



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Dpto. de Ecosistemas Agroforestales

Evaluación de la comunidad de enemigos naturales asociados a especies arbustivas mediterráneas con potencial uso en infraestructuras ecológicas en cultivos leñosos.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Sanidad y Producción Vegetal

AUTOR/A: Del Pozo Peris, Mar

Tutor/a: Soto Sánchez, Antonia Isabel

Director/a Experimental: MONZO FERRER, CESAR

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Departamento de Ecosistemas Agroforestales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SANIDAD Y PRODUCCIÓN VEGETAL

**“EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE ENEMIGOS
NATURALES ASOCIADOS A ESPECIES ARBUSTIVAS
MEDITERRÁNEAS CON POTENCIAL USO EN
INFRAESTRUCTURAS ECOLÓGICAS EN CULTIVOS LEÑOSOS”**

Alumna: Mar del Pozo Peris

Tutor externo: Dr. César Monzó Ferrer

Tutora académica: Dra. Antonia Isabel Soto Sánchez

Curso 2021-2022

València, 11 de septiembre de 2022

Evaluación de la comunidad de enemigos naturales asociados a especies arbustivas mediterráneas con potencial uso en infraestructuras ecológicas en cultivos leñosos.

El control biológico por conservación es aquel que busca maximizar los servicios ecosistémicos que nos ofrece la comunidad de enemigos naturales que de manera natural se asocia a los agroecosistemas. El diseño e implementación de infraestructuras ecológicas, como pueden ser las cubiertas vegetales, los setos y las islas de biodiversidad, es considerado hoy en día uno de los pilares dentro de cualquier estrategia de control biológico por conservación. Estas infraestructuras, ofrecen diferentes servicios ecosistémicos a los enemigos naturales de manera que pueden ayudarnos a preservar sus poblaciones en los periodos del año más críticos para estos. Aunque existen numerosos estudios evaluando las comunidades de enemigos naturales asociados a cubiertas vegetales en nuestra citricultura, son muchos menos los trabajos que evalúan las comunidades de enemigos naturales asociadas a plantas leñosas mediterráneas con potencial uso en setos e islas de biodiversidad. En el presente trabajo se ha evaluado la abundancia y diversidad de grupos de depredadores y familias de parasitoides asociadas a cuatro especies vegetales en su entorno natural, *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L., *Rhamnus lycioides* L. y *Laurus nobilis* L. También se evaluó la abundancia y diversidad de especies de hormigas, debido a su reconocido papel como asistentes de hemípteros. Los muestreos se realizaron en cuatro localizaciones del entorno del Parque Natural de la Sierra Calderona, Valencia, utilizando el método de golpeo de rama. Los depredadores se identificaron en el laboratorio bajo lupa binocular a nivel de especie, cuando fue posible, y los parasitoides a nivel de familia. La existencia de potenciales asociaciones entre enemigos naturales y especies de plantas forestales autóctonas permitirá el desarrollo de criterios para la selección de especies vegetales con potencial uso en el diseño de setos e islas de biodiversidad.

Palabras clave: *Control biológico por conservación, depredadores, parasitoides, setos, islas de biodiversidad, lentisco, laurel, aladierno, espino negro, agroecosistemas.*

Alumna: Mar del Pozo Peris

Tutor externo: Dr. César Monzó Ferrer

Tutora académica: Dra. Antonia Isabel Soto Sánchez

València, 11 de septiembre de 2022

Evaluation of the community of natural enemies associated with Mediterranean shrub species with potential use in ecological infrastructures in woody crops.

Conservation biological control seeks to maximize the ecosystem services offered by the community of natural enemies that are naturally associated with agroecosystems. The design and implementation of ecological infrastructures, such as green cover crops, hedgerows and biodiversity islands, is today considered one of the pillars of any conservation biological control strategy. These infrastructures offer different ecosystem services for natural enemies in such a way that they can help us to preserve their populations in the most critical periods of the year for them. Although there are numerous studies evaluating the communities of natural enemies associated with cover crops in our citriculture, there are much fewer works that evaluate the communities of natural enemies associated with Mediterranean woody plants with potential use in hedgerows and islands of biodiversity. In this study, the abundance and diversity of groups of predators and families of parasitoids associated with four plant species in their natural environment, *Pistacia lentiscus L.*, *Rhamnus alaternus L.*, *Rhamnus lycioides L.* and *Laurus nobilis L.*, have been evaluated. We also evaluated the abundance and diversity of ant species, due to their recognized role as assistants to Hemiptera. Sampling was carried out in four locations in the surroundings of the Sierra Calderona, Valencia, using the branch beating method (stem-tap sampling). Predators were identified in the laboratory under a binocular stereoscope at the species level, when possible, and parasitoids at the family level. The existence of potential associations between natural enemies and native forest plant species will allow the development of criteria for the selection of plant species with potential use in the design of hedgerows and islands of biodiversity.

Key words: *Biological control for conservation, predators, parasitoids, hedgerows, islands of biodiversity, mastic, laurel, buckthorn, blackthorn, agroecosystems.*

Student: Mar del Pozo Peris

External tutor: Dr. César Monzó Ferrer

Academic tutor: Dra. Antonia Isabel Soto Sánchez

Valencia, 11 September 2022

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al investigador César Monzó Ferrer por haberme dado la oportunidad de conocer el maravilloso mundo de la entomología, por haberme dado la oportunidad de realizar prácticas en el IVIA, haberme introducido en el mundo laboral y haber aceptado dirigir este trabajo. Así como por su ayuda, paciencia, disponibilidad en todo momento y por sus grandes ideas y sugerencias.

Agradecer a todo el personal docente del Máster Universitario en Sanidad y Producción Vegetal de la Universitat Politècnica de València (UPV) y en especial, a la Dra. Antonia Isabel Soto Sánchez por aceptar ser la tutora académica de este trabajo.

1. Introducción	6
2. Material y métodos	10
2.1. Método de muestreo.....	10
2.2. Área y fechas de muestreo	11
2.3. Especies vegetales de estudio	11
2.3.1. <i>Pistacia lentiscus</i> L., Sp. Pl. 2: 1026 (1753)	11
2.3.2. <i>Rhamnus alaternus</i> L., Sp. Pl. 1: 193-194 (1753).....	12
2.3.3. <i>Rhamnus lycioides</i> L., Sp. Pl. ed. 2 1: 279 (1762).....	13
2.3.4. <i>Laurus nobilis</i> L., Sp. Pl. ed. 2 1: 279 (1762)	14
2.4. Análisis estadístico	15
3. Resultados	16
4. Discusión y conclusión	26
5. Bibliografía	29
ANEXO 1	32

1. Introducción

La emergencia climática y la degradación del medio ambiente son, hoy en día, temas protagonistas entre los científicos, los medios de comunicación y la ciudadanía, con una gran repercusión y preocupación social. Durante los últimos años, la comunidad científica ha dado la voz de alerta, por lo que la agricultura de la Unión Europea se encuentra en un importante proceso de transformación hacia modelos de producción más sostenibles. La intensificación de la agricultura en muchos países en desarrollo se ha visto acompañada por un aumento en el uso de plaguicidas y productos químicos, es por esto que se están llevando a cabo grandes cambios en los modelos de gestión de plagas y enfermedades y muchas de las herramientas de control químico más utilizadas están desapareciendo, con la controversia que esto conlleva.

