ Rioja	<i>P. hispanica</i>				1
			Plaza Europa	<i>P. cerasifera nigra</i>		5	4	
			Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>		11	4	8
				<i>C.</i>			1	5

				<i>bignonioides</i>				
			C/ Ramón J. Sender	<i>P. cerasifera nigra</i>		9	8	8
			C/ San Jorge	<i>C. bignonioides</i>			1	2
			Pza. Extremadura	<i>C. bignonioides</i>			1	
			C/ Madrid	<i>P. cerasifera nigra</i>		2	4	4
	<i>Tetranychidae</i>	<i>Tetranychus urticae</i> Koch	Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>			1	1
	<i>Phytoseiidae</i>	<i>Neoseiulus sp.</i>	Pasaje Loarre	<i>P. cerasifera nigra</i>				3
				<i>C. bignonioides</i>				2
			C/ Ramón J. Sender	<i>P. cerasifera nigra</i>				7
					1 no identificado	1 no identificado		1 no identificado