



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE ECOSISTEMAS AGROFORESTALES

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SANIDAD Y PRODUCCIÓN VEGETAL

INFLUENCIA DEL ENTORNO EN LA BIODIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS Y NIVEL DE PSILA EN LOS FICUS DE LA CIUDAD DE VALÈNCIA

Curso 2017-2018

Autora: Dña. Laura Navarro Villalba

Tutora: Dña. Maria Eugènia Rodrigo Santamalia

Cotutora: Dña. Pilar Xamani Monserrat

Valencia, septiembre de 2018

RESUMEN

INFLUENCIA DEL ENTORNO EN LA BIODIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS Y NIVEL DE PSILA EN LOS FICUS DE LA CIUDAD DE VALÈNCIA.

El entorno que rodea a los árboles de las áreas verdes urbanas influye en la biodiversidad de artrópodos que está presente en ellos y, por tanto, debería influir en la presencia de plagas y de sus enemigos naturales. Con el propósito de analizar esta influencia, se han seleccionado un conjunto de *Ficus microcarpa* en cinco localizaciones diferentes de la ciudad de València: dos jardines de barrio, un jardín histórico y dos jardines de acompañamiento viario. Nuestro objetivo consiste en caracterizar el entorno alrededor de los ficus y analizar si éste influye en la abundancia de una plaga clave, la psila del ficus (*Macrohormotoma gladiata*, Hemiptera, Homotomidae).

En cada zona de estudio se caracterizó el ambiente alrededor de los ficus (identificación de las especies de plantas presentes, proporción de superficie con vegetación...). El muestreo fue quincenal y en cada muestreo se analizó visualmente el estado sanitario del árbol, se tomaron muestras de ramas y se colocaron trampas amarillas pegajosas en los ficus y la vegetación de alrededor. En el laboratorio se analizaron los brotes para hacer un seguimiento de la psila del ficus y otros artrópodos presentes en ellos. El resto de material vegetal se introducía en embudos de Berlese para el análisis de todos los artrópodos presentes en las muestras. Se ha estudiado comparativamente el nivel de infestación de la psila y la biodiversidad de artrópodos presentes en los ficus, y se ha comprobado que la diversidad de plantas se correlaciona positivamente con la riqueza de artrópodos y que la abundancia de *M. gladiata* en los jardines no se ve afectada por la diversidad de la vegetación que rodea al ficus.

Palabras clave: Áreas verdes urbanas; Artrópodos; Biodiversidad; *Ficus microcarpa*; *Macrohormotoma gladiata*.

Alumna: Dña. Laura Navarro Villalba.

Valencia, septiembre de 2018.

Tutora académica: Dña. Maria Eugènia Rodrigo Santamalia.

Cotutora: Dña. Pilar Xamani Monserrat.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT IN THE BIODIVERSITY OF ARTHROPODS AND LEVEL OF FICUS PSYLLID IN FICUS TREES IN THE CITY OF VALÈNCIA

Environment around trees in urban green areas influences their arthropod biodiversity, and therefore this environment should influence the presence of pests and their natural enemies. In order to analyze this influence, we selected a community of trees located in five different urban green areas in the city of Valencia: two neighborhood gardens, one historical garden and two street gardens. Our objective is to characterize the environment around *Ficus* and analyze if it influences the abundance of a key pest, the ficus psyllid (*Macrohomonotoma gladiata*, Hemiptera, Homotomidae).

In each study area, the environment surrounding ficus was characterized (identification of the species of plants present, proportion of surface with vegetation ...). The sampling was done every fifteen days, and in each sampling the health status of the tree was analyzed visually. Samples of branches were taken, and yellow sticky traps were placed in trees and plants around. To monitor ficus psyllid and other arthropods, ficus shoots were analyzed and the remaining branches were introduced into Berlese funnels to identify all arthropods present. The level of ficus psyllid and biodiversity of arthropods present in the ficus have been comparatively studied and it has been found that the diversity of plants correlates with the richness of arthropods, and the abundance of *M. gladiata* does not is affected by the diversity of the vegetation surrounding the ficus.

Key words: Arthropods; Biodiversity; *Ficus microcarpa*; *Macrohomonotoma gladiata*; Urban green areas.

Student: Dña. Laura Navarro Villalba.

Valencia, September, 2018.

Academic tutor: Dña. Maria Eugènia Rodrigo Santamalia.

Cotutor: Dña. Pilar Xamani Monserrat.

INDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Principales plagas que afectan al <i>F. microcarpa</i>	2
2. Objetivos.....	5
3. Material y Métodos.....	6
3.1. Metodología en campo.....	6
3.1.1. Métodos.....	6
Medición del radio.....	7
Medidas del árbol.....	7
Evaluación y muestreo.....	8
3.2. Metodología en laboratorio.....	9
3.2.1. Métodos.....	9
Observación a la lupa.....	9
Embudos de Berlese.....	10
Trampas amarillas.....	11
3.3. Análisis de datos.....	11
3.3.1. Tasa de parasitismo activo.....	11
3.3.2. Superficie de cobertura.....	11
3.3.3. Inventario de especies de plantas.....	12
3.3.4. Cálculo del índice de diversidad.....	12
3.3.5. Cálculos y análisis estadístico.....	13
4. Resultados.....	13
4.1. Altura y diámetro de copa de los ficus.....	13
4.2. Evaluación en campo de plagas del Ficus y comparación con Berlese.....	13
4.3. Estudio del ciclo biológico de <i>Macrohomotoma gladiata</i>	17
4.4. Evaluación de enemigos naturales presentes en <i>F. microcarpa</i>	25
4.5. Curvas de vuelo.....	26
4.6. Cobertura.....	27
4.7. Inventario de especies de plantas y cálculo del índice de Shannon.....	28
4.8. Influencia de la vegetación en la presencia de artrópodos alrededor del ficus.....	30
5. Discusión.....	34
6. Conclusiones.....	38
7. Bibliografía.....	40
8. Anexos.....	43

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas verdes urbanas se han convertido en elementos fundamentales para mejorar el bienestar de la población, especialmente en las grandes ciudades. Algunos estudios demuestran la importancia de los espacios verdes en la salud de las personas, mejorando la presencia de estos las relaciones sociales, favoreciendo así el bienestar de la población. Además, también se ha visto cómo puede afectar positivamente frente a sentimientos como la soledad sobre todo en niños y ancianos (Maas *et al.*, 2009). Las áreas verdes de gran tamaño también contribuyen en la regulación de inundaciones ocasionadas por la acumulación del agua de lluvia, manteniendo su capacidad de infiltración y mejorando las condiciones climáticas, al actuar como refrigeradores o reguladores del intercambio de aire y temperatura (Sorensen *et al.*, 1998).

Sin embargo, entre todos los beneficios que aportan los jardines urbanos cabe hacer especial mención en el interés ecológico. Desde este punto de vista, a medida que las áreas verdes aumentan su tamaño, también lo hace la diversidad y riqueza de especies vegetales que son capaces de acoger, siendo al mismo tiempo capaces de albergar una mayor diversidad de fauna (Knapp *et al.*, 2008; Reyes y Figueroa, 2010). Dentro de la fauna más abundante en los jardines urbanos destacan los artrópodos, y entre ellos la presencia de fitófagos plaga. En general los insectos causan molestias a los ciudadanos y son motivo de numerosas quejas registradas en las oficinas de los ayuntamientos. Plagas como los pulgones, las psilas y algunas otras especies son importantes productores de melaza que ensucian mucho las calles y, en algunas ocasiones, los coches y el mobiliario urbano, lo que puede conllevar daños materiales y económicos.

Por tanto, es importante mantener las plagas lo más controladas posibles. Cada vez se intenta disminuir más la cantidad de productos químicos que se utilizan en los tratamientos contra plagas, con el fin de no perjudicar el medio ambiente y de evitar que se produzca el contacto de estas sustancias tóxicas con niños y animales, especialmente cuando los árboles están situados en parques. Se hace necesario encontrar alternativas, una de ellas puede ser la de favorecer una elevada diversidad de plantas evitando el monocultivo en el ajardinamiento, ya que esto potenciará la presencia de especies en el ecosistema urbano y evitará en cierta medida el desarrollo de plagas y enfermedades (Plan de Indicadores de Vitoria, 2010).

La ciudad de Valencia posee una gran cantidad de espacios verdes repartidos a lo largo del territorio que acogen gran cantidad de especies vegetales. Dentro de la multitud de especies de árboles que hay plantados en los diferentes jardines, algunos como la jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don, 1822), el plátano de la sombra (*Platanus × hispanica* Mill. ex Münchh., 1770) o el ficus son muy frecuentes. Este último, en ocasiones, incluso forma parte de los árboles monumentales del municipio. Hay diversas especies de ficus ornamentales en la ciudad de

Valencia, como *Ficus macrophylla* Desf. ex Pers., *Ficus elástica* Roxb. ex Hornem. o *Ficus rubiginosa* Desf. ex Vent., pero destacamos especialmente *Ficus microcarpa* L., por ser concretamente esta especie la que se ve afectada de forma específica por la psila del ficus *Macrohomonotoma gladiata* (Kuwayama, 1908) (Hemiptera: Homotomidae), que produce grandes cantidades de melaza y, además, forma unas borras algodonosas en los brotes que deprecian visualmente al ficus y afectan al crecimiento del árbol (Laborda *et al.*, 2015).

El *Ficus microcarpa* (ficus hace referencia al antiguo nombre latino de la higuera; el epíteto específico *microcarpa*, que significa “fruto pequeño”, hace referencia a lo pequeños que son sus higos en comparación con los de otras especies del mismo género) o laurel de las Indias es una especie de árbol que crece de forma natural en la India, el sur de China, el sudeste de Asia, Australia, Oceanía y la mayoría de las islas del Océano Índico. En otras muchas zonas ha sido introducido o cultivado con fines ornamentales o como árbol de sombra en parques y plazas (Starr *et al.* 2003), resultando ideal para dicho propósito por soportar bien la polución de las ciudades y la cercanía a las zonas costeras, además de tolerar toda clase de podas y recortes, incluso técnicas de topiaria (Sánchez, 2016). Se trata de un árbol poco exigente y de crecimiento rápido, aunque no soporta bien el frío y prefiere climas subtropicales o templados.

Es un árbol corpulento, de hoja perenne y copa frondosa con forma globosa que puede alcanzar los 20 metros de altura. Posee un tronco grueso con corteza lisa de tono grisáceo. Las hojas presentan una superficie glabra, son de color verde fuerte, brillantes en el haz y presentan un tono más pálido en el envés. La nerviación es muy fina y poco resaltada (Sánchez, 2016).

Posee un sistema de polinización muy característico y único del género *Ficus*, ya que tiene asociada una especie de agaónido y solo pueden ser polinizado por ella, y a su vez, estas especies solo puede poner sus huevos en el interior de los frutos. Por lo tanto, para que se produzca con éxito la polinización y la reproducción de las especies de *Ficus* es necesario que la avispa polinizadora esté presente, aunque normalmente no es problema fuera de las zonas de origen porque el agaónido suele introducirse casi simultáneamente con los propios árboles (Janzen, 1979). La especie de agaónido que poliniza más frecuentemente el *F. microcarpa* es *Eupristina verticillata* Waterston, 1921 (Hymenoptera: Chalcidoidea: Agaonidae) que, aunque es de origen oriental, presenta actualmente una distribución cosmopolita ya que se ha asentado en aquellos lugares donde se ha introducido el árbol.

3.1. PRINCIPALES PLAGAS QUE AFECTAN A *F. microcarpa*

F. microcarpa se ve atacada por diferentes tipos de plagas. En la zona mediterránea destacan el trips del *Ficus Gynaikothrips ficorum* (Marchal, 1908) (Thysanoptera: Phlaeothripidae), que causa daños visibles en hojas, al igual que lo hace *Josephiella microcarpae* Beardsley & Rasplus,

2001 (Hymenoptera: Agaonidae) de la que se tiene registro en la Península Ibérica desde 2015 aproximadamente (Rodrigo *et al.*, 2017); la mosca blanca *Paraleiroides minei* Iaccarino, 1990 (Hemiptera: Aleyrodidae), el pulgón del ficus *Greenidiea ficicola* Takahashi, 1921 (Hemiptera: Aphididae), el cotonet *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae) y *Pseudococcus longispinus* (Taargioni Tozzetti, 1867) (Hemiptera: Pseudococcidae), algunas especies de lecnidos, coccidos y diaspididos, entre otros y, específicamente de *F. microcarpa*, la psila del ficus *M. gladiata* (Laborda *et al.*, 2015).

Las psilas son un grupo de insectos heterometábolos y chupadores que se alimentan de la savia transportada por el floema, que suelen atacar las partes tiernas de las plantas y tener una alta especificidad por sus huéspedes (Hodkinson, 1974). Sus síntomas incluyen la presencia de ramas secas y el aspecto sucio del árbol por la secreción de melaza, que en muchos casos acaba cubriéndose de negrilla (hongo) (Jiménez-Alagarda *et al.*, 2014).

En general, todas las psilas presentan un ciclo biológico en el que se distinguen tres fases diferenciadas: la fase de huevo, cinco estadios ninfales y la fase de adulto. Los huevos tienen aspecto fusiforme y el color cambia en función del tiempo que tenga la puesta, siendo primero blancos y brillantes y posteriormente amarillentos (Hodkinson, 1999).

Todos los estadios ninfales tienen el cuerpo aplanado dorsalmente y van cambiando de aspecto a medida que crecen. En el primer estadio (N1) el cuerpo presenta un tono amarillo translucido. No es hasta el segundo estadio (N2), que conserva una coloración similar al anterior, que se empiezan a apreciar los esbozos alares. En el tercer estadio ninfal (N3) el color es similar, pero los esbozos alares están más marcados y solapados y es en este estadio a partir del cual los psilidos comienzan a segregar los filamentos algodonosos. El cuarto estadio (N4) muestra un cambio de color a causa de la esclerotización, mostrando una tonalidad más oscura. Además, los primordios alares están desarrollados, solapados y bien visibles. Por último, el quinto estadio ninfal (N5), ya muestra escleritos marrones muy quitinizados (Hodkinson, 1974). Por otro lado, los adultos presentan una coloración más clara y las alas más transparentes tras la emergencia, que con el paso del tiempo se van oscureciendo. La morfología externa entre machos y hembras es similar, a excepción del tamaño (Taylor, 1997).

M. gladiata es un psílido originario de las Islas Ryukyu (Japón), ha sido reportado desde Taiwan y Hong Kong, y su planta hospedante es *F. microcarpa*, del que se alimenta casi exclusivamente (Hollis y Farmfield, 1989; Burckhardt y Ouvrard, 2012). La primera cita de la psila del ficus en Europa fue en España en 2012, concretamente en las Islas Baleares, Alicante, Murcia, Barcelona y Andalucía (Mifsud y Porcelli, 2012; Sánchez, 2012). Aunque no se considera una plaga dentro de su lugar de origen (Pedata *et al.*, 2012), sí que ha sido reportado el daño en nuestro país ya que ataca los brotes, llegando incluso a deformarlos. Otros síntomas apreciables

a simple vista es el enrollamiento de las hojas en el extremo de las ramas nuevas y los filamentos céreos de color blanco que segregan (Kabashima et al., 2014), que dan un aspecto sucio al árbol y que protegen a los individuos mientras están en su interior. Producen grandes cantidades de melaza que ensucian las aceras y vehículos bajo las copas de los árboles afectados.

En el caso concreto de *M. gladiata*, su longitud corporal es de 2-3 mm y su coloración variable, desde tonos verdosos o, más frecuentemente, pardos, hasta ejemplares prácticamente negros con bandas amarillentas. Las alas delanteras son transparentes, con marcas oscuras. La cabeza es tan ancha como el tórax y fuertemente curvada hacia abajo, con vértex aproximadamente 2,4 veces más largo que ancho. Gena pequeña, abultada por debajo de la inserción de las antenas, que poseen 10 segmentos. Tórax fuertemente arqueado. Alas anteriores aproximadamente 2,4 veces más largas que anchas. Metatibias sin espinas basales, con cuatro espolones apicales en su cara interna. Edeago largo, con segmento basal el doble de largo que el apical (Yang, 1984).

Se trata de una plaga polivoltina cuya gravedad está muy relacionada con las condiciones ambientales. Es muy frecuente que exista solapamiento entre las diferentes generaciones, de manera que hay individuos de todos los estadíos, lo que dificulta la determinación del número de generaciones anuales (Hodkinson, 1974). Prefiere los climas templados, ya que cuando aumenta mucho la temperatura, las poblaciones del insecto comienzan a disminuir y si bajan demasiado se reduce el número de generaciones.

De entre los enemigos naturales de la psila del ficus que están presentes en la Comunidad Valenciana destacan el depredador *Anthocoris nemoralis* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Anthocoridae) y el parasitoide *Prionomitus mitratus* (Dalman, 1820) (Hymenoptera: Encyrtidae). Aunque ninguno de los dos es específico de *M. gladiata*, y han sido citados como depredador y parasitoide de otras especies de psilidos, se han citado parasitismos sobre la psila del ficus de en torno al 32% en los meses de febrero y marzo en Valencia (Rodrigo et al., 2016).