El 11 de diciembre de 2019, en respuesta a la actual emergencia medioambiental, la Comisión Europea presentó un conjunto de medidas de ámbito económico y social con el objetivo de alcanzar una neutralidad climática mediante una transformación integral del modelo socio-económico de la Unión Europea (UE). Este paquete de medidas es lo que conocemos como Pacto Verde Europeo. Un compromiso político que pretende que para el año 2050 haya un balance neutro en cuanto a emisiones de gases con efecto invernadero y que, en éste, el crecimiento económico vaya disociado al consumo de recursos naturales (Monzó et al., 2021).

El sector agroalimentario de la UE es responsable de $\frac{1}{3}$ del total de las emisiones de CO₂ producidas en este territorio. Además, los modelos de producción intensiva han contribuido a la degradación del medio natural. Existe asociada a nuestra actividad agraria una simplificación del paisaje agrícola causada por la pérdida de hábitats seminaturales que reduce la biodiversidad de estas zonas y provoca una mayor vulnerabilidad de los cultivos frente a plagas y enfermedades. A ésta, también han contribuido los modelos convencionales de gestión de plagas y enfermedades basados principalmente en el uso de plaguicidas que inciden directamente sobre las cadenas tróficas y afectan a la abundancia y diversidad de la fauna funcional, como los enemigos naturales, los polinizadores o los parasitoides e incluso el efecto cascada afecta a vertebrados como las aves y los peces.

Tampoco debemos olvidar el impacto sobre la salud humana por la toxicidad de algunas materias activas que llegan de forma indirecta a nosotros, por la contaminación de aguas o en los propios alimentos. Por todos estos motivos, la transformación del sector agroalimentario es considerada uno de los pilares del Pacto Verde Europeo (Monzó et al., 2021).

El 20 de mayo de 2020, la Comisión Europea presenta la estrategia “De la Granja a la Mesa” (*From Farm to Fork*) a través de una comunicación al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones (European Commission, 2020). Los objetivos generales de esta estrategia se basan en reducir la huella ambiental y climática del sistema alimentario, liderar una transición mundial hacia la sostenibilidad competitiva de la granja a la mesa, aprovechar nuevas oportunidades y recursos naturales y crear un sistema alimentario fuerte y resistente. Para conseguir una producción alimentaria sostenible se pretende reducir un 50% el uso y el riesgo de los plaguicidas químicos y reducir un 50% el uso de los plaguicidas más peligrosos, reducir las pérdidas de nutrientes al menos un 50% sin deteriorar la fertilidad del suelo; esto reducirá el uso de fertilizantes al menos un 20%, reducir un 50% las ventas de antimicrobianos para animales de granja y de acuicultura y conseguir que, al menos un 25% de las tierras agrícolas de la UE se dediquen a la agricultura ecológica y que se incremente significativamente la acuicultura ecológica.

Con anterioridad a todas estas medidas recientes, ya en el año 2009 se instauró la Directiva de Uso Sostenible por la que se pretende la consecución del uso sostenible de los productos fitosanitarios con el objetivo de reducir riesgos y efectos para la salud humana y el medioambiente. Además, se impulsó la Gestión Integrada de Plagas y el uso de métodos y técnicas alternativas al control químico (Diario Oficial de la Unión Europea, 2009). La Directiva fue transpuesta al ordenamiento nacional a partir del Real Decreto 1702/2011 de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios, y el Real Decreto 1311/2012 por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los éstos productos (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2011), (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2012).

“La gestión de las plagas de los vegetales en ámbitos profesionales se realizará mediante la aplicación de prácticas con bajo consumo de productos fitosanitarios, dando prioridad, cuando sea posible, a los métodos no químicos, de manera que los asesores y usuarios opten por las prácticas y los productos con menores riesgos para la salud humana y el medio ambiente, de entre todos los disponibles para tratar una misma plaga” (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2012).

La disminución del uso de productos fitosanitarios a niveles muy reducidos e incluso nulos en algunos casos, es posible gracias a la gestión integrada de plagas (GIP). La GIP es la estrategia de control que combina medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales de forma que los productos fitosanitarios se limiten al mínimo necesario (Ehler, 2006). El objetivo es mantener los niveles poblacionales de los fitófagos plaga por debajo de los umbrales establecidos. El umbral económico de daño establecido para cada plaga permite tomar decisiones sobre los métodos de control que se van a utilizar y si es necesario o no el uso de fitosanitarios, de forma que se garantiza la rentabilidad económica a la vez que se respeta la salud humana, tanto del agricultor como del consumidor, y del medioambiente.

La creación de las Guías de Gestión Integrada (GIPs) por parte del Ministerio son un paso más en el manejo de la sanidad vegetal de las explotaciones agrícolas, en las que se indican las medidas culturales, productos químicos y otras soluciones alternativas según la plaga o enfermedad (MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN).

Desde hace varias décadas, el control biológico, tanto en cultivos hortícolas como arvenses, es una práctica exitosa utilizada mundialmente. Esta estrategia se basa en la lucha contra plagas mediante medidas que hacen hincapié en las interacciones bióticas entre estas plagas y sus enemigos naturales, ya sean depredadores, parasitoides o entomopatógenos. Las estrategias de control biológico más utilizadas son: el control biológico clásico, que consiste en la búsqueda de enemigos naturales en la zona de origen de la plaga, el control biológico aumentativo, que consiste en liberaciones periódicas de los enemigos naturales, y el control biológico por conservación, que pretende la modificación del entorno y hábitat del cultivo para favorecer la presencia de enemigos

naturales autóctonos o naturalizados. Por ello, el control biológico por conservación se considera una práctica compatible con la agricultura agroecológica y orgánica y se sitúa como una medida preventiva dentro de un programa de manejo integrado de plagas (Polack, 2020).

Para llevar a cabo un sistema de control biológico por conservación en un ambiente protegido debemos tener un elevado conocimiento de las comunidades de plagas presentes en cada cultivo, así como de sus enemigos naturales. Además, conocer sus fluctuaciones estacionales y su relación con las condiciones ambientales permite determinar los enemigos naturales a potenciar considerando además de su efectividad sobre el control de la plaga en cuestión, sus posibilidades de desarrollo y adaptación según las condiciones particulares del cultivo y del ambiente. La conservación de la biodiversidad funcional gracias al control biológico por conservación es posible si se suministran recursos alimenticios alternativos y refugio en los lugares cercanos al cultivo para obtener un control efectivo de la plaga (Polack, 2020).

El diseño e implementación de infraestructuras ecológicas, como pueden ser las cubiertas vegetales, los setos y las islas de biodiversidad, es considerado a día de hoy uno de los pilares dentro de cualquier estrategia de control biológico por conservación (Monzó et al., 2021). La colocación de estas infraestructuras ecológicas crea los recursos ecosistémicos necesarios para que los enemigos naturales persistan en los períodos más desfavorables del cultivo, en los que los recursos que éste puede abastecer son insuficientes para el desarrollo de una población óptima de enemigos naturales (Polack, 2020).

El objetivo de este trabajo es conocer las principales familias y especies de fauna auxiliar presente en 4 especies de arbustos autóctonos en la Comunidad Valenciana: *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L., *Rhamnus lycioides* L. y *Laurus nobilis* L. para su posterior utilización como setos o islas de vegetación dentro de un sistema de control biológico por conservación.

