



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

IMPACTO DE LAS CUBIERTAS VEGETALES MIXTAS EN LA ENTOMOFAUNA BENEFICIOSA DEL OLIVAR Y EN SU EFICACIA DEPREDADORA

Alumna: Minerva Martínez Rojas

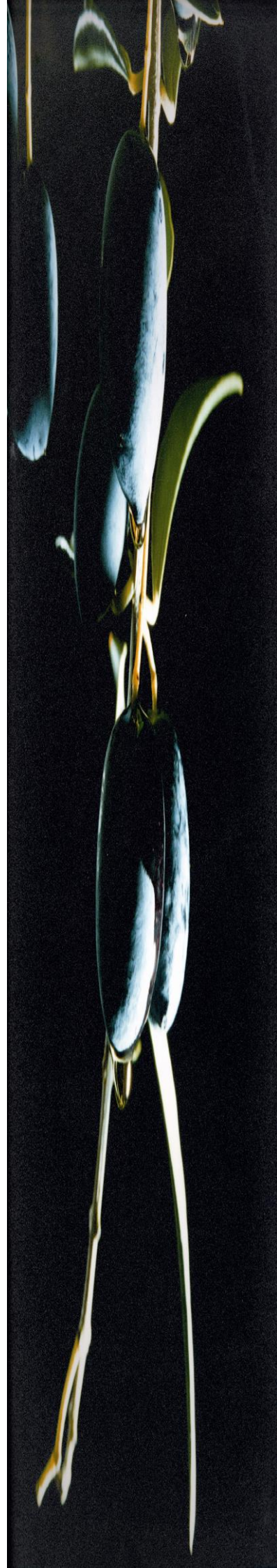
Director: Ramón González Ruiz.

Tutor: Ramón González Ruiz.

Cotutor: José Alfonso Gómez Guzmán.

Dpto.: Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología.

30/06/2023



Ramón González Ruiz, Profesor titular de Universidad del Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Jaén.

Como **Director y Tutor** de D^a. MINERVA MARTÍNEZ ROJAS en el Máster Universitario en Olivar y Aceite de Oliva, durante el curso 2022-2023.

INFORMA: Que el presente trabajo fin de máster, *“Impacto de las cubiertas vegetales mixtas en la entomofauna beneficiosa del olivar y en su eficacia depredadora.”* ha sido realizado por D^a. MINERVA MARTÍNEZ ROJAS, para la obtención del Título de Máster Universitario en Olivar y Aceite de Oliva por la Universidad de Jaén, bajo la dirección de Ramón González Ruiz y José Alfonso Gómez Guzmán.

Jaén, a 30 de junio de 2023

Fdo.: Ramón González Ruiz

Fdo. José Alfonso Gómez Guzmán



Fdo.: Alumno/a

ÍNDICE

RESUMEN	8
----------------------	----------

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
<u>2.2.1. Muestreo entomológico.....</u>	<u>17</u>
<u>2.2.2. Estudio de la vegetación herbácea (olivares CV y CV-MIX).....</u>	<u>20</u>
<u>2.2.3. Estimación de la depredación oófaga (olivares CV, CV-MIX y CONV).....</u>	<u>22</u>
<u>2.2.4. Análisis estadísticos.....</u>	<u>26</u>
<u>2.2.5. Registro meteorológico.....</u>	<u>26</u>
3. RESULTADOS.	
3.1. DISVERSIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DE LA VEGETACIÓN HERBÁCEA.....	30
3.2. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DE ENEMIGOS NATURALES (trampas cromáticas).....	32
3.3. PARÁMETROS DE ATAQUE DE LA POLILLA DEL OLIVO, <i>P.OLEAE</i>	39
<u>3.3.1. Población de huevos y ataque potencial.....</u>	<u>39</u>
<u>3.3.2. Evolución de las capturas de crisopas (trampas McPhail) y depredación oófaga.....</u>	<u>40</u>
4. DISCUSIÓN.....	43
5. CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de especies inventariadas en olivares CV y CV-MIX, e índices de frecuencia en cada muestreo (M1-M5).....31

Tabla 2. Especies de parasitoides capturados en las trampas cromáticas y especies plaga con las que están asociadas.....33

Tabla 3. Especies de depredadores capturados en las trampas cromáticas y especies plaga con las que están asociadas.....34

Tabla 4. Enemigos naturales capturados en trampas cromáticas. Las X indican su presencia en el olivar.....36

