

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y
DEL MEDIO NATURAL (ETSIAMN)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA



**La biodiversidad como una herramienta en la gestión integrada de las
plagas de *Quercus ilex* L. en áreas verdes urbanas de la ciudad de
Valencia**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Máster en Ingeniería de Montes

Autor: Daniel Perea Carot

Tutor: M^{re} Eugènia Rodrigo Santamalia

Cotutor: Rafael Laborda Cenjor

Director experimental: Pilar Xamaní Monserrat

Septiembre 2018, Valencia



RESUMEN

La biodiversidad como una herramienta en la gestión integrada de las plagas de *Quercus ilex* L. en áreas verdes urbanas de la ciudad de Valencia

Autor: Daniel Perea Carot

Tutor: M^a Eugènia Rodrigo Santamalia

Cotutor: Rafael Laborda Cenjor

Director experimental: Pilar Xamaní Monserrat

Septiembre 2018, Valencia

Quercus ilex L. (encinas o carrascas) son árboles típicos mediterráneos que se encuentran habitualmente plantados en las áreas verdes urbanas de las ciudades. La estructura de la zona verde y la diversidad de especies vegetales que rodean a los árboles deben influir en la abundancia de artrópodos presentes en ellos, como son las especies plaga y sus enemigos naturales. Con el objetivo de analizar esta influencia se han elegido seis zonas en la ciudad de Valencia de tres categorías diferentes: jardines de acompañamiento viario, jardines de barrio y jardines históricos.

En las seis zonas de estudio se seleccionó una zona de 25 metros de diámetro alrededor de un ejemplar de *Q. ilex*, teniendo en cuenta que siempre en esta área hubiera dos ejemplares más como mínimo de la especie. En esta área, se realizaron inventarios botánicos durante la primavera para permitir la identificación de especies, al ser época de floración. Además, se midió el porcentaje de cobertura de cada una ellas y además el porcentaje de cobertura de otros usos del suelo (suelo impermeable, morterenga, infraestructuras de tránsito...).

Para evaluar la biodiversidad de artrópodos, se realizaron muestreos y conteos desde febrero a junio de 2018 en tres encinas de cada zona de estudio. Además, también se utilizaron trampas multiembudo y trampas amarillas pegajosas para conocer presencia y abundancia de insectos que no podían ser contabilizados mediante el muestreo de material vegetal de los árboles. En cada fecha de muestreo se cortaba una rama al azar de cada árbol, que se trasladaba al laboratorio donde se analizaban todos los artrópodos presentes en las hojas y ramas.

Los resultados obtenidos mostraron que sí se establecía una relación entre la riqueza de artrópodos, la riqueza de enemigos naturales y la cobertura. Así, cuanto mayor era la cobertura la riqueza de artrópodos y de enemigos naturales aumentaba. Además, se encontraron mayores problemas de plaga en zonas donde la cobertura era menor, aunque no en todos los casos. La calle Alboraiá presentó graves problemas de daños por *Kermes vermilio* y algunos individuos de *Syananthedon codeti*, los cuales indican que el arbolado se encontraba debilitado o con afecciones que lo volvían más vulnerable frente a las plagas. La principal hipótesis desarrollada se centra en que la cobertura favorece distintos factores abióticos (retención de humedad, temperatura e insolación) y bióticos (diversidad de especies) los cuales afectan al estado de salud del árbol y por tanto, a su resistencia y resiliencia contra las plagas.

Palabras clave: *Quercus ilex*, áreas verdes urbanas, biodiversidad, estructuras verdes, plagas, control biológico.

ABSTRACT

Biodiversity as a tool in the integrated pest management of *Quercus ilex* L. in urban green areas of Valencia city

Autor: Daniel Perea Carot

Tutor: M^a Eugènia Rodrigo Santamalia

Cotutor: Rafael Laborda Cenjor

Director experimental: Pilar Xamaní Monserrat

Septiembre 2018, Valencia

Quercus ilex L. (evergreen oaks or holm oaks) are typical Mediterranean trees which are usually planted in the urban green spaces of the cities. The structure of the green zone and the diversity of plant species that surround the trees should influence the abundance of arthropods present in them, such as the pest species and their natural enemies are. In order to analyze this influence, six zones have been chosen in Valencia City from three different categories: road support gardens, neighbourhood gardens and historic gardens.

In the six study zones, an area of 25 meters in diameter was selected around a specimen of *Q. ilex*, bearing in mind that in this area there would always be at least two more specimens of the specie. In this area, botanical inventories were carried out during the spring to allow the identification of species, as it is the time of flowering. In addition, the percentage of coverage of each of them was measured, as well as the percentage of coverage of other land uses (impermeable soil, compacted sand, traffic infrastructures...).

To evaluate the arthropod biodiversity, samplings and counts were carried out from February to June 2018 in three oaks of each study area. In addition, multi-funnel traps and sticky yellow traps were also used to know the presence and abundance of insects that could not be accounted for by sampling plant material from the trees. At each sampling date, a branch was cut at random from each tree, which was transferred to the laboratory where all the arthropods present in the leaves and branches were analysed.

The obtained results showed that a relationship was established between the richness of arthropods, the richness of natural enemies and the coverage. Thus, as the coverage was greatest, the affluence of arthropods and natural enemies were bigger. In addition, mainly pest problems were found in areas where coverage was lower, although not in all of the cases. Alboraiá Street presented serious problems on damage by *Kermes vermilio* and some individuals of *Syananthedon codeti*, which indicate that the trees were weakened or with conditions that made them more vulnerable to pests. The main hypothesis developed focuses on the fact that the coverage encourages different abiotic factors (moisture retention, temperature and insolation) and biotic (diversity of species) which affect the state of health of the tree and therefore, its resistance and resilience against the pests.

Keywords: *Quercus ilex*, urban green areas, biodiversity, green structures, pests, biological control.

Agradecimientos

A Eugenia, por haberme enseñado tanto en estos años, haber tenido tanta dedicación y haberme podido permitir disfrutar de lo que es realmente tener vocación por una disciplina.

A Pilar, por haber estado siempre presente, ayudándome en todo lo que he necesitado y más.

A todo el departamento de Ecosistemas Agroforestales de la UPV. Me han permitido sentir formar parte de un gran equipo y he aprendido mucho de cada uno de ellos.

Índice

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 | Plagas de las encinas | 1 |
| 1.2 | Biodiversidad vegetal y control de plagas..... | 2 |
| 2 | OBJETIVOS | 4 |
| 3 | MATERIAL Y MÉTODOS | 5 |
| 3.1 | Zonas de muestreo: clasificación y selección..... | 5 |
| 3.2 | Estudio de la vegetación | 7 |
| 3.2.1 | Inventario florístico y caracterización del jardín..... | 7 |
| 3.2.2 | Índices de biodiversidad..... | 9 |
| 3.3 | Estudio de la entomofauna | 9 |
| 3.3.1 | Procedimiento de toma de muestras..... | 9 |
| 3.3.2 | Procesamiento de las muestras | 10 |
| 3.3.3 | Embudos de Berlese | 12 |
| 3.3.4 | Trampas amarillas pegajosas | 13 |
| 3.3.5 | Trampas de interceptación CROSSTRAP® | 13 |
| 3.4 | Análisis estadístico de los resultados | 14 |
| 4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 15 |
| 4.1 | Estudio de la vegetación | 15 |
| 4.2 | Estudio de la entomofauna | 16 |
| 4.2.1 | Abundancia y evolución de las principales plagas y enemigos naturales en las diferentes áreas de estudio..... | 16 |
| 4.2.2 | Trampas amarillas y comparación de la riqueza de especies e índices de biodiversidad entre las diferentes zonas de estudio | 26 |
| 4.2.3 | Relación entre cobertura del área verde – riqueza de especies..... | 27 |
| 4.2.4 | Resultados de las capturas con las trampas CROSSTRAP® | 29 |
| 5 | CONCLUSIONES | 32 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA..... | 34 |
| 7 | ANEXOS | 37 |

Índice de figuras y tablas

| | |
|---|----|
| Figura 1. Situación de las seis áreas verdes urbanas incluidas en el estudio (marcadas con círculo amarillo)..... | 5 |
| Figura 2. Áreas verdes incluidas en el estudio. A, jardín de acompañamiento viario, calle Alboraiia; B, jardín de acompañamiento viario, avenida de Aragón; C, jardín de especial protección, jardines del Real; D, jardín de especial protección, jardín del Antiguo Hospital; E, jardín de barrio, calle Nicasio Benlloch; F, jardín de barrio, plaza Badajoz | 6 |
| Figura 3. Jardín de barrio ubicado en la Plaza Badajoz, indicando el área de estudio, con el límite marcado en amarillo y radio de 12,5 m. | 7 |
| Figura 4. Trazado del radio de la parcela con cinta métrica y medición de coberturas en área verde de la plaza Badajoz (Valencia) | 8 |
| Figura 5. Señalización de árboles con cinta para su muestreo | 10 |
| Figura 6. Herramienta de digitalización de imágenes (arriba izquierda), binocular utilizado en la observación de muestras vegetales (abajo izquierda) y binocular con cámara integrada utilizados para la identificación (derecha). | 11 |
| Figura 7. Embudos de Berlese del laboratorio de protección de cultivos de la ETSIAMN | 12 |
| Figura 8. Trampas modelo CROSSTRAP® colgadas en las encinas de la calle Alboraiia. | 14 |
| Figura 9. Número de artrópodos clasificados por orden y por área verde..... | 16 |
| Figura 10. Ciclo biológico de <i>K. vermilio</i> | 18 |
| Figura 11. Estadios de desarrollo de <i>K. vermilio</i> . A, larva móvil N1; B, macho N2; C, hembra N2; D, macho prepupa; E, macho pupa; F, hembra N3; G, hembra adulta; H, macho adulto. Imagen H de Martín & Ibarra (2001)..... | 19 |
| Figura 12. Encírtido parasitoide de <i>K. vermilio</i> emergido de una hembra adulta. | 20 |
| Figura 13. Ciclo biológico de <i>Oligonychus</i> spp. Porcentaje de cada estadio de desarrollo por fecha de muestreo. | 21 |
| Figura 14. A, huevos eclosionados; B huevos sin eclosionar; C, estado de desarrollo adulto de un ácaro tetraníquido. | 21 |
| Figura 15. A, colonia de <i>H. picta</i> sobre rama de <i>Q. ilex</i> ; B, adulto de <i>H. picta</i> ; C, adulto de <i>T. suberi</i> | 22 |
| Figura 16. Evolución del porcentaje de infestación de <i>H. picta</i> en <i>Q. ilex</i> de las distintas áreas verdes urbanas estudiadas..... | 22 |
| Figura 17. A, hojas afectadas por agallas sobre árbol; B, <i>D. lichtensteinii</i> saliendo de la cavidad que contiene la agalla; C, vista ventral de <i>D. lichtensteinii</i> | 23 |
| Figura 18. Evolución del número de cinípidos de la especie <i>P. quercusilicis</i> | 24 |
| Figura 19. Evolución del número de cecidómidos de la especie <i>D. lichtensteinii</i> | 24 |
| Figura 20. Evolución del número de míridos..... | 25 |
| Figura 21. Valores de alfa-diversidad de la entomofauna encontrada tanto en <i>Q. ilex</i> como en la vegetación auxiliar para las diferentes áreas verdes estudiadas. | 27 |
| Figura 22. Regresión lineal entre riqueza de especies de artrópodos en <i>Q. ilex</i> y porcentaje de cobertura acumulada de las distintas áreas verdes..... | 28 |
| Figura 23. Regresión lineal entre riqueza de especies de fauna útil en <i>Q. ilex</i> y porcentaje de cobertura acumulada de las distintas áreas verdes..... | 28 |
| Figura 24. Sintomatología presentada por encinas afectadas por termitas, jardín de especial protección de la calle Hospital | 30 |
| Figura 25. <i>S. codeti</i> capturado en las trampas CROSSTRAP® en la calle Alboraiia. | 30 |

Figura 26. Parcelas trazadas en los distintos jardines, en orden de arriba a abajo, calle Alboraiia, Av. Aragón, jardines del Real, jardín del Antiguo Hospital, calle Nicasio Benlloch y Plaza Badajoz. 38

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ubicación, coordenadas UTM y tipología de las seis zonas de estudio | 7 |
| Tabla 2. Escala de abundancia-dominancia, adaptada de Braun-Blanquet (1932). | 8 |
| Tabla 3. Escala del nivel de infestación por áfidos. | 12 |
| Tabla 4. Porcentaje de la cobertura acumulada y porcentaje de área sin vegetación en cada zona de estudio | 15 |
| Tabla 5. Valores de alfa-diversidad por área verde. | 15 |
| Tabla 6. Artrópodos capturados en cada una de las metodologías de muestreo. | 16 |
| Tabla 7. Número de individuos de las principales plagas encontradas en las muestras vegetales de Q. ilex (K. vermilio, ácaros tetraníquidos y T. suberi) y número de hojas afectadas por agallas de cecidómidos de las distintas áreas verdes urbanas | 17 |
| Tabla 8. Porcentaje de infestación medio de H. picta por zona a lo largo de todo el estudio y media de las seis áreas..... | 17 |
| Tabla 9. Análisis ANOVA para número de individuos de K. vermilio en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95% (e.e. = error estándar). Las diferentes letras diferencias significativas ($p < 0,05$) según test LSD (Least Significant Difference). | 17 |
| Tabla 10. Análisis ANOVA para número de Oligonychus spp. en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95%. Las diferentes letras diferencias significativas ($p < 0,05$) según test LSD (Least Significant Difference). | 20 |
| Tabla 11. Análisis ANOVA para porcentaje de infestación de H. picta en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95%. Las diferentes letras diferencias significativas ($p < 0,05$) según test LSD (Least Significant Difference). | 21 |
| Tabla 12. Análisis ANOVA para porcentaje de hojas afectadas por agalla de D. lichtensteinii en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95%. Las diferentes letras diferencias significativas ($p < 0,05$) según test LSD (Least Significant Difference). | 23 |
| Tabla 13. Artrópodos capturados en embudos de Berlese por cada zona de muestreo..... | 23 |
| Tabla 14. Especies vegetales en las que se colocaron las trampas amarillas para el estudio de la entomofauna de la vegetación auxiliar..... | 26 |
| Tabla 15. Artrópodos encontrados en las trampas amarillas de las diferentes áreas verdes diferenciando entre los que se encontraban en las encinas (Q. ilex) y la vegetación auxiliar. .. | 26 |
| Tabla 16. Riqueza media de especies de artrópodos en las diferentes especies vegetales y zonas de estudio. | 27 |
| Tabla 17. Valores obtenidos de las regresiones lineales entre los distintos grupos de fauna auxiliar comparando encinas con vegetación circundante..... | 29 |
| Tabla 18. Resultado de los inventarios vegetales. Leyenda en Tabla 2, escala de Braun-Blanquet. | 39 |

1 INTRODUCCIÓN

La ciudad de Valencia consta de numerosas áreas verdes distribuidas a lo largo de toda su área metropolitana. Sin embargo, la relación entre habitantes por m² de área verde urbana es de 5,3 m² por habitante (AJUNTAMENT DE VALÈNCIA, 2016), estando muy lejos de los 10 a 15 m² que aconseja la Organización Mundial de la Salud (WHO REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, 2016). Es por ello que se convierte en objetivo primordial el aumento de la superficie de las áreas verdes urbanas de la ciudad y la mejora del estado de las ya existentes.