En definitiva, *F. microcarpa* es un árbol ornamental muy extendido a lo largo de la ciudad de Valencia, estando presente en numerosos espacios verdes de la ciudad. Dada la gran importancia que han ido adquiriendo estos espacios naturales, junto con una mayor concienciación ecológica y del medio ambiente, resulta de interés conocer la biodiversidad que albergan estos espacios y como ésta puede influir en el ecosistema y, especialmente, conocer la fauna asociada al ficus y cómo influye el resto de vegetación en la presencia de artrópodos en general y a la intensidad de los ataques de *M. gladiata*, en particular.

2. OBJETIVOS

Dada la gran relevancia del *F. microcarpa* como árbol ornamental en la ciudad de Valencia, presente de forma frecuente en diferentes tipos de jardines, resulta de gran interés profundizar en el conocimiento de la biodiversidad de artrópodos presentes en este árbol. Es importante conocer las plagas que alberga, especialmente *M. gladiata*, plaga específica que ha aparecido recientemente en España; y como puede influir el entorno (presencia de plantas u otros elementos) en la mayor o menor presencia de estas plagas y de sus enemigos naturales.

Para comprobar si el entorno que rodea a los ficus influye en la presencia y biodiversidad de artrópodos y en la abundancia de la psila del ficus, se han seleccionado un conjunto de cinco ejemplares de *Ficus microcarpa* en cinco localizaciones diferentes de la ciudad de Valencia: dos jardines de barrio, un jardín histórico y dos jardines de acompañamiento viario.

Por tanto, los objetivos de este Trabajo Fin de Máster son:

1. Identificar e inventariar todas las especies de plantas que rodean los *F. microcarpa* en cada uno de los tipos de áreas verdes urbanas a fin de caracterizar el entorno y calcular la biodiversidad vegetal presente en las diferentes zonas.
2. Evaluar las poblaciones de las principales plagas que afectan a los ficus y sus enemigos naturales, con especial atención a la psila del ficus en los cinco tipos de áreas verdes urbanas
3. Conocer la riqueza de artrópodos de cada zona y estudiar su correlación con el entorno vegetal.
4. Analizar la presencia de psila en los brotes y comparar la abundancia de esta entre las diferentes zonas de estudio, a fin de detectar si el entorno influye en su abundancia.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado un conjunto de cinco ejemplares de *Ficus microcarpa* en cinco localizaciones diferentes de la ciudad de Valencia: dos jardines de barrio, un jardín histórico y dos jardines de acompañamiento viario.

El ensayo en campo comenzó el día 2 de marzo de 2018, en el que se realizaron muestreos cada 15 días aproximadamente, y finalizó el 19 de junio de 2018. A continuación, se desglosan los criterios y pasos que se han seguido para la realización del estudio en diferentes puntos: metodología en campo, laboratorio y análisis de datos.

3.1. METODOLOGÍA EN CAMPO

3.1.1. Métodos

Las diferentes zonas se han seleccionado en función de la mayor o menor presencia de vegetación y zonas verdes. En primer lugar, los dos acompañamientos viarios se corresponden con árboles que apenas están rodeados de vegetación, y cuyo entorno está principalmente constituido por aceras, pavimento y edificios. Las dos localizaciones elegidas que cumplen con estos requisitos son Reales Atarazanas y Calle Pepita (figura 1). Como jardín histórico se han seleccionado los Jardines del Real o Viveros (figura 2) y, por último, el Paseo de la Alameda y Plaça Xúquer (figura 3) como jardines de barrio, rodeados por vegetación, pero también por aceras y pavimento.

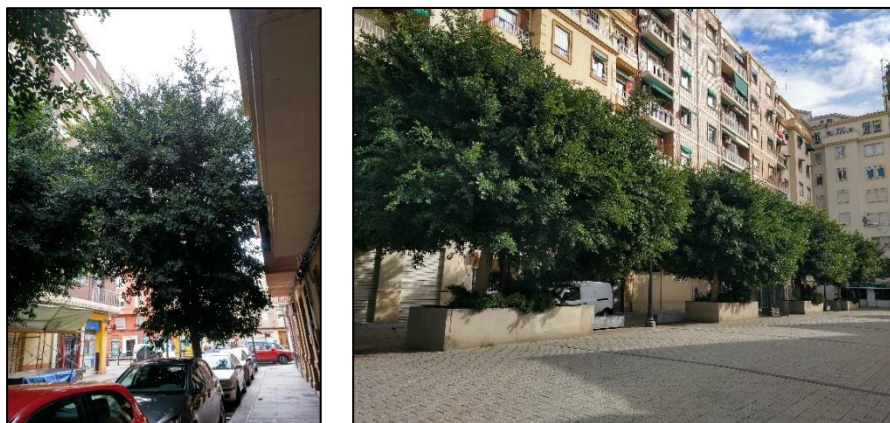


Figura 1. A la izquierda Calle Pepita, a la derecha Reales Atarazanas (Plaza Joan Antoni Benlliure).



Figura 2. Jardines del Real o Viveros.



Figura 3. A la izquierda Plaça Xúquer, a la derecha el Paseo de la Alameda (Alcoholera).

Todos los ficus seleccionados están afectados por la psila del ficus. En cada localización se escogió uno y se midió un radio a su alrededor de 25 metros desde el centro de la copa para crear un área circular. Dentro de esta área se contabilizaron e identificaron todas las especies de árboles, arbustos y otras plantas presentes. También se tuvieron en cuenta las superficies que componían el resto del entorno, como arena morterenga, asfalto, césped o pradera, entre otros.

Medición del radio

Para medir el radio nos colocamos junto al tronco para medir 25 metros desde el centro de la copa en las cuatro orientaciones con la ayuda de una cinta métrica. De esta forma obtuvimos el área circular sobre la que debíamos trabajar.

Medidas del árbol

Para tomar las medidas de altura de los árboles se utilizó la aplicación *Measure Height* (versión 1.4 con la última actualización del 10 de mayo de 2014). Existen dos opciones, medir únicamente la altura habiendo medido previamente la distancia al árbol, o que la aplicación

estime ambos valores. En este trabajo se tomaron las medidas de ambas formas y, posteriormente, hicimos la media entre los valores, y el resultado final fue la altura del árbol.

Para medir la copa del árbol se utilizó la aplicación *Goolzoom* (Goolzoom, 2016), y sobre la imagen aérea a escala 1:10 se midió el diámetro con la herramienta para medir en línea recta. El diámetro de la copa del ficus de Reales Atarazanas es diferente al inicial en los dos últimos muestreos debido a que fue podado por el ayuntamiento.

Evaluación y muestreo

Las unidades de muestreo fueron ramas de ficus que estaban afectadas por psila, ya que esta es la plaga principal sobre la que decidimos hacer el seguimiento. Se cortaron un total de cuatro ramas por árbol, una por cada eje cardinal y, siempre que fue posible, se seleccionaron ramas que presentasen brotes afectados, pero aún verdes, para asegurarnos que las psilas presentes aún estaban vivas y no son solo los restos de los daños del año anterior. Todas las ramas se introdujeron en bolsas de plástico etiquetadas con la fecha de recogida y la zona de muestreo. Se conservaron en nevera hasta que se llevó a cabo la observación de los brotes.

Se evaluó *in situ* de forma visual la presencia de otras plagas, estimando el porcentaje que ocupaban en el árbol con respecto al tamaño total de la copa. Para facilitar la estimación del porcentaje, dividimos la copa en cuatro partes. Cada una de estas cuatro partes corresponde aproximadamente a un 25% de la copa, por lo que observando una plaga en concreto e intentando agruparla en una zona se pudo estimar qué porcentaje representaba en la totalidad del árbol. Los rangos establecidos fueron: (0) 0% (no presencia), (1) 1-10% (menos de un cuadrante), (2) 11-25% (más de medio cuadrante o uno completo), (3) 26-50% (hasta dos cuadrantes), y (4) superior al 50% (más de la mitad de la copa).

Para elegir el porcentaje adecuado, se observó minuciosamente toda la copa y también se tuvo en cuenta la presencia o no de las diferentes plagas en las cuatro ramas recogidas. A estos datos de campo, se añadían las observaciones realizadas en el laboratorio, cuando se trasladaban allí las muestras. De esta forma, aunque desde la distancia no se hubiese detectado alguna de las plagas, si aparecía en las ramas recogidas se le asignaba, como mínimo, el rango de 1-10% y se elegía uno superior en función de si aparecía en el resto de las ramas y de la cantidad dentro de estas. Se eligió esta opción dado que, generalmente, se infravaloraba la presencia de las plagas ya que no se alcanzaba a ver la totalidad de la copa y, además, en muchas ocasiones el viento dificultaba la visualización de las plagas.

También se colocó una trampa pegajosa amarilla en el árbol problema, y otras cuatro trampas amarillas repartidas en la vegetación de alrededor que se encontraba dentro del área medida, para evaluar la biodiversidad de artrópodos del entorno. Estas últimas trampas solo se

colocaban si se trataba de un jardín urbano o un jardín histórico, pero no en los jardines de acompañamiento viario. En las sucesivas visitas se fue alternando en la medida de lo posible la especie de planta en la que se colocaban las trampas, pero siempre se ponía una en el ficus.

Las trampas se identificaban con la fecha, la zona y la especie de planta en la que se colocaban. Era necesario ocultar las trampas entre las ramas para evitar el vandalismo, y se utilizó un alambre para sujetarlas a las ramas. En el caso de que las trampas presentasen dos lados pegajosos, solo trabajamos con un lateral de captura. Las trampas se retiraban el mismo día que se recogían las ramas, y se cambiaban por otras en intervalos de aproximadamente quince días. Una vez recogidas las trampas, el lado pegajoso se cubría con papel film y se guardaban en un lugar seco y oscuro para su posterior observación.

3.2. METODOLOGÍA EN LABORATORIO

3.2.1. Métodos

Una vez recogidas todas las ramas de cada una de las zonas, se procedía a su evaluación en laboratorio. La evaluación consistió en la observación de cinco brotes a la lupa binocular para contabilizar los diferentes estadios de las psilas presentes en ellos, y la presencia de cualquier otro artrópodo. También se observaron las ramas en su conjunto que, posteriormente, se introducían en los embudos de Berlese.

Observación a la lupa

Siempre que fue posible, se escogió un brote de cada una de las ramas, y un quinto brote de cualquiera de las ramas al azar. Se procuró que los brotes elegidos no fuesen muy pequeños ni estuviesen muy secos. Es importante este sesgo porque únicamente contabilizaremos los individuos vivos, y en los brotes muy secos la mayoría de las psilas estaban muertas debido a que se trataba de ataques del año anterior. Por tanto, en cada fecha de se analizaban 5 brotes por árbol en cada una de las localizaciones elegidas, lo que suma un total de 25 brotes en cada día de muestreo.

Para poder contabilizar las psilas se separaban las hojas de los brotes con ayuda de una aguja emangada y unas pinzas entomológicas. Contabilizamos todas las psilas presentes separándolas en tres grupos en función de la edad de las ninfas. El primer grupo recogía las ninfas N1 y N2 (primer y segundo estadio ninfal), el segundo agrupa las N3 (tercer estadio ninfal), y el último las N4 y N5 (cuarto y quinto estadio ninfal) (figura 4). De esta forma abarcamos la totalidad de fases de estadios inmaduros. También se consideraron en un cuarto grupo las psilas parasitadas presentes en los brotes que estuvieran “vivas”. En este caso, vivas hace referencia

a aquellas que aun presentan en su interior al parasitoide vivo. Por último, se evaluó la presencia o ausencia de otros artrópodos en los brotes.



Figura 4. Estadios de *M. gladiata*. De izquierda a derecha: N1, N2, N3, N4 y N5.

Una vez fueron evaluados todos los brotes, se examinó el resto de material vegetal para anotar la presencia o ausencia de otros artrópodos o restos de estos que estuvieran presentes en las ramas. Después de este proceso, se introducía el material vegetal en los embudos de Berlese.

Embudos de Berlese

Los embudos de Berlese (figura 5) son un método de muestreo considerado como dinámico o basado en el comportamiento de los artrópodos (Southwood, 2000). Se utilizaron los embudos para disponer de otro método para conocer la biodiversidad de artrópodos presentes en las ramas, distinto al reconocimiento visual. El material vegetal debe introducirse lo más rápido posible tras su recogida para evitar la aparición de hongos y conseguir datos más fiables de la biodiversidad presente. Desde que se montaba el embudo hasta que se retiraba, se dejaban pasar aproximadamente cinco días. A partir de este momento el material vegetal empezaba a secarse y se perdía el color verde de las hojas.



Figura 5. Embudos de Berlese.

Para evitar la caída de restos de hojas, higos o ramas en los botes donde se recogía la muestra, antes de introducir el material vegetal, colocamos a modo de colador una rejilla que evitaba la entrada de materiales indeseados, pero no dificultaba la caída de los artrópodos. Se

utilizaron embudos diferentes para las distintas zonas y se etiquetó el bote debidamente para evitar confusiones. El número de embudos por zona variaba en función de la cantidad de material vegetal recogido, siendo uno como mínimo y dos como máximo.

Trascurrido el tiempo estimado, desechamos el material vegetal y recogimos los botes con alcohol. A continuación, se observó el contenido de los botes a fin de identificar los artrópodos presentes con la ayuda de la lupa binocular. La observación se centró sobre todo en los artrópodos que no son plaga, ya que estos han sido evaluados previamente.

Trampas amarillas

La evaluación de las trampas nos sirvió para poder comparar la cantidad y la diversidad de especies presentes en el entorno. Todas las trampas, tanto las colocadas en el árbol problema como las colocadas en el resto de vegetación, se observaron a la lupa con el fin de identificar dentro de lo posible los artrópodos atrapados y contabilizarlos.

3.3. ANÁLISIS DE DATOS

3.3.1. Tasa de parasitismo activo

La tasa de parasitismo activo se calculó a partir de las psilas parasitadas “vivas” y también con el número total de estadios susceptibles (N3 y N4-N5) presentes en los brotes para cada fecha (Laborda *et al.*, 2015). De esta forma, dividiendo el número de psilas parasitadas “vivas” entre la suma total de estadios susceptibles, parasitados y no parasitados, y multiplicándolo por cien, obtenemos la tasa de parasitismo activo para cada zona y fecha de muestreo.

3.3.2. Superficie de cobertura

Con la ayuda de la aplicación *Goolzoom* (Goolzoom, 2016) obtuvimos una imagen aérea de cada una de las zonas sobre las que dibujamos un área circular de 25 metros de radio desde el centro del árbol problema. Introducimos el nombre de la ubicación en el buscador del programa y, una vez localizado el árbol en cuestión, se seleccionó la herramienta de medida y el área circular. Las imágenes proporcionadas por este programa son del 31 de enero de 2018 y pertenecen a *Google Maps* con una escala 1:10.

A la hora de analizar la cobertura del área considerada, se tuvieron en cuenta los siguientes tipos de cobertura: copas de árboles, arbustos, arena morterenga, estructuras viarias (caminos, carril bici, aceras, etc.), tierra vegetal (suelo donde se podrían establecer plantas, pero desnudo durante el estudio) y césped o pradera.

A continuación, se procedió a estimar el porcentaje del área que ocupaba cada elemento dentro de la superficie total. Para facilitar esta labor, se dividió el círculo en cuatro partes. Los

porcentajes de decidieron de forma visual y teniendo en cuenta que el total de los porcentajes asignados a cada tipo cobertura debían sumar un total del 100%.

Es frecuente que en los jardines de barrio y en el jardín histórico una misma superficie esté cubierta al mismo tiempo por los arbustos y las copas de los árboles. En estos casos, dado que estimamos las coberturas con imágenes aéreas, tendremos en consideración la cobertura de la copa de los árboles, aunque bajo ellos haya arbustos.

3.3.3. Inventario de especies de plantas

La identificación de las distintas especies de plantas dentro del área de estudio se ha llevado a cabo de forma visual y con la ayuda de la página web <https://portal03.fccma.com/fccma/>. Se trata de una plataforma inteligente para la gestión de servicios del Medio Ambiente que recoge inventarios detallados de la vegetación de los diferentes jardines de la ciudad de Valencia. Permite acceder a unos listados en los que aparecen las diferentes especies presentes en los jardines. De esta forma, realizando una búsqueda por nombre de cada una de las especies y comparándolas con las fotos tomadas en campo, pudimos identificar aquellas plantas que planteaban dudas.

La misma página web también nos permite acceder a unos mapas en los que aparece representada la distribución del jardín (anexos 4, 5 y 6). Aunque esta ha variado en algunos casos con el paso del tiempo.