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Localización del área de estudio en la provincia de Jaén. Se delimitan dos grandes extensiones de olivar, con manejo convencional (CONV), y con manejo ecológico (ECO), que incluyen a su vez una extensión de olivar con cubierta vegetal mixta (CV-MIX) y olivar con cubierta vegetal (CV). Con líneas discontinuas se delimitan los tres bloques de cada olivar.....	14
Figura 2. Cubierta vegetal en olivar ecológico CV (izda), y CV-MIX (dcha).....	16
Figura 3. Olivar convencional.....	17
Figura 4. Vista aérea del olivar CV-MIX, indicando mediante líneas discontinuas los tres bloques en los que ha sido dividido para el estudio. En el recuadro aumentado se representa a modo de ejemplo la disposición lineal de las trampas cromáticas a lo largo de una línea de 20 olivos.....	18
Figura 5. Colocación de las trampas cromáticas (A) y modo de preparación para su transporte tras ser retiradas (B). Trampa McPhail en olivo (C). En la parte inferior, aspecto de la trampa cromáticas tras ser retirada.....	20
Figura 6. Realización de los muestreos de herbáceas en la cubierta vegetal. Flexómetro en la posición de estudio (centro) y detalle de las varillas utilizadas para la comprobación de la existencia de contactos de las plantas en altura.....	21
Figura 7. Evolución de fenología de los olivos y de la cubierta vegetal herbácea en el olivar CV-MIX (13 de mayo a 27 de junio de 2022).....	22
Figura 8. Posición del fruto para su observación de huevos de <i>Prays oleae</i> (A). Huevos vivos (B); Huevos depredados (C), y vista aumentada en el rectángulo marcado (D). Huevos eclosionados (E).....	25

Figura 9. Hoja de cálculo (MS-Excel) elaborada para la obtención de los diferentes parámetros de ataque de <i>P.oleae</i>	25
Figura 10. Temperatura (máximos, mínimos y medios) (°C), Humedad Relativa (%) y precipitaciones (mm) diarias durante el mes de abril (2022) zona de estudio (Cortijo Virgen de los Milagros, Ctra. Jaen-Baeza km 30).....	27
Figura 11. Temperatura (máximos, mínimos y medios) (°C), Humedad Relativa (%) y precipitaciones (mm) diarias durante el mes de mayo (2022). En la zona de estudio (Cortijo Virgen de los Milagros, Ctra. Jaén-Baeza km 30).....	28
Figura 12. Temperatura (máximos, mínimos y medios) (°C), Humedad Relativa (%) y precipitaciones (mm) diarias durante el mes de junio (2022). en la zona de estudio (Cortijo Virgen de los Milagros, Ctra. Jaén-Baeza km 30).....	29
Figura 13. Número total de individuos capturados para las diferentes especies de enemigos naturales (eje derecho) y porcentajes de captura para cada uno de los tres manejos agrícolas (eje izquierdo): olivar CV-MIX (verde oscuro), olivar CV (verde claro), y olivar CONV (blanco).....	37
Figura 14. Parámetros estadísticos (Media y SE) de las abundancias relativas de las principales especies de parasitoides capturados en las trampas cromáticas en los tres tipos de manejo de cultivo: CONV (blanco), CV olivar (verde claro), y CV-MIX olivar (verde oscuro). Las diferencias estadísticamente significativas se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p<0,05$).....	38
Figura 15. Parámetros estadísticos (Media y SE) de las abundancias relativas de las principales especies de depredadores capturados en las trampas cromáticas en los tres tipos de manejo de cultivo: CONV (blanco), CV olivar (verde claro), y CV-MIX olivar (verde oscuro). Las diferencias estadísticamente significativas se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p<0,05$).....	38

Figura 16. Parámetros estadísticos (Media, Error estándar y Desviación estándar) de la población de huevos de *Prays oleae* en los olivares sujetos a diferentes manejos (A), y ataque potencial al fruto (B) en CV-MIX (verde oscuro), CV (verde claro) y CONV (blanco). Las diferencias significativas dentro de cada intervalo de muestreo se indican con letras (prueba de HSD de Tukey, $p < 0,05$).....39

Figura 17. Parámetros estadísticos (Media, Error Estándar y Desviación Estándar) de los valores de captura de crisopas en trampas McPhail (A), y evolución del porcentaje de depredación (B) en los olivares sujetos a diferentes manejos: CV-MIX (verde oscuro), CV (verde claro) y CONV (blanco). Las diferencias significativas dentro de cada intervalo de muestreo se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p < 0,05$).....41

Figura 18. Parámetros estadísticos (Media, Error Estándar y Desviación Estándar) del ataque final de huevos de *Prays oleae* en los olivares sujetos a diferentes manejos (A), y de recuperación de fruto (B) en CV-MIX (verde oscuro), CV (verde claro) y CONV (BLANCO). Las diferencias significativas dentro de cada muestra se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p < 0,05$).....42

RESUMEN

El laboreo intensivo y la consiguiente erosión del suelo constituye uno de los principales problemas en el olivar. Para ello, se fomentan prácticas paliativas como la implantación de cubiertas vegetales. Recientemente, se destaca la adición de restos de poda al suelo, ya sea solos o combinados con cubierta vegetal, la evaluación de esta medida agronómica es el principal objetivo de esta investigación.

Esta investigación se llevó a cabo en 2022 en la provincia de Jaén (sur de España), donde se seleccionaron olivares con distintos manejos: i/ Convencional, libre de vegetación (CONV), ii/ Olivar ecológico con cubierta vegetal (CV) y iii/ Olivar ecológico donde se añaden restos de poda a la cubierta vegetal (CV-MIX). Se realizaron inventarios de vegetación y monitoreo de enemigos naturales mediante un dispositivo combinado con trampas cromáticas y olfativas.