Con este objetivo, se han de conocer qué problemas fitosanitarios poseen las áreas verdes de la ciudad y como se pueden abordar para solucionarlos o minimizar los daños que estos provocan. Determinando las plagas que atacan las áreas verdes se tendrá una mejor aproximación del problema.

Quercus ilex L. (encina) es uno de los árboles más representativos de la zona mediterránea y autóctono por excelencia. En la ciudad de Valencia, sólo en la zona norte, hay plantados 470 ejemplares (FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, 2018), algunos de ellos centenarios, siendo un árbol especialmente apreciado por los ciudadanos

1.1 Plagas de las encinas

Principalmente, en la actualidad las principales plagas que atacan las encinas son la cochinilla *Kermes vermilio* Planchon (Hemiptera: Kermesidae), el díptero *Dryomyia lichtensteinii* F.LW. (Diptera: Cecidomyiidae), los áfidos (Hemiptera: Aphididae) *Thelexes suberi* Del Guercio y *Hoplocallis picta* Ferrari y los ácaros tetránquidos del género *Oligonychus* spp. Berlese (Acari: Tetranychidae) (Dajoz, 2001).

K. vermilio es un parásito conocido desde hace siglos ampliamente utilizado para la tinción de telas e incluso como colorante alimentario. Se trata de una cochinilla que empieza su ciclo biológico a principios y mediados de verano, dependiendo de las condiciones climáticas de ese año., emergiendo las larvas móviles, contadas por centenares, del interior de cada hembra ya fallecida. Una vez se produce la salida de las hembras las larvas se fijan a las hojas y ramas jóvenes para succionar la savia del interior hasta que llega el periodo invernal, durante el cual entran en estado de inactividad. Al comienzo de la primavera reanudan su actividad para evolucionar a estados de ninfa, presentando ya un gran dimorfismo sexual. Los machos pupan y van desarrollando ojos, tres pares de patas y finalmente, alas. Las hembras se fijan y van adquiriendo un tamaño mucho mayor que el de los machos, adquiriendo una forma casi totalmente esférica en estado adulto. El apareamiento se produce aproximadamente durante el mes de junio en el cual los macho aladas fecundan a las hembras para dar comienzo al ciclo (Bullington *et al.*, 1985; Martín & Ibarra, 2001; Pellizzari *et al.*, 2012).

Los cecidómidos de la especie *D. lichtensteinii* causan agallas en las hojas de las encinas. Las agallas son deformaciones de la hoja causadas provocadas por la acción de artrópodos, por ejemplo, al inocular la inoculación de huevos fecundados en los tejidos de la misma. Estas deformaciones causan el curvamiento de la hoja un aspecto muy llamativo que puede llevar a asociarse a una patología grave del árbol. No obstante, el ataque de este insecto por sí sólo no debería ocasionar deficiencias en la actividad vegetativa del árbol ni el desarrollo de sus

funciones fisiológicas. Sí que es cierto que esta afección de forma continuada a lo largo de los años y unido a otros factos ambientales como la sequía y bióticos como las plagas podría provocar daños que acabaran mermando el crecimiento del árbol o incluso matándolo (Nieves-Aldrey, 1998; Cobos *et al.*, 2011).

Las encinas son árboles con hospedadores áfidos muy específicos, encontrando principalmente cuatro especies: *H. picta*, *T. suberi* y en mucha menor abundancia *Myzocallis (Agrioaphis) komareki* Pasék, y *Lachnus roboris* L. (Melia *et al.*, 1993). En la ciudad de Valencia, en estudios recientes, se encontraron principalmente *H. picta* y *T. suberi* (Castro, 2016).

H. picta es un pulgón de color verde amarillento con una mancha en la parte dorsal del abdomen de color oscuro. Viven durante todo el año sobre la encina. La forma sexual aparece en otoño, tanto macho como hembras con capacidad para poner huevos. Las puestas se realizan en las axilas de las yemas. En primavera se produce la eclosión de los huevos y de ahí salen las hembras que producen algunas generaciones durante el periodo primaveral y estival. Es conocido que si las condiciones climáticas del otoño son suaves el áfido puede no detener su actividad y no pasar al estado letárgico. Este factor se ha de tener en cuenta ya que los daños se agravan si *H. picta* alarga el periodo de alimentación y reproducción. Estos áfidos, además, producen un efecto secundario bastante nocivo que es la producción de melaza. Este compuesto es rico en azúcares y muy pegajoso. Por lo que atrapa muchas partículas en suspensión que se encuentran en el aire, taponando los estomas y bloqueando la acción fotosintética y de transpiración de la hoja. Además, la melaza favorece la colonización de las hojas por parte de fumagina (*Capnodium* spp.) lo cual agrava más el problema aun si cabe, produciendo secas de ramas y defoliación (Melia *et al.*, 1993).

Oligonychus spp., al igual que otros géneros de la familia Tetranychidae son conocidos por ser hospedadores muy dañinos en otros hospedantes de los bosques mediterráneos (*Pinus* ssp.). En especies del género *Quercus* se han encontrado ejemplares de *Oligonychus* en distintos puntos de las áreas verdes de la ciudad de Valencia (Rivera, 2016). Estos ácaros fitófagos pueden producir secado de las hojas y ramas de los árboles debido a que se alimentan de la savia y los tejidos vasculares de la planta (Dreistadt, 2016).

1.2 Biodiversidad vegetal y control de plagas

Los árboles proporcionan servicios ecosistémicos que contrarrestan los efectos negativos de los hábitats urbanos en la salud humana y ambiental. Desafortunadamente, las plagas de artrópodos fitófagos a menudo son más abundantes en los árboles urbanos que en los rurales, lo que reduce el crecimiento de los árboles, la supervivencia y los servicios de los ecosistemas. Investigaciones previas en las que se redujo la complejidad de la vegetación han atribuido la elevada abundancia de plagas urbanas a la disminución de la regulación por parte de los enemigos naturales. Sin embargo, la reducción de la complejidad de la vegetación, en particular la densidad de los árboles de estratos, también hace que las ciudades sean más cálidas que los hábitats naturales. Es por ello, que tal como indican autores como Dale & Frank (2014) en el estudio que se realizó en Raleigh, Carolina del Norte, EE. UU, la cobertura de las áreas verdes influya sobre factores abióticos y bióticos, como la temperatura, la abundancia de plagas y la abundancia de enemigos naturales. En otras investigaciones (Carayon, 1961), se mostró la importancia de ciertos depredadores del orden Hemiptera por el control biológico que realizan

sobre poblaciones de distintas plagas y las fluctuaciones de sus poblaciones con respecto a diversos factores. Se concluyó que estos hemípteros están influenciados por las temperaturas y que los aumentos de temperatura no aumentan el ritmo de reproducción de ellos en la misma proporción que lo hacen sus presas. Es por ello que no existe una compensación de las poblaciones con el aumento de las temperaturas y son las plagas las que tienden a romper el equilibrio.

Otros estudios relacionaron la influencia que tienen las variaciones de temperatura y la disminución de la humedad en el suelo con las plagas forestales (Csóka, 1997). En ellos se demostró que existe una fuerte correlación entre el aumento de la sequía causada por la sobreexplotación de los recursos hídricos y el aumento de las temperaturas, a causa del calentamiento global. La sequía y las altas temperaturas aumentan los niveles de plagas puesto que algunas especies aceleran sus ciclos biológicos y pueden terminarlos en menor tiempo, y como consecuencia, completar un mayor número de generaciones al año, lo cual aumenta gravemente la incidencia de éstos sobre los árboles. Este estudio se realizó en los bosques de Hungría, donde las relaciones tróficas y fitosociológicas son mucho más abundantes que en un área verde urbana, por lo que, en éstas últimas, los efectos producidos por estos factores podrían ser más acusados.

Por último, los efectos que produce la ausencia o escasa cobertura vegetal han sido ampliamente estudiados y es sabido que tiene efectos sobre la biodiversidad y sobre las condiciones climáticas que se producen tanto a nivel macroclimático como microclimático (Hajabbasi *et al.*, 1997; Islam *et al.*, 2001). Estos efectos producen debilidad y disminución de la resistencia de las plantas, que sumados al aumento de las poblaciones de plagas, provocan que los daños ocasionados por estas sean más letales.

2 OBJETIVOS

La importancia de la presencia de áreas verdes urbanas en las ciudades viene dada, entre otras cosas, por la función de agente regulador de la temperatura, especialmente en el área mediterránea. En el actual contexto de cambio climático, la presencia de vegetación adquiere especial relevancia. Los árboles que se plantan en las ciudades incluyen ejemplares exóticos, pero también árboles propios de la zona mediterránea, que poseen las mismas especies de artrópodos que presentan en el medio forestal. El presente Trabajo Final de Máster se ha realizado en las áreas verdes de la ciudad de Valencia y sus objetivos han sido:

- Estudiar las plagas que afectan a las encinas de la ciudad de Valencia, estudiando su ciclo biológico y daños que provocan en los árboles.
- Hacer un análisis de cobertura vegetal en diferentes tipos de áreas verdes urbanas.
- Analizar la riqueza de especies y la biodiversidad vegetal y entomofaunística asociada a cada tipología de área verde de la ciudad de Valencia.
- Establecer posibles relaciones entre la diversidad vegetal y la diversidad de artrópodos en las áreas verdes urbanas.
- Proponer criterios o recomendaciones que permitan el buen estado fitosanitario de nuevas y ya existentes áreas verdes urbanas, a partir del manejo de la cobertura vegetal.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Zonas de muestreo: clasificación y selección

Las zonas de muestreo seleccionadas fueron áreas verdes urbanas localizadas en la ciudad de Valencia. Dado que la Universitat Politècnica de Valencia tiene establecido un convenio para realizar la gestión de plagas de las áreas verdes urbanas de la zona norte de la ciudad, el presente estudio se centró en la mitad norte de la ciudad, con la mayoría de áreas verdes estudiadas en esa zona a excepción del jardín del antiguo hospital, incluido en el estudio por albergar encinas de gran importancia.

Se eligieron tres tipos de áreas verdes urbanas según la clasificación de espacios verdes establecida en el pliego de prescripciones técnicas del Servicio de Jardinería del Ayuntamiento de Valencia (Delegación de Parques y Jardines, 2014). En la Figura 1 se muestra una ortofoto con la situación de las distintas áreas verdes incluidas en el estudio.

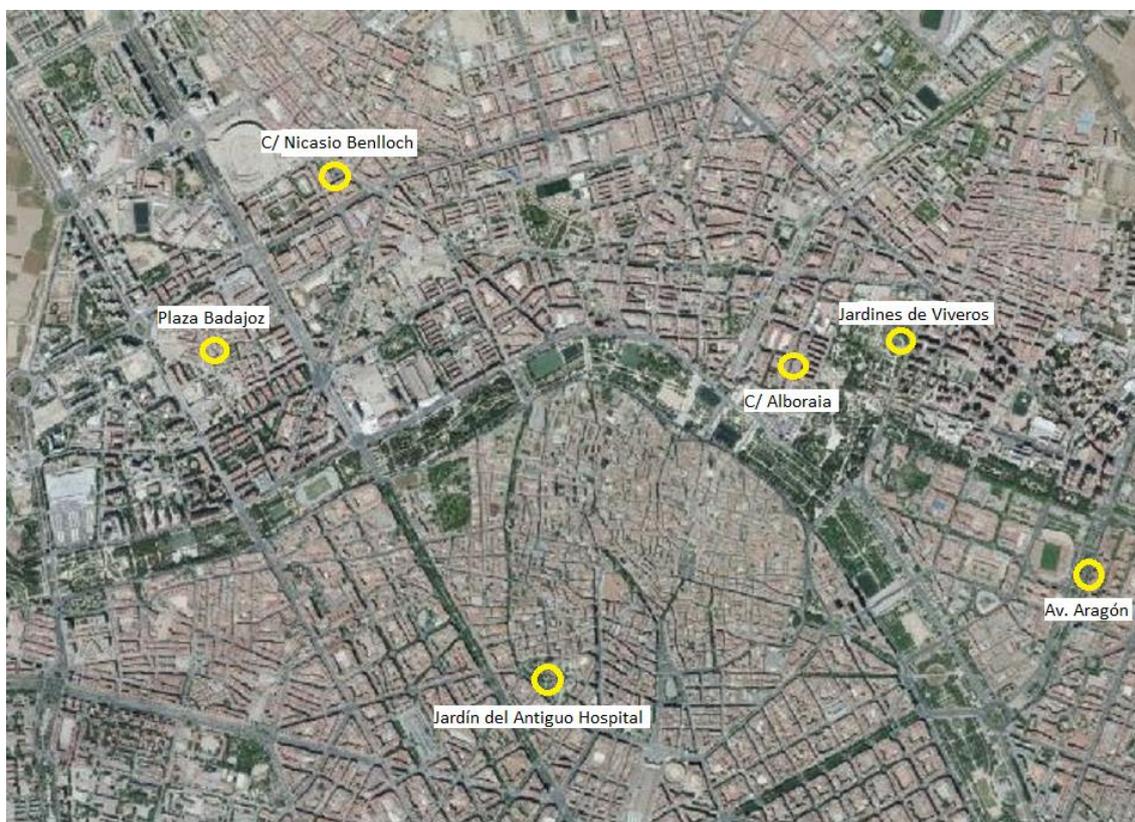


Figura 1. Situación de las seis áreas verdes urbanas incluidas en el estudio (marcadas con círculo amarillo)

El primer tipo son los jardines de acompañamiento viario, es decir, son básicamente árboles dispuestos en hileras, con una separación entre árboles preestablecida y con alcorque reducido. El segundo tipo es el jardín de barrio, el cual se caracteriza por tener una forma no longitudinal y estar enclavado en una manzana con alcorques y vegetación de diferentes especies. Por último, los jardines de especial protección, que son los más extensos y que cuentan con gran diversidad de especies. Son gestionados de forma especial, por el patrimonio cultural que contienen. En la Figura 2 se muestran imágenes de cada uno de los tipos de áreas verdes descritos ejemplificando gráficamente las tipologías seleccionadas.