2. Material y métodos

2.1. Método de muestreo

Durante los muestreos se recogieron muestras de la fauna de artrópodos contenida en las cuatro especies de plantas estudiadas. Las muestras se recogieron mediante el método de muestreo por golpeo de rama que consiste en golpear diversas ramas del arbusto, en este caso, con una vara de PVC sobre un embudo que finaliza en un bote donde se recogen los artrópodos a estudiar (Figura 1).



Figura 1. Embudo y vara utilizados en el método de muestreo por golpeo.

Los artrópodos recogidos en los botes se analizaron en el laboratorio mediante un binocular. Una vez seleccionados los artrópodos relevantes para este estudio (depredadores, parasitoides y hormigas) se procedió a su identificación, en el caso de los depredadores a nivel de especie, cuando fue posible, y en el caso de los parasitoides a nivel de familia. Hasta el momento de su identificación las muestras fueron almacenadas en un congelador.

2.2. Área y fechas de muestreo

El estudio se llevó a cabo en cuatro localizaciones cercanas a Bétera (Porta Coeli), Fuente del Oro, Garbí (Oronet) y Moncada (IVIA) (Tabla 1). Los muestreos se llevaron a cabo durante el año 2018 en las fechas recogidas en el Anexo 1. En localización se muestrearon cuatro plantas de cada una de las especies vegetales seleccionadas (4 réplicas por especie vegetal y localización).

Tabla 1. Coordenadas de las 4 localizaciones donde se han recogido las muestras.

	Latitud	Longitud
Fuente del Oro	39°39'48.07"N	0°23'59.90"O
Oronet	39°42'30.68"N	0°24'27.26"O
Porta Coeli	39°41'41.85"N	0°28'32.77"O
IVIA	39°35'16.09"N	0°23'46.66"O

2.3. Especies vegetales de estudio

Para el presente trabajo se ha estudiado la abundancia y diversidad de fauna funcional en cuatro especies vegetales autóctonas dentro de su espacio natural: *Pistacia lentiscus* L., *Rhamnus alaternus* L., *Rhamnus lycioides* L. y *Laurus nobilis* L.

2.3.1. *Pistacia lentiscus* L., Sp. Pl. 2: 1026 (1753)

Familia: Anacardiaceae

Género: Pistacia

El lentisco o llentiscle es un arbusto (Figura 2) aromático que alcanza entre 6 y 8 m, con elevada ramificación y glabro que puede llegar a convertirse en un pequeño árbol. Los tallos adultos presentan un color grisáceo y los jóvenes son verdosos o rojizos. Sus hojas son fuertemente persistentes y de color verde oscuro por el haz y más claro por el envés. Forma inflorescencias densas de entre 2 y 5 cm constituidas por diversas flores de color verdoso o rojizo (Figura 3) (Castroviejo, 2007) que se producen durante los meses de

marzo, abril y mayo. Es muy abundante en los matorrales de sotobosques de pinares y encinares alterna (HERBARI VIRTUAL DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL, 2019).



Figura 2. Vista general de *P. lentiscus*. Autor: desconocido. **Figura 3.** Inflorescencias rojizas de *P. lentiscus* producidas durante la primavera. Autor: Felipe Castilla.

2.3.2. *Rhamnus alaternus* L., Sp. Pl. 1: 193-194 (1753)

Familia: Rhamnaceae

Género: Rhamnus

El aladierno es un pequeño árbol o arbusto de la región mediterránea que llega a alcanzar los 8 m de altura. Es perennifolio, con hojas de 2 a 6 cm de consistencia coriácea, ovaladas, brillantes y con pequeños dientes en el margen dirigidos hacia arriba que se disponen de forma alterna (HERBARI VIRTUAL DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL, 2019). Las ramas son glabras y las jóvenes tienen la corteza rojiza. Florece durante la primavera y los frutos maduran a finales de verano o principio de otoño. Las flores dioicas se disponen en racimos densos y axilares (Figura 4). El fruto es tipo drupa de color rojo que se vuelve de color negro al madurar (Figura 5). Habita en zonas de bosque, maquis y matorrales de la región mediterránea. Es muy resistente a la sequía y crece en todo tipo de suelos.



Figura 4. Racimos florales axilares. Autor: Tato Grasso. **Figura 5.** Pequeños frutos en proceso de maduración, cambiando de color rojo a negro. Autor: Julio Reis.

2.3.3. *Rhamnus lycioides* L., Sp. Pl. ed. 2 1: 279 (1762)

Familia: Rhamnaceae

Género: Rhamnus

El espino negro es un arbusto perennifolio de estatura media o baja, espinoso y muy ramificado con la corteza grisácea (Figura 6) (HERBARI VIRTUAL DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL, 2019). Ramas acabadas en espinas. Sus hojas son estrechas y alargadas, en ocasiones, ligeramente ensanchadas hacia el ápice (Figura 7) El fruto es globoso, inicialmente verde y al madurar de color negro. Produce inflorescencias en fascículos cimosos axilares, formadas por flores unisexuales de color amarillo verdoso que florecen de febrero a junio. Habita en zonas de matorrales esclerófilos, fisuras, pedregales, encinares o pinares (ASTURNATURA, 2022).



Figura 6. Vista general de *R. lycioides*. Autor: desconocido. **Figura 7.** Ramas con corteza grisácea, con hojas estrechas y alargadas, finalizadas en punta. Autor: desconocido.

2.3.4. *Laurus nobilis* L., Sp. Pl. ed. 2 1: 279 (1762)

Familia: Lauraceae

Género: Laurus

El laurel es un arbusto o arbolito nativo de Asia que en la antigüedad fue introducido por todo el mediterráneo y actualmente está totalmente naturalizado en países del sur y oeste de Europa, como Francia y España. Es dioico y puede alcanzar entre 5 y 10 m de altura, con una copa oscura y densa. Generalmente forma varios troncos de corteza grisácea o ligeramente verdosa de donde salen ramas erectas, con ramillas redondeadas, verdes y glabras. Las hojas son alternas, con la base atenuada, el borde a veces algo ondulado y el ápice acuminado. Produce inflorescencias formadas por 4-6 flores amarillentas (Figura 8) o blanquecinas con las flores masculinas y femeninas en pies separados (Sánchez, 2001). Producen frutos tipo drupa y carnosos que se vuelven de color negro al madurar (Figura 9) (ASTURNATURA, 2022). A pesar de su preferencia por los suelos sueltos y ligeramente húmedos, crece en casi todos los suelos (Sánchez, 2001).



Figura 8. Inflorescencias de color amarillo. Autor: Felipe Castilla. **Figura 9.** Frutos maduros de color negro. Autor: desconocido.

2.4. Análisis estadístico

Las diferencias en abundancia de depredadores, parasitoides y hormigas entre las cuatro especies vegetales estudiadas, así como las diferencias en abundancia entre los distintos grupos de depredadores para cada una de estas cuatro especies vegetales han sido analizadas mediante un análisis de la varianza simple (ANOVA). Los valores de abundancia de enemigos naturales fueron utilizados como variable dependiente en cada uno de los análisis realizados mientras que *i)* la especie vegetal fue utilizada como variable explicativa en los análisis que se pretendía estudiar las diferencias entre especies vegetales, y *ii)* el grupo de depredador fue utilizado como variable explicativa cuando se pretendía estudiar la importancia relativa de cada grupo de depredador en cada una de las especies vegetales muestreadas.