La polilla del olivo (*Prays oleae*) y depredadores de ésta como las crisopas se seleccionaron como especies de control.

Tanto la diversidad de enemigos naturales como la abundancia relativa de vegetación fueron superiores en el olivar CV-MIX, donde se encontraron las tasas más altas de depredación por parte de las crisopas (88%). A su vez, estos parámetros en el olivar CV superaron a los del olivar CONV. Se discuten los parámetros involucrados en las notables diferencias entre los tres tipos de manejo.

Palabras clave: olivar, cubiertas vegetales, restos de poda, enemigos naturales, *Prays oleae*.

ABSTRACT

Intensive soil tillage and the resulting erosion constitutes one of the main problems in olive growing. Palliative practices such as implementing vegetable covers and encouraged. Recently, the method of adding inert green roofs to the soil, either alone or in combination with adventitious vegetation, stands out.

Assessing this agronomic measure is the main objective of this investigation. This research was conducted in 2022 in the Jaén province (southern Spain), where olives groves with different managements were selected: i/ Conventional, free from vegetation, ii/ Ecologically managed olive grove containing a cover of adventitious vegetation (VC), and iii/ Ecologically managed olive grove, where the remains of pruning are added to the adventitious cover (VC-MIX).

Vegetation inventories and beneficial insect monitoring were performed using a combined device with chromatic and olfactory trapping. The olive moth (*Prays oleae*) and lacewing predators were selected as the control species. Both the beneficial insect diversity and relative plant abundance were higher in the VC-MIX, where the highest rates of predation by lacewings were found (88%). In turn, these parameters in the VC olive surpassed those of the Conventional olive grove. The factors involved in the notable differences between the three management types are discussed.

Key words: olive grove, herbaceous covers, inert green roofs, natural enemies, *Prays oleae*.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El olivar es uno de los principales cultivos leñosos en España, con aproximadamente 2,75 millones de hectáreas dedicadas a este cultivo (MAGRAMA, 2012). La mayor extensión (1,6 millones de hectáreas) se encuentra en la región de Andalucía (sur de España). La mayor parte de la producción de aceite de oliva se produce en la provincia de Jaén, con un rendimiento medio anual en torno al medio millón de toneladas (García Fuentes et al., 2005).

En el área mediterránea, se han registrado entre 40 y 60 especies de artrópodos fitófagos que encuentran en el olivar un refugio casi permanente (Arambourg, 1986; Andrés-Cantero, 1997; Gómez-Guzmán et al., 2022). No obstante, existe una comunidad aún más diversa de especies beneficiosas que está íntimamente asociada a esta entomofauna, cuya actividad depredadora o parasitaria contribuye al control natural de las especies fitófagas, por lo que deben ser protegidas a pesar de que su acción es limitada por el poco conocimiento de los agricultores.

El control de plagas en la olivicultura se basa en la aplicación de pesticidas sintéticos, lo que ha generado un empobrecimiento progresivo de las comunidades animales, afectando notablemente a la comunidad de enemigos naturales (Vives, J.M, 1988; Gómez- Guzmán y González-Ruiz, 2019).

Otras consecuencias incluyen la aparición de nuevas plagas emergentes y linajes resistentes a los insecticidas convencionales (Carrero, J.M, 1996; Gómez-Guzmán y González-Ruiz, 2019; Gómez-Guzmán y González-Ruiz, 2020; Gómez-Guzmán et al., 2021; Civantos-Ruiz et al.,2022).

Paralelamente, las prácticas tradicionales de laboreo intensivo han tenido un impacto muy negativo en la diversidad de flora y fauna (Hodkinson y Hughes, 1993), afectando así el índice de fertilidad del suelo (Chauvin, 1967) . La supresión de las comunidades vegetales ha dado lugar a un empobrecimiento de las comunidades de depredadores y parasitoides, lo que ha provocado una reducción de la actividad entomófaga, un aumento de las poblaciones de plagas y una dependencia progresiva de los plaguicidas sintéticos. Además, el cultivo tradicional implica la erradicación de la cubierta vegetal herbácea, dejando el suelo desprotegido contra la erosión provocada por las precipitaciones (Cerdà et al., 2010; Rodríguez-Lizana et

al., 2017; Vanwalleghem et al., 2017) y causando un daño económico significativo en las explotaciones agrícolas como en las áreas adyacentes (Zema et al., 2017).

Para mitigar los efectos de la erosión, entre otras medidas se ha procedido a la implantación de cubiertas vegetales, ya sea permitiendo el crecimiento vegetal de herbáceas espontáneas, o mediante plantaciones de herbáceas sembradas artificialmente (Casado y Pulido, 2007). Sin embargo, los agricultores destacan las facetas más controvertidas de la cubierta vegetal, como es la competencia con los cultivos por el agua y los nutrientes, que es especialmente intensa durante los períodos de escasez hídrica (desde mediados de primavera hasta principios de otoño), y la corta duración de su efecto protector (Alcántara et al., 2011), lo que llevó a muchos agricultores a cuestionar su efecto beneficioso. Para controlar sus inconvenientes, en los olivares provistos de cubierta vegetal, periódicamente se procede a controlar mediante siega mecánica, normalmente a mediados de la primavera, la vegetación herbácea, con la adicción *in situ* del residuo resultante, que forma una capa que evita la excesiva evapotranspiración durante el verano y protege el suelo de la erosión.