3.3.4. Cálculo del índice de diversidad

Para cuantificar la biodiversidad específica de una comunidad, uno de los índices más utilizados es el índice de Shannon-Weaver (o índice de Shannon) (Shannon y Weaver, 1949). El índice de Shannon mide el grado de incertidumbre a la hora de predecir a que especie pertenece un individuo seleccionado al azar de la comunidad. Se basa en dos factores: el número de especies presentes y en su abundancia relativa. Las comunidades con una especie dominante, es decir, con un predominio claro de una especie en concreto, presentarán índices de Shannon bajos (cerca de 1); sin embargo, si todas las especies de la comunidad son igualmente abundantes, la incertidumbre será mayor, por lo que el índice de Shannon presentará valores más altos (Pla, 2006).

Se ha utilizado el índice de Shannon para el cálculo de la biodiversidad vegetal y de artrópodos. El índice de Shannon se ha calculado con la fórmula: $H = -\sum(p_i \cdot \ln p_i)$

P_i hace referencia a la abundancia relativa y es igual a n_i/N , donde n_i es el número de individuos de la especie i y N el número total de individuos de todas las especies.

3.3.5. Cálculos y análisis estadístico

Para realizar las tablas de datos y calcular los resultados se ha utilizado la aplicación *Microsoft Excel 2016*. A partir de estas tablas se han llevado a cabo los diferentes análisis estadísticos con el programa *STATGRAPHICS Centurion XV.II*.

Se han realizado análisis de la varianza (ANOVA) simples para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre la cantidad de psila de los brotes y la cantidad de individuos de psila parasitados respecto a la zona de muestreo. También se han realizado análisis de regresión lineal para comprobar si existe correlación entre diferentes variables.

4. RESULTADOS

4.1. ALTURA Y DIÁMETRO DE COPA DE LOS *FICUS*

La altura y el diámetro medidos de las copas de los ficus problema se recogen en la tabla 1. Como se observa, el ejemplar más pequeño se encuentra en la Pl. Xúquer y el más grande en Viveros.

Tabla 1. Altura y diámetro (en metros) de la copa de los ficus seleccionados en cada localización.

	Pl. Xúquer	Alameda	Viveros	Reales Atarazanas	Calle Pepita
Altura (m)	5,25	6,15	16	9,5	7
Diámetro de la copa (m)	8,2	9,8	17,4	13,8	6,9

4.2. EVALUACIÓN EN CAMPO DE PLAGAS DEL *FICUS* Y COMPARACIÓN CON BERLESE

La evaluación en campo se llevó a cabo con plagas que son relativamente fáciles de detectar a una cierta distancia, como son las siguientes: *Ceroplastes floridensis* Comstock, 1881 (Hemiptera: Coccoidea), *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan, 1889) (Hemiptera: Diaspididae), *Icerya seychellarum* (Westwood, 1855) (Hemiptera: Margaroridae), *M. gladiata*, *P. minei*, *G. ficorum*, *J. microcarpae* y pulgones si están en grandes cantidades.

Al analizar la presencia de plagas, destaca que *J. microcarpae*, *M. gladiata* y la mosca blanca *P. minei* son las únicas tres plagas que están presentes en todos los jardines. *J. microcarpae* destaca en Pl. Xúquer con una ocupación media de la copa de 3 (entre un 26% y un 50%), seguido por Calle Pepita con también un valor 3 y valores de 2 y 1 en el resto de las zonas (figura 6).

M. gladiata es la plaga cuyos porcentajes de presencia en la copa de los árboles es más alto en la mayoría de las zonas, con valor 4 en el jardín de Viveros y Calle Pepita y valor 3 en el resto de las zonas (figura 7).

P. minei, destaca principalmente en Alameda con un valor de 2 y en Viveros también con valor 2, y con valores de 1 en Pl. Xúquer y los jardines de acompañamiento viario (Calle Pepita y Reales Atarazanas) (figura 8).

C. dictyospermi es la única plaga que es exclusiva de un único jardín, el de Viveros. Además, su presencia en la copa tiene un valor de 2 (figura 9). Por el contrario, el resto de plagas aparecen, como mínimo, en tres de los jardines.

C. floridensis destaca principalmente en el jardín de la Alameda, con un valor de 3. El único árbol en el que no se detectó esta plaga (valor 0) fue en el de Reales Atarazanas, aunque en el resto de jardines la presencia no fue muy alta, con valores de 1 (figura 10).

Con respecto al pulgón *Greenidea ficicola* Takahashi, 1921 (Hemiptera: Aphididae), los mayores ataques se observan en Alameda (valor 2), seguido de Calle Pepita y Viveros con valor 1. No se observó pulgón en el árbol de Pl. Xúquer ni en Reales Atarazanas (valor 0), aunque sí estuvo presente en los brotes (figura 11).

En el caso del trips *G. ficorum*, la mayor presencia de la plaga se da en los dos jardines de acompañamiento viario (Calle Pepita y Reales Atarazanas) con valor 2, y no aparece en ninguno de los jardines urbanos (Pl. Xúquer y Alameda) (figura 12).

El margarodido *I. seychellarum* fue abundante en los jardines de Alameda y Viveros con valor 2, y en el resto de jardines o no aparece o la presencia es muy baja (valores de 0 y 1) (figura 13).

Al analizar las plagas en los embudos de Berlese, los resultados fueron similares a los obtenidos mediante la observación visual de los árboles, a excepción del cotonet. Al estar el cotonet en el interior de los brotes de los árboles, no se distingue bien y es posible confundirlo con la presencia de psila, ya que ambos insectos producen secreciones cerasas blanquecinas. El cotonet estuvo presente en los brotes de todas las zonas de estudio, excepto en los árboles de la Pl. Xúquer, siendo mucho más abundante en los jardines de acompañamiento viario, Reales Atarazanas y Calle Pepita.

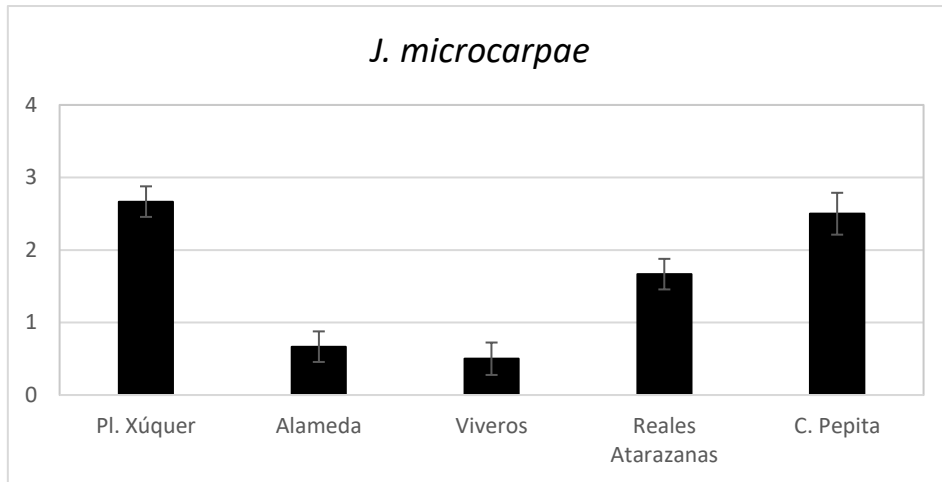


Figura 6. Porcentaje de presencia media de *J. microcarpae* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

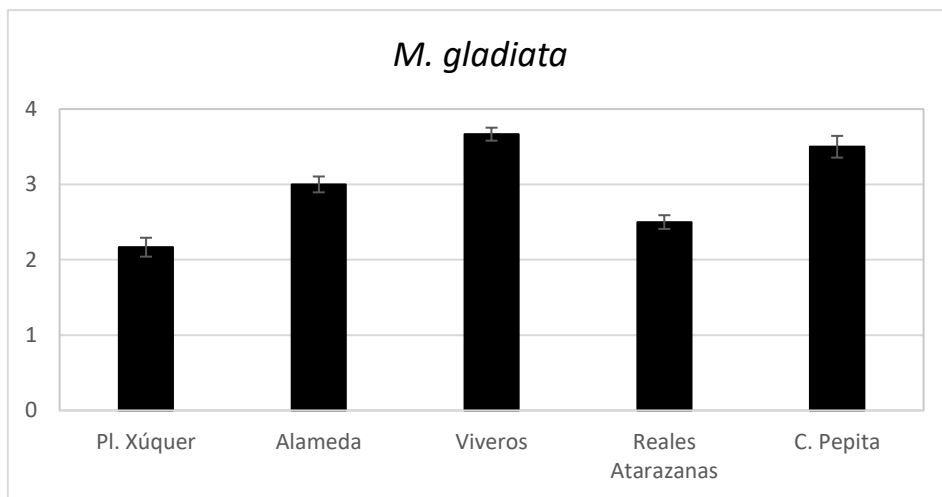


Figura 7. Porcentaje de presencia media de *M. gladiata* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

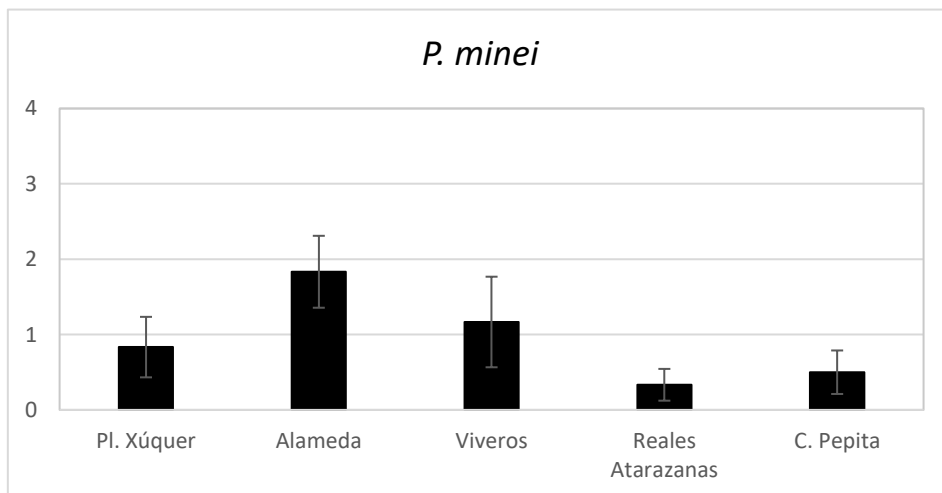


Figura 8. Porcentaje de presencia media de *P. minei* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

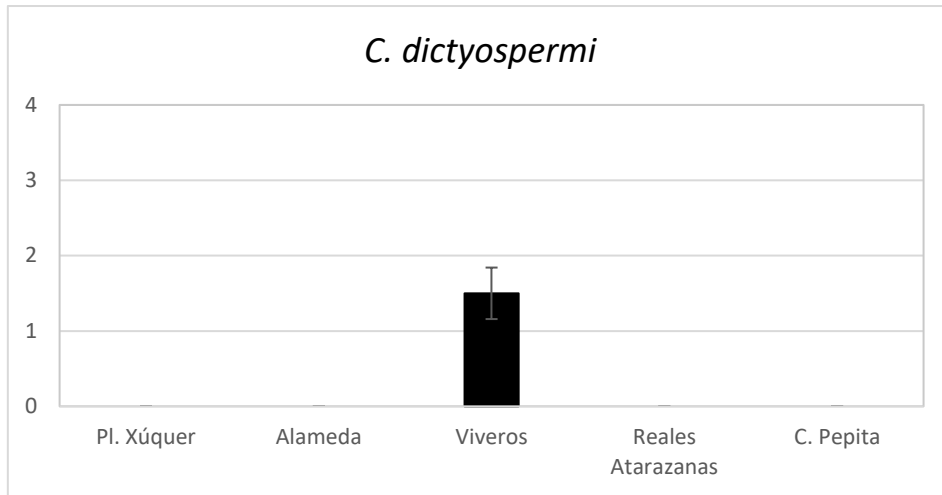


Figura 9. Porcentaje de presencia media de *C. dictyospermi* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

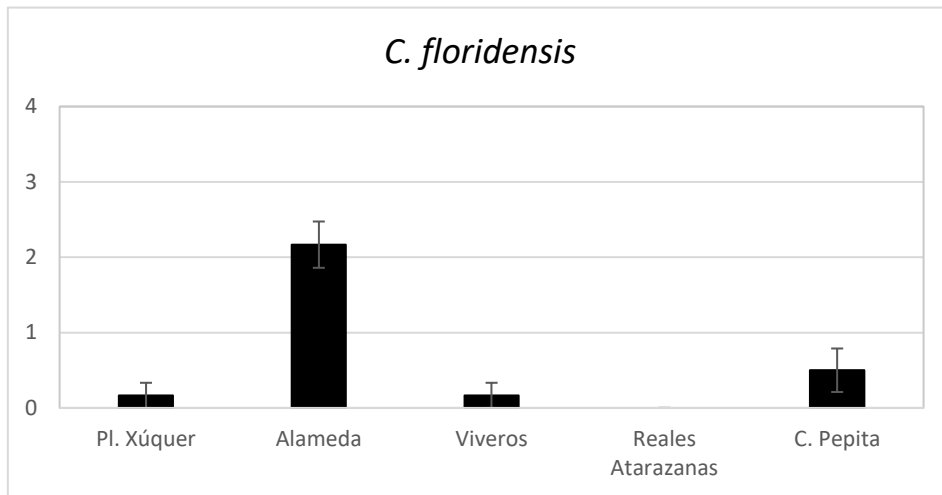


Figura 10. Porcentaje de presencia media de *C. floridensis* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

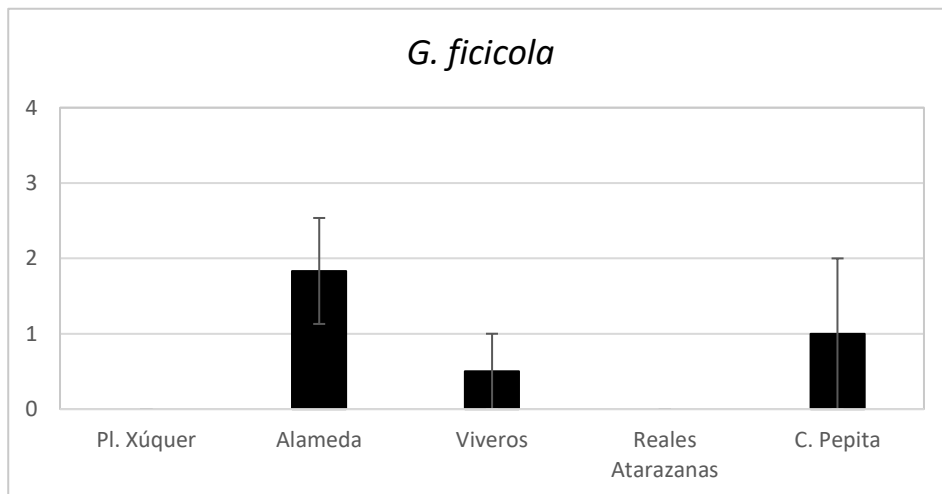


Figura 11. Porcentaje de presencia media de *G. ficicola* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

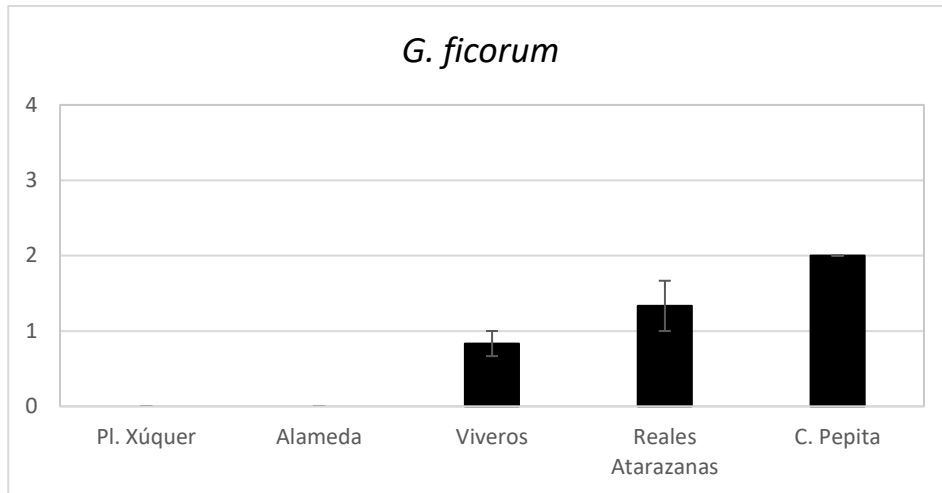


Figura 12. Porcentaje de presencia media de *G. ficorum* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

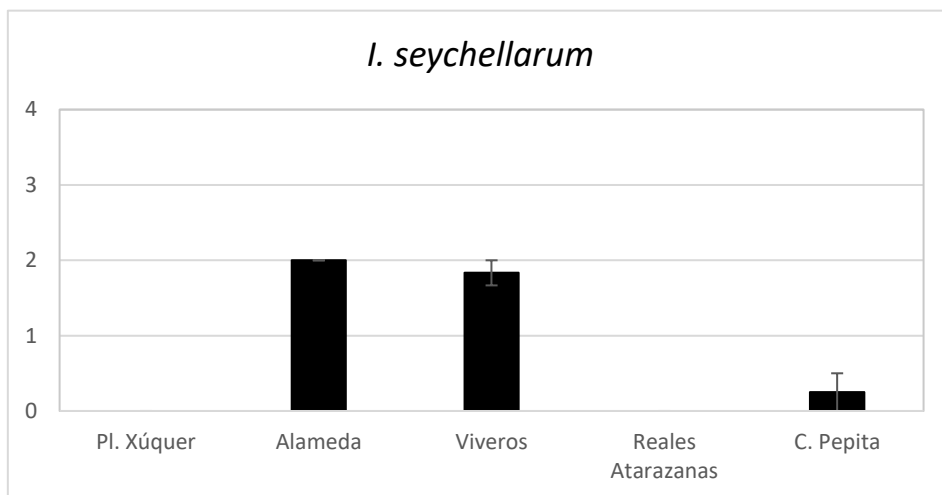


Figura 13. Porcentaje de presencia media de *I. seychellarum* en los *Ficus* de cada zona de muestreo, mediante observación *in situ* de los árboles. (0= 0%, 1= 1-15%, 2= 16-25%, 3= 26-50% y 4= >50%).