Figura 2. Áreas verdes incluidas en el estudio. A, jardín de acompañamiento viario, calle Alboraja; B, jardín de acompañamiento viario, avenida de Aragón; C, jardín de especial protección, jardines del Real; D, jardín de especial protección, jardín del Antiguo Hospital; E, jardín de barrio, calle Nicasio Benlloch; F, jardín de barrio, plaza Badajoz

En la Tabla 1 se recogen las ubicaciones de las diferentes áreas verdes seleccionadas, así como el tipo al cual pertenecen. De cada tipo de jardín se seleccionaron dos ubicaciones, las cuales se muestran en dicha tabla.

Tabla 1. Ubicación, coordenadas UTM y tipología de las seis zonas de estudio

| Ubicación | Coordenadas UTM | Tipología de área verde |
|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|
| C/ Alboraiá | 39.481790, -0.370780 | Jardín de acompañamiento viario |
| C/ Aragón | 39.474287, -0.356252 | Jardín de acompañamiento viario |
| Jardines del Real | 39.482771, -0.365372 | Jardín de especial protección |
| Jardín del Antiguo Hospital | 39.470005, -0.381671 | Jardín de especial protección |
| C/ Nicasio Benlloch | 39.488823, -0.392088 | Jardín de barrio |
| Plaza Badajoz | 39.481622, -0.399375 | Jardín de barrio |

3.2 Estudio de la vegetación

3.2.1 Inventario florístico y caracterización del jardín

Para conocer el entorno que envuelve a los árboles objetivo, en este caso las encinas, se hace necesaria la caracterización del medio que los rodea. Para ello, se realizaron inventarios florísticos donde se reconocían todas las especies presentes dentro de un área delimitada por una parcela circular. El centro de esta parcela estaba marcado por una encina, alrededor de la cual se trazó un radio de 12,5 m (Figura 3). El área total de la parcela fue de 490,9 m². En esta área se identificaron y cuantificaron todas las especies vegetales. Las imágenes con las superficies evaluadas de cada jardín se adjuntan en el ANEXO.1.

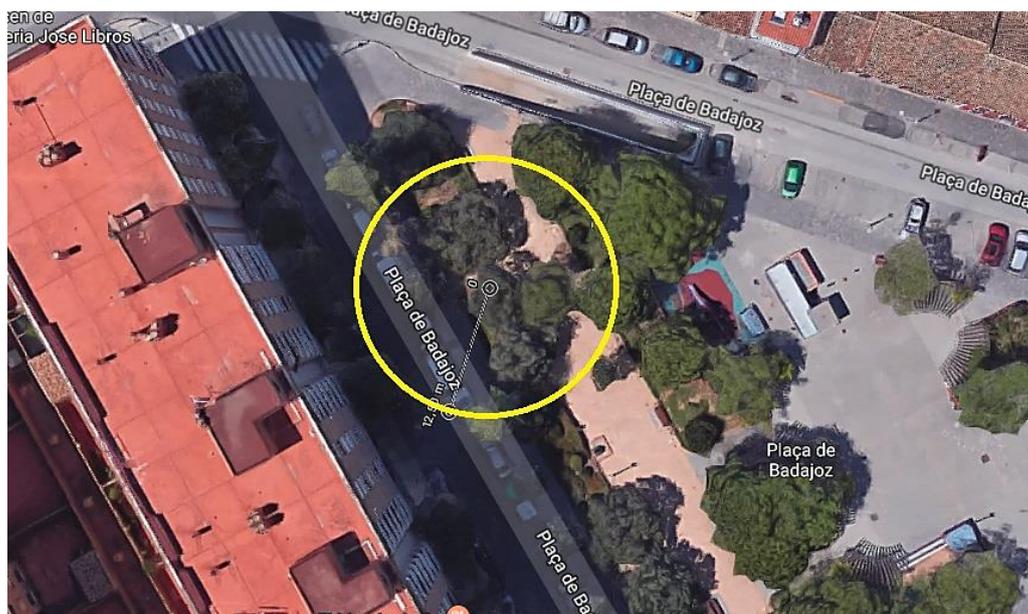


Figura 3. Jardín de barrio ubicado en la Plaza Badajoz, indicando el área de estudio, con el límite marcado en amarillo y radio de 12,5 m.

Los inventarios se realizaron estimando la cobertura vegetal, la cual es la proporción del terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. El método para estimar la cobertura vegetal fue el de estimación visual y asignación de clases o intervalos (Braun-Blanquet, 1932) (Figura 4). Este método relaciona los valores de una escala con porcentajes de cobertura vegetal. Los valores y rangos utilizados en este estudio se muestran en la Tabla 2.



Figura 4. Trazado del radio de la parcela con cinta métrica y medición de coberturas en área verde de la plaza Badajoz (Valencia)

Tabla 2. Escala de abundancia-dominancia, adaptada de Braun-Blanquet (1932).

| Descripción | Valor | Valor medio cobertura |
|---|-------|-----------------------|
| Un individuo, con cobertura pequeña | r | 0% |
| Varios individuos, con cobertura pequeña | + | 0,2% |
| Abundante, pero con un valor de cobertura bajo, o bien pocos individuos pero con un valor de cobertura mayor. | 1 | 2,5% |
| Cualquier número de individuos que cubran 5 – 25% del área | 2 | 7,5% |
| Cualquier número de individuos que cubran 25 – 50% del área | 3 | 37,5% |
| Cualquier número de individuos que cubran 50 – 75% del área | 4 | 62,5% |
| Cualquier número de individuos que cubran 75 – 100% del área | 5 | 82,5% |

Una vez asignados los diferentes valores a cada especie se calcula la proporción de cobertura vegetal que representaba cada especie respecto del total, utilizando la siguiente ecuación (Ellenberg & Mueller-Dombois, 1974):

$$\% \text{ Cobertura} = \frac{\text{Cobertura}_i}{\sum_{i=1}^S \text{Cobertura}_i}$$

Donde Cobertura_i es la cobertura de cada especie, i es cada una de las especies inventariadas y S es el número de especies.

Por otra parte, también se midió el porcentaje de terreno impermeable (pavimentos, aceras, etc.) con ayuda de herramientas basadas en Sistemas Información Geográfica (SIG). Concretamente con el visor cartográfico de la Generalitat Valenciana (Institut Cartogràfic

Valencià, 2018), el cual permitía dibujar un polígono sobre el terreno y calcular el área que éste encierra.

Para identificar la vegetación de cada zona de estudio, se visitaron las diferentes zonas en dos ocasiones, una en el mes de mayo y otra en junio, época en las que las plantas tenían flores y/o frutos que permitieron su identificación hasta el nivel de especie.

3.2.2 Índices de biodiversidad

Los índices de biodiversidad sirven para conocer la diversidad de especies y su abundancia. En este estudio se utilizó el índice de Shannon-Weaver, que se utiliza para el cálculo de la alfa-diversidad. La alfa-diversidad es la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta y se utiliza para relacionarla con otros factores, en nuestro caso con la entomofauna presente en cada área verde (Whittaker, 1960). Este índice es el más ampliamente empleado ya que considera tanto la riqueza de especies como su abundancia. Los valores utilizados en la fórmula de Shannon-Weaver siguen una escala logarítmica. Varía de cero (cuando hay solo una especie) hasta el logaritmo neperiano de S (siendo S el número total de especies).

La fórmula siguiente es la utilizada para el cálculo de la alfa-diversidad mediante el índice de Shannon-Weaver (1964).

$$\bar{H} = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

S= número de especies

p_i = proporción de especie i respecto del total de individuos

La fórmula original establece que p_i se calcula con el número de especies, pero también es posible utilizar el porcentaje de cobertura “%Cobertura”, simplemente hay que sustituir p_i por %Cobertura y de esta forma obtendremos la alfa-diversidad utilizando la cobertura.

La razón por la cual el estudio se centra en la alfa-diversidad es porque evalúa de manera intrínseca una zona específica. No es posible realizar el cálculo de la beta-diversidad y gamma-diversidad en este estudio, puesto que la primera sirve para evaluar las diferencias entre comunidades vegetales contiguas, y la segunda integra tanto la alfa como la beta-diversidad para estimar la variedad de especies en una amplia zona (Whittaker, 1960).

Por último, se calculó la riqueza de especies que es el sumatorio de las diferentes encontradas en un área.

3.3 Estudio de la entomofauna

3.3.1 Procedimiento de toma de muestras

Los muestreos se realizaron quincenalmente entre los meses de febrero y junio de 2018. Al tratarse de seis áreas verdes con tres puntos de muestreo cada una, el volumen de muestras se tuvo que repartir en dos muestreos. De esta forma el material vegetal no se deterioraba y se revisaba, asegurando que todos los artrópodos continuaran vivos a la hora de examinar las muestras. De cada una de las tres encinas de cada área verde se tomaba una muestra para

posteriormente examinarla en laboratorio. En la Figura 5 se muestra una de las encinas estudiadas con la señalización que permitía identificarla en cada muestreo.



Figura 5. Señalización de árboles con cinta para su muestreo

Cada muestra consistía de una o varias ramas cogidas al azar hasta completar un volumen aproximado de 20 L. Las muestras se cogían con pértiga o tijera de podar, dependiendo de la altura del árbol, y siempre desinfectando los elementos cortantes para evitar el traspaso de enfermedades entre árboles podados.

Las muestras se almacenaban en bolsas de plástico cerradas, identificándolas con la zona de estudio y fecha de muestreo para posteriormente ser trasladadas al laboratorio para conservarlas en refrigerador hasta su posterior examen.

3.3.2 Procesamiento de las muestras

Una vez en el laboratorio, las muestras eran examinadas y contadas sistemáticamente para garantizar la precisión del estudio. El método de análisis consistió en escoger cuatro ramillos de cada muestra y anotar todos los artrópodos observados en 15 cm. de ramillo y en 10 hojas elegidas al azar de cada uno de los cuatro ramillos. Por lo tanto, en cada muestra, se observaron cuatro ramillos (con una longitud total de 60 cm.) y 40 hojas escogidas al azar.

Los artrópodos se contaron e identificaron hasta el nivel de especie, siempre que fue posible. Aquellos insectos que no se podían determinar hasta el nivel de especie se codificaban como morfoespecie. Se considera morfoespecie a un insecto con características morfológicas distintas a otro y del cual se desconoce la especie, pero si alguna categoría taxonómica superior, como la familia. Para ayudar en esta identificación se tomaron fotografías de todos los artrópodos mediante el uso de binoculares con cámara integrada (Figura 6).



Figura 6. Herramienta de digitalización de imágenes (arriba izquierda), binocular utilizado en la observación de muestras vegetales (abajo izquierda) y binocular con cámara integrada utilizados para la identificación (derecha).

Según el tipo de plaga evaluada se realizaron distintos tipos de conteos. Para *Oligonychus* spp. y *K. vermilio* se contó el número de individuos y el estado de desarrollo en el que se encontraban. También, en *K. vermilio* se diferenciaron hembras y machos. En cuanto a las agallas producidas en hojas por cecidómidos de la especie *D. lichtensteinii* se contaron las hojas afectadas por este signo. Para los áfidos (Hemiptera: Aphididae) se estableció una escala logarítmica (Tabla 3) para facilitar su conteo y posterior tratamiento de los resultados. Para conocer el nivel de infestación por parte de los áfidos se trataron los datos obtenidos utilizando la fórmula de Townsend-Heuberger (1943).

$$\text{Townsend – Heuberger: \%infestación} = \frac{\sum(n \times v)}{V \times N} \times 100$$

n : número de unidades de muestreo de cada categoría

v : valor de cada categoría

N : número total de unidades de muestreo

V : valor de la categoría más alta

Tabla 3. Escala del nivel de infestación por áfidos.

| Número de áfidos | Valor en la escala |
|------------------|--------------------|
| 0 | 0 |
| 1-5 | 1 |
| 6-25 | 2 |
| >25 | 3 |

3.3.3 Embudos de Berlese

Una vez realizado el conteo de insectos sobre la muestra vegetal, se procedía a introducirla en embudos de Berlese (Figura 7), para efectuar un segundo conteo que asegurara que los artrópodos que no habían sido observados en la evaluación visual se detectaran en este muestreo. Los embudos de Berlese son un método para extraer artrópodos de muestras vegetales denominado dinámico o basado en el comportamiento de los artrópodos (Southwood & Henderson, 2000).