Una práctica similar consiste en incorporar a la cubierta vegetal espontánea los restos de la poda del olivar, previamente triturados. Estos restos están constituidos por ramas finas (normalmente de menos de 5 cm de diámetro) y hojas (García-Martín et al., 2020). Tradicionalmente, estos restos de poda se han quemado *in situ*, ya que de este modo se eliminan fácilmente las grandes cantidades resultantes, y también aporta beneficios agronómicos en las siguientes cosechas. Sin embargo, se ha señalado que esta gestión acarrea inconvenientes ambientales derivados de la emisión de partículas y contaminantes atmosféricos, que aumentan el efecto invernadero y afectan la salud pública (Iranzo et al., 2004; Ribo et al., 2017; Lull et al., 2021).

La alternativa más viable de gestión de los restos de poda consiste en su incorporación una vez triturados al propio suelo del cultivo. Esto da lugar a un abono verde de efecto muy beneficioso (García Fuentes et al., 2004), y que además mejora los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo (Rodríguez-Lizana et al., 2008). Autores como (Taguas y Gómez, 2015) indican que los restos de poda previamente triturados impiden el desarrollo de flora ruderal, lo que contribuye a

atenuar la competencia de la cubierta vegetal con el olivar por el agua y nutrientes, lo que por tanto reduce la dependencia de herbicidas.

Esta práctica por tanto no parece afectar negativamente, ni representa un peligro potencial de orden fitosanitario (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011), lo que la ha convertido en una opción altamente recomendable.

Dado que aún no se ha evaluado el efecto sobre la entomofauna beneficiosa, el principal objetivo de esta investigación es aportar datos para determinar la influencia de esta nueva práctica agronómica, particularmente en cuanto a sus repercusiones sobre las comunidades de enemigos naturales del olivar, con especial atención a los depredadores y la eficacia de depredación sobre la polilla del olivo, *Prays oleae* Bern, mediante el seguimiento de los crisópidos (Neuroptera: *Chrysopidae*) como sus principales depredadores naturales (Arambourg, 1986; Campos y Ramos, 1985; Bozsik et al., 2009).

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

La implantación de cubiertas mixtas, mediante la adición de los restos finos de la poda del olivo triturados a la cubierta herbácea, representa un elemento innovador en olivicultura. Aunque inicialmente su función principal estaba destinada a prevenir la erosión, todo apunta a que puede proporcionar otros efectos beneficiosos, y aunque no se han realizado evaluaciones precisas, es muy probable que ejerza un efecto positivo sobre la biodiversidad. Efectuar una primera valoración de este impacto, representa por tanto uno de los objetivos principales de este estudio.

El enriquecimiento del suelo en nutrientes aportados por las cubiertas vegetales mixtas resultaría en principio beneficioso para la diversidad vegetal. Y dado que el aumento de diversidad vegetal supone el aumento de las posibilidades de interacción planta-insecto, esta práctica muy probablemente favorecería indirectamente a las comunidades de insectos beneficiosos (González-Ruiz y Gómez-Guzmán, 2019), lo que muy probablemente contribuiría a la mejora del control natural de las plagas. Para el agricultor, esta sucesión de eventos resultaría beneficiosa en términos de una menor dependencia de los plaguicidas de síntesis.