En todos los análisis, previamente a éstos, tras comprobar la normalidad de los valores de abundancia de artrópodos, se ha procedido a realizar una transformación de éstos mediante el $\log(x) + 1$. Aun así, en algunos casos, los valores no se ajustaron totalmente a una distribución normal pero puesto que, afortunadamente, el test ANOVA no es estrictamente sensible a variaciones moderadas en la normalidad, se ha seguido utilizando el test ANOVA para el análisis de dichos datos. Además, los estudios de simulación demuestran que los falsos positivos son mínimos y que, si se toma una gran cantidad de muestras aleatorias de la población, las medias se distribuyen con normalidad, aproximadamente, incluso cuando la población no es normal (Lix et al., 1996).

Para cada uno de los análisis, posteriormente, se ha realizado una comparación múltiple entre niveles de la variable explicativa para determinar si las medias de cada grupo son significativamente distintas o no, mediante el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Todos los análisis se realizaron con el programa *StatGraphics*.

3. Resultados

Abundancia total de depredadores

El análisis ANOVA nos indica que la abundancia de depredadores en las cuatro especies vegetales estudiadas es estadísticamente distinta ($F = 6.03$; $gl = 3$; $P < 0.05$). A pesar de las diferencias, podemos observar dos grupos homogéneos: *L. nobilis* es la especie vegetal con mayor abundancia de depredadores, seguida de *P. lentiscus*, *R. alaternus* y *R. lycioides*, entre las cuales no existen diferencias estadísticamente significativas (Figura 9).

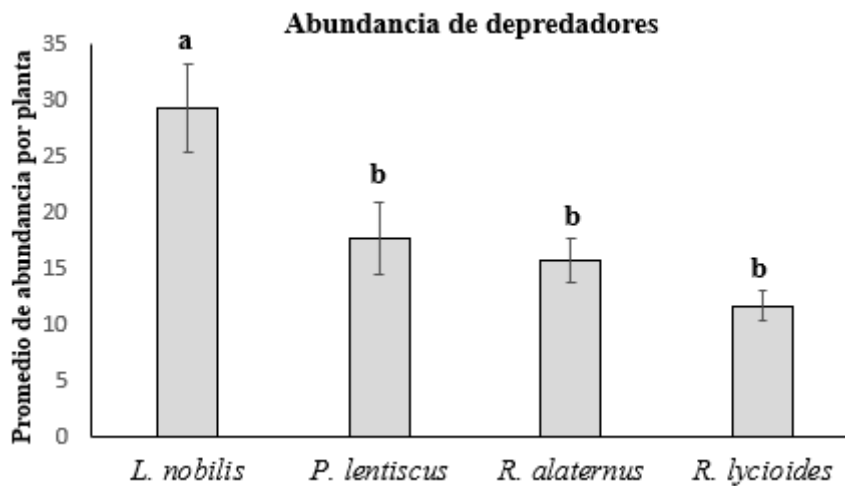


Figura 9. Promedio de depredadores por planta (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo en las cuatro especies vegetales estudiadas. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de depredadores entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$)

En general para las cuatro especies estudiadas, los grupos con mayor abundancia de individuos muestreados fueron las arañas (Araneae) con un total de 579 individuos, los hemípteros (Hemiptera) con un total de 298 y los coccinélidos (Coccinellidae) con un total de 273 (Tabla 2).

Tabla 2. Abundancia total de depredadores encontrados en 4 especies vegetales forestales utilizando el método de muestreo de golpeo de rama.

	<i>L. nobilis</i>	<i>P. lentiscus</i>	<i>R. alaternus</i>	<i>R. lycioides</i>	Total
Depredadores	468	282	250	185	1185
Araneae	152	125	182	120	579
Coccinellidae	215	8	14	36	273
<i>Scymnus subvillosus</i>	27	3	2	5	37
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	33	0	0	0	33
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	28	1	0	0	29
<i>Rhyzobius litura</i>	12	2	7	4	25
<i>Stethorus punctillum</i>	18	0	1	1	20
<i>Coccidophylus citricola</i>	15	0	0	0	15
<i>Scymnus interruptus</i>	7	1	0	0	8
<i>Rodolia cardinalis</i>	7	0	0	0	7
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i>	6	0	0	0	6
<i>Adalia bipunctata</i>	2	0	0	0	2
<i>Rhyzobius lophantae</i>	0	0	0	0	0
<i>Clitostethus arcuatus</i>	0	0	1	0	1
<i>Scymnus rufipes</i>	0	0	0	0	0
Larva coccinellidae	60	1	3	26	90
Hemiptera	96	141	40	21	298
<i>Anthocoris spp.</i>	78	134	36	12	260
Miridae	14	5	2	9	30
<i>Pilophorus spp.</i>	0	2	2	0	4
Pirrocoridae	4	0	0	0	4
Neuroptera	2	6	11	7	26
Crysopidae	2	3	6	6	17
<i>Conwentzia psociformis</i>	0	3	4	1	8
<i>Semidalis aleyrodiformis</i>	0	0	1	0	1
Other Coleoptera	2	0	1	1	4
Staphilinidae	2	0	0	1	3
Carabidae	0	0	1	0	1
Dermaptera	1	0	0	0	1
<i>Forficula auricularia</i>	1	0	0	0	1
Diptera	0	1	1	0	2
<i>Coenosia attenuata</i>	0	1	0	0	1
Syrphidae	0	0	1	0	1

En el caso de las arañas, no existieron diferencias significativas en su abundancia entre las cuatro especies vegetales del estudio ($F = 1.50$; $gl = 3, 63$; $P = 0.2235$) (Figura 10).

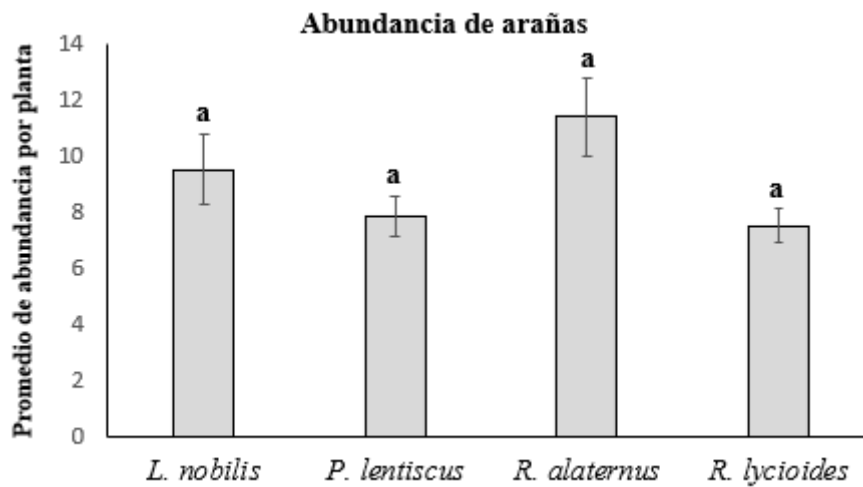


Figura 10. Promedio de arañas por planta (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo en las cuatro especies vegetales estudiadas. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de arañas entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$)

En cambio, la abundancia de hemípteros sí que mostró diferencias significativas entre especies vegetales ($F = 4.82$; $gl = 3, 63$; $P < 0.05$). Las especies vegetales con mayor número de hemípteros capturados fueron *P. lentiscus* y *L. nobilis*. Seguidas de las dos especies del género *Rhamnus* (*R. lycioides* y *R. alaternus*) (Figura 11).