Figura 7. Embudos de Berlese del laboratorio de protección de cultivos de la ETSIAMN

El procedimiento seguido consistió en la colocación de las muestras en un embudo metálico, al cual se le colocaba un tamiz para evitar que el material vegetal cayera al recipiente recolector situado al final del embudo. La capacidad del embudo fue de 2.650 cm³. Dicho recipiente recolector es un bote de plástico con 20 ml de alcohol etílico al 70°, el cual recogía los artrópodos que eran atraídos por gravedad y por fototropismo positivo. Cada muestra se introdujo por separado en un embudo de Berlese durante un periodo de 4 a 5 días. Todas las muestras colocadas en embudos de Berlese se anotaban en el registro de embudos del laboratorio de protección de cultivos de la ETSIAMN. Mediante este registro y la asignación de un código se garantizaba la trazabilidad de la muestra. La identificación de los insectos capturados en los embudos se realizó con la misma metodología anteriormente detallada.

3.3.4 Trampas amarillas pegajosas

Para conocer la entomofauna auxiliar presente en las áreas verdes que se estudiaron, se colocaron trampas amarillas pegajosas en distintos puntos. En los jardines de barrio y en los jardines de especial protección se colocaron dos trampas en la encina que marcaba el centro de la parcela, y otras dos en la vegetación adyacente que tuviera una cobertura considerable. En las alineaciones se colocaron únicamente dos trampas amarillas en la encina del centro de la parcela, al carecer o apenas tener vegetación adyacente a los árboles.

Las trampas eran cambiadas quincenalmente en el primer caso (jardines de barrio y jardines de especial protección), y en el segundo caso (jardines de acompañamiento viario) se cambiaban mensualmente.

Una vez recogidas las trampas se llevaban al laboratorio para el conteo de todos los artrópodos presentes en ellas, llegando siempre hasta el nivel taxonómico de familia y al de especie siempre que fue posible.

A partir de los conteos realizados sobre las trampas amarillas se calculó la alfa-diversidad de cada área verde. La fórmula utilizada para el cálculo fue la de Shannon-Weaver (1964), citada anteriormente en la metodología para el estudio de la vegetación.

3.3.5 Trampas de interceptación CROSSTRAP®

Durante el transcurso del estudio, en abril de 2018, se observó una sintomatología que no habíamos observado con anterioridad y que consistió en ramas con galerías en su interior y la presencia de abundantes hilos de seda que cubrían por fuera buena parte de las ramas de las encinas de los jardines de acompañamiento viario de la calle Alboraiá y la calle Aragón, y en el jardín de protección especial de la calle Hospital.

Para tratar de descubrir los causantes de los daños, se decidió colocar cuatro trampas CROSSTRAP® en el jardín de acompañamiento viario de la calle Alboraiá (Figura 8). Se eligió esta zona dado que se trata de una con encinas de gran altura y menos tráfico de peatones que las otras dos zonas afectadas por esta sintomatología, lo cual disminuía el riesgo de que se vean afectadas por actos vandálicos o entorpezcan a los viandantes.

La trampa utilizada fue el modelo CROSSTRAP®. Esta consta de una tapa de polipropileno de 33 cm de diámetro con un colgador en el centro sujeto a esta con un muelle. Dos láminas de PVC reforzado ancladas en su parte superior a la tapa por medio de cuatro muelles. En la parte inferior del embudo se encuentra un colector húmedo, el cual puede albergar un líquido conservante para evitar que los artrópodos atrapados se descompongan.



Figura 8. Trampas modelo CROSSTRAP® colgadas en las encinas de la calle Alboráia.

Las trampas se colocaron en el mes de abril y se revisaron mensualmente hasta el mes de junio. Los insectos recolectados cada mes se trasladaban al laboratorio para su conteo e identificación.

3.4 Análisis estadístico de los resultados

Para analizar si existían diferencias entre el nivel de plagas y fauna auxiliar de las distintas zonas de estudio se realizaron análisis de la varianza (ANOVA) simples, previa transformación logarítmica de los datos, en las ocasiones que así fuera necesario. También se realizaron regresiones lineales simples para relacionar pares de datos y observar si mantenían algún tipo de correlación lineal. Para la realización de los análisis se utilizó el programa Statgraphics® Centurion XVI (StatPoint Technologies, Warrenton, Virginia, USA).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estudio de la vegetación

Tras la realización de los inventarios en las seis zonas de estudio y el procesamiento de los datos, se estudiaron distintos rasgos que caracterizan la vegetación de cada jardín. Se calculó el sumatorio de las coberturas de cada jardín, el porcentaje de área desprovista de vegetación (Tabla 4) y la alfa-diversidad (Tabla 5).

Tabla 4. Porcentaje de la cobertura acumulada, porcentaje de área sin vegetación y riqueza de especies en cada zona de estudio

| Zona | Tipo jardín | Cobertura acumulada (%) | Área sin vegetación (%) | Riqueza de especies |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Calle Alboraiá | JA | 37,5 | 72,0 | 1 |
| Av. Aragón | JA | 40,0 | 60,0 | 2 |
| Calle Nicasio Benlloch | JB | 60,0 | 58,0 | 7 |
| Pl. Badajoz | JB | 64,1 | 62,0 | 19 |
| Jardín del Antiguo Hospital | JE | 85,6 | 50,0 | 13 |
| Jardines del Real | JE | 94,3 | 20,0 | 13 |

JA: Jardín de acompañamiento viario

JB: Jardín de barrio

JE: Jardín de especial protección

Se observa como en los jardines de especial protección (jardín del Antiguo Hospital y jardines del Real) la cobertura de todas las especies vegetales presentes es mayor, seguido de los jardines de barrio (calle Nicasio Benlloch y plaza Badajoz) y por último de los jardines de acompañamiento viario (calle Alboraiá y av. Aragón).

Los valores de alfa-diversidad calculados con la escala de Braun-Blanquet y el índice de Shannon-Weaver muestran claras diferencias entre zonas (Tabla 5). Los jardines de alineación presentan valores muy bajos de diversidad vegetal frente al resto, que presentan valores más altos y próximos entre sí. Se ha de tener en cuenta que el estudio ha considerado un área de aproximadamente 490 m² por lo que el cálculo de la alfa-diversidad ha incluido las especies vegetales ubicadas dentro de esa área. En el caso de que se hubieran hecho estudios de biodiversidad de toda el área del jardín las diferencias serían mucho más acusadas y también se explica la menor biodiversidad obtenida de los jardines del Real.

Tabla 5. Valores de alfa-diversidad por área verde.

| Zona | α -diversidad |
|-----------------------------|----------------------|
| Calle Alboraiá | 0,00 |
| Av. Aragón | 0,23 |
| Calle Nicasio Benlloch | 1,28 |
| Pl. Badajoz | 1,72 |
| Jardín del Antiguo Hospital | 1,74 |
| Jardines del Real | 1,24 |

4.2 Estudio de la entomofauna

4.2.1 Abundancia y evolución de las principales plagas y enemigos naturales en las diferentes áreas de estudio

Durante los meses de febrero a junio de 2018 se han contado e identificado, como mínimo a nivel de familia, un total de aproximadamente 24.000 artrópodos en las distintas metodologías de muestreo (Tabla 6). Los órdenes más abundantes en el estudio han sido, en orden de mayor a menor: Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Acari (subclase), Psocoptera, Coleoptera, Thysanoptera, Crustáceos (clase), Aranea, Neuroptera y Lepidoptera (Figura 9). En las muestras vegetales aparte de los artrópodos se contabilizaron un total de 1375 hojas con síntomas y daños, las cuales incluyen clorosis, agallas, deformaciones y perforaciones.

Tabla 6. Artrópodos capturados en cada una de las metodologías de muestreo.

| Tipo muestreo | Artrópodos |
|-------------------|--------------|
| Muestra vegetal | 2482 |
| Embudo de Berlese | 1872 |
| Trampas amarillas | 19445 |
| Trampas CROSSTRAP | 44 |
| Total | 23843 |

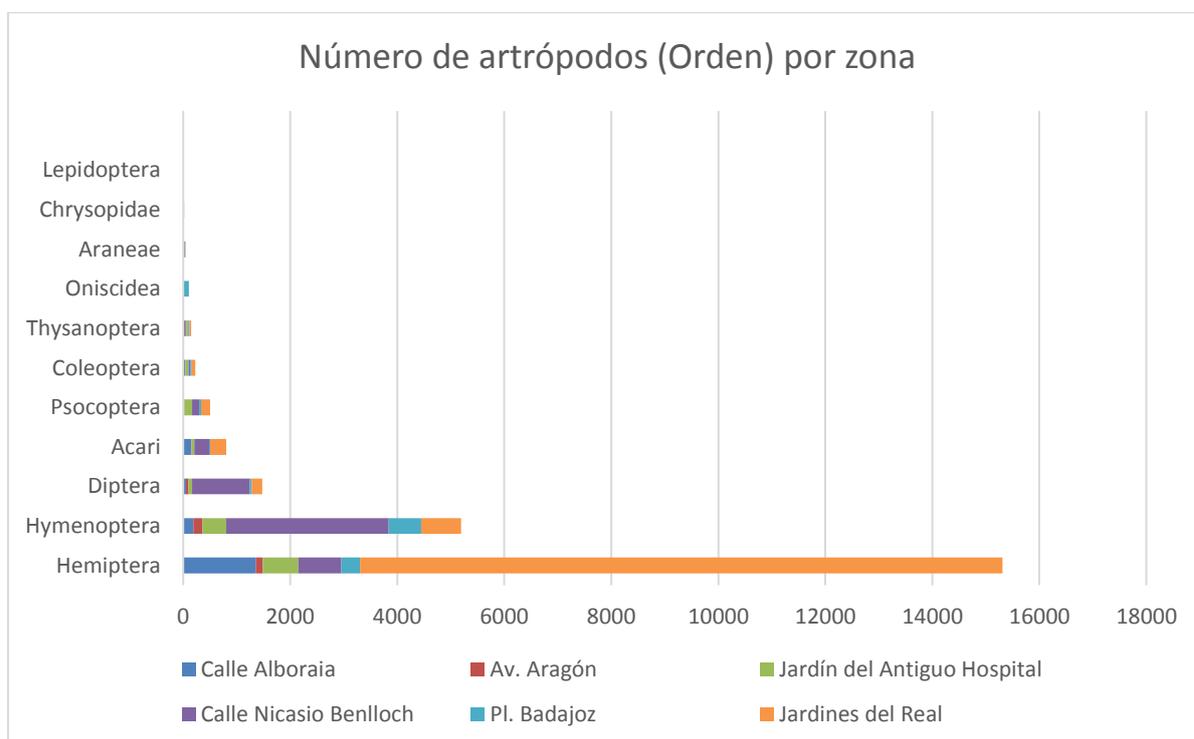


Figura 9. Número de artrópodos clasificados por orden y por área verde.

Las principales plagas que se encontraron en las distintas áreas verdes estudiadas fueron la cochinilla *K. vermilio*, ácaros tetraníquidos *Oligonychus* spp., dípteros cecidómidos causantes de agallas y las especies de áfidos *T. suberi* y *H. picta* (Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 7. Número de individuos de las principales plagas encontradas en las muestras vegetales de *Q. ilex* (*K. vermilio*, ácaros tetranychidos y *T. suberi*) y número de hojas afectadas por agallas de cecidómidos de las distintas áreas verdes urbanas

| Zona | <i>K. vermilio</i> | Tetranychidae | <i>T. suberi</i> | Agallas cecidómidos |
|--------------------------------|--------------------|---------------|------------------|---------------------|
| Calle Alboraiia | 813 | 0 | 7 | 0 |
| Av. Aragón | 25 | 3 | 1 | 84 |
| Calle Nicasio Benlloch | 3 | 144 | 22 | 487 |
| Plaza Badajoz | 0 | 4 | 0 | 1 |
| Jardín Antiguo Hospital | 15 | 8 | 0 | 112 |
| Jardines del Real | 2 | 299 | 2 | 0 |
| Total | 858 | 458 | 32 | 684 |

Tabla 8. Porcentaje de infestación medio de *H. picta* por zona a lo largo de todo el estudio y media de las seis áreas.

| Zona | % Infestación media por <i>H. picta</i> |
|------------------------------------|---|
| Calle Alboraiia | 7,2% |
| Av. Aragón | 6,6% |
| Nicasio Benlloch | 9,4% |
| Plaza Badajoz | 0,4% |
| Jardín del Antiguo Hospital | 11,8% |
| Jardines del Real | 4,9% |
| Promedio | 6,7% |

Como se observa en la Tabla 7, se encontraron individuos de *K. vermilio* en todas las áreas verdes estudiadas a excepción de la plaza Badajoz. Al hacer al análisis de varianza (ANOVA) comparando la abundancia de *K. vermilio* entre las diferentes zonas de estudio, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes zonas ($F=6,53$; g.l.=5; $p=0,001$), diferenciando la calle Alboraiia del resto de zonas. Como se observa en la Tabla 9, la calle Alboraiia fue la zona más afectada y con un nivel de infestación muy importante.

Tabla 9. Análisis ANOVA para número de individuos de *K. vermilio* en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95% (e.e. = error estándar). Las diferentes letras diferencias significativas ($p<0,05$) según test LSD (Least Significant Difference).

| Zona | n | Media | e.e. | |
|-------------------|----|-------|-------|---|
| Alboraiia | 10 | 81,30 | 24,51 | a |
| Aragón | 7 | 3,57 | 29,29 | b |
| Nicasio Benlloch | 9 | 0,33 | 25,83 | b |
| Plaza Badajoz | 8 | 0,00 | 27,40 | b |
| Hospital | 9 | 1,66 | 25,83 | b |
| Jardines del Real | 8 | 0,25 | 27,40 | b |

En la Figura 10 se muestra la evolución de los diferentes estadios de desarrollo en el periodo de estudio y en la Figura 11 se muestran cómo son morfológicamente cada uno de ellos. Cuando se inició el estudio, la fase de desarrollo más abundante fue el segundo estadio hembra (HN2), que evolucionó a tercer estadio (HN3). La aparición de las hembras (HN3) coincidió con la presencia de machos en estado de prepupa y pupa. Finalmente, en el mes de junio se produjo la masiva salida de larvas (N1) del año.