4.3. ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Macrohormotoma gladiata*

Tras la observación de los brotes de las diferentes zonas, y fijándonos en el número total de psila viva, sumando los estadios del conjunto de muestreos, observamos que el jardín de acompañamiento viario situado en la Calle Pepita es el que mayor cantidad de psila presenta. Un número intermedio se psila se contabilizó en Reales Atarazanas y en el paseo de la Alameda. El menor número de psila se contabilizó en las zonas de Plaça Xúquer y el Jardín de Viveros (aproximadamente 400 individuos) (tabla 2).

Tabla 2. Número total de psilas vivas en los brotes a lo largo del estudio en las diferentes zonas de muestreo.

Zona	Nº total de <i>M. gladiata</i>
Pl. Xúquer	466
Alameda	732
Viveros	474
Reales Atarazanas	734
Calle Pepita	939

A continuación, estudiamos la evolución de la plaga y de sus estadios en los diferentes jardines. Destaca la presencia de todos los estadios de desarrollo del insecto a la vez durante todo el periodo de estudio. La evolución ha sido similar en todas las zonas estudiadas. En todas hubo un predominio de los dos primeros estadios ninfales desde el inicio del estudio, en marzo, hasta el mes de mayo. Esta bajada que se produce en los estadios N1-N2 se traduce en un aumento de los estadios N4-N5, con picos que comienzan la primera y la segunda semana de mayo y que alcanzan sus máximos a finales del este mes en la mayoría de las zonas (figuras 14, 15, 16, 17 y 18).

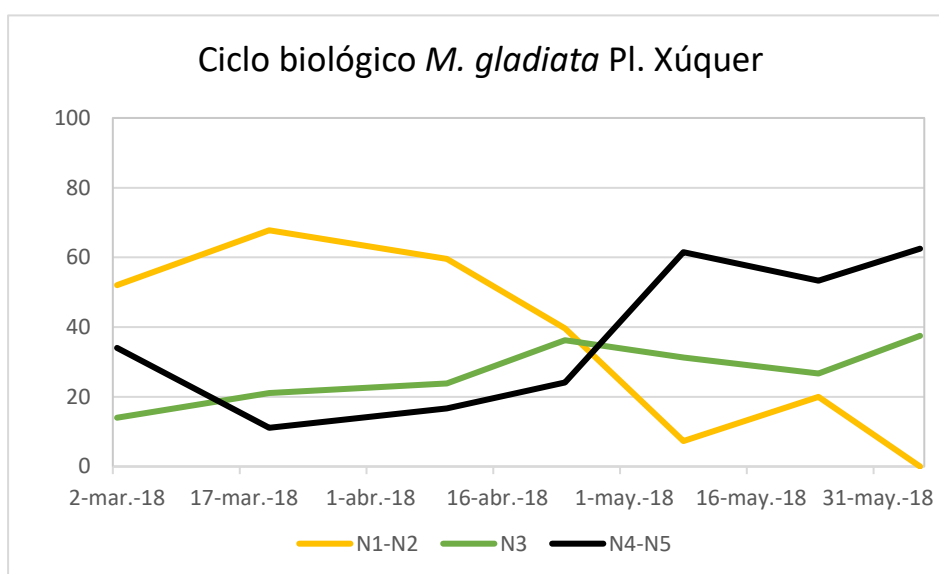


Figura 14. Evolución de los estadios de la plaga *M. gladiata* a lo largo del tiempo en el jardín de barrio de Plaça Xúquer.

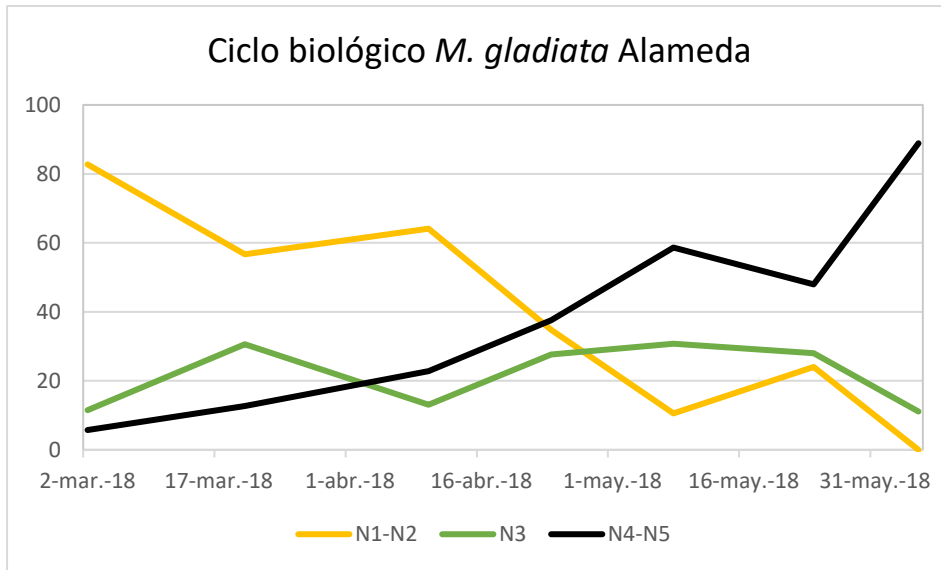


Figura 15. Evolución de los diferentes estadios de desarrollo de *M. gladiata* a lo largo del tiempo en el jardín de barrio del Paseo de la Alameda.

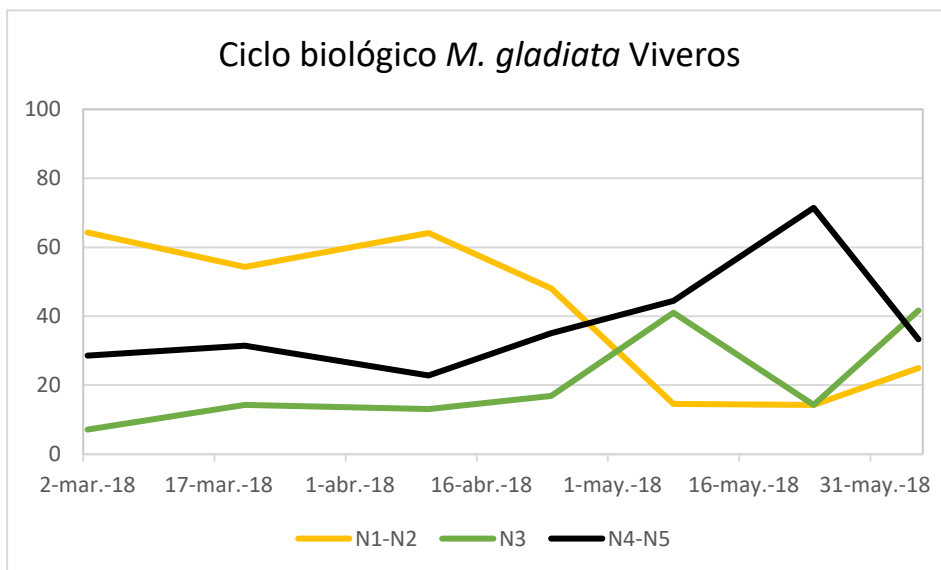


Figura 16. Evolución de los estadios de la plaga *M. gladiata* a lo largo del tiempo en el jardín histórico de Viveros.

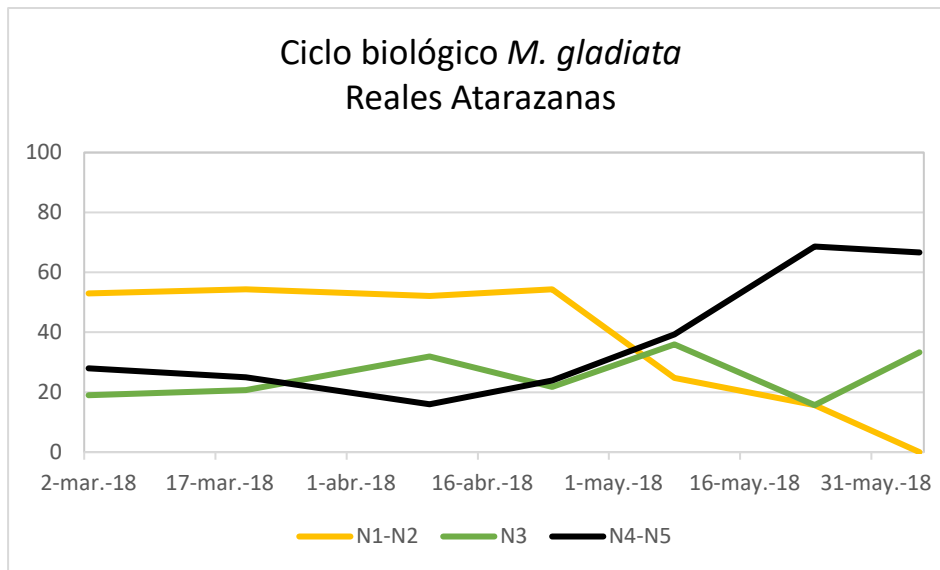


Figura 17. Evolución de los estadios de la plaga *M. gladiata* a lo largo del tiempo en el jardín de acompañamiento viario de Reales Atarazanas.

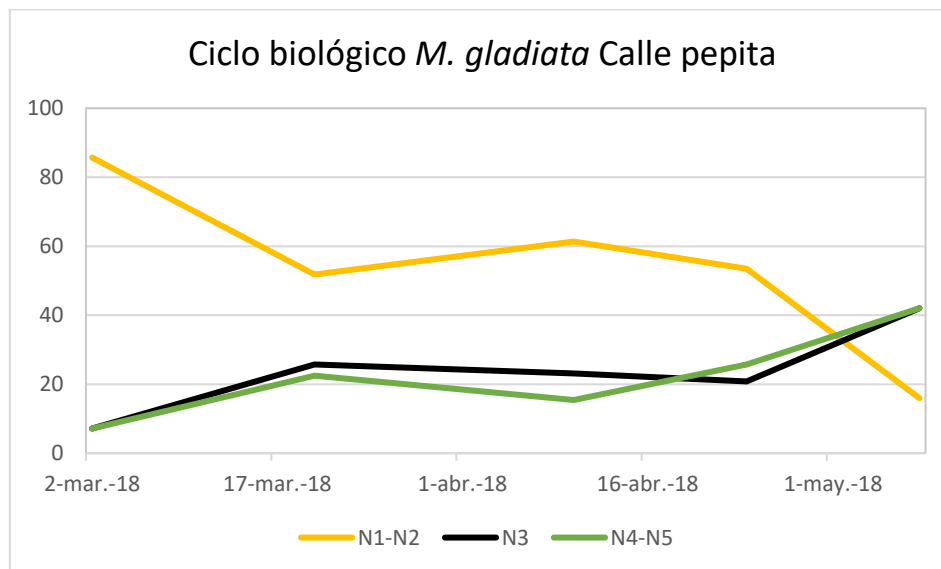


Figura 18. Evolución de los estadios de la plaga *M. gladiata* a lo largo del tiempo en el jardín de acompañamiento viario de Calle Pepita.

Los resultados del ANOVA simple indican que existían diferencias significativas entre el número de psilas por brote en las diferentes localizaciones en el periodo estudiado ($F=7.09$; $g.l.=4$; $p=0.000$). El test de rango múltiple puso de manifiesto que existen diferencias significativas entre Calle Pepita y el resto de las zonas con una confianza del 95% (tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis de rango múltiple, indicando el número medio de psilas por brote en el periodo de estudio, para cada zona.

Zona	Número de muestras	Media
Pl. Xúquer	35	13,31±10,89a
Alameda	35	20,91±17,43a
Viveros	35	13,54±16,25a
Reales Atarazanas	35	20,97±22,90a
Calle Pepita	25	37,56±28,64b

Letras diferentes indican diferencias significativas con confianza del 95%.

Se ha analizado el análisis de correlación lineal ente el diámetro de la copa de los ficus con la cantidad de psila contabilizada en los embudos de Berlese de cada una de las zonas de estudio. Los resultados de la ANOVA indican que existe una relación significativa entre las dos variables ($F= 136,77$; g.l.= 4; $p=0,0013$), siendo el índice de correlación entre las dos variables de -0,99 (figura 19).

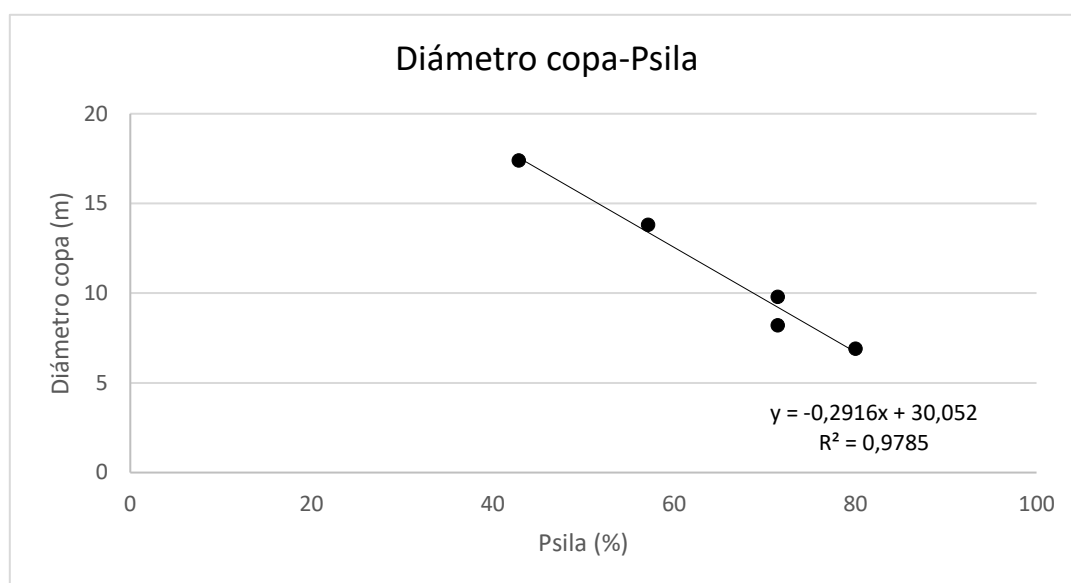


Figura 19. Regresión lineal simple entre el diámetro de la copa y el porcentaje de psila de los embudos de Berlese.

También se ha llevado a cabo una correlación lineal entre la altura del árbol y la cantidad de psila recogida en los embudos de Berlese de cada una de las zonas de estudio. Los resultados de la ANOVA indican que existe una relación significativa entre las dos variables ($F= 14,89$; g.l.= 4; $p= 0,0308$), siendo el índice de correlación entre las dos variables de -0,91 (figura 20).