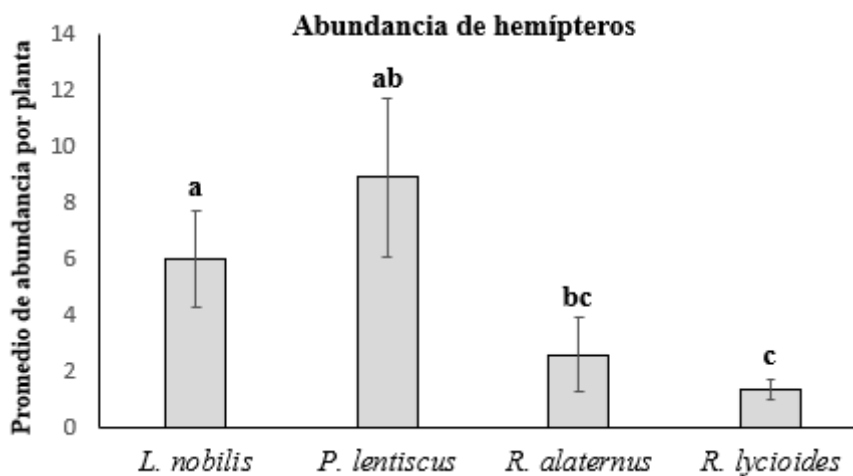


Figura 11. Promedio de hemípteros por planta (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo en las cuatro especies vegetales estudiadas. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de hemípteros entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$)

Por último, la abundancia de coccinélidos también mostró diferencias significativas entre especies vegetales ($F = 23.47$; $gl = 3, 63$; $P < 0.05$). La especie vegetal con mayor número de coccinélidos capturados fue *L. nobilis*. En segundo lugar, encontramos las dos especies del género *Rhamnus* (*R. lycioides* y *R. alaternus*). Por último, *P. lentiscus* presentó el menor número de capturas, aunque sin diferencias significativas con *R. alaternus* (Figura 12).

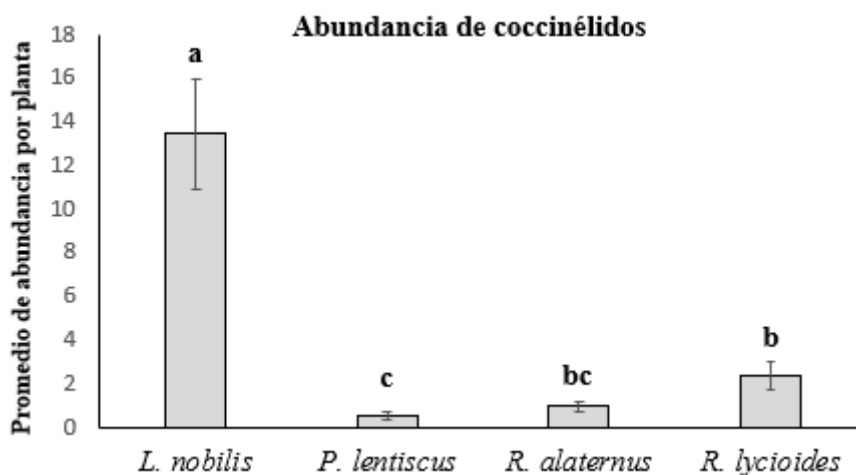


Figura 12. Promedio de coccinélidos por planta (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo en las cuatro especies vegetales estudiadas. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de coccinélidos entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$).

Abundancia de depredadores por especies vegetal

Los muestreos realizados en *L. nobilis* muestran presencia de depredadores de todos los grupos, Araneae, Coccinellidae, Dermaptera, Hemiptera, Neuroptera, excepto de Diptera. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la abundancia relativa de cada uno de estos grupos ($F = 146.72$; $gl = 5, 95$; $P < 0.05$). Los coccinélidos junto con las arañas fueron los grupos más abundantes seguido de los hemípteros, mientras que la presencia de neurópteros, dermápteros y dípteros fue testimonial (Figura 13).

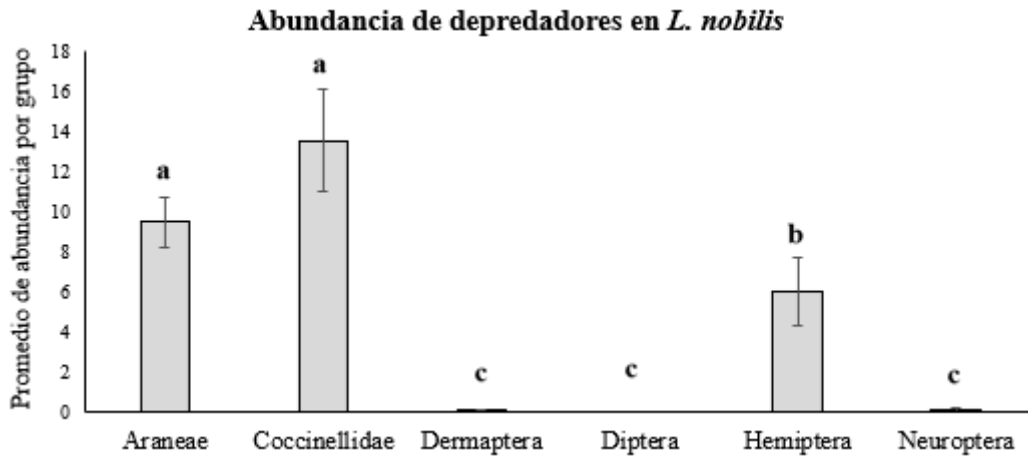


Figura 13. Promedio de depredadores en *L. nobilis* (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de depredadores entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$).

En el caso de *P. lentiscus*, de nuevo encontramos diferencias significativas en la abundancia de depredadores entre grupos ($F = 37.12$; $gl = 5, 95$; $P < 0.05$) aunque con diferente importancia relativa de cada grupo respecto al laurel. Para esta especie vegetal, las arañas y los hemípteros fueron los depredadores más capturados y después, con abundancias mucho menores los coccinélidos, neurópteros y dípteros. En esta especie vegetal, no se encontró ningún dermáptero (Figura 14).