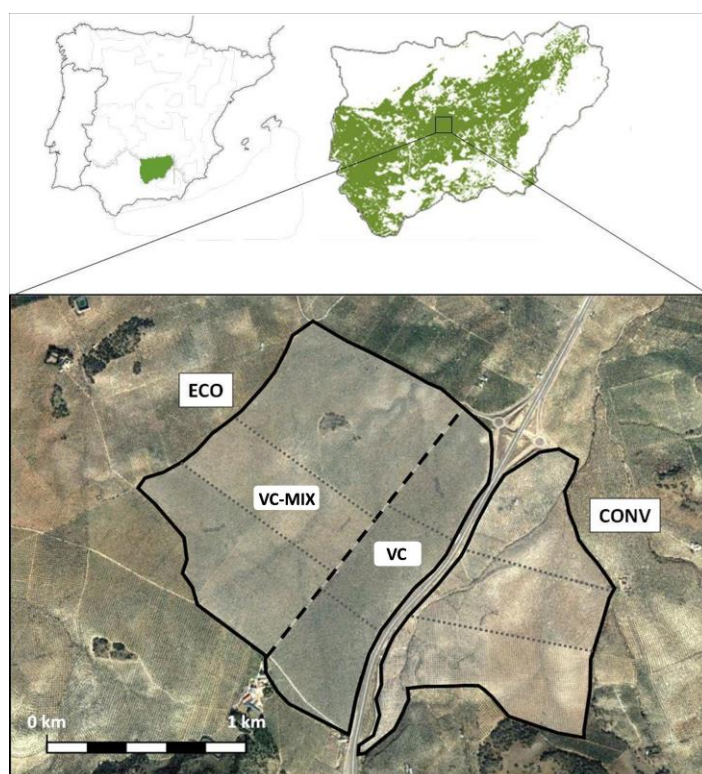
Otra vía es la resultante del aumento de biomasa vegetal en el suelo, lo que representa un aumento de la complejidad estructural edáfica, y proporcionaría a un importante número de especies de artrópodos (especialmente a aquellos que invernán en el estadio adulto en el suelo) las condiciones ideales para asegurar su supervivencia invernal. Otro de los objetivos de este estudio es por tanto evaluar este posible efecto. En el caso de que influya positivamente, la mayor población de depredadores en olivares que incorporan cubiertas mixtas, debería repercutir en las tasas de depredación sobre las plagas. Constituye por tanto el objetivo final efectuar una primera valoración. Para ello, la atención se centra en una de las principales plagas del olivar, el lepidóptero *Prays oleae* (Praydidae), cuya etapa crítica, en lo que a daños económicos se refiere, corresponde al inicio de la generación carpófaga (Ramos y Ramos, 1990). Dado que los crisópidos (Neu., Chrysopidae) constituyen sus principales depredadores oófagos (Campos y Ramos, 1985; Gómez-Guzmán y González Ruiz, 2019; Gómez-Guzmán et al., 2022), serán estos los directamente involucrados en este objetivo.

CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Este estudio se ha realizado en olivares de la provincia de Jaén (Andalucía, sur de España) durante la primavera de 2022. El área concreta corresponde a los olivares situados en la finca “Virgen de los Milagros”, Ctra. Jaén-Baeza km 30, 23100, en el municipio de Mancha Real (Figura 1). La mayoría de los olivos tienen entre 80 y 100 años, que pertenecen a la variedad Picual, cultivados en régimen de regadío, y plantados en marco de 10 m × 10 m. En este olivar existen dos grandes áreas (Figura 1) que se caracterizan por diferentes tipos de manejo agrícola:

Figura 1. Localización del área de estudio en la provincia de Jaén. Se delimitan dos grandes extensiones de olivar: una con manejo convencional (CONV), y otra con manejo ecológico (ECO). Esta última incluye, a su vez, una extensión de olivar con cubierta vegetal mixta (CV-MIX) y olivar con cubierta vegetal (CV). Con líneas discontinuas se delimitan los tres bloques de cada olivar.



Fuente: Elaboración propia utilizando el sistema de información geográfica Google Earth Pro.

- Olivar con manejo ecológico (CV-MIX y CV).

Este olivar tiene una extensión de 238 ha, con las coordenadas 37°52'12.55" N, 3°34'03.33" W, una altitud aproximada de 500 m, y un marco de plantación de 10×10 m. Recibe fertilización edáfica mediante la aplicación, dos veces al año, de nutrientes orgánicos y minerales. Además, se aplica fertilización foliar anual con urea cristalina (contenido de nitrógeno 46%), sulfato de potasio y aminoácidos naturales (arginina, glicina, treonina y prolina). En este olivar se promueve de forma controlada el desarrollo de una cubierta vegetal espontánea y homogénea. La poda de los olivos se realiza por sectores a finales de invierno, podándose todos los olivos a lo largo de tres o cuatro años. En este olivar se diferencian dos subáreas relativamente grandes (Figura 1) en función del destino de los restos de poda:

i/ Una de ellas (CV-MIX), con una extensión de 163 ha, en la que se los restos de poda (brotes terminales y hojas) se trituran in situ y el material vegetal resultante se esparce por la franja central de las interlíneas (o calles).

ii/ Una segunda subzona (CV), tiene una extensión de 75 ha; los restos finos de poda en este caso se queman inmediatamente después de la poda.

En cuanto al control de plagas y enfermedades, en los olivares ecológicos no se aplican productos químicos de síntesis. El control se realiza mediante la combinación con dispositivos de captura específicos (trampas McPhail, trampas delta cebadas con feromonas y trampas cromotrópicas).

La vegetación adventicia se controla mecánicamente mediante desbroces en los meses de marzo y abril con tractor de martillos. Los restos vegetales resultantes se trituran y se esparcen a lo largo de las líneas intermedias. Para evitar la sobreacumulación de restos vegetales durante el verano y reducir el riesgo de incendio, al final de la primavera, se realiza una pasada con un tractor equipado con una desbrozadora de paletas. Su función es triturar los restos secos de la cubierta vegetal en fragmentos muy pequeños, reduciendo los residuos restantes a fragmentos de unos pocos milímetros, que quedan esparcidos por la superficie del olivar. Esto da como resultado una capa vegetal protectora, constituida por pequeños elementos cuya compactación hace posible reducir considerablemente su espesor.

Figura 2. Cubierta vegetal en olivar ecológico ECO CV (izda), y ECO CV-MIX (dcha).



Fuente: Elaboración propia.