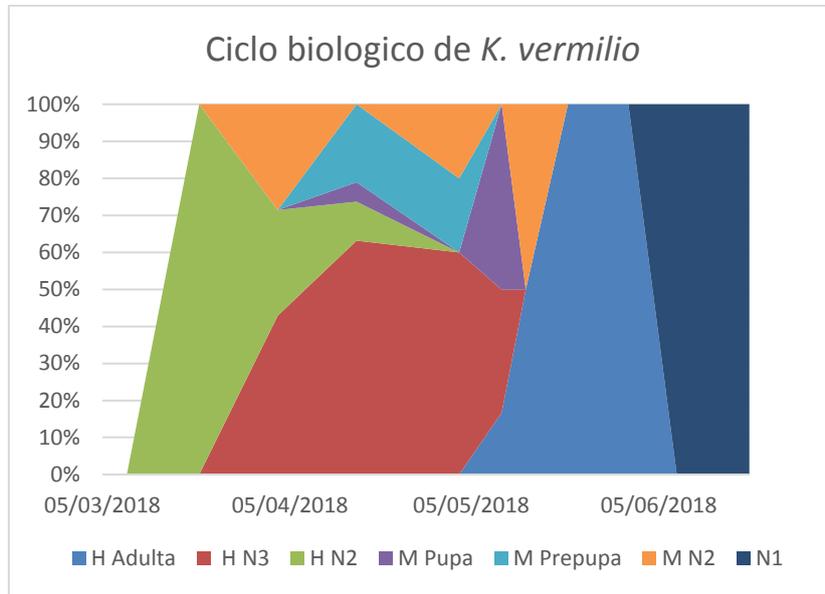


Figura 10. Ciclo biológico de *K. vermilio*.

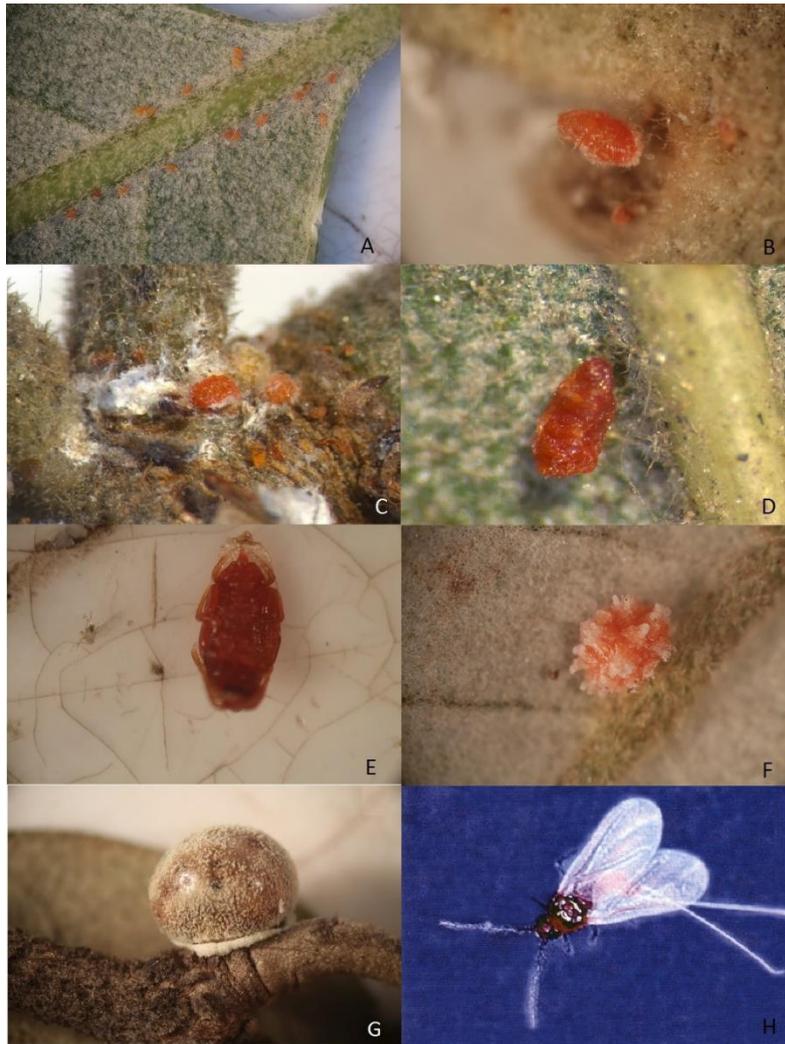


Figura 11. Estadios de desarrollo de *K. vermilio*. A, larva móvil N1; B, macho N2; C, hembra N2; D, macho prepupa; E, macho pupa; F, hembra N3; G, hembra adulta; H, macho adulto. Imagen H de Martín & Ibarra (2001).

Analizando las muestras vegetales, se encontró un parasitoide de hembras de *K. vermilio* en las encinas de la calle Alboraiá (Figura 12). Estudios realizados por Guerrieri *et al.* (2009) encontraron *Metaphycus hirtipennis* Mercet (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), en *Kermes ilicis* L. (Hemiptera: Kermesidae). En estos momentos el encírtido se encuentra pendiente de identificación. Los ejemplares capturados procedían de hembras parasitadas, las cuales se dejaron evolucionar en placas Petri en el laboratorio hasta que emergieron los adultos del parasitoide. La época en que emergieron los parasitoides fue en junio, a continuación del máximo de hembras adultas del mes de mayo.

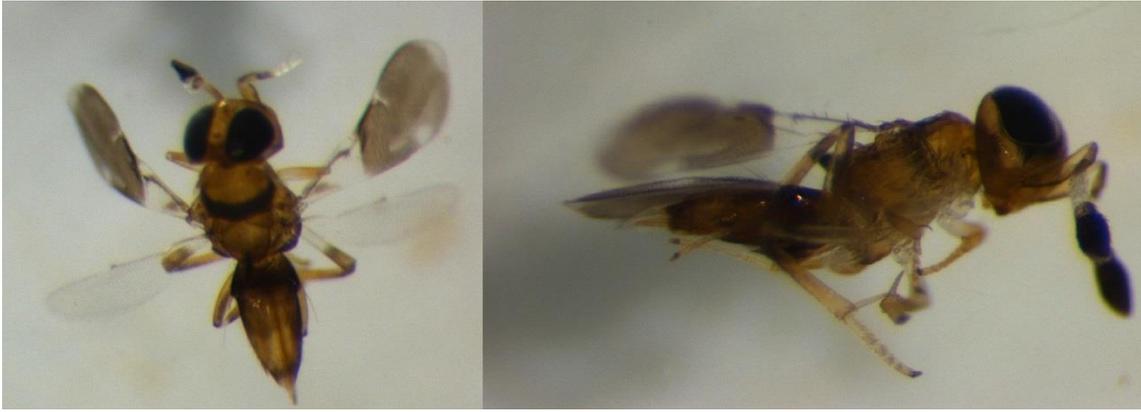


Figura 12. Encártido parasitoide de *K. vermilio* emergido de una hembra adulta.

Oligonychus spp. estuvo presentes en todas las áreas verdes menos en la calle Alboraiia. La calle Nicasio Benlloch y los jardines del Real presentaban las mayores poblaciones, con una presencia importante de la plaga, mientras que en las otras tres zonas en las que se encontraron los ácaros, la presencia era prácticamente insignificante (Tabla 7). Al elaborar el ANOVA comparando la abundancia de *Oligonychus* spp. entre las diferentes zonas de estudio, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes zonas ($F=3,28$; g.l.=5; $p=0,0122$). Estas diferencias se encuentran entre la calle Nicasio Benlloch y los jardines del Real (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis ANOVA para número de *Oligonychus* spp. en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95%. Las diferentes letras diferencias significativas ($p<0,05$) según test LSD (Least Significant Difference).

| Zona | n | Media | e.e. | |
|-------------------|----|-------|-------|---|
| Alboraiia | 10 | 0,00 | 11,37 | a |
| Aragón | 8 | 0,37 | 12,71 | a |
| Nicasio Benlloch | 10 | 14,4 | 11,37 | b |
| Plaza Badajoz | 9 | 0,44 | 11,99 | a |
| Hospital | 10 | 0,80 | 11,37 | a |
| Jardines del Real | 9 | 33,22 | 11,99 | c |

Al analizar la evolución de las diferentes fases de desarrollo en el tiempo (Figura 13), se observa que la mayor parte de los individuos encontrados fueron adultos, apreciándose tres momentos de puesta de huevos con una diferencia aproximada de un mes entre ellos, en marzo, abril y otro máximo más importante en la mitad del mes de mayo. En los últimos muestreos no se observó ninguna fase de desarrollo en las hojas y ramas analizadas. En la Figura 14 se pueden visualizar algunos de los estados de desarrollo de los *Oligonychus* spp. encontrados.

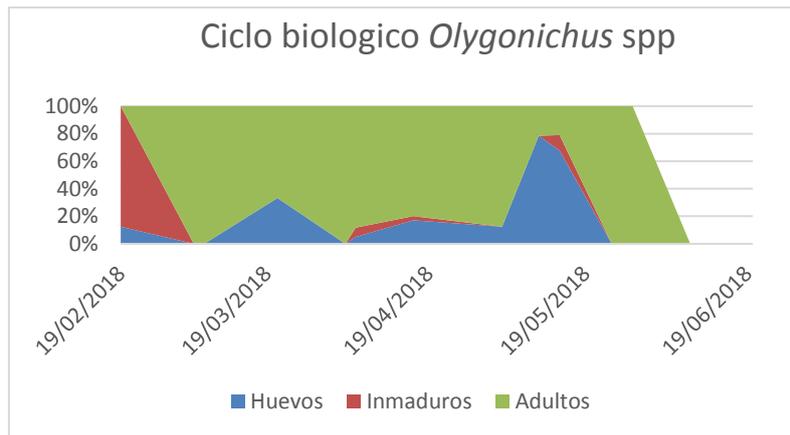


Figura 13. Ciclo biológico de *Oligonychus* spp. Porcentaje de cada estadio de desarrollo por fecha de muestreo.



Figura 14. A, huevos eclosionados; B huevos sin eclosionar; C, estado de desarrollo adulto de un ácaro tetránquido.

Los áfidos encontrados en las áreas verdes estudiadas pertenecían a las especies *T. suberi* y *H. picta*. De las dos especies, el más abundante sobre la muestra vegetal fue *H. picta*, cuyo nivel de infestación se calculó utilizando la fórmula de Townsend-Heuberger. Los resultados del ANOVA (Tabla 11) no muestran diferencias significativas entre zonas ($F=0,86$; g.l.=5; $p=0,5169$). *T. suberi* fue encontrado en mucho menor número (32 individuos) y principalmente en la calle Nicasio Benlloch (22 individuos).

Tabla 11. Análisis ANOVA para porcentaje de infestación de *H. picta* en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95%. Las diferentes letras diferencias significativas ($p<0,05$) según test LSD (Least Significant Difference).

| Zona | n | Media | e. e. |
|-----------------------------|----|-------|-------|
| Calle Alboraiá | 10 | 7,17 | 3,96 |
| Av. Aragón | 7 | 6,60 | 4,73 |
| Calle Nicasio Benlloch | 9 | 9,39 | 4,17 |
| Plaza Badajoz | 8 | 0,37 | 4,42 |
| Jardín del Antiguo Hospital | 10 | 11,83 | 3,96 |
| Jardines del Real | 8 | 4,90 | 4,42 |

Los momentos de mayor infestación de *H. picta* fueron en febrero y mayo (Figura 16), coincidiendo el segundo máximo con las mayores capturas de *T. suberi*. Ambos máximos coinciden con estudios anteriores realizados sobre áfidos de *Q. ilex* en la ciudad de Valencia (Castro, 2016). En la Figura 15 se muestran los individuos de las dos especies encontradas.



Figura 15. A, colonia de *H. picta* sobre rama de *Q. ilex*; B, adulto de *H. picta*; C, adulto de *T. suberi*.

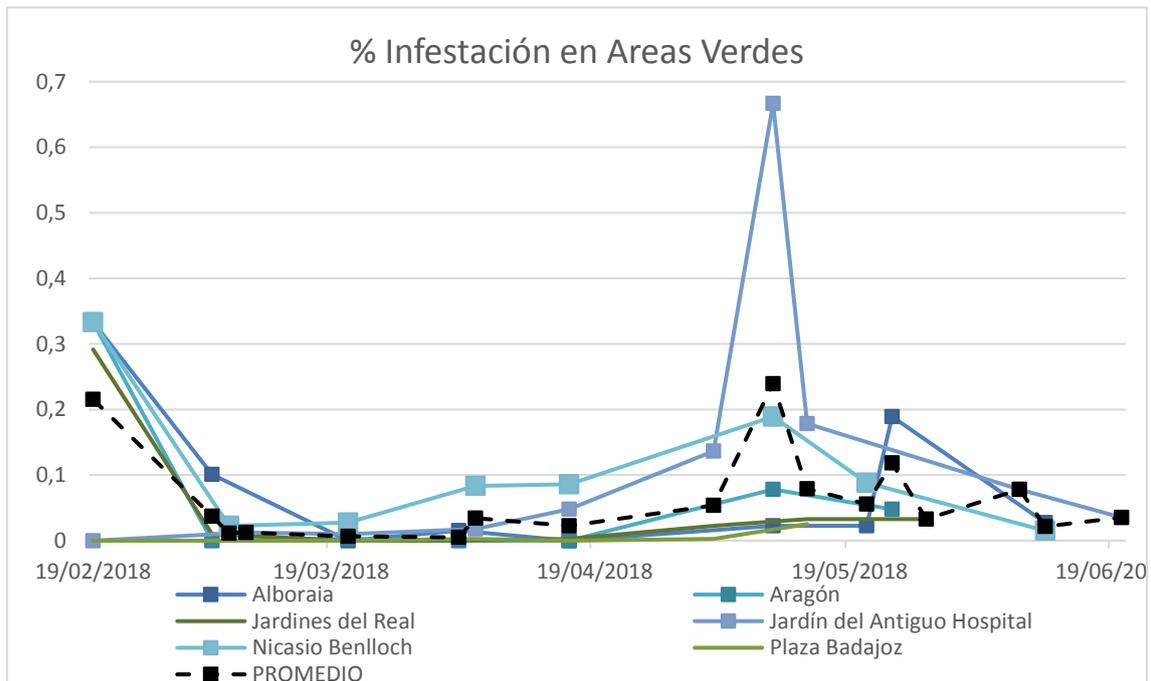


Figura 16. Evolución del porcentaje de infestación de *H. picta* en *Q. ilex* de las distintas áreas verdes urbanas estudiadas.