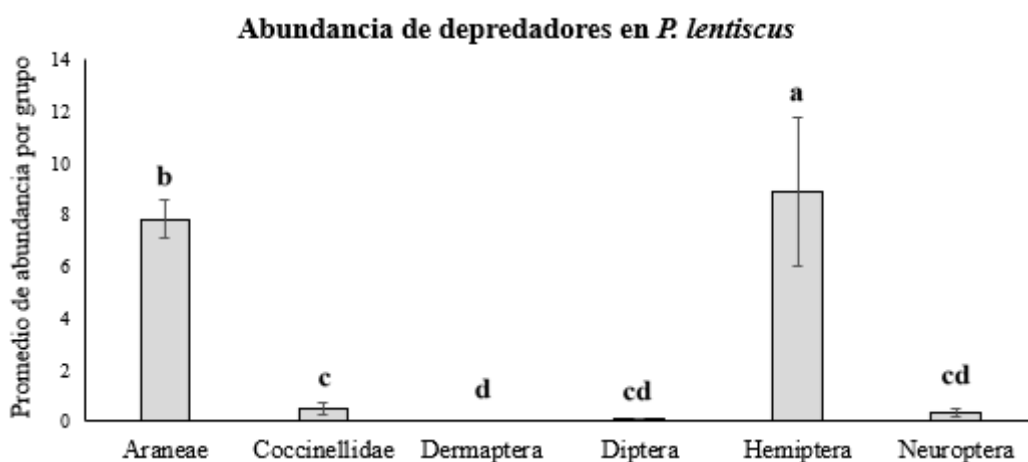


Figura 14. Promedio de depredadores en *P. lentiscus* (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de depredadores entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$).

R. alaternus presentó también diferencias significativas entre la abundancia de los distintos grupos de depredadores ($F = 52.03$; $gl = 5, 95$; $P < 0.05$). En este caso, la presencia de arañas fue muy superior al resto de los grupos, seguido de los hemípteros, los coccinélidos y los neurópteros. Sólo se encontró un díptero depredador (Syrphidae) (Figura 15).

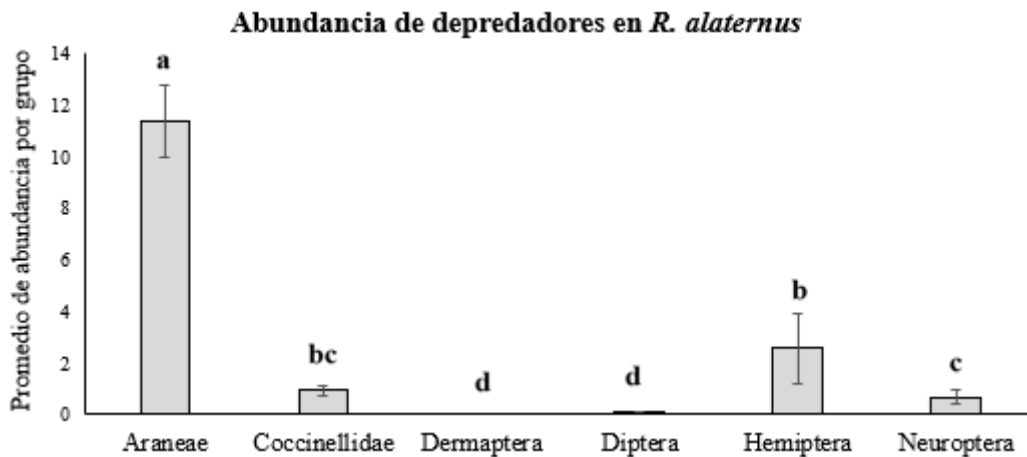


Figura 15. Promedio de depredadores en *R. alaternus* (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de depredadores entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$).

Por último, también se encontraron diferencias significativas entre la abundancia de los distintos grupos de depredadores estudiados en *R. lycioides* ($F = 41.85$; $gl = 5, 95$; $P < 0.05$). Las arañas fueron especialmente abundantes comparado con el resto de grupos de depredadores. Los siguientes grupos con más capturas fueron los coccinélidos y los hemípteros y, finalmente, se encontraron neurópteros de manera más esporádica (Figura 16).

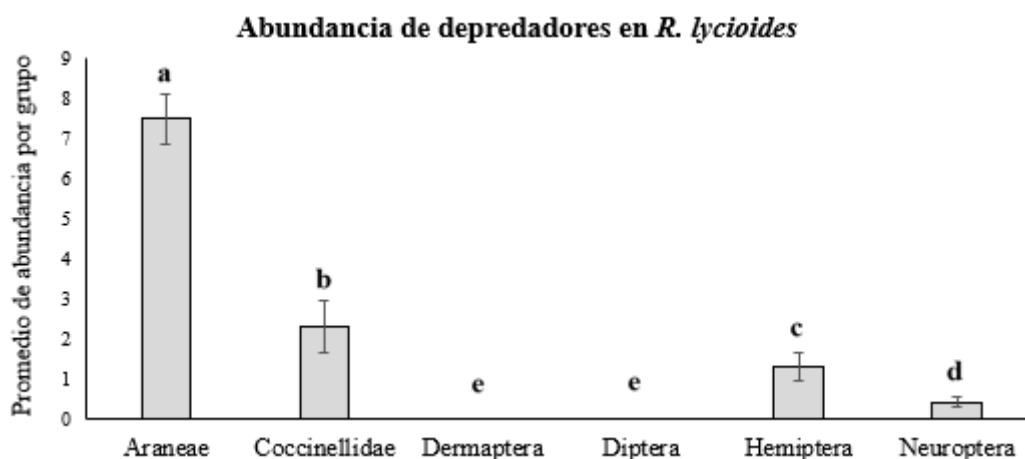


Figura 16. Promedio de depredadores en *R. lycioides* (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de depredadores entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$).

Abundancia de parasitoides

Durante todo el periodo de muestreo, se han capturado un total de 56 parasitoides. Las familias con mayor número de capturas fueron, Eulophidae, Encyrtidae, Aphelinidae y Braconidae (Tabla 3). La abundancia de estos enemigos naturales varió según la especie vegetal muestreada ($F = 4.38$; $gl = 3, 63$; $P < 0.05$), con el mayor número de capturas en *L. nobilis* (28 ind.). No hubo sin embargo diferencias significativas en el número de parasitoides encontrados entre las otras tres especies vegetales (Figura 17).

Tabla 3. Número total de parasitoides (Hymenoptera) agrupado por familias o su perfamilias (en negrita) encontrado en las cuatro especies vegetales muestreadas mediante el método de muestreo de golpeo de rama.

	<i>L. nobilis</i>	<i>P. lentiscus</i>	<i>R. alaternus</i>	<i>R. lycioides</i>	Total
Superfamilia/familia	28	10	4	14	56
Platygastroidea	8	2	1	0	11
Eulophidae	3	0	1	7	11
Encyrtidae	5	2	1	1	9
Aphelinidae	4	1	0	1	6
Braconidae	4	1	0	1	6
Pteromalidae	0	3	0	2	5
Eupelimpidae	0	0	0	3	3
Ichneumonidae	1	0	0	1	2
Eurytomidae	1	0	1	0	2
Elasmidae	1	0	0	1	2
Ceraphronoidea	0	1	0	0	1
Cynipoidea	1	0	0	0	1