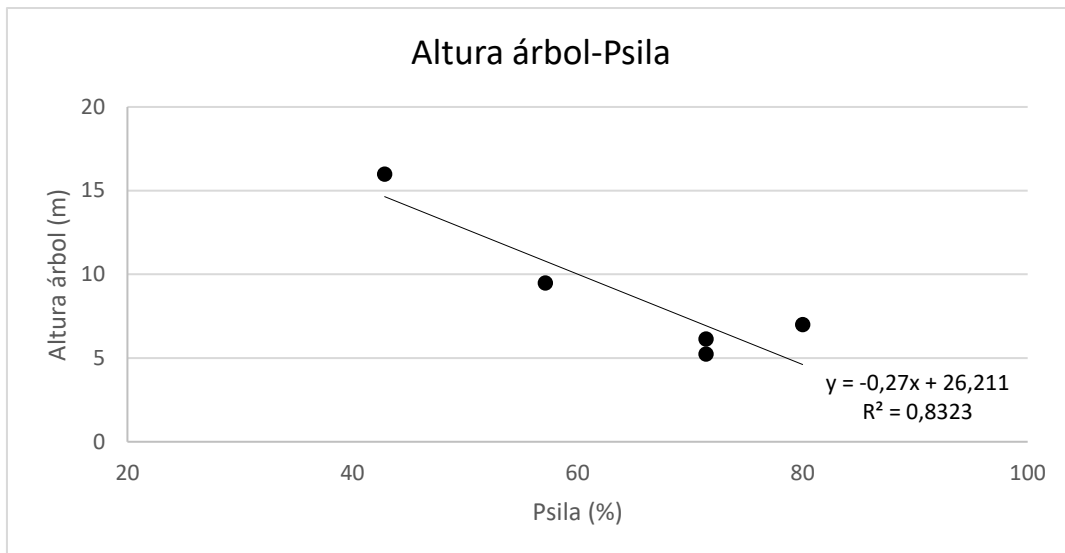


Figura 20. Regresión lineal simple entre la altura del árbol y el porcentaje de psila de los embudos de Berlese.

En la figura 21 se muestra la evolución del número medio de insectos vivos por brote a lo largo del tiempo, sin hacer distinción entre las zonas de muestreo. Puede observarse como la presencia de psila es más o menos constante hasta la primera semana de mayo. Después se produce un descenso de la psila en los brotes muy notable y la primera semana de junio ya apenas hay individuos vivos en los brotes.

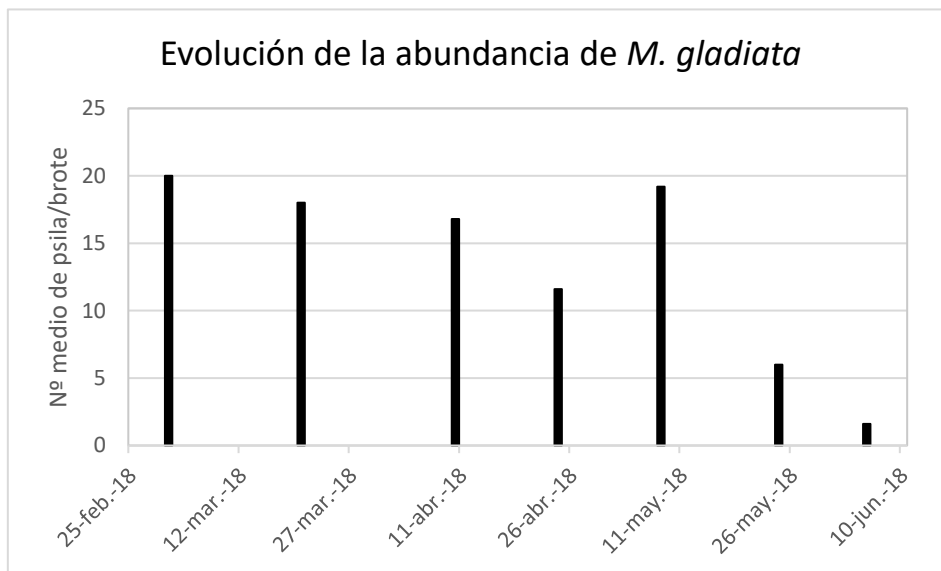


Figura 21. Evolución del número medio de insectos vivos de *M. gladiata* en los brotes a lo largo del tiempo de muestreo.

En las figuras 22, 23 y 24 se muestra la tasa de parasitismo activo en las diferentes zonas de muestreo. El valor medio de parasitismo activo más bajo se corresponde con la Calle Pepita. Plaça Xúquer, Alameda y Viveros muestran tasas de parasitismo similares, con máximos que en pocos casos superan el 30% y, aunque en las tres zonas el parasitismo máximo es menor que el que se alcanza en Reales Atarazanas en mayo, con un 50%, muestran una media de tasa de parasitismo activo superior (tabla 4).

El momento de máxima tasa de parasitismo activo varía entre las zonas de estudio, siendo a mediados de marzo en Calle Pepita, a mediados de mayo en Viveros y a principios de junio en Pl. Xúquer, Alameda y Reales atarazanas

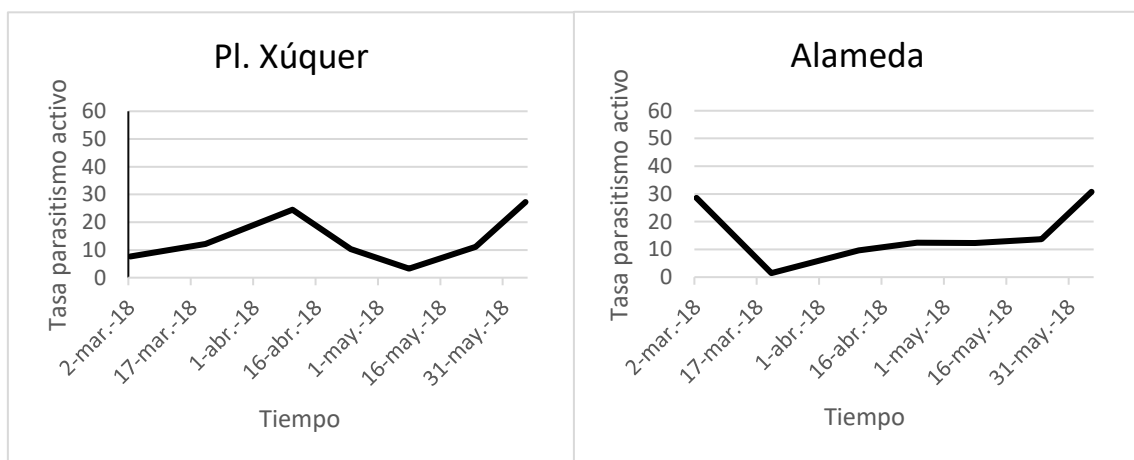


Figura 22. Tasa de parasitismo activo a lo largo del tiempo en los jardines de barrio Pl. Xúquer y Alameda.

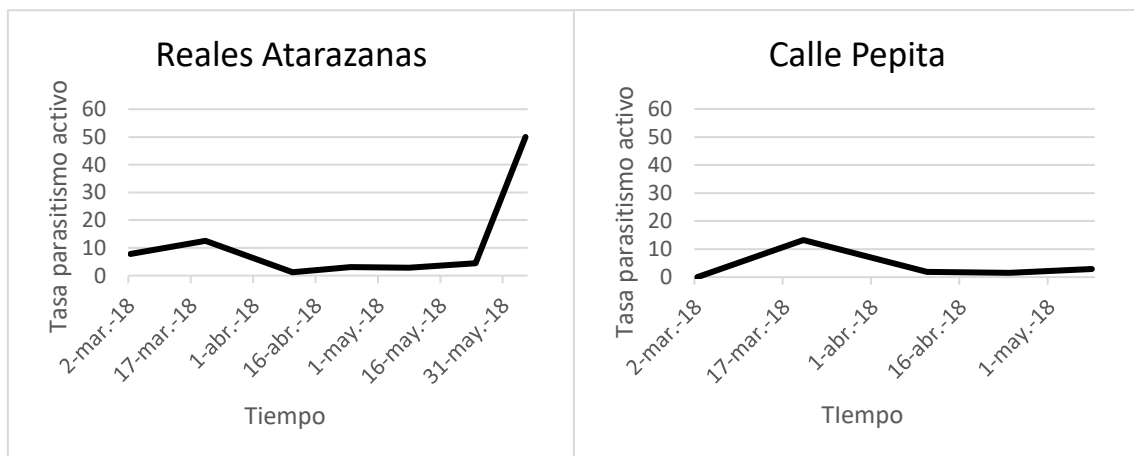


Figura 23. Tasa de parasitismo activo a lo largo del tiempo en los jardines de acompañamiento viario Reales Atarazanas y Calle Pepita.

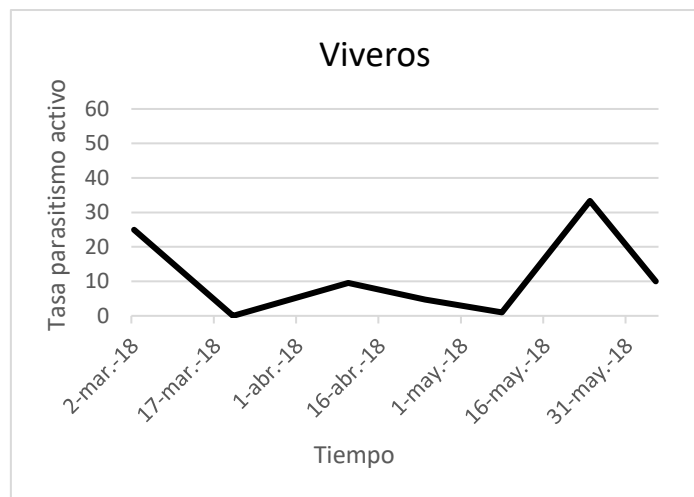


Figura 24. Tasa de parasitismo activo a lo largo del tiempo en el jardín histórico de Viveros.

Tabla 4. Media de la tasa de parasitismo activo para las diferentes zonas de estudio.

Zona	Número de muestras	Parasitismo activo
Pl. Xúquer	35	13,74±1,17
Alameda	35	15,52±1,42
Viveros	35	11,95±1,01
Reales Atarazanas	35	11,71±1,34
Calle Pepita	25	3,9±1,66

Se ha llevado a cabo un ANOVA simple para averiguar si existen diferencias significativas entre los valores de parasitismo activo en las diferentes localizaciones. En este caso el p-valor es superior a 0,05, por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las zonas ($F=2.19$; g.l.=4; $p=0.0729$).

No existen relaciones estadísticamente significativas entre la cantidad de psila detectada en los brotes, el parasitismo y la cobertura vegetal, pero se pueden comentar algunos aspectos. Al llevar a cabo una relación entre la tasa de parasitismos activo y el nivel de psila, puede apreciarse una tendencia que muestra que a medida que disminuye la tasa de parasitismo activo el número de psila presente en los brotes aumenta ($p>0,05$; coeficiente de correlación= -0,65) (tablas 3 y 4). Sin embargo, existe una relación significativa entre el índice de Shannon de vegetación y la tasa de parasitismo activo, ya que a medida que aumenta este índice también lo hace el parasitismo ($p= 0,01$; coeficiente de correlación= 0,95) (figura 25).

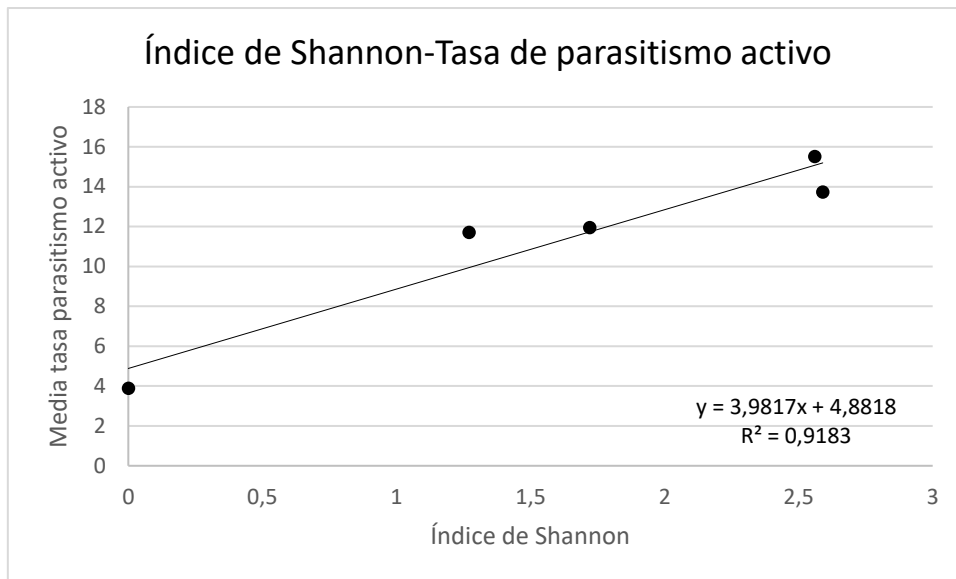


Figura 25. Regresión lineal entre el índice de Shannon de la vegetación y la media de la tasa de parasitismo activo de las diferentes localizaciones.

4.4. EVALUACIÓN DE ENEMIGOS NATURALES PRESENTES EN *F. microcarpa*

Con respecto al resto de artrópodos presentes en los brotes (tabla 5), predomina sobre todo la presencia de otras plagas, aunque también aparecen enemigos naturales como larvas de crisopa o *A. nemoralis*.

Los valores de máxima presencia de enemigos naturales se dan en Alameda y Viveros (jardín de barrio y jardín histórico). Algo similar ocurre si nos fijamos en los de artrópodos recogidos en los embudos de Berlese. La cantidad de enemigos naturales en los jardines de acompañamiento viario (Calle Pepita y Reales Atarazanas) es algo menor que la de los jardines de barrio (Plaça Xúquer y Alameda) y el jardín histórico (Viveros), ya que en los primeros encontramos tres órdenes de artrópodos diferentes frente a los cuatro o cinco del resto de los jardines. Además, la presencia de enemigos naturales como *A. nemoralis* y *P. mitratus*, principal depredador y parasitoide de la psila del ficus tienden a aparecer con mayor frecuencia en el jardín de barrio de Alameda (figura 26).

Tabla 5. Número total de veces que un artrópodo está presente en los brotes.

Zona	<i>Anthocoris nemoralis</i>	<i>Greenidia ficicola</i>	Chrysopidae	Lepidoptera	Cotonet
Pl. Xúquer	0	7	0	0	3
Alameda	4	22	2	12	10
Viveros	3	10	0	6	11
Reales Atarazanas	0	10	0	8	20
Calle Pepita	0	8	0	0	10

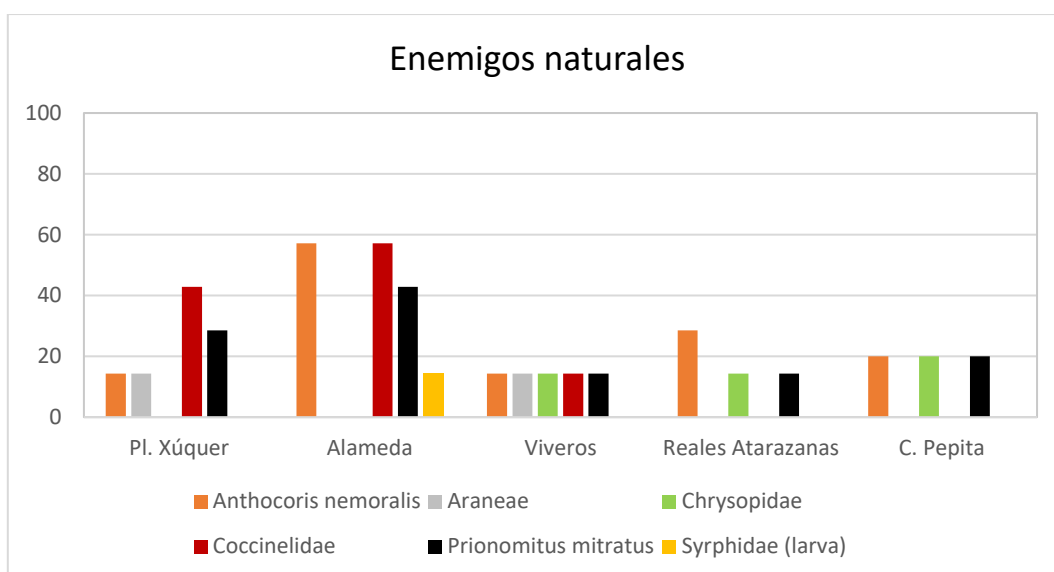


Figura 26. Frecuencia de aparición de los diferentes enemigos naturales entre el material vegetal depositado en los embudos de Berlese (valores acumulados).

4.6. CURVAS DE VUELO

Con los datos obtenidos a partir de las trampas amarillas se han podido establecer las curvas de vuelo de *J. microcarpae* y *Planococcus citri*.

El vuelo de *J. microcarpae* se inicia a mediados de mayo, llegando a su máximo durante la primera semana de junio a partir de la cual comienza a descender (figura 27).