- **Olivar con manejo convencional (CONV).**

Una extensión de 150 ha corresponde a los olivos con cultivo convencional (Figura 1). En este olivar los árboles corresponden a la variedad Picual, con un marco de plantación de 10×10 m. La fertilización del suelo se realiza mediante la aplicación de nutrientes orgánicos y minerales dos veces al año. Además, la fertilización foliar se realiza anualmente con urea cristalina (46% contenido de nitrógeno), sulfato de potasio y aminoácidos naturales (arginina, glicina, treonina y prolina). Para el control de malas hierbas se realiza un laboreo intenso mediante arado y uso del herbicida glifosato (Roundup UltraPlus© 500ml, Monsanto). Para el control de plagas, el insecticida más utilizado es el Spinetoram-25% (Spintor® 480 SC, Dow AgroSciences) para el control de la polilla del olivo (*Prays oleae*) y la mosca del olivo, *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) (Diptera: Tephritidae). Para el control del barrenador de ramas, *Euzophera pinguis* (Haworth, 1811) (Lepidoptera: Pyralidae), se aplica Clorpirifos© 48% (IRAC Grupo 1B). Para el control del repilo (*Spilocaea oleagina* = *Cycloconium oleaginum*), durante el otoño y comienzos de primavera se realizan las aplicaciones fungicidas mediante Agrofite® (Agrocobre 50 incoloro, Agrotterra) como una formulación de polvo mojable con 50% de cobre.

Figura 3. Olivar convencional



Fuente: Elaboración propia.

2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Como se muestra en la Figura 1 y 4, en cada uno de los olivares considerados (CV-MIX, CV y CONV) se delimitaron tres bloques que corresponden a tres series de repeticiones muestrales.

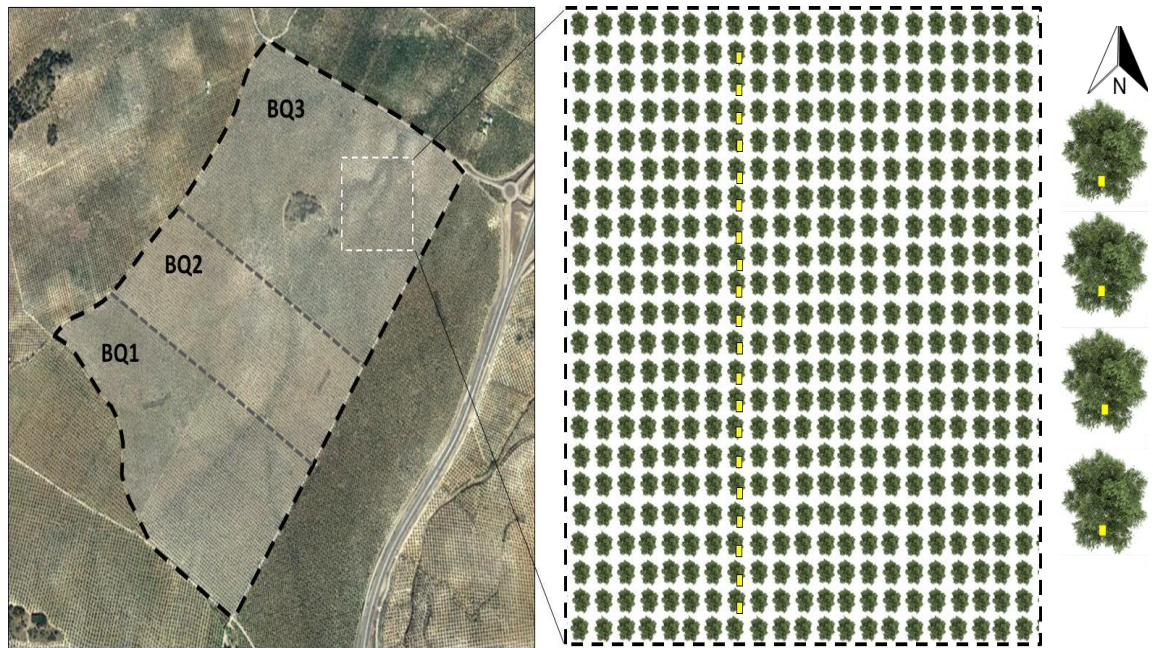
2.2.1. Muestreo entomológico.

Trampas cromáticas amarillas: Este tipo de muestreo para el seguimiento de los enemigos naturales, que se basa en cómo los artrópodos se mueven hacia las trampas a través de la atracción cromática, ha mostrado buenos resultados y es apropiado para la replicación (Trdan et al., 2005; González-Ruiz y Gómez-Guzmán, 2019; Ebeling et al., 1966; Ail-Catzin et al., 2015).

Las trampas se han instalado en 20 olivos de cada bloque (Figura 4), por lo que el número total es de 60 trampas en cada uno de los tres olivares. Estas se colocaron a una altura de 1,5 m en el sector sur de cada olivo. Desde su colocación, las trampas se han renovado cada 10 días, por lo que los intervalos

de muestreo son los siguientes: 10-20 de mayo; 20-30 de mayo; del 30 de mayo al 9 de junio; y del 9 al 19 de junio.