Las agallas producidas *D. lichtensteinii* fueron encontradas en la calle Nicasio Benlloch, en el jardín del Antiguo Hospital y en la av. Aragón, por orden de mayor a menor número de hojas afectadas por agallas (Tabla 7). Realizando el ANOVA comparando la abundancia de agallas de cecidómidos entre las diferentes zonas de estudio, se observó que existían diferencias estadísticamente significativas entre zonas ($F=186,31$; g.l.=5; $p=0,0000$). Mediante test LSD, se establecieron diferencias entre cuatro grupos, la Calle Nicasio Benlloch, el Jardín del Antiguo Hospital, la Av. Aragón y el resto (Tabla 12).

Tabla 12. Análisis ANOVA para porcentaje de hojas afectadas por agalla de *D. lichtensteinii* en las diferentes zonas de muestreo con intervalos de confianza del 95%. Las diferentes letras diferencias significativas ($p < 0,05$) según test LSD (Least Significant Difference).

| Zona | n | Media | e. e. | |
|-----------------------------|---|-------|-------|---|
| Calle Alboraiia | 9 | 0,00 | 1,27 | a |
| Av. Aragón | 8 | 5,41 | 1,34 | b |
| Calle Nicasio Benlloch | 7 | 50,00 | 1,44 | c |
| Plaza Badajoz | 6 | 0,13 | 1,55 | a |
| Jardín del Antiguo Hospital | 8 | 9,79 | 1,34 | d |
| Jardines del Real | 7 | 0,00 | 1,44 | a |



Figura 17. A, hojas afectadas por agallas sobre árbol; B, *D. lichtensteinii* saliendo de la cavidad que contiene la agalla; C, vista ventral de *D. lichtensteinii*.

En las muestras procesadas mediante embudos de Berlese se capturaron ciertos artrópodos que no se podían observar, o al menos en la misma medida, en el análisis visual y conteo de las muestras vegetales. En la Tabla 13 se muestran el número de artrópodos capturados en las distintas áreas verdes de estudio. La zona con mayor número de insectos capturados fue la calle Nicasio Benlloch, en gran parte debido, como se ha comentado anteriormente, al gran porcentaje de hojas afectadas por agallas de cecidómidos. El resto de zonas muestran capturas mucho más moderadas y similares entre sí.

Tabla 13. Artrópodos capturados en embudos de Berlese por cada zona de muestreo.

| Zona | Artrópodos capturados |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Calle Alboraiia | 62 |
| Av. Aragón | 67 |
| Jardines del Antiguo Hospital | 112 |
| Calle Nicasio Benlloch | 1396 |
| Plaza Badajoz | 44 |
| Jardines del Real | 54 |
| Total | 1735 |

Los principales insectos capturados utilizando los embudos de Berlese fueron cinípidos de la especie *Plagiotrochus quercusilicis* Fabricius (Hymenoptera: Cynipidae), el díptero cecidómido *D. lichtensteinii*, míridos (Hemiptera: Miridae) y esciáridos (Diptera: Sciaridae). Para estos

insectos se determinó la fluctuación en los niveles de población a lo largo del periodo de estudio, exceptuando los esciáridos por carecer de relevancia como plaga.

Los adultos de *P. quercusilicis* (Figura 18) emergieron de las agallas en el mes de marzo y abril, siendo la calle Nicasio Benlloch y la plaza Badajoz las zonas con más abundancia. Los adultos de cecidómido (Figura 19) estuvieron presentes en zonas donde se encontraron agallas en las muestras vegetales, siendo la calle Nicasio Benlloch la zona más afectada por estos dípteros y estableciéndose el máximo de vuelo a finales de marzo, al producirse la salida de los adultos de las agallas.

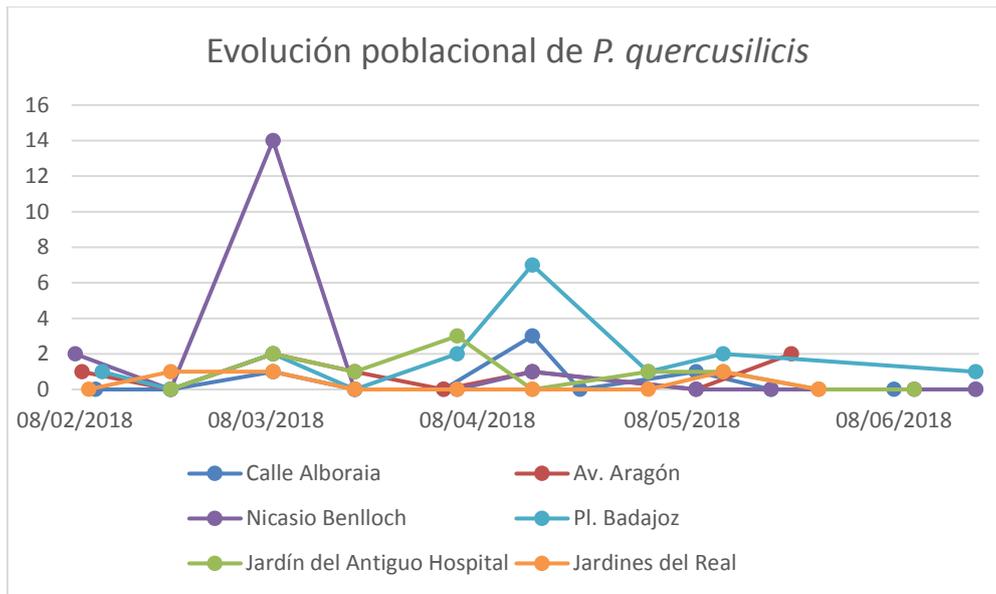


Figura 18. Evolución del número de cinípidos de la especie *P. quercusilicis*.

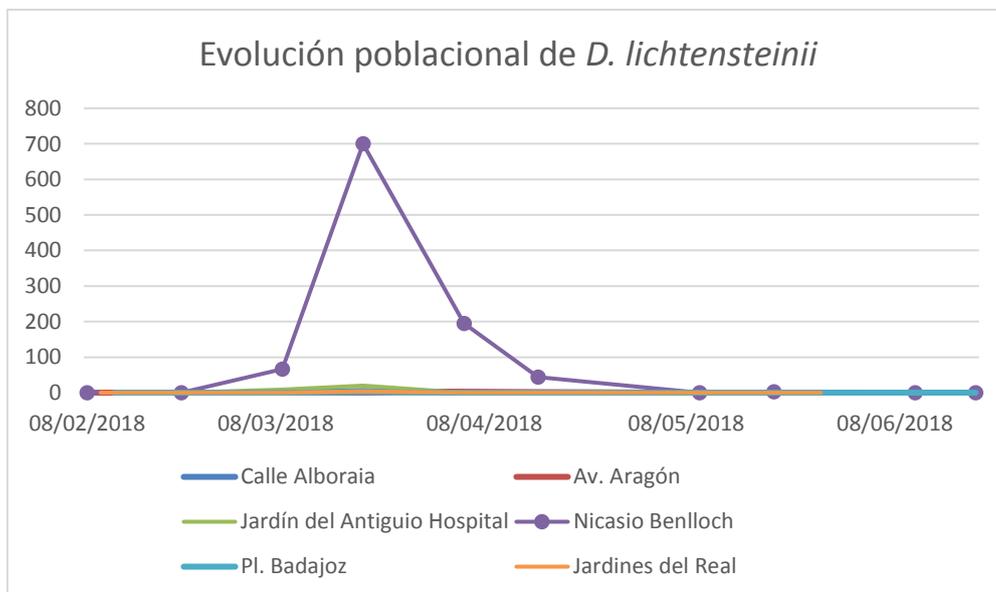


Figura 19. Evolución del número de cecidómidos de la especie *D. lichtensteinii*.

Prácticamente la totalidad de móridos (Figura 20) fueron encontrados en la calle Nicasio Benlloch produciéndose su máximo a principios de abril. La mayoría de móridos encontrados (98%) pertenecieron a la especie *Psallus aurora* Mulsant & Rey, fitozoófago, que puede alimentarse,

como otras especies del mismo género, de polen o áfidos como se describe en Björkman *et al.* (2009).



Figura 20. Evolución del número de míridos.

A nivel visual, las zonas con mayores daños y peor aspecto fenológico fueron las encinas de la calle Nicasio Benlloch y la calle Alboraiia.

El primer caso fue debido al fuerte ataque de cecidómidos sobre las hojas de sus encinas, además de la presencia de pulgones los cuales son insectos fitófagos que debilitan el árbol al alimentarse de la savia del mismo. Las agallas normalmente no causan daños graves en los árboles ni mucho menos mortandad, pero a niveles muy altos las agallas pueden interferir en el correcto funcionamiento de la fotosíntesis y el procesamiento de nutrientes y su conversión en sustancias aprovechables por la planta (Villagrán *et al.*, 2002)

En el segundo caso, en la calle Alboraiia, existían ejemplares con grandes zonas de la copa defoliadas o en proceso de defoliación, ocasionados probablemente por la fuerte presencia de *K. vermilio* en la zona. Este problema también estaba agravado por la acción conjunta de *S. codeti* y probablemente termitas que estaban atacando el tronco de las encinas.

Los jardines en mejor estado general, serían los de especial protección (jardín del Antiguo hospital y jardines del Real) y la plaza Badajoz, tanto por su aspecto visual como por la ausencia de altas poblaciones de plagas.

Nuestros resultados coinciden con los obtenidos en otros trabajos en áreas verdes urbanas, según estos estudios, la estratificación de la vegetación también influye en la capacidad de retención de la humedad, puesto que las temperaturas más bajas hacen que la evaporación sea menor. El aumento de la temperatura crea un microclima más propicio para el aumento de algunas plagas, lo que explicaría el aumento de éstas en zonas con menor diversidad de especies vegetales, tal como se menciona en Dale & Frank (2014). Además, al disminuir la humedad en el suelo a causa de la mayor temperatura, aumenta la susceptibilidad de los árboles frente a las plagas (Csóka, 1997).

4.2.2 Trampas amarillas y comparación de la riqueza de especies e índices de biodiversidad entre las diferentes zonas de estudio

La instalación de trampas amarillas en las seis áreas verdes urbanas estudiadas permitió observar la cantidad y diversidad de insectos que se encontraban en cada una de ellas. Se colocaron cuatro trampas amarillas en cada zona de estudio, dos en las encinas y dos en dos plantas adyacentes (Tabla 14) de los jardines de barrio y de los de especial protección. Al no limitar el estudio a las encinas se pudo observar qué artrópodos habitaban la vegetación circundante, a partir de ahí intentar establecer relaciones entre la diversidad de artrópodos y la diversidad vegetal.

Tabla 14. Especies vegetales en las que se colocaron las trampas amarillas para el estudio de la entomofauna de la vegetación auxiliar.

| Zona | Especie A | Especie B |
|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Calle Nicasio Benlloch | <i>Ficus microcarpa</i> L. f. | <i>Viburnum tinus</i> L. |
| Plaza Badajoz | <i>Viburnum tinus</i> L. | <i>Lantana montevidensis</i> Spreng. |
| Jardín del Antiguo Hospital | <i>Asparagus horridus</i> L. | <i>Rosa</i> sp. L. |
| Jardines del Real | <i>Pistacia lentiscus</i> L. | <i>Pinus pinea</i> L. |

Se contabilizaron cerca de 20.000 artrópodos durante el muestreo (Tabla 15), el cual ocupó los meses de abril hasta junio. Los jardines de acompañamiento viarios (calle Alboraiia y av. Aragón) carecían de vegetación auxiliar por lo que no se cuenta con datos sobre los artrópodos capturados en ella. A pesar de ello, el número de artrópodos totales capturados en la vegetación auxiliar fue mucho mayor que los capturados en las encinas.

En general, los valores de alfa-diversidad de la entomofauna de las encinas fueron superiores en general a los valores obtenidos en la vegetación de alrededor (Figura 21), excepto en el jardín del Antiguo Hospital, en el que fue ligeramente inferior.

Tabla 15. Artrópodos encontrados en las trampas amarillas de las diferentes áreas verdes diferenciando entre los que se encontraban en las encinas (*Q. ilex*) y la vegetación auxiliar.

| Zona | <i>Q. ilex</i> | Vegetación auxiliar | Total |
|------------------------------------|----------------|---------------------|-------|
| Calle Alboraiia | 629 | - | 629 |
| Av. Aragón | 208 | - | 208 |
| Calle Nicasio Benlloch | 416 | 2982 | 3398 |
| Pl. Badajoz | 650 | 455 | 1105 |
| Jardín del Antiguo Hospital | 642 | 372 | 1014 |
| Jardines del Real | 1864 | 11227 | 13091 |
| Total | 4409 | 15036 | 19445 |

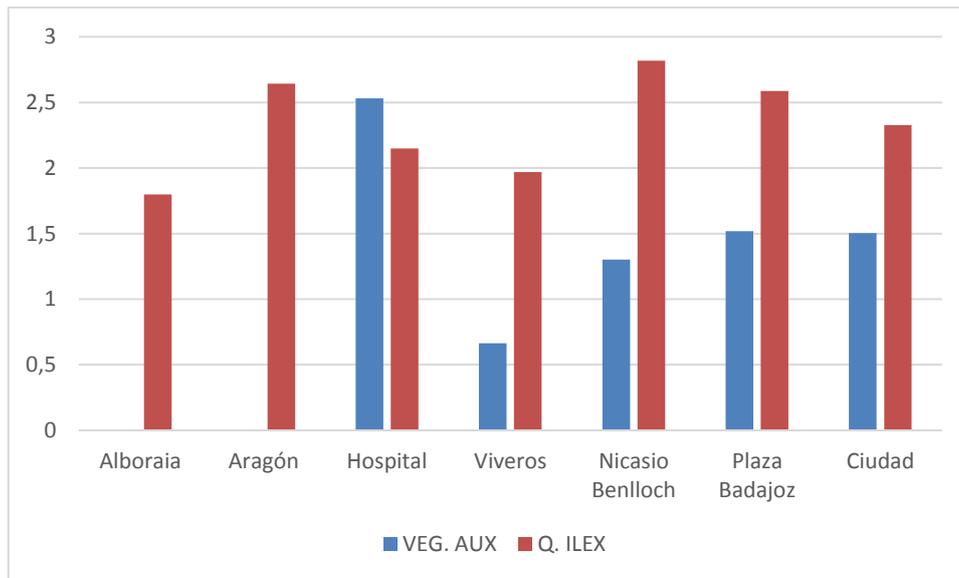


Figura 21. Valores de alfa-diversidad de la entomofauna encontrada tanto en *Q. ilex* como en la vegetación auxiliar para las diferentes áreas verdes estudiadas.