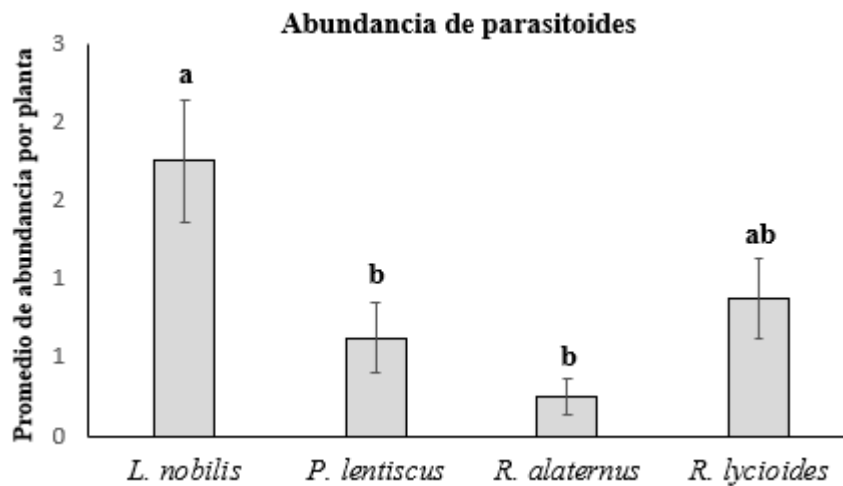


Figura 17. Promedio de parasitoides por planta (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo en las cuatro especies vegetales estudiadas. Letras distintas indican diferencias significativas en la abundancia de parasitoides entre especies vegetales (LSD test $P < 0.005$)

Abundancia de hormigas

Respecto a las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), se han capturado un total de 562 individuos a lo largo del estudio. La abundancia total de este grupo fue similar entre todas las especies vegetales ($F = 0.44$; $gl = 3, 63$; $P = 0.727$) (Figura 18). En cuanto a la composición específica. Las especies *Linepithema humile*, *Laius grandis* y *Plagiolepis pygmaea* todas ellas asistentes de hemípteros productores de melaza, fueron las especies dominantes (Tabla 4).

Tabla 4. Número total de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) agrupado por especies o género encontrado en las cuatro especies vegetales muestreadas mediante el método de muestreo de golpeo de rama.

	<i>L. nobilis</i>	<i>P. lentiscus</i>	<i>R. alaternus</i>	<i>R. lycioides</i>	Total
Hormigas	232	127	108	95	562
<i>Linepithema humile</i>	123	18	5	12	158
<i>Laius grandis</i>	25	33	33	27	118
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	29	32	20	23	104
<i>Pheidole pallidula</i>	35	7	5	6	53
<i>Formica rufibarbis</i>	16	16	11	2	45
<i>Crematogaster sp.</i>	0	10	8	10	28
<i>Camponotus sp.</i>	3	6	9	7	25
<i>Tetramorium sp.</i>	0	1	9	5	15
<i>Messor barbarus</i>	0	2	3	2	7
<i>Tapinoma sp.</i>	0	0	5	1	6
<i>Polyergus rufescens</i>	1	2	0	0	3

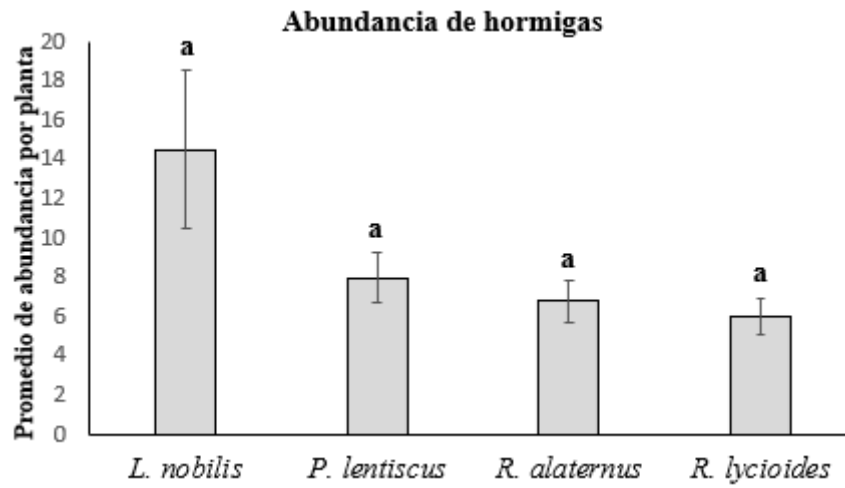


Figura 18. Promedio de hormigas por planta (\pm error estándar) encontrado durante todo el periodo de muestreo en las cuatro especies vegetales estudiadas. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas en la abundancia de hormigas entre especies vegetales (LSD test $P > 0.005$).

4. Discusión y conclusión

El presente trabajo demuestra que las especies vegetales de tipo arbustivo autóctonas muestreadas albergan una comunidad de enemigos naturales que podría contribuir a mejorar el control biológico por conservación en los agroecosistemas mediterráneos si son incorporadas para su uso en infraestructuras ecológicas tales como setos o islas de biodiversidad. Además, cada una de estas especies mostró diferente abundancia relativa de los distintos grupos de enemigos naturales de interés. Estas diferencias, permitirían realizar diseños de infraestructuras más específicos en función de que tipo de enemigos naturales se pretenda potenciar en el agroecosistema.

El laurel, *L. nobilis*, fue la especie que más depredadores albergó, por lo que, su uso como infraestructura ecológica en forma de arbusto o árbol pequeño sería de gran interés. Además, aunque la abundancia de fauna auxiliar sea menor, *P. lentiscus* y *R. alaternus* también mostraron poblaciones importantes de depredadores, por tanto, su uso como infraestructuras ecológicas también sería interesante.

Los coccinélidos fueron especialmente abundantes en *L. nobilis*. Debido a su importancia como agentes de control biológico (CB) de plagas clave en cítricos y caqui, el uso del laurel en infraestructuras ecológicas se plantea como una oportunidad para mejorar el control biológico por conservación (CBC) de ciertas plagas clave. En esta especie vegetal existe una notable presencia de *Cryptolaemus montrouzieri*, depredador de cochinillas acanaladas como *Delottococcus aberiae* en cítricos o *Pseudococcus longispinus* en caqui o de *Scymnus subillosus*, enemigo natural clave de pulgones en cítricos (Bouvet et al., 2021).

Por otra parte, también es destacable la elevada abundancia de hemípteros depredadores, sobre todo antocóridos, en *P. lentiscus*. Los antocóridos son reconocidos depredadores de psílidos (Agusti et al., 2003). Por lo tanto, la utilización de lentisco en setos podría ser de especial importancia en la mejora del CBC de los dos vectores del HLB de los cítricos, *Trioza erytrae* y *Diaphorina citri*.

Las arañas fueron abundantes en todas las especies vegetales estudiadas y especialmente abundantes en *R. alaternus*. Estos enemigos naturales son depredadores generalistas que

pueden contribuir a una regulación de fondo de todos los fitófagos que afectan a los cultivos (Michalko et al., 2019).

La presencia de los otros grupos de depredadores fue testimonial. Tal vez la utilización de otros métodos de muestreo arrojaría una información más precisa sobre estos grupos.

La importancia relativa de cada grupo de depredadores varió según la especie vegetal estudiada. Por ejemplo, en el laurel, los coccinélidos fueron los depredadores más importantes, seguido de las arañas y los hemípteros. Sin embargo, en el lentisco, los hemípteros fueron el grupo dominante mientras que la presencia de coccinélidos fue testimonial. Por otro lado, las arañas fueron los depredadores dominantes en las dos especies de *Rhamnus*. Estos resultados nos sugieren que la combinación de estas especies vegetales en una infraestructura vegetal, nos puede ayudar a equilibrar la presencia de todos los grupos de depredadores de interés en el agroecosistema.