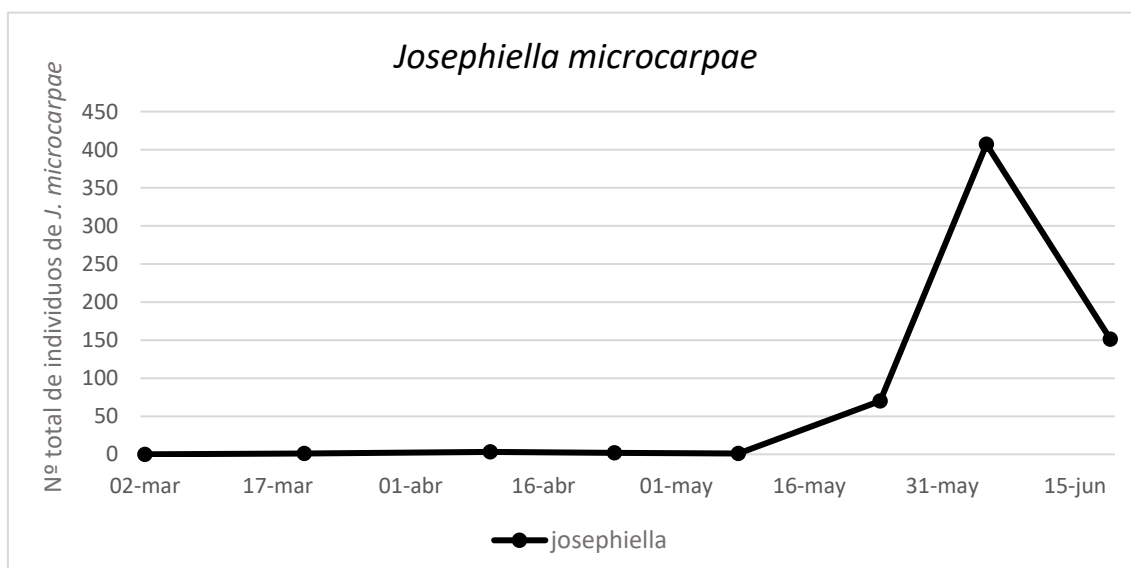


Figura 27. Curva de vuelo de *J. microcarpae* a lo largo del tiempo de estudio, teniendo en cuenta todas las localizaciones.

En la figura 28 se observa el vuelo de los machos de *P. citri* (capturados en trampas). En la figura se aprecia que los macho adultos aparecen a finales de mayo continuando su aumento como mínimo hasta el 19 de junio, último día de muestreo.

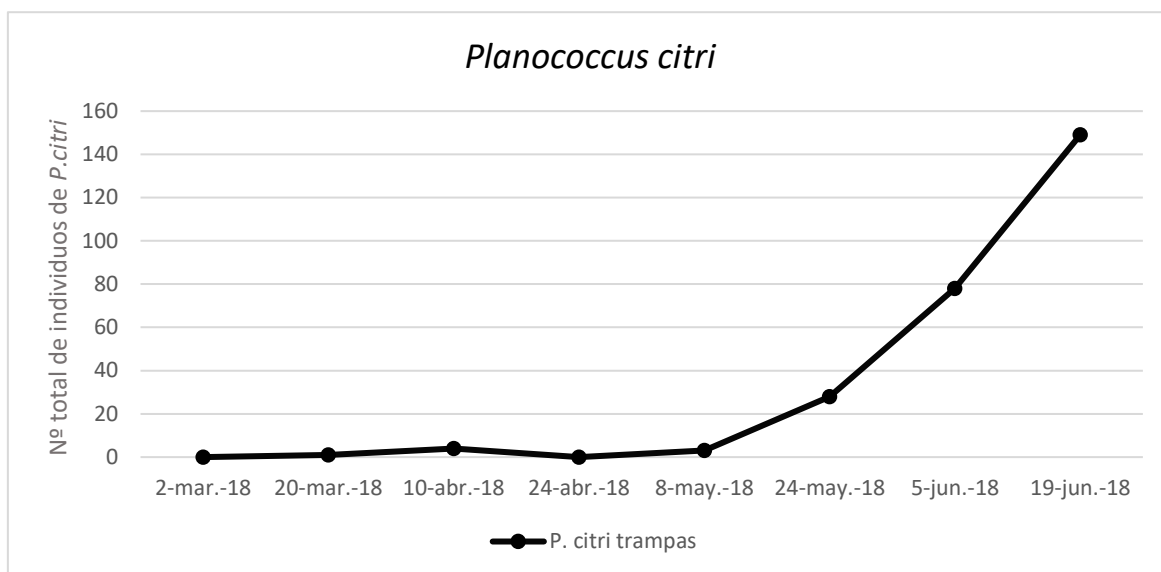


Figura 28. Adultos de *Planococcus citri* detectados en trampas amarillas lo largo del tiempo teniendo en cuenta todas las localizaciones.

4.7. COBERTURA

En la figura 29, se muestran los porcentajes de los diferentes tipos de coberturas en el radio de 25 metros alrededor del árbol problema en cada una de las localizaciones.

Los jardines de acompañamiento viario, Calle Pepita y Reales Atarazanas (anexo 2), destacan por presentar los porcentajes de cobertura de estructuras viarias más altos, con aproximadamente un 90%. Completan el 100% del área total con las copas del propio árbol de muestreo y el resto de ficus más cercanos. En las otras zonas predomina la cobertura de la copa de los árboles sobre el resto de las coberturas. El jardín histórico de Viveros (anexo 3) presenta el máximo de cobertura (aproximadamente el 72%). En una situación intermedia se encuentran los jardines de barrio (Alameda y Pl. Xúquer). En Plaça Xúquer (anexo 1) 54,2% de cobertura de vegetación sigue siendo el porcentaje más alto seguido por casi un 40% de cobertura de estructura viaria, siendo el jardín de barrio con el valor más alto de este tipo de cobertura. Por último, en Alameda (anexo 1), los diferentes porcentajes de cobertura están más igualados, destacando el 48% de cobertura de vegetación y el 29% de tierra vegetal.

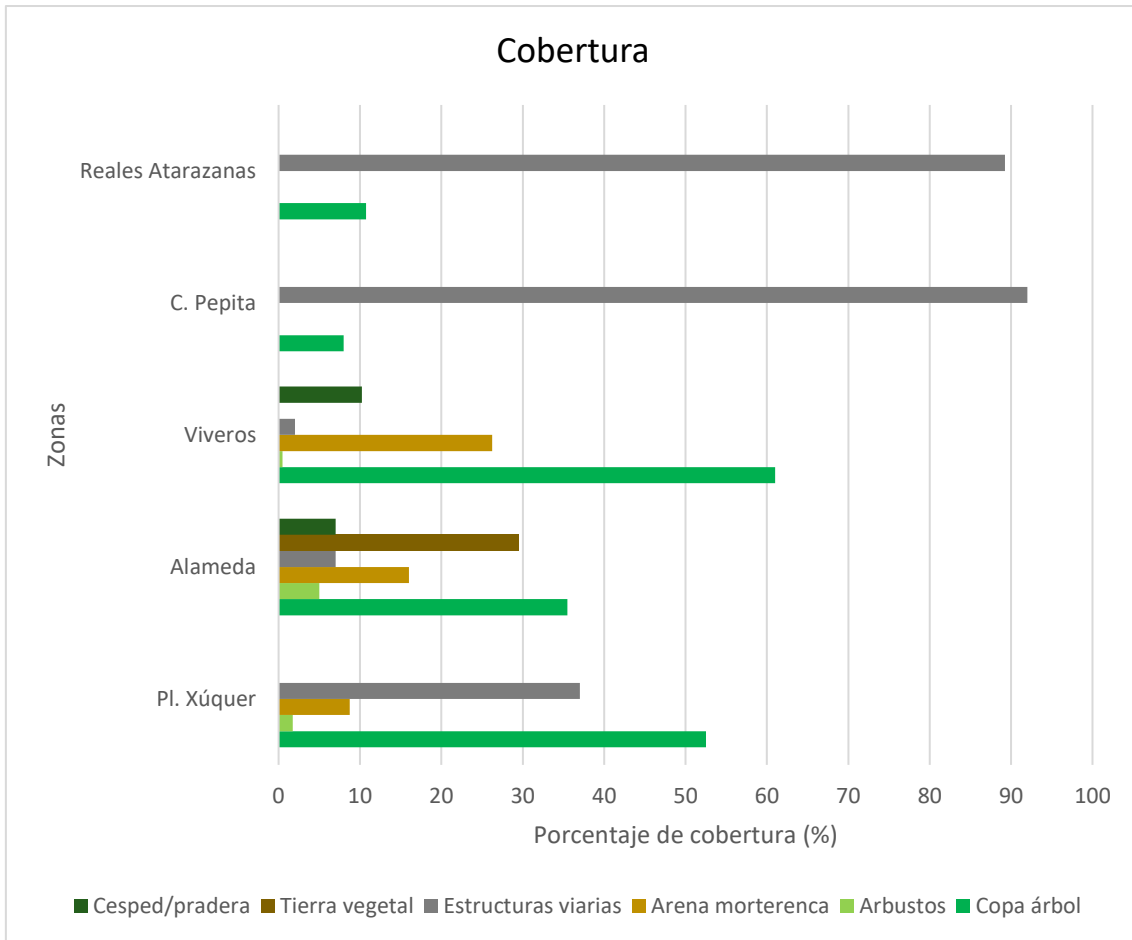


Figura 29. Porcentaje de cobertura (copas de árbol, arbustos, arena morterenga, estructuras viarias, tierra vegetal y césped o pradera) de las diferentes zonas de muestreo en un radio de 25 metros.

4.8. INVENTARIO DE ESPECIES DE PLANTAS Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON

En cada una de las zonas de estudio se han identificado todas las plantas presentes y se han contabilizado tal como se ha descrito en el apartado de material y métodos. Los resultados del inventario se muestran en la tabla 6. La mayor cantidad de especies de plantas distintas se han identificado en Pl. Xúquer seguida por Alameda y Viveros. Los jardines de acompañamiento viario son las zonas que menos especies diferentes presentan, quedando Calle Pepita en último lugar con solo una especie.

Tabla 6. Inventario de especies de plantas presentes en los diferentes jardines.

Pl. Xúquer		Alameda		Viveros		Reales Atarazanas		Calle Pepita	
Especie planta	Nº ⁽¹⁾	Especie planta	Nº	Especie planta	Nº	Especie planta	Nº	Especie planta	Nº
<i>Abelia X grandiflora</i>	18	<i>Acacia dealbata</i>	1	<i>Araucaria heterophylla</i>	1	<i>Cupressus sempervirens</i>	5	<i>Ficus microcarpa</i>	7
<i>Berberis aquifolium</i>	8	<i>Callistemon citrinus</i>	2	<i>Chamaerops humilis</i>	2	<i>Cycas revoluta</i>	4		
<i>Callistemon citrinus</i>	37	<i>Celtis australis</i>	14	<i>Cupressus sempervirens</i>	67	<i>Ficus microcarpa</i>	3		
<i>Cercis siliquastrum</i>	9	<i>Cupressus sempervirens</i>	6	<i>Dodonea viscosa purpurea</i>	3	<i>Hedera helix</i>	1		
<i>Cupressus sempervirens</i>	6	<i>Dodonea viscosa purpurea</i>	16	<i>Erythrina crista-galli</i>	1				
<i>Crassula multicava</i>	2	<i>Elaeagnus pungens</i>	3	<i>Euonymus japonicum</i>	2				
<i>Escallonia marcantha</i>	11	<i>Eucalyptus globulus</i>	2	<i>Ficus macrophylla</i>	1				
<i>Escallonia rubra</i>	37	<i>Ficus microcarpa</i>	2	<i>Ficus microcarpa</i>	1				
<i>Fatsia japonica</i>	42	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	5	<i>Hedera hélix</i>	1				
<i>Ficus microcarpa</i>	2	<i>Jasminum mesnyi</i>	1	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1				
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	23	<i>Jasminum officinale</i>	1	<i>Laurus nobilis</i>	2				
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1	<i>Laurus nobilis</i>	5	<i>Phoenix dactylifera</i>	1				
<i>Lagerstroemia indica</i>	2	<i>Phoenix dactylifera</i>	1	<i>Pinus halepensis</i>	1				
<i>Ligustrum japonicum</i>	3	<i>Pistacia lentiscus</i>	3	<i>Pittosporum tobira</i>	2				
<i>Melia azederach</i>	5	<i>Platanus hispanica</i>	7	<i>Quercus ilex</i>	1				
<i>Myrtus communis</i>	10	<i>Plumbago auriculata</i>	1	<i>Schinus molle</i>	5				
<i>Phoenix canariensis</i>	3	<i>Polygala myrtifolia</i>	5	<i>Washingtonia robusta</i>	16				
<i>Photinia serratifolia</i>	49	<i>Vivurnum tinus</i>	4	<i>Yucca elephantipes</i>	15				
<i>Platanus occidentalis</i>	4	<i>Washingtonia robusta</i>	1						
<i>Prunus cerasifera pissardii</i>	3								
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2								
<i>Tipuana tipu</i>	2								
<i>Lagunaria petersonia</i>	2								
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	49								

⁽¹⁾ Número de ejemplares de cada especie.

En la tabla 7, se muestran los valores del índice de Shannon para cada uno de los jardines en lo que a especies de plantas se refiere. Los valores más altos se obtuvieron en los dos jardines de barrio (Alameda y Pl. Xúquer) con un índice de Shannon que se acerca a 3, seguidos por el jardín histórico (Viveros) y el jardín de acompañamiento viario (Reales atarazanas) con valores cercanos a 2, y en último lugar Calle Pepita (acompañamiento viario) con un valor de 0 debido a que solo presenta una especie de planta, el *ficus*.

Tabla 7. Índice de Shannon para la biodiversidad de plantas en las diferentes localizaciones.

Zona	Tipología jardín	Índice de Shannon	Riqueza
Pl. Xúquer	JB ⁽¹⁾	2,59	10,63
Alameda	JB ⁽¹⁾	2,56	11,33
Viveros	JH ⁽²⁾	1,72	11,2
Reales Atarazanas	AV ⁽³⁾	1,27	8,8
Calle Pepita	AV ⁽³⁾	0	3,25

⁽¹⁾ Jardín de Barrio; ⁽²⁾ Jardín Histórico; ⁽³⁾ Acompañamiento Viario.

4.9. INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN LA PRESENCIA DE ARTRÓPODOS ALREDEDOR DEL FICUS

Se ha analizado la correlación lineal entre el índice de Shannon de vegetación de cada una de las zonas de estudio con la riqueza de artrópodos encontrada en las trampas amarillas de los ficus. Los resultados de la ANOVA indican que existe una relación directa significativa entre las dos variables ($F= 16,88$; g.l.= 4; $p=0,026$), siendo el índice de correlación de 0,92 (figura 30). Por tanto, cuando mayor es la diversidad de plantas, mayor es la riqueza de artrópodos de la zona.

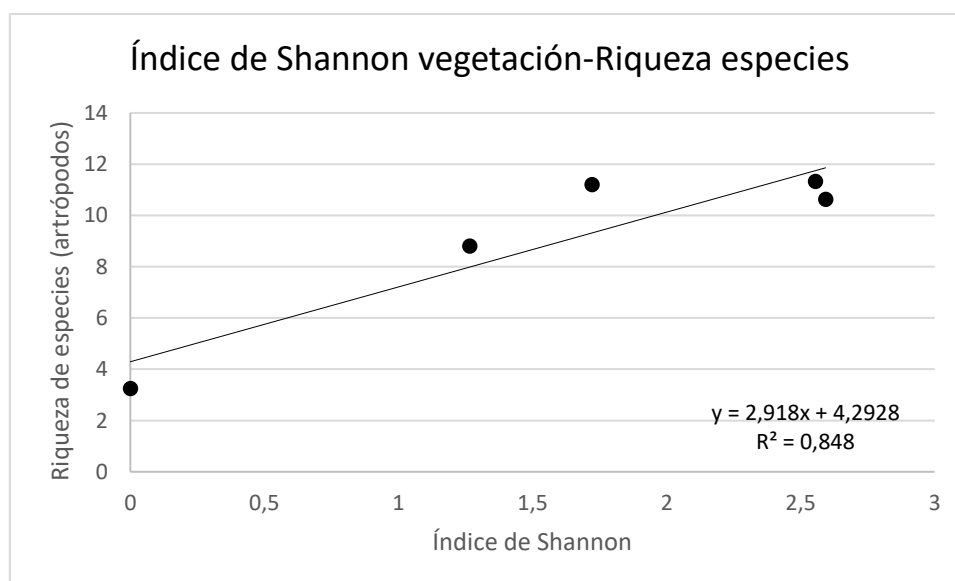


Figura 30. Regresión lineal entre el índice de Shannon de la vegetación y la riqueza de especies de artrópodos en las diferentes localizaciones.

De entre todos los artrópodos capturados en las trampas amarillas se han seleccionado dos superfamilias de parasitoides (Chalcidoidea e Ichneumonoidea) por ser las que albergan la mayoría de familias o géneros capturados que tienen algún tipo de relación como enemigos naturales de las plagas analizadas, como pueden ser los afelinidos o los afidiinos, por ejemplo. Lo mismo ocurre con los coccinélidos, que dentro de los depredadores son la familia que aparece de forma más recurrente. Por último, se engloban todos los depredadores (dentro de los depredadores se agrupan los propios coccinélidos, arañas, crisopas, otros neurópteros y cecidómidos).