La riqueza de especies de artrópodos también fue determinada para cada planta en la que se colocaron trampas amarillas. Así, se obtuvieron datos de la riqueza de especies de artrópodos de las encinas de cada jardín y de dos especies vegetales adyacentes. Los valores de la riqueza de especies en vegetación auxiliar son ligeramente más bajos, en la mayoría de casos, en comparación con las encinas con las que comparten jardín (Tabla 16).

Tabla 16. Riqueza media de especies de artrópodos en las diferentes especies vegetales y zonas de estudio.

| Zona | Riqueza <i>Q. ilex</i> | Planta A | Riqueza Planta A | Planta B | Riqueza Planta B |
|-------------|------------------------|----------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| Alboraiá | 11 | - | - | - | - |
| Aragón | 12,7 | - | - | - | - |
| N. Benlloch | 15,7 | <i>F. microcarpa</i> | 8,5 | <i>V. tinus</i> | 14,5 |
| Pl. Badajoz | 14,2 | <i>V. tinus</i> | 9 | <i>L. montevidensis</i> | 14 |
| Hospital | 13,2 | <i>A. horridus</i> | 8 | <i>Rosa sp.</i> | 17 |
| J. Real | 17 | <i>P. lentiscus</i> | 11 | <i>P. pinea</i> | 15,5 |

4.2.3 Relación entre cobertura del área verde – riqueza de especies

Para determinar si existía relación entre la riqueza de artrópodos y la cobertura acumulada de cada área verde se realizaron regresiones lineales simples entre dos variables (Figura 22 y Figura 23).

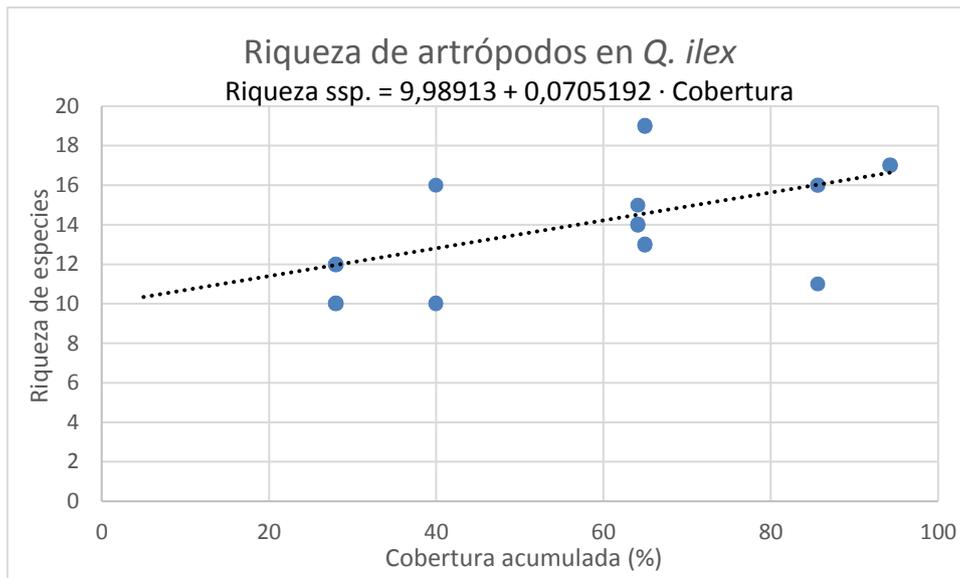


Figura 22. Regresión lineal entre riqueza de especies de artrópodos en *Q. ilex* y porcentaje de cobertura acumulada de las distintas áreas verdes.

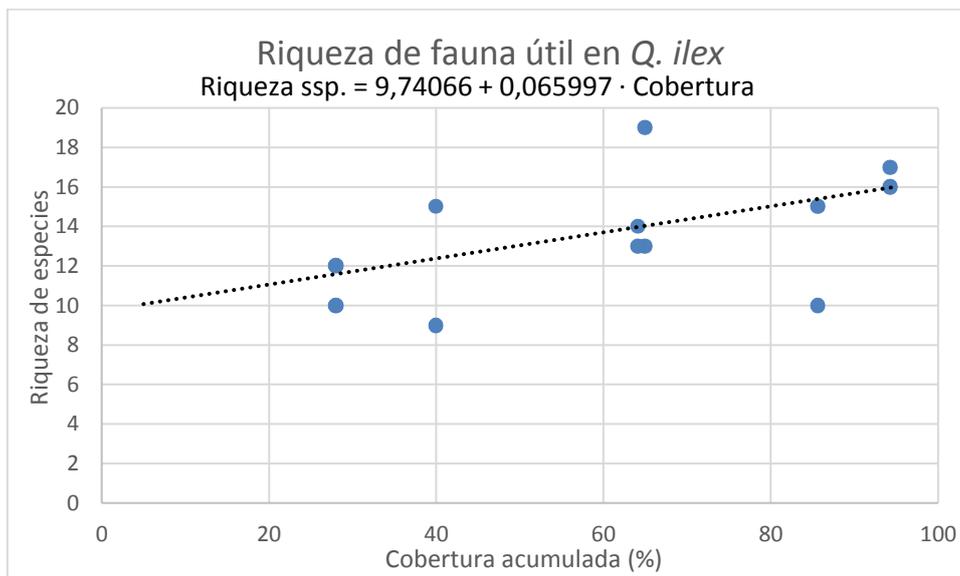


Figura 23. Regresión lineal entre riqueza de especies de fauna útil en *Q. ilex* y porcentaje de cobertura acumulada de las distintas áreas verdes.

Al analizar los resultados de la regresión lineal, hemos encontrado una relación estadísticamente significativa entre la cobertura vegetal y la riqueza de artrópodos en las distintas zonas de estudio ($F=7,34$; $g.l.=1$; $p=0,0155$) y entre la cobertura vegetal y la riqueza de fauna útil ($F=5,62$; $g.l.=1$; $p=0,0306$). Siendo el coeficiente de correlación lineal de 0,56 y 0,51 respectivamente. Esto significa que existe una relación directa entre el número de especies, tanto de artrópodos como de fauna útil, y la cobertura vegetal del jardín, aumentando la riqueza de especies conforme aumenta la cobertura del jardín. De hecho, en los jardines del Real, donde la cobertura vegetal fue la mayor de todas las áreas verdes estudiadas, las poblaciones de himenópteros parasitoides como encírtidos y afidiíños, han sido las mayores.

En relación con lo anterior, se estudió si existía relación estadística entre los enemigos naturales encontrados en las encinas y la vegetación de alrededor. Los resultados de las distintas regresiones lineales se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Valores obtenidos de las regresiones lineales entre los distintos grupos de fauna auxiliar comparando encinas con vegetación circundante

| VARIABLES RELACIONADAS | F-ratio | GL | P-valor | r-valor |
|--|---------|----|---------|---------|
| Depredadores | 0,09 | 1 | 0,77 | 0,05 |
| Aphidiinae | 0,00 | 1 | 0,99 | -0,00 |
| Chalcidoidea | 0,08 | 1 | 0,78 | 0,05 |
| <i>Metaphycus</i> spp. | 0,07 | 1 | 0,79 | -0,05 |
| Aphididae encinas - Aphididae vegetación auxiliar | 2,33 | 1 | 0,14 | 0,29 |
| Aphididae encinas - Aphidiinae vegetación auxiliar | 0,21 | 1 | 0,65 | -0,09 |
| Aphididae vegetación auxiliar - Aphidiinae vegetación auxiliar | 26,05 | 1 | 0,00 | 0,72 |

No se han encontrado relaciones estadísticamente significativas entre los enemigos naturales de las encinas y la vegetación auxiliar. La explicación a este resultado puede ser el hecho de que las plagas de las encinas son específicas de éstas, por tanto, los enemigos naturales también son diferentes de los encontrados en la vegetación auxiliar. Prueba de ello es que no se ha encontrado relación entre los áfidos de las encinas y los de la vegetación de alrededor y sí se encontró una relación lineal entre los áfidos y los afidiíinos presentes en la vegetación auxiliar.

Poco se conoce acerca de los parasitoides de los pulgones de las encinas. Al analizar las muestras constatamos la presencia de pulgones momificados, no en gran número y no en todas las muestras. Melia *et al.* (1993), encontraron el pulgón *H. picta* parasitado por *Tryoxis* (*Tryoxis*) *curvicaudus* Mackauer pero en tan escaso número que los autores no consideraron que fuera un parasitoide muy importante de esta especie de pulgón.

Aunque pueda existir alguna especie de pulgón generalista que estuviera presente tanto en las encinas como en la vegetación de alrededor, debió estar en muy escaso número no permitiendo tampoco que el parasitismo sobre la especie fuera elevado y fuese “compartido” entre encinas y vegetación de alrededor.

Tampoco se encontró relación entre los himenópteros del género *Metaphycus* ssp. de las encinas y los de la vegetación de alrededor. Posiblemente debido a que el parasitoide de *K. vermilio* no es el mismo que otras especies de *Metaphycus* parasitoides de cóccidos (Hemiptera: Coccoidea) como indican Guerrieri *et al.* (2009).

4.2.4 Resultados de las capturas con las trampas CROSSTRAP®

Las encinas de la calle Alboraiá presentaban unos signos particulares caracterizados por estar cubierto el tronco de una estructura filamentosa de color blanco (Figura 24). Junto con estos filamentos, se observaron también daños por termitas. Con el objetivo de comprobar si algún lepidóptero podía ser el responsable de la aparición de seda en los troncos, se instalaron trampas de interceptación en algunos árboles estudiados de la calle Alboraiá.



Figura 24. Sintomatología presentada por encinas afectadas por termitas, jardín de especial protección de la calle Hospital

El seguimiento de dichas trampas durante los meses de abril, mayo y junio dio como resultado la captura de dos ejemplares de *Synanthedon codeti* Oberthür (Lepidoptera: Sesiidae) (Figura 25) el cual no había sido identificado todavía en las áreas verdes urbanas de la ciudad de Valencia. Este hecho demostró la presencia del lepidóptero y su implicación en la sintomatología mostrada por los árboles. Hay que tener en cuenta que a pesar de que la trampa capturó únicamente dos ejemplares, la captura se realizó por interceptación ya que no se disponía de atrayente comercial de la especie. Autores como Dreistadt (2016) aseguran que las plantas adultas normalmente toleran los ataques de una pequeña población de larvas de otras especies de *Synanthedon* ssp. Sin embargo, la presencia de esta plaga usualmente indica que las plantas están bajo estrés del algún tipo, dañadas o sin los cuidados necesarios. El descubrimiento de este insecto podría servir como base para su posterior seguimiento y toma de decisiones en cuanto a su intervención y tratamiento.



Figura 25. *S. codeti* capturado en las trampas CROSSTRAP® en la calle Alboraiá.

En la literatura consultada, se ha citado *S. codeti* en melocotonero en Lleida (Torà & Dolset, 2012), coincidiendo los daños en melocotonero con los observados en las encinas de Valencia. En otro trabajo realizado en plátano de sombra en Sevilla el insecto estuvo asociado a la presencia de termitas (ELÍAS BONELLS, 2001).

5 CONCLUSIONES

Se han encontrado diferentes especies de artrópodos que provocan daños en las encinas de las áreas verdes urbanas de la ciudad de València. Las cuales no fueron exactamente las mismas en todas las zonas de estudio, ni tampoco afectaron con la misma intensidad a todas ellas.

Las plagas más importantes fueron *K. vermilio*, áfidos (fundamentalmente *H. picta*), agallas producidas por *D. lichtensteini* y ácaros del género *Oligonychus* spp. La salida de larvas de *K. vermilio* se produjo en junio, los mayores ataques de áfidos en mayo, los adultos de cinípidos de *P. quercusilicis* emergieron en marzo y abril y los cecidómidos *D. lichtensteini* a finales de marzo.

Se encontró un enemigo natural, desconocido hasta el momento en las áreas verdes urbanas de la ciudad, el cual fue un mírido fitozoófago denominado *P. aurora*. Según Björkman *et al.* (2009) puede contribuir al control de las poblaciones de áfidos. También se detectó un himenóptero del género *Metaphycus*, parasitoide de hembras de *K. vermilio*, pendiente de identificación

Por otra parte, se encontró una nueva plaga, un lepidóptero perforador, *S. codeti*, asociado con árboles que presentan algún problema de debilidad y con termitas. Se trata de una especie de la cual existen pocos registros en España y que se ha encontrado en árboles distintos a los de este estudio, concretamente está citado en melocotonero y plátano de sombra.

En este trabajo se ha calculado por primera vez el porcentaje de cobertura de diferentes tipologías de áreas verdes urbanas, siendo el que presenta mayor cobertura vegetal el jardín de especial protección, seguida del jardín de barrio y finalmente el jardín de acompañamiento viario.

Destaca que, en las encinas, los valores de alfa-diversidad de la entomofauna han sido superiores en general a los valores obtenidos en la vegetación de alrededor. Asimismo, Los valores de la riqueza de especies en vegetación auxiliar son ligeramente más bajos, en la mayoría de casos, en comparación con las encinas con las que comparten jardín.

Al relacionar la cobertura vegetal con la entomofauna, se ha encontrado una mayor riqueza tanto de artrópodos como de enemigos naturales en las áreas verdes con mayor cobertura vegetal, respecto a las que tienen una cobertura menor.