Figura 4. Vista aérea del olivar CV-MIX, indicando mediante líneas discontinuas los tres bloques en los que ha sido dividido para el estudio. En el recuadro aumentado se representa a modo de ejemplo la disposición lineal de las trampas cromáticas a lo largo de una línea de 20 olivos.



Fuente: Elaboración propia.

Después de su renovación, las trampas se almacenaron temporalmente en una cámara frigorífica (4°C). Durante cada intervalo de muestreo y entre las 20 trampas de cada uno de los bloques, se seleccionaron aleatoriamente 6 trampas de cada bloque, con el fin de minimizar los efectos atribuibles a la pseudoreplicación.

Trampas olfativas: La diversidad de crisopas en el área de estudio se muestreó a través de trampas entomológicas, lo que permitió obtener los datos preliminares sobre las especies de crisopas en general y las especies del complejo carnea en particular (Bozsik y González-Ruiz, 2006). Para este estudio, además del muestreo por estimulación cromática descrito anteriormente, se utilizó un

segundo tipo de trampas, tipo McPhail, que se ceban con una solución acuosa de fosfato diamónico (4% p/v). Este tipo de muestreo permite obtener datos complementarios, capturando principalmente hembras de crisopas, a diferencia de las trampas cromáticas amarillas que capturan predominantemente machos. Las trampas McPhail se instalaron en los tres bloques de los diferentes olivares (CV-MIX, CV y CONV), convenientemente alejadas de las trampas cromáticas (a una distancia superior a 100 m) y con una distancia mínima de al menos 30 m entre las dispuestas dentro del mismo bloque, se dispuso de 2 unidades por cada bloque de olivar, por lo que el número total de trampas fue de 6 por cada tipo de olivar, siendo un total de 18 trampas. Las trampas McPhail se instalaron el 1 de junio y se realizaron renovaciones cada 10 días. Para la recolección de insectos se utilizó un tamiz, que permitió retener a los individuos capturados. Posteriormente, se trasladaron con la ayuda de un pincel en un frasco de vidrio que contenía una mezcla acuosa de etanol al 70%. En el laboratorio se determinaron taxonómicamente los individuos capturados, registrándose los números de captura para cada unidad trampa.

Figura 5. Colocación de las trampas cromáticas (A) y modo de preparación para su transporte tras ser retiradas (B). Trampa McPhail en olivo (C). En la parte inferior, aspecto de la trampa cromáticas tras ser retirada.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Estudio de la vegetación herbácea.

El estudio de la diversidad y abundancia herbácea en las cubiertas vegetales (olivares CV y CV-MIX) se realizó durante el mes de mayo de 2022. Para cada uno de estos se realizaron 5 muestreos. Previamente a cada muestreo, en cada

uno de los dos olivares con cubierta vegetal se estableció aleatoriamente el bloque a muestrear. Dentro de cada bloque seleccionado, se escogió al azar un olivo de la zona central, y con un flexómetro se estableció un transecto de 5 m de largo, que se extendía en dirección este-oeste a una distancia aproximada de 3 m del tronco del olivo seleccionado. En cada transecto se anotaban el número de interacciones de cada especie vegetal que posteriormente se determinaron taxonómicamente.

Figura 6. Realización de los muestreos de herbáceas en la cubierta vegetal. Flexómetro en la posición de estudio (centro) y detalle de las varillas utilizadas para la comprobación de la existencia de contactos de las plantas en altura.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.3. Estimación de la depredación oófaga.

Figura 7. Evolución de fenología de los olivos y de la cubierta vegetal herbácea en el olivar ECO CV-MIX (13 de mayo a 27 de junio de 2022).



Fuente: Elaboración propia.

Entre las plagas que afectan al olivo se seleccionó la polilla del olivo, *Prays oleae*, cuya etapa crítica, en cuanto al daño económico, corresponde al inicio de la generación carpófaga (González-Ruiz et al., 2008). Dado que los crisópidos (Neuroptera: Chrysopidae) son sus principales depredadores oófagos, fueron el blanco principal de este estudio.

Se realizaron muestreos periódicos de los frutos desde el inicio de la etapa fenológica de fructificación del olivo, o cuajado de fruto (etapa G, 20-25 de mayo) con intervalos de 10 días. Para ello, en cada fecha de muestreo y en cada uno de los bloques de los tres olivares (CV-MIX, CV y CONV), se seleccionó al azar un olivo, del que se recogieron un mínimo de 100 frutos. En cada intervalo de muestreo se muestrearon tres olivos, correspondientes a cada uno de los tres bloques para cada tipo de manejo, por lo que el número total de olivos muestreados fue de nueve en cada fecha de muestreo.