En la tabla 8 se muestran las regresiones lineales simples que relacionan la abundancia de calcidoideos, icneumonoideos, coccinélidos y otros depredadores de las plantas circundantes con la abundancia de estos en el ficus para la localización de Pl. Xúquer, Alameda y Viveros.

Tabla 8. Resultado de los ANOVA y los índices de correlación entre las plantas de alrededor y el ficus para calcidoideos, icneumonoides, coccinélidos y depredadores en las tres localizaciones con vegetación circundante.

	Calcidoideos				Icneumonoideos			
	F ⁽¹⁾	g.l ⁽²⁾	p ⁽³⁾	r ⁽⁴⁾	F	g.l	p	r
Pl. Xúquer	16,54	6	0,007	0,86	40,14	6	0,0007	0,93
Alameda	3,95	5	0,104	0,66	0,04	5	0,86	-0,09
Viveros	26,51	3	0,0104	0,95	4,74	3	0,12	0,78
	Coccinélidos				Depredadores			
	F	g.l	p	r	F	g.l	p	r
Pl. Xúquer	1,02	6	0,35	0,38	0,78	6	0,41	-0,34
Alameda	0,21	5	0,67	-0,2	2,89	5	0,15	0,61
Viveros	5,6	3	0,099	0,81	1,45	3	0,32	0,57

⁽¹⁾ Razón-F; ⁽²⁾ grados de libertad; ⁽³⁾ p-valor; ⁽⁴⁾ coeficiente de correlación.

Se detectan correlaciones significativas en calcidoideos e icneumonoideos en Pl. Xúquer y en calcidoideos en el jardín de Viveros, pero no se detecta ninguna correlación significativa entre estos grupos de artrópodos en la zona de Alameda.

En las tablas 9, 10 y 11 se ha indicado el número medio de insectos por trampa capturados a lo largo de todo el muestreo para algunas de las especies de fauna útil que han sido abundantes y que son enemigos naturales de plagas clave presentes en las plantas.

Metaphycus es un género de parasitoides de la familia Encyrtidae que parasita principalmente cóccidos. Algunas de las especies más frecuentes son *Metaphycus helvolus* (Hymenoptera: Encyrtidae) (Compere, 1926) y *Metaphycus flavus* (Hymenoptera: Encyrtidae) (Howard, 1881), que parasitan sobre todo la caparreta negra *Saissetia oleae* (Hemiptera: Coccidae) (Oliver, 1791) (especie detectada esporádicamente en las muestras de ficus) y *Coccus pseudomagnoliarum* (Hemiptera: Coccidae) (Kuwana, 1914). Aunque estos parasitoides tienen

preferencia por estas especies también se han detectado parasitando otras especies de cóccidos. En algunas plantas de alrededor como *E. rubra*, *F. japónica* y *Z. aethiopica* destaca su abundancia, y en el caso de *F. japonica* se ha detectado plagas de cóccidos, pero no se identificó la especie.

Anagyrus es un género de parasitoides de la familia *Encyrtidae*. Dentro de este género cabe destacar la presencia de *Anagyrus pseudococci* (Hymenoptera: Encyrtidae) (Girault, 1915) que parasita a *P. citri*, aunque es muy polífago. La presencia de este parasitoide está del todo justificada, ya que el cotonet era muy abundante en los brotes del propio ficus, compitiendo de forma recurrente con la psila.

Aphelinus es un género de parasitoides de la familia Aphelinidae que parasitan diferentes especies de pulgón. Individuos del género *Aphelinus* aparecían en grandes cantidades en las trampas amarillas.

Aphidiinae es una subfamilia perteneciente a la familia Braconidae que alberga importantes parasitoides de pulgón, como por ejemplo, *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae) (Cresson, 1880), parasitoide muy presente en las zonas de muestreo que parasita pulgones como *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) Glover, 1877 y *Toxoptera aurantii* (Hemiptera: Aphididea) Boyer de Foncolombe, 1841 entre otros. En Pl. Xúquer y Alameda destaca la gran abundancia de *Aphelinus* y Aphidiinos encontrados en *Hibiscus* coincidiendo con la elevada presencia de pulgones y también en *Abelia/Myrtus*.

En general, en todas las zonas, el número de individuos de *P. mitratus* capturados en las trampas amarillas es superior en el ficus que en las plantas de alrededor.

Tabla 9. Número medio de insectos por trampa contabilizados en las plantas y ficus de Pl. Xúquer.

Especie planta	Nº medio de insectos por trampa				
	<i>Prionomitus</i>	<i>Metaphycus</i>	<i>Anagyrus</i>	<i>Aphelinus</i>	Aphidiinae
<i>A. X grandiflora/ M. communis</i>	0,67	4	0,67	46	15
<i>C. citrinus</i>	1	9	1	23,33	10
<i>E. rubra</i>	0,2	14,4	1	6,4	1,4
<i>F. japonica</i>	0,2	10,6	0	2,4	11,6
<i>F. microcarpa</i>	2	1	0	0,13	1
<i>H. rosa-sinensis</i>	0,2	3,2	0	40,2	17,8
<i>P. serratifolia</i>	0	1,71	0,43	5,57	18,14
<i>Z. aethiopica</i>	0	27,5	1,5	11,5	6

Tabla 10. Número medio de insectos por trampa contabilizados en las plantas y ficus de Alameda.

Especie planta	N° medio de insectos por trampa				
	<i>Prionomitus</i>	<i>Metaphycus</i>	<i>Anagyrus</i>	<i>Aphelinus</i>	Aphidiinae
<i>C. citrinus</i>	0	3,5	2	2	1
<i>D. viscosa purpurea</i>	0	5,25	0	4,75	2
<i>E. pungens</i>	0	0	0	2	0
<i>F. microcarpa</i>	1,43	1,28	1,57	0,71	0
<i>H. rosa-sinensis</i>	0,6	2,2	1,6	34,6	22,4
<i>L. nobilis</i>	0,2	0,6	0	1,8	0,2
<i>P. auriculata</i>	0	0	0	1	1
<i>P. myrtifolia</i>	0	1,57	0	8,86	6

Tabla 11. Número medio de insectos por trampa contabilizados en las plantas y ficus de Viveros.

Especie planta	N° medio de insectos por trampa				
	<i>Prionomitus</i>	<i>Metaphycus</i>	<i>Anagyrus</i>	<i>Aphelinus</i>	Aphidiinae
<i>C. humilis</i>	0	0	0	0	1
<i>C. sempervirens</i>	0,13	1,88	0,38	1,25	0,13
<i>D. viscosa purpurea</i>	0	7,5	0	3,25	1,5
<i>E. japonicum</i>	0,13	2,13	1,13	1,88	0,5
<i>F. microcarpa</i>	0,8	1,8	0	0	0
<i>L. nobilis</i>	0	23,75	2,5	1,5	1,5
<i>P. tobira</i>	0	12	0,33	7	4,67

5. DISCUSIÓN

A la hora de crear áreas verdes urbanas resulta interesante introducir la mayor variedad de especies de plantas posible para crear un mayor número de reservorios de fauna distintos. Es conocido que una mayor presencia y diversidad de vegetación se correlaciona de forma positiva con el aumento de la biodiversidad de fauna en general, y de artrópodos en particular (Welti *et al.*, 2017). Esto se ve corroborado en nuestros resultados, donde se muestra que a medida que aumenta el índice de Shannon de plantas en las zonas de muestreo también lo hace la riqueza de especies de artrópodos. Este índice tiene valores de referencia comprendidos entre 0 y 5 en ecosistemas naturales, considerándose 1 baja diversidad y 5 alta diversidad (Moreno, 2001).

En dos de las cinco zonas estudiadas la biodiversidad de plantas está entre los valores 2 y 3 (los jardines de barrio Pl. Xúquer y Alameda), y en las otras tres zonas está por debajo de 2. Si comparamos estos resultados con los datos de otros estudios realizados en el País Vasco, en los cuales plantearon como objetivo medioambiental alcanzar valores del índice de Shannon de al menos 1,5 en la creación de nuevos jardines (Plan de indicadores de Vitoria, 2010). De acuerdo con nuestros resultados, el índice de Shannon en algunas de las zonas estudiadas está por encima de este valor (3 de 5 de los jardines tienen un índice de Shannon superior a 1,5), lo que nos indica una elevada diversidad y distribución de las especies de plantas en los jardines. En contraste, las zonas de acompañamiento viario tienen un índice de Shannon inferior a 1,5, destacando Calle Pepita con un valor de 0, puesto que la única especie de planta presente en esta zona es *F. microcarpa*.

Al estar directamente relacionada la biodiversidad vegetal con la riqueza de artrópodos, se barajaba la posibilidad de que, al haber un mayor número de especies de artrópodos, la cantidad de enemigos naturales también sería mayor, lo que resultaría en una menor cantidad de especies plaga en aquellas zonas que presentan un mayor índice de Shannon de vegetación o, en general, un mayor número de plantas a su alrededor. Los resultados obtenidos muestran que hay una mayor diversidad de enemigos naturales en los jardines con mayor índice de Shannon de vegetación.

La psila del ficus *M. gladiata* es fácil de reconocer por los restos filamentosos blanquecinos de aspecto algodonoso que deja en los brotes del ficus. Estos restos pueden permanecer en el árbol después de que la plaga haya muerto, lo que puede originar que, en ocasiones, a la hora de determinar *in situ* el porcentaje de ocupación de esta plaga en el ficus, lo que observamos en el árbol sean restos de psila que permanecen en él y no desaparecen a no ser que el árbol sea podado. Tal vez por este motivo los resultados obtenidos sobre el número total de psilas vivas contabilizadas en los brotes, no coinciden exactamente con los resultados sobre la presencia

media de psila en el ficus de cada zona de muestreo. Dado que los resultados no coinciden, es posible que se haya cometido dicho error y se hayan contabilizado brotes secos afectados por psila del año anterior que no contienen psilas vivas. Una medida cultural puede ser eliminar estos restos secos mediante poda, ya que mejorarían el aspecto estético de los árboles, y daría una visión más adecuada del nivel de plaga del árbol.

El análisis ANOVA muestra diferencias significativas entre Calle Pepita y el resto de las zonas, con una media de psila de 37,5. Esto se corresponde con los valores totales de psila contabilizadas, donde también Calle Pepita presenta el valor más alto. Esta diferencia significativa con el resto de los jardines puede deberse a que es el jardín con menor diversidad de todos, ya que solo hay ficus alrededor. También es la zona que menos riqueza de artrópodos presenta en general, y además es la zona con mayor cobertura urbana y menor cobertura vegetal, y la que se encuentra en un espacio más cerrado. Además, Calle Pepita es la zona con la tasa media de parasitismo activo más baja con solo 4 psilas parasitadas, frente al resto de zonas que, como mínimo, presentan una media de 12. La cobertura vegetal supone un microclima más beneficioso para el árbol, que favorece su salud y lo hace menos vulnerable al ataque de plagas. Se ha demostrado que los factores abióticos, como la temperatura, afectan de forma directa en la mayor presencia de plagas en la vegetación, siendo este impacto mayor que el que ocasionan los factores bióticos en la presencia de plagas (Dale y Frank, 2014).

Otro de los factores que puede estar relacionado con un mayor o menor número de ataques de plagas como la psila en los árboles es el tamaño del ficus, tanto su altura como el tamaño de la copa. Se ha llevado a cabo un análisis de la correlación entre el diámetro de la copa y la cantidad de psila recogida en los embudos de Berlese, y se ha observado que existe una correlación negativa entre estos dos factores, lo que nos indica que la afección de la plaga disminuye a medida que aumenta el diámetro de la copa del ficus.

Se ha llevado a cabo un segundo análisis de correlación, en este caso entre la altura del árbol y la cantidad de psila recogida en los embudos de Berlese, y de nuevo se observa una correlación negativa entre estos dos factores. En un estudio llevado a cabo en Valencia por Laborda *et al.*, 2015, sugieren también que la altura de los árboles está inversamente relacionada con la abundancia de plaga.

Tras analizar los datos obtenidos al hacer la media de todas las zonas de muestreo sobre la media de psilas contabilizadas por brote, obtuvimos la evolución de la plaga a lo largo del tiempo. El muestreo comenzó en marzo con uno de los valores de psila más altos, que permanece más o menos estable con una primera bajada a finales de abril y una recuperación a principios de mayo y, de nuevo, un descenso a finales de mayo que se mantiene hasta el último día de muestreo a mediados de junio. Algo similar ocurre según Laborda *et al.*, 2015, donde

muestra como la población de psila tiene su máximo a inicios de marzo y disminuye a partir de mayo continuando una población baja al menos hasta finales de junio. En otro estudio en la ciudad de Valencia, el pico de población más alto se da en septiembre y el segundo en marzo, donde nuevamente a partir de mayo comienza a bajar (Rodrigo et al., 2016).

Tras haber llevado a cabo la curva de vuelo de *J. microcarpae*, se observó que comienza en mayo y alcanza su máximo en junio. Estos resultados se ven apoyados por la información aportada sobre la emergencia de *J. microcarpae* por Mifsud et al., 2012, en la isla de Malta, en la que se observaron dos picos de emergencia, uno de mayo/junio y otro en octubre, coincidiendo el primer pico con nuestra curva de vuelo. Comparando con otro trabajo realizado en València Rodrigo et al. (2017), el pico que se detecta en el mes de junio sucede antes que el detectado en el trabajo mencionado.

La curva de vuelo de *P. citri*, sigue una tendencia similar a la que se muestra en el libro de García-Marí (2012) para árboles de cítricos, donde aparecen estudios realizados en varios años, con poblaciones bajas de enero a abril y un incremento acusado en mayo y junio. Dicha tendencia, coincide con el aumento que comienza a producirse a partir de mayo y hasta junio.

Al analizar nuestros resultados sobre el número medio de insectos contabilizados en las trampas amarillas, destaca que *P. mitratus*, parasitoide de la psila del ficus, es más abundante en las trampas colocadas en los ficus que en las trampas colocadas en el resto de las plantas, aunque ha sido capturado en la mayoría de las plantas que acompañan a los ficus. Que *P. mitratus* haya aparecido en las trampas amarillas colocadas en la vegetación cercana al ficus puede deberse a que *P. mitratus* no es un parasitoide específico de *M. gladiata* (Laborda et al., 2015) y parasita otras especies de psila (que han sido capturadas en las propias trampas amarillas). Es posible que estas otras especies de psila ayuden a mantener la presencia del parasitoide en la zona cuando la psila del ficus no está presente.

Metaphycus es un parasitoide de cóccidos o lecnídeos que aparece de forma abundante en algunas trampas, y aunque *C. floridensis* está presente en el ficus, este parasitoide no es el principal enemigo natural de *C. floridensis* (Argov et al., 1992). En cambio, es bastante abundante en plantas como *Fatsia japónica*, en la cual se observó que presentaban los cóccidos como plaga. Aunque no fue identificada, es posible que sean un hospedador habitual de dichos himenópteros.

Respecto a *Anagyrus*, parasitoide autóctono del cotonet, ha estado presente en las trampas amarillas de los ficus y también en otras de las plantas acompañantes. Los afidiinos y el afelínido *Aphelinus* spp., son parasitoides de los pulgones. Sin embargo, el pulgón más abundante de los ficus (*Greenediella ficcicola*), no presenta parasitoides (Salas et al., 2011). Por tanto, estos enemigos naturales se encuentran parasitando otras especies de pulgones presentes en las

plantas de alrededor, como puede ser el *Hibiscus*, que destacaba por ser una de las plantas circundantes con mayor presencia de esta plaga.