Por tanto, los resultados obtenidos han mostrado que la vegetación auxiliar influye sobre la riqueza de los artrópodos que habitan los jardines. Consecuencia de esto es que se puede mejorar el control biológico mediante la implementación y gestión de la vegetación. La vegetación puede volverse una herramienta más a tener en cuenta dentro del control integrado de plagas en áreas verdes urbanas. Esta herramienta ya se utiliza en la agricultura con resultados muy favorables por lo que su implementación en áreas verdes urbanas sería posible y probablemente también efectiva.

Por otro lado, no se ha encontrado relación entre los enemigos naturales de la vegetación adyacente y los de las encinas. La razón es que las plagas de las encinas son específicas de éstas, al igual que los enemigos naturales. Este sería un punto a tener en cuenta a la hora de diseñar y plantear un área verde urbana: plantar especies vegetales que viven juntas y han coevolucionado juntas en el medio forestal.

Este estudio serviría de base para comenzar a investigar qué especies vegetales favorecen determinadas especies de artrópodos y de esta forma implementarlas en los jardines para controlar las poblaciones de las distintas plagas que los atacan. Cada vez existe más preocupación por el cuidado del medio ambiente, la reducción de la contaminación en las ciudades, la no contaminación de las aguas y la mejora del paisaje. Es por ello que la utilización de la gestión de la vegetación como herramienta para la gestión integrada de plagas frente al uso de fitosanitarios supondría una excelente alternativa y sería muy bien recibida por la ciudadanía. Además, supondría ahorro en los presupuestos de ayuntamientos al reducir el gasto realizado en tratamientos con productos fitosanitarios.

6 BIBLIOGRAFÍA

- AJUNTAMENT DE VALÈNCIA. (2016). *Web Municipal de l'Ajuntament de València*. Recuperado el 15 de Julio de 2018, de <http://www.valencia.es/ayuntamiento/catalogo.nsf/IndiceAnuario?readForm&lang=1&capitulo=12&tema=4&bdOrigen=ayuntamiento/estadistica.nsf&idApoyo=58FB3C7A3D56E414C1257DD40057EB6C>
- Björkman, C., Maisonnasse, A., & Eklund, K. (2009). Biology and performance on different diets of an omnivorous insect predator, *Psallus haematodes* (Heteroptera: Miridae). *Entomologisk Tidskrif*, 130(3-4), 145-153.
- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology. The study of plant communities*. (First ed.).
- Bullington, S. W., Kosztarab, M., Baer, & G., R. (1985). *Revision of the family Kermesidae (Homoptera) in the Nearctic Region based on adult and third instar females*. (Vol. 12). (V. P. University, Ed.) Blacksburg, Virginia, USA.
- Carayon, J. (1961). Quelques remarques sur les Hémiptères-Hétéroptères: leur importance comme insectes auxiliaires et les possibilités de leur utilisation dans la lutte biologique. *Entomophaga*, 6(2), 133-141.
- Castro, E. M. (2016). *Estudio de las principales plagas de insectos chupadores en áreas verdes urbanas de la ciudad de València*. Universitat Politècnica de València, Valencia.
- Cobos, P., Hernandez, R., Muñoz, C., Perez, V., & Sanchez, G. (2011). *Sanidad forestal: guía en imágenes de plagas, enfermedades y otros agentes presentes en los bosques*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Csóka, G. (1997). Increased insect damage in Hungarian forests under drought impact. *Biologia*, 159-162.
- Dajoz, R. (2001). *Entomología forestal: los insectos y el bosque*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Dale, A. G., & Frank, S. D. (2014). Urban warming trumps natural enemy regulation of herbivorous pests. *Ecological Applications*, 24(7), 1596–1607.
- Delegación de Parques y Jardines, A. d. (21 de Julio de 2014). *www.valencia.es*. Recuperado el 27 de Junio de 2018, de [https://www.valencia.es/contratacion/xcontratacion.nsf/vLicitacionesTodas/B531442A1B5AFC61C1257C2B0041F5EB/\\$file/135-13%20PLIEGO%20PRESCRIPCIONES%20TECNICAS.cas_firmado.pdf](https://www.valencia.es/contratacion/xcontratacion.nsf/vLicitacionesTodas/B531442A1B5AFC61C1257C2B0041F5EB/$file/135-13%20PLIEGO%20PRESCRIPCIONES%20TECNICAS.cas_firmado.pdf)
- Dreistadt, S. H. (2016). *Pests of Landscape Trees and Shrubs* (Third ed.). (M. L. Flint, Ed.) Richmond, CA, USA: University of California.
- ELÍAS BONELLS, J. (Noviembre de 2001). *Jardines sin fronteras Blog*. (G. Iguñiz Agesta, Ed.) Recuperado el 28 de Junio de 2018, de

<https://jardinessinfronteras.com/2017/10/25/estudio-de-las-cavidades-presentes-en-los-platanos-de-sevilla/>

- Ellenberg, D., & Mueller-Dombois, D. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, NY: Wiley.
- FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS. (2018). *Portal Inventario del Arbolado de la ciudad de Valencia*. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de https://portal03.fccma.com/vision/#/es/ma_prc_650_600/JVA/scenarios
- Guerrieri, E., Caballero-López, B., Sans, F. X., & Pujade-Villar, J. (2009). Encyrtidae (Hymenoptera, Chalcidoidea) colectados en Montblanquet (Lleida, Cataluña). *Boletín de la Asociación Española Entomología*, 33(3-4), 389-397.
- Hajabbasi, M. A., Jalalian, A., & Karimzadeh, H. R. (1997). Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran. *Plant and Soil*, 190, 301-308.
- Hodkinson, I. D., & Hollis, D. (1981). The psyllids (Homoptera: Psylloidea) of Mallorca. *Insect Systematics & Evolution*, 12(1), 65-77.
- Institut Cartogràfic Valencià, I. (2018). *Visor cartogràfic de la Generalitat Valenciana*. Obtenido de <http://visor.gva.es/visor/>
- Islam, K. R., Ahmed, M. R., Bhuiyan, M. K., & Badruddin, A. (2001). Deforestation effects on vegetativereneration and soil quality in tropicalsemi-evergreen degraded and protectedforests of Bangladesh. *Land Degradation & Development*, 12, 45-46.
- Kjellberg, F., Gouyon, P. H., Ibrahim, M., Raymond, M., & Valdeyron, G. (1987). The stability of the symbiosis between dioecious figs and their pollinators: a study of *Ficus carica* L. and *Blastophaga psenes* L. *Evolution*, 41(4), 693-704.
- Martín, E., & Ibarra, N. (2001). Kermes vermilio Planch.; Cochinilla de las encinas. *Plagas y enfermedades*, Ficha nº 25.
- Melia, A., Cabezuelo, P., & Fernandez de Córdoba, J. (1993). Incidencia de pulgones (Homoptera, Aphididae) en encinares de Córdoba. *Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas*, 355-360.
- Nieves-Aldrey, J. L. (1998). Insectos que inducen la formación de agallas en las plantas: una fascinante interacción ecológica y evolutiva. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 3-12.
- Pellizzari, G., Porcelli, F., Convertini, S., & Marotta, S. (2012). Description of nymphal instars and adult female of Kermes vermilio Planchon (Hemiptera, Coccoidea, Kermesidae), with a synopsis of the European and Mediterranean species. *Zootaxa*, 3336, 36-50.
- Rivera, C. F. (2016). *Observaciones sobre los ácaros de parques y jardines de valencia*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1964). *The mathematical theory of communication*. Urbana: Illinois Press.
- Southwood, T. R., & Henderson, P. A. (2000). *Ecological Methods* (Third ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Suay, V. A., & Michelena, J. M. (1998). Afíidiinos (Hymenoptera: Braconidae) y relaciones pulgón-parasitoide en la provincia de Valencia. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 75-90.
- Torà, R., & Dolset, A. (2012). *Synanthedon codeti* Obertür, ¿una nueva plaga del melocotonero? *VidaRURAL*, 30-34.
- Townsend, G., & Heuberger, J. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Diseases*, 340-343.
- Villagrán, M., Jiménez, A., Soria, F. J., & Ocete, M. E. (2002). Muestreo de *Dryomia lichtensteini* (F.Lw.) (Díptera: Cecidomyiidae) en alcornoque. *Boletín Sanidad Vegetal - Plagas*, 28, 127-132.
- Whittaker, R. H. (1960). *Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California* (Vol. 30). USA: Ecological monographs.
- WHO REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. (2016). *Urban green spaces and health*. Copenhagen.

7 ANEXOS

ANEXO.1. Fotografías aéreas de las áreas verdes





Figura 26. Parcelas trazadas en los distintos jardines, en orden de arriba a abajo, calle Alborai, Av. Aragón, jardines del Real, jardín del Antigo Hospital, calle Nicasio Benlloch y Plaza Badajoz.

ANEXO.2. Inventarios vegetales

Tabla 18. Resultado de los inventarios vegetales. Leyenda en Tabla 2, escala de Braun-Blanquet.

| Localidad | Alboraia | Aragón | N. Benloch | Pl. Badajoz | Jardines del Real | Jardín del antiguo Hospital |
|---|----------|----------|------------|-------------|-------------------|-----------------------------|
| Superficie | 490,9 m2 | 490,9 m2 | 490,9 m2 | 490,9 m2 | 490,9 m2 | 490,9 m2 |
| Morterenca | 0% | 0% | 0% | 32% | 20% | 0% |
| Terreno impermeable | 72% | 60% | 58% | 30% | 0% | 50% |
| Cobertura vegetal | 28% | 40% | 42% | 38% | 80% | 50% |
| Cobertura vegetal acumulada | 28% | 40% | 65% | 64,1% | 94,3% | 85,6% |
| Especies | | | | | | |
| <i>Acacia dealbata</i> Link | r | r | r | r | r | 1 |
| <i>Arbutus unedo</i> L. | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Asparagus horridus</i> L. | r | r | r | r | r | 1 |
| <i>Celtis australis</i> L. | r | r | 1 | r | r | 2 |
| <i>Chamaerops humilis</i> L. | r | r | r | 1 | r | + |
| <i>Chenopodium álbum</i> L. | r | r | r | + | + | r |
| <i>Cinodon dactylon</i> L. | r | 1 | r | r | 3 | + |
| <i>Crassula ovata</i> Miller | r | r | r | + | r | r |
| <i>Diplotaxis erucoides</i> DC | r | r | r | r | + | r |
| <i>Eleusine indica</i> L. | r | r | r | r | + | r |
| <i>Euphorbia helioscopia</i> L. | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Ficus microcarpa</i> L.f. | r | r | 2 | r | r | r |
| <i>Geranium robertianum</i> L. | r | r | r | r | + | r |
| <i>Hedera hélix</i> L. | r | r | 1 | r | r | r |
| <i>Juniperus chinensis</i> L. | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Juniperus sabina</i> L. | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Lagunaria patersonii</i> (Andrews) G. Don. | r | r | r | 2 | r | r |
| <i>Lamium amplexicaule</i> L. | r | r | r | r | + | r |
| <i>Lantana cámara</i> L. | r | r | r | + | r | r |
| <i>Lantana montevidensis</i> (Spreng) Briq. | r | r | r | + | r | r |
| <i>Ligustrum japonicum</i> Thumb. | r | r | 1 | r | r | r |
| <i>Moricandia arvensis</i> DC. | r | r | r | r | + | r |
| <i>Nerium oleander</i> L. | r | r | 1 | r | r | + |
| <i>Olea europaea</i> L. | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Phoenix canariensis</i> Hort. | r | r | r | r | r | 1 |
| <i>Pinus canariensis</i> C. Sm. | r | r | r | + | r | r |
| <i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Pinus pinea</i> L. | r | r | r | r | 3 | r |
| <i>Pistacea lentiscus</i> L. | r | r | r | r | 1 | r |
| <i>Pittosporum tobira</i> W. T. Aiton | r | r | 1 | r | r | r |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| <i>Platanus x hispánica</i> Miller | r | r | r | r | r | 1 |
| <i>Poa annua</i> L. | r | r | r | r | + | r |
| <i>Portulaca oleracea</i> L. | r | r | r | + | + | r |
| <i>Quercus ilex</i> L. | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| <i>Quercus robur</i> L. | r | r | r | r | r | 1 |
| <i>Rosa sp.</i> L. | r | r | r | r | r | 2 |
| <i>Rumex acetosa</i> L. | r | r | r | r | + | r |
| <i>Schinus molle</i> L. | r | r | r | r | r | 1 |
| <i>Sonchus tenerrimus</i> L. | r | r | r | + | r | r |
| <i>Taraxacum officinale</i> L. | r | r | r | + | r | r |
| <i>Taxus baccata</i> L. | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Tipuana tipu</i> Kuntze | r | r | r | 1 | r | r |
| <i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl. | r | r | r | r | r | 1 |

ANEXO.3. Listado de taxones de artrópodos encontrados.

- Anthocoridae
- *Anthocoris nemoralis*
- Aphididae
- *Kermes vermilio* Planchon
- Psilidae
- *Icerya purchasi* Maskell
- Cicadelidae
- Diptera
- Muscidae
- *Dryomyia lichtensteinii* F. Low
- Coleoptera
- Staphylinidae
- Coccinellidae
- Thysanoptera
- Formicidae
- Hymenoptera
- Cynipidae
- Ichneumonidae
- Braconidae
- Aphidiinae
- *Ephedrus* sp. Haliday
- *Praon* sp. Haliday
- *Aphidius* sp. Nees
- *Lysiphlebus* sp. Foerster
- *Lipolexis* sp. Foerster
- *Trioxyis* sp. Haliday
- *Paralipsis* sp. Foerster
- *Diaeretiella* sp. Stary
- Chalcidoidea
- Mymaridae
- *Blastophaga psenes* L.
- Trichogrammatidae
- Pteromalidae
- *Pachyneuron* sp. Walker
- Aphelinidae
- Encyrtidae
- *Metaphycus* sp. Mercet
- Eulophidae
- Megalispidae
- Psocoptera
- Lepidoptera
- Araneae
- Acari
- Oniscidea