La menor presencia de parasitoides queda totalmente condicionada por el método de muestreo. El golpeo con embudo, aunque permitió la captura de numerosos especímenes parasitoides, no es reconocido como el mejor método de muestreo para este grupo de enemigos naturales. Aun así, destaca la mayor presencia de estos enemigos naturales de nuevo en el laurel. Lo que corrobora que es una especie vegetal que alberga una rica comunidad de artrópodos con fitófagos y sus enemigos naturales. Los eulófidos y los encirtidos son familias que incluyen enemigos naturales clave como los parasitoides de *T. erythrae* y *D. citri*, o de *D. aberiae*, las cuales fueron las más abundantes.

Las hormigas, son considerados insectos de gran interés en agricultura por su papel divalente tanto como plagas indirectas o como enemigos naturales (Offenberg 2015). En nuestro estudio destaca la elevada presencia de hormigas en laurel, sobre todo de *Linepithema humile*. Esta especie, la hormiga argentina, es una especie invasora asociada a insectos productores de melaza. *Lasius grandis*, especie nativa dominante también asociada a productores de melaza, fue también la especie más importante, en las otras tres especies vegetales forestales. Sin embargo, se debe destacar la relativa abundancia de otros géneros como *Formica* o *Camponotus* con un mayor reconocido carácter depredador (Vanaclocha et al., 2005).

En conclusión, el conocimiento detallado de las comunidades de enemigos que se asocian a las distintas especies forestales de nuestros ecosistemas mediterráneos nos ayudará a diseñar infraestructuras ecológicas en nuestra agricultura, optimizando la presencia de enemigos naturales de interés.

5. Bibliografía

AGUSTÍ, N.; UNRUH, T. R. & WELTER, S. C. (2003). Detecting *Cacopsylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae) in predator guts using COI mitochondrial markers. *Bulletin of entomological research*, 93(3): 179-185.

POLACK, L.; LECUONA, R. & LÓPEZ, S. (2020). Control biológico de plagas en horticultura. Ed. INTA. Buenos Aires. 562 pp.

ASTURNATURA. 2022. <https://www.asturnatura.com/> (Consultado el 1 de septiembre de 2022).

BOUVET, J. P. R.; URBANEJA, A. & MONZÓ, C. (2021). Aphid predators in citrus crops: the least voracious predators are the most effective. *Journal of Pest Science*, 94(2): 321-333.

CASTROVIEJO, S. (2007). Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC.

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA. (2009). Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009.

EHLER, L. E. (2006). Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Management Science*, 62: 787-789.

EUROPEAN COMISSION. (2020). Communication from the commission to the European parliament, the council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. COM/2020/381.

HERBARI VIRTUAL DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL. 2019. <http://herbarivirtual.uib.es/> (Consultado el 11 de agosto de 2022).

LIX, L. M.; KESELMAN, J. C. & KESELMAN, H. J. (1996). Consequences of Assumption Violations Revisited: A Quantitative Review of Alternatives to the One-Way Analysis of Variance F Test. *Educational Research*, 66 (4): 579-619.

MICHALKO, R.; PEKÁR, S. & ENTLING, M. H. (2019). An updated perspective on spiders as generalist predators in biological control. *Oecologia*, 189(1): 21-36.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Agricultura: Guías de Gestión Integrada. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/default.aspx> (Consultado el 10 de agosto de 2022).

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2011). Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios. BOE-A-2011-19296.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2012). Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitario. BOE-A-2012-11605.

MONZÓ, C.; TENA, A.; URBANEJA, A. & VICENT, A. (2021). Gestión de plagas y enfermedades fúngicas de cítricos en el actual contexto “De la Granja a la Mesa”.

OFFENBERG, J. (2015). Ants as tools in sustainable agriculture. *Journal of Applied Ecology*, 52(5): 1197-1205.

SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, J. M. 2001. Árboles ornamentales. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 144 pp.

VANACLOCHA, P.; MONZÓ, C.; GÓMEZ, K.; TORTOSA, D.; PINA, T.; CASTANERA, P. & URBANEJA, A. (2005). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) presentes en el suelo de los cítricos de la provincia de Valencia. *Phytoma España*, 171: 14-24.

ANEXO 1

El Anexo 1 recoge las fechas de muestreo.

PUNTO DE MUESTREO	ESPECIE VEGETAL	Nº MUESTRAS	FECHAS MUESTREO						
			Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7
Fuente del Oro	<i>Laurus nobilis</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		21/06/018
Fuente del Oro	<i>Pistacia lentiscus</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		21/06/018
Fuente del Oro	<i>Rhamnus alaternus</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		21/06/018
Fuente del Oro	<i>Rhamnus lycioides</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		21/06/018
Oronet-Serra	<i>Laurus nobilis</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		21/06/018
Oronet-Serra	<i>Pistacia lentiscus</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008			21/06/018
Oronet-Serra	<i>Rhamnus alaternus</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		21/06/018
Oronet-Serra	<i>Rhamnus lycioides</i>	4	26/04/2018		11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		21/06/018
Porta Coeli-Betera	<i>Laurus nobilis</i>	4		03/05/2018	11/05/2018	24/05/2008	07/06/018		
Porta Coeli-Betera	<i>Pistacia lentiscus</i>	4		03/05/2018	11/05/2018	24/05/2008			
Porta Coeli-Betera	<i>Rhamnus alaternus</i>	4		03/05/2018	11/05/2018	24/05/2008			
Porta Coeli-Betera	<i>Rhamnus lycioides</i>	4		03/05/2018	11/05/2018	24/05/2008			
IVIA	<i>Laurus nobilis</i>	4	26/04/2018			24/05/2008	07/06/018	14/06/018	
IVIA	<i>Pistacia lentiscus</i>	4	26/04/2018			24/05/2008	07/06/018	14/06/018	
IVIA	<i>Rhamnus alaternus</i>	4	26/04/2018			24/05/2008	07/06/018		
IVIA	<i>Rhamnus lycioides</i>	4	26/04/2018			24/05/2008	07/06/018		

PUNTO DE MUESTREO	ESPECIE VEGETAL	Nº MUESTRAS	FECHAS MUESTREO					
			Nº8	Nº9	Nº10	Nº11	Nº12	Nº13
Fuente del Oro	<i>Laurus nobilis</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Fuente del Oro	<i>Pistacia lentiscus</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Fuente del Oro	<i>Rhamnus alaternus</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Fuente del Oro	<i>Rhamnus lycioides</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Oronet-Serra	<i>Laurus nobilis</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Oronet-Serra	<i>Pistacia lentiscus</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Oronet-Serra	<i>Rhamnus alaternus</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Oronet-Serra	<i>Rhamnus lycioides</i>	4		08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Porta Coeli-Betera	<i>Laurus nobilis</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Porta Coeli-Betera	<i>Pistacia lentiscus</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Porta Coeli-Betera	<i>Rhamnus alaternus</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
Porta Coeli-Betera	<i>Rhamnus lycioides</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
IVIA	<i>Laurus nobilis</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
IVIA	<i>Pistacia lentiscus</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
IVIA	<i>Rhamnus alaternus</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018
IVIA	<i>Rhamnus lycioides</i>	4	27/06/018	08/08/2018	16/08/2018	17/10/2018	07/11/2018	21/11/2018