6. CONCLUSIONES

De los resultados expuestos durante esta memoria, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Se ha realizado un estudio de las plagas y enemigos naturales presentes en los ejemplares de *F. microcarpa* en tres tipos diferentes de áreas verdes urbanas. Las plagas encontradas han sido: *C. floridensis*, *C. dictyospermi*, *I. seychellarum*, *M. gladiata*, *P. minei*, *G. ficorum*, *J. microcarpae* y *G. ficicola*. *M. gladiata*, *J. microcarpae*, y *P. minei* estuvieron presentes en todos los jardines. La abundancia de las plagas ha sido diferente en los distintos tipos de área verde.
2. *J. microcarpae* es una especie detectada recientemente en España y que, como se deduce del presente trabajo, está en expansión en los ficus de la ciudad. Análogamente, *P. minei* es otra plaga que en estos momentos está produciendo daños importantes en cultivos agrícolas.
3. Respecto de la psila del ficus, se ha encontrado una correlación negativa entre la abundancia de plaga, el tamaño de copa y la altura del árbol, siendo los árboles de mayor porte los menos atacados por el insecto.
4. Al correlacionar la riqueza de artrópodos y enemigos naturales con la riqueza de plantas alrededor de los ficus, se ha encontrado una correlación positiva entre las variables, es decir, a mayor diversidad vegetal, mayor riqueza de artrópodos y de fauna útil. En relación con ello, el área urbana que presentaba mayor nivel de psila y menor parasitismo por *P. mitratus* fue la que presentaba menor cobertura vegetal. Por tanto, consideramos que la presencia de vegetación alrededor de los ficus crea un microclima favorable al árbol, que permite que su estado fitosanitario sea mejor, y lo haga menos vulnerable a las plagas, a la vez que permite una mayor abundancia de fauna útil.
5. Mediante el uso de trampas amarillas hemos analizado la fauna útil presente en los ficus y en la vegetación de alrededor. Se han encontrado algunos enemigos naturales que coincidían en los dos tipos de trampas. Por tanto, esto significa que la vegetación alrededor de los árboles puede actuar como reservorio de fauna útil, y producirse movimiento de enemigos naturales entre las plantas, ejerciendo una labor beneficiosa sobre todos ellos, ya que contribuyen al control biológico de las plagas que sean comunes a todas las plantas.
6. En el caso del parasitoide *P. mitratus*, se ha capturado en las trampas amarillas situadas en plantas diferentes a los ficus, donde también se detectó la presencia de otras especies de psila. En función de estos resultados, en el diseño de los jardines se debería estudiar

la composición de las plantas de forma que se eligieran aquellas que permitieran mejor control biológico de las plagas, como se realiza en los cultivos agrícolas.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGÈNCIA D'ECOLOGIA URBANA DE BARCELONA. (2010) Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz. www.vitoria-gasteiz.org (Consultado el 21 de junio de 2018).

ARGOV, Y.; SCHNEIDER, B.; ROSEN, D. 1992 Parasitism of Florida wax scale, *Ceroplastes floridensis* Comstock, on citrus in Israel. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 55: 21-31.

BURCKHARDT, D.; OUVARD, D. (2012) A revised classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa*, 3509: 1-34.

DALE, A.; FRANK, S. (2014) Urban warming trumps natural enemy regulation of herbivorous pests. *Ecological Applications*, 24(7): 1596-1607.

GARCÍA-MARÍ, F. (2012) Plagas de los cítricos. Gestión integrada en países de clima mediterráneo. *Editorial Phytoma*, 556 pp.

HODKINSON, I.D. (1974) The biology of Psylloidea (Homoptera): a review. *Bulletin of Entomological Research*, 64: 325-338.

HODKINSON, I.D. (1999) Biocontrol of eucalyptus psyllid *Ctenarytaina eucalypti* by the Australian parasitoid *Psyllaephagus pilosus*: a review of current programmes and their success. *Biocontrol News and Information*, 20(4): 129-134.

HOLLIS, D.; BROOMFIELD, P.S. (1989) Ficus-feeding psyllids (Homoptera), with special reference to the Homotomidae. *Bulletin of the British Museum Natural History (Entomology)*, 58: 131-183.

JANZEN, D.H. (1979) How to be a fig. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 10:13-51.

JIMÉNEZ-ALAGARDA, C.; GALAN-BLESA J.; GARCÍA-PARRA, I.; LÁZARO, M.; LABORDA, R.; SÁNCHEZ-DOMINGO, A.; BERTOMEU, A.; XAMANÍ, P.; RODRIGO, E. (2014) Comparación del ciclo biológico de diferentes especies de psilas presentes en árboles ornamentales de la ciudad de València. En XVI CONGRESO NACIONAL DE ARBORICULTURA. *Editorial Universitat Politècnica de València*, 176-179.

KABASHIMA, J.N.; PAINE, T.D.; DAANE, K.M.; S.H. DREISTADT, S.H. (2014) Psyllids. Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. *Agriculture and natural resources. Pest Notes*. www.ipm.ucanr.edu (Consultado el 2 de agosto de 2018).

KNAPP, S.; KÜHN, I.; MOSBRUGGER, V.; KLOTZ, S. (2008) Do protected areas in urban and rural landscapes differ in species diversity? *Biodiversity and Conservation*, 17: 1595-1612.

LABORDA, R.; GALÁN-BLESA, J.; SÁNCHEZ-DOMINGO, A.; XAMANÍ, P.; ESTRUCH, V.D.; SELFA, J.; GUERRIERI, E.; RODRIGO, E. (2015) Preliminary study on the biology, natural enemies and

chemical control of the invasive *Macrohomotoma gladiata* (Kuwayama) on urban *Ficus microcarpa* L. trees in Valencia (SE Spain). *Urban Forestry and Urban Greening*, 14(1): 123-128.

MAAS, J.; VAN DILLEN, S.; VERHEIJ, R.; GROENEWEGEN, P. (2009) Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health & Place*, 15(2): 586-595.

MIFSUD, D.; FALZON, A.; MALUMPHY, C.; DE LILLO, E.; VOVLAS, N.; PORCELLI, F. (2012) On some arthropods associated with *Ficus* species (Moraceae) in the Maltese Islands. *Bulletin of the Entomological Society of Malta*, 5: 5-34.

MIFSUD, D.; PORCELLI, F. (2012) The psyllid *Macrohomotoma gladiata* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psylloidea: Homotomidae): a *Ficus* pest recently introduced in the EPPO region. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 42: 161-164.

MORENO, C. (2001) Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis SEA, vol. 1*, 86 pp.

PLA, L. (2006) Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8): 583-590.

PEDATA, P.A.; BURCKHARDT, D.; MANCINI, D. (2012) Severe infestations of the jumping plant-lice *Macrohomotoma gladiata*, a new species for Italy in urban *Ficus* plantations. *Bulletin of Insectology*, 65: 95-98.

REYES, S.; FIGUEROA, I.M. (2010) Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE (Santiago)*, 36(109): 89-110.

RODRIGO, E.; GARCÍA-PARRA, I.; SÁNCHEZ-DOMINGO, A.; BERTOMEU, S.; XAMANI, P.; LABORDA, R. (2016). Fenología y abundancia de cinco especies de psilas (Hemiptera, Psylloidea) en espacios verdes urbanos de la ciudad de Valencia (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 59: 181-186.

RODRIGO, E.; LABORDA, R.; SÁNCHEZ-DOMINGO, A.; GONZÁLEZ-REY, S.; BERTOMEU, S.; XAMANI, P.; HERNÁNDEZ-SUÁREZ, E. (2017) Primer registro de *Josephiella microcarpa* Beardsley & Rasplus, 2001 (Hymenoptera, Agaonidae) en *Ficus microcarpa* L. en España peninsular. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 60: 390-392.

SALAS, M.; JONES, R.; PEÑA, A.; MARTÍNEZ, O.; SALAZAR, E. (2011) Population dynamics of two species of *Greenidea* (Hemiptera: Aphididae) and their natural enemies on *Psidium guajava* (Myrtaceae) and *Ficus benjamina* (Moraceae) in Central Mexico. *The Florida Entomologist*, 94(1): 97-105.

SÁNCHEZ, I. (2012) Primeras citas de *Macrohomotoma gladiata* (Hemiptera: Psylloidea: Homotomidae) en Andalucía (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 50: 533-534.

SÁNCHEZ, J.M. (2016) *Ficus microcarpa*. www.arbolesornamentales.es (Consultado el 6 de agosto de 2018).

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. (1994) The mathematical theory of communication. *Urbana, IL: University of Illinois Press*.

SORENSEN, M.; BARZETTI, V.; KEIPI, K.; WILLIAMS, J. (1998) Manejo de las áreas verdes urbanas. *Documento de buenas prácticas*, Nº ENV-109.

SOUTHWOOD, T.; HENDERSON, P. (2000) Ecological Methods 3rd edition. *Wiley-Blackwell*, 592 pp.

STARR, F.; STARR, K.; LOOPE, L. (2003) *Ficus microcarpa*. *United States Geological Survey*. www.usgs.gov (Consultado el 25 de julio de 2018).

TAYLOR, K.L. (1997) A new Australian species of *Ctenarytaina* Ferris and Klyver (Hemiptera: Psyllidae: Spondylaspidinae) established in three other countries. *Australian Journal of Entomology*, 36 :113-115.

WELTI, E.; HELZER, C.; JOERN, A. (2017) Impacts of plant diversity on arthropod communities and plant-herbivore network architecture. *Ecosphere*, 8(10): 1-14.

YANG, C.T. (1984) Psyllidae of Taiwan. *Taiwan Museum Special Publication*, 3: 1-305.

8. ANEXOS



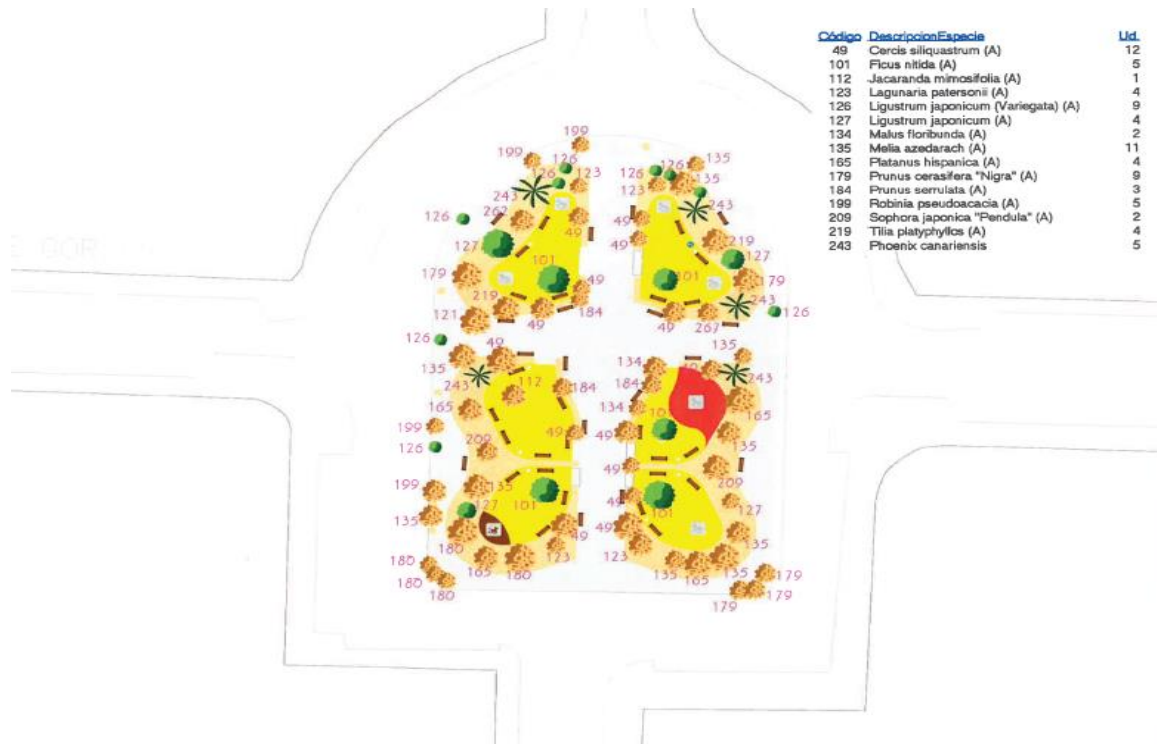
Anexo 1. A la izquierda radio de Plaça Xúquer y a la derecha Paseo de la Alameda.



Anexo 2. A la izquierda radio de Calle Pepita y a la derecha Reales Atarazanas.



Anexo 3. Radio de Jardín de Viveros.



Código	Descripción	Especie	Ud.
49	Cercis siliquastrum	(A)	12
101	Ficus nitida	(A)	5
112	Jacaranda mimosaefolia	(A)	1
123	Lagunaria palersonii	(A)	4
126	Ligustrum japonicum	(Variegata) (A)	9
127	Ligustrum japonicum	(A)	4
134	Malus floribunda	(A)	2
135	Melia azedarach	(A)	11
165	Platanus hispanica	(A)	4
179	Prunus oerasterifera	"Nigra" (A)	9
184	Prunus serrulata	(A)	3
199	Robinia pseudacacia	(A)	5
209	Sophora japonica	"Fendula" (A)	2
219	Tilia platyphyllos	(A)	4
243	Phoenix canariensis		5

XÚQUER PL. | 1301



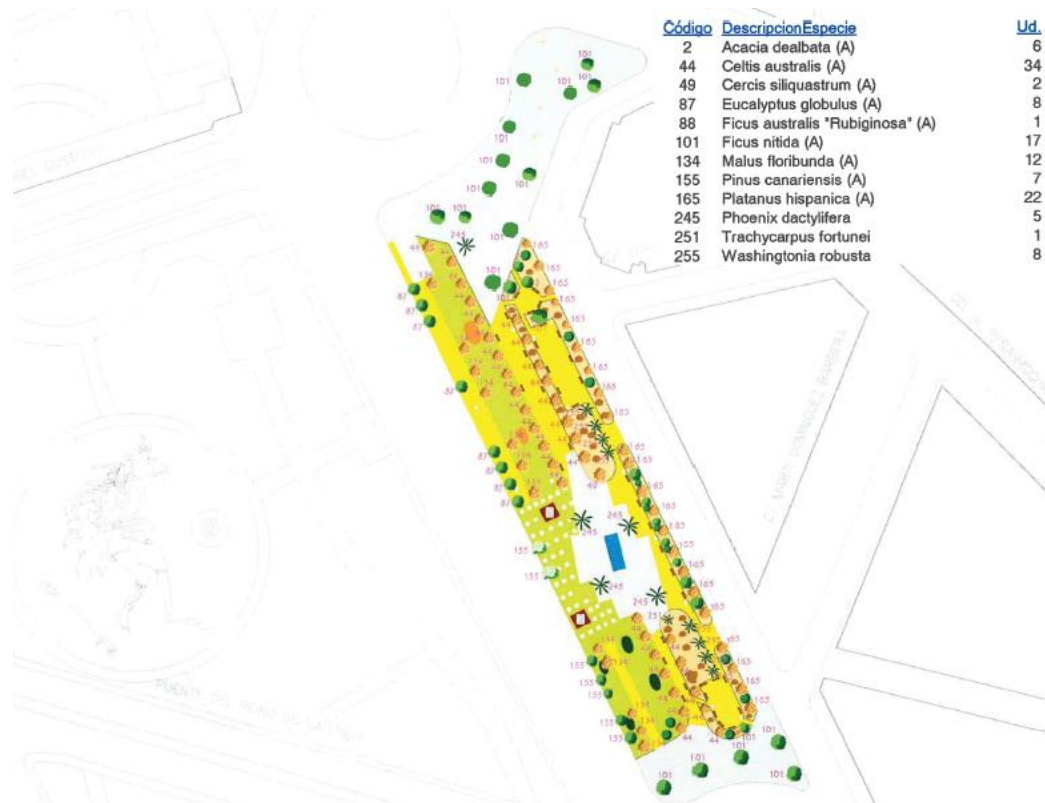
- Tierra de Cultivo
- Césped / Pradera
- Tapizantes
- Flor de Temporada
- Rocallá
- Grava
- Foso Arena
- Fuente / Estanque
- Pavimento Duro
- Pavimento Blando
- Pavimento Seguridad
- CONSTRUCCION
- Zona Deportiva
- Zona Perros
- Zona Aromaticas
- Zona Artistiva
- Otros
- Arbusto
- Figura Recorte Gran Volumen
- Figura de Recorte

- Arbol Ejemplar
- Arbol Horta Perenne
- Arbol Horta Caduca
- CITRICOS
- PALMACEAS
- PINACEAS
- CONIFERAS
- Seto
- Banco
- Papelera
- Fuente Bebedero
- Valla / Cerramiento
- Zona Juegos Infantiles
- Zona Deportiva
- Pip-can
- Macetero
- Monumento
- Macet. Colgante (Sifus)
- Pergola



ESPECIES VEGETALES

Anexo 4. Mapa distribución de Plaça Xúquer.



AJUNTAMENT DE VALÈNCIA
Delegación de Parques y Jardines

- Tierra de Cultivo
- Césped / Pradera
- Tapizantes
- Flor de Temporada
- Rocalla
- Grava
- Foso Arena
- Fuente / Estanque
- Pavimento Duro
- Pavimento Blando
- Pavimento Seguridad
- CONSTRUCCION
- Zona Deportiva
- Zona Perros
- Zona Aromaticas
- Zona Arbustiva
- Otros
- Arbusto
- Figura Recorte Gran Volumen
- Figura de Recorte

- Arbol Ejemplar
- Arbol Hoja Perenne
- Arbol Hoja Caduca
- CITRICOS
- PALMACEAS
- PINACEAS
- CONIFERAS
- Seto
- Banco
- Papelera
- Fuente Bebedero
- Valla / Cerramiento
- Zona Juegos Infantiles
- Zona Deportiva
- Pipt-can
- Macetero
- Monumento
- Macet. Colgante (Sifus)
- Pergola

FCC

Anexo 5. Mapa distribución del Paseo de la Alameda.



Anexo 6. Mapa distribución Tribunal de las Aguas (Reales Atarazanas). Se muestra enmarcada en rojo el área de la zona de muestreo.