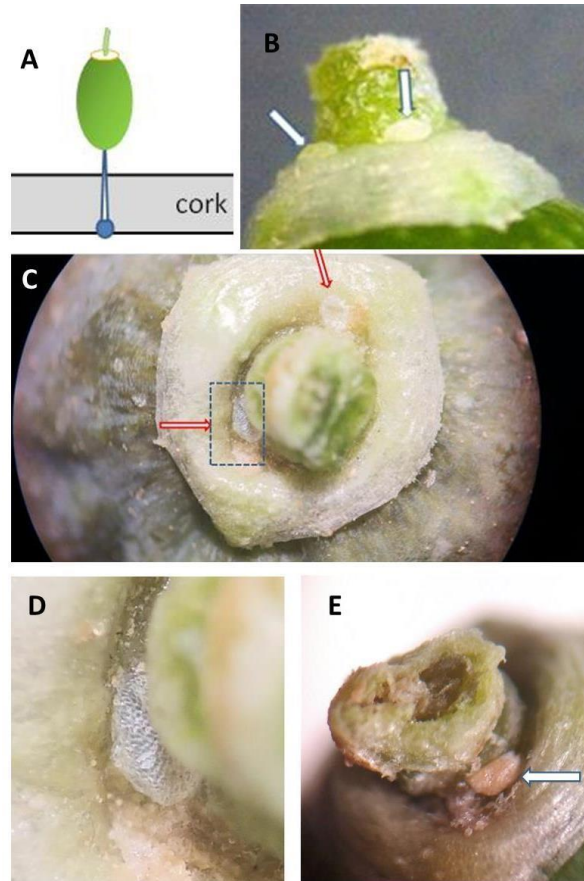
Dado que las hembras de *Prays oleae* ovipositan preferentemente en el cáliz de la aceituna, los frutos se recogieron con la ayuda de unas tijeras, cortando la parte superior de los pedúnculos de las aceitunas, posteriormente se colocaron en recipientes de plástico y se almacenaron temporalmente en una cámara frigorífica. ($T < 4^{\circ}\text{C}$). Las aceitunas se observaron con un estereomicroscopio (LEICA, M205C, WETZLAR, ALEMANIA), anotando el número de huevos de *P. oleae* en cada una de ellas y diferenciando entre huevos vivos, depredados por parte de los crisópidos, y eclosionados (Arambourg, 1986; Ramos y Ramos, 1990). Una vez examinados todos los frutos, se calcularon los siguientes parámetros para cada olivar en cada fecha de muestreo:

- Índice Poblacional: Número total de huevos de *P. oleae* en 100 frutos. Este valor de densidad refleja la densidad relativa de las hembras ovideponentes en el área cultivada.
- Ataque potencial: Número de frutos con cualquier tipo de huevos (vivos, depredados o eclosionados) $\times$ 100/número total de frutos observados. Representa un valor equivalente a la caída de frutos que provocaría *P. oleae* en el caso de ausencia total de actividad de depredación oófaga.
- Tasa de eclosión: Número de huevos eclosionados $\times$ 100/ (suma de huevos eclosionados y vivos).
- Tasa de depredación: Número de huevos depredados/ (suma de huevos vivos + depredados + eclosionados). Esto permite evaluar la actividad depredadora utilizando un índice de la actividad de los huevos depredadores.
- Ataque Final: Número de frutos que contienen al menos un huevo eclosionado $\times$ 100/ (número de frutos observados). Dado que la pérdida de frutos provocada

por *P. oleae* se debe exclusivamente a que las larvas emergen en el interior de los frutos atacados una vez finalizado su desarrollo, sólo se consideraron los huevos eclosionados para su cálculo. Por lo tanto, estos últimos pueden haber sobrevivido a la acción depredadora de los enemigos naturales. Para calcular este valor, por lo tanto, no se tomaron en cuenta los huevos vivos, ya que es probable que eclosionen o sean depredados. La acción entomófaga permite descartar una parte de la población de huevos de *P. oleae*; sin embargo, en caso contrario, su eclosión implica el establecimiento de la larva en el endocarpio del fruto y su posterior caída. El ataque final describe por tanto la magnitud de esta caída, proporcionando una estimación realista del impacto de *P. oleae* en la cosecha.

- Recuperación de Frutos: Número de frutos en los que todos los huevos han sido depredados $\times 100 /$ (número de frutos que han contenido huevos). Este parámetro indica la efectividad real de la depredación, ya que corresponde al porcentaje de frutos en los que todos los huevos han sido depredados. Una vez eliminados todos los huevos de *P. oleae*, los frutos se consideraron recuperados, por lo que, a efectos prácticos, el porcentaje de recuperación es un parámetro que indica la eficacia real de la depredación oófaga a través de los crisópidos. Es importante destacar que este valor no siempre se corresponde con el valor de depredación, excepto en los casos en que el número de frutos atacados presenta densidades de infestación iguales a 1 huevo/fruto.

Figura 8. Posición del fruto para su observación de huevos de *Prays oleae* (A). Huevos vivos (B); Huevos depredados (C), y vista aumentada en el rectángulo marcado (D). Huevos eclosionados (E).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Hoja de cálculo (MS-Excel) elaborada para la obtención de los diferentes parámetros de ataque de *P.oleae*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																															
31																															
32																															
33																															
34																															
35																															
36																															
37																															
38																															
39																															
40																															
41																															
42																															
43																															
44																															
45																															
46														</																	

Fuente: Elaboración propia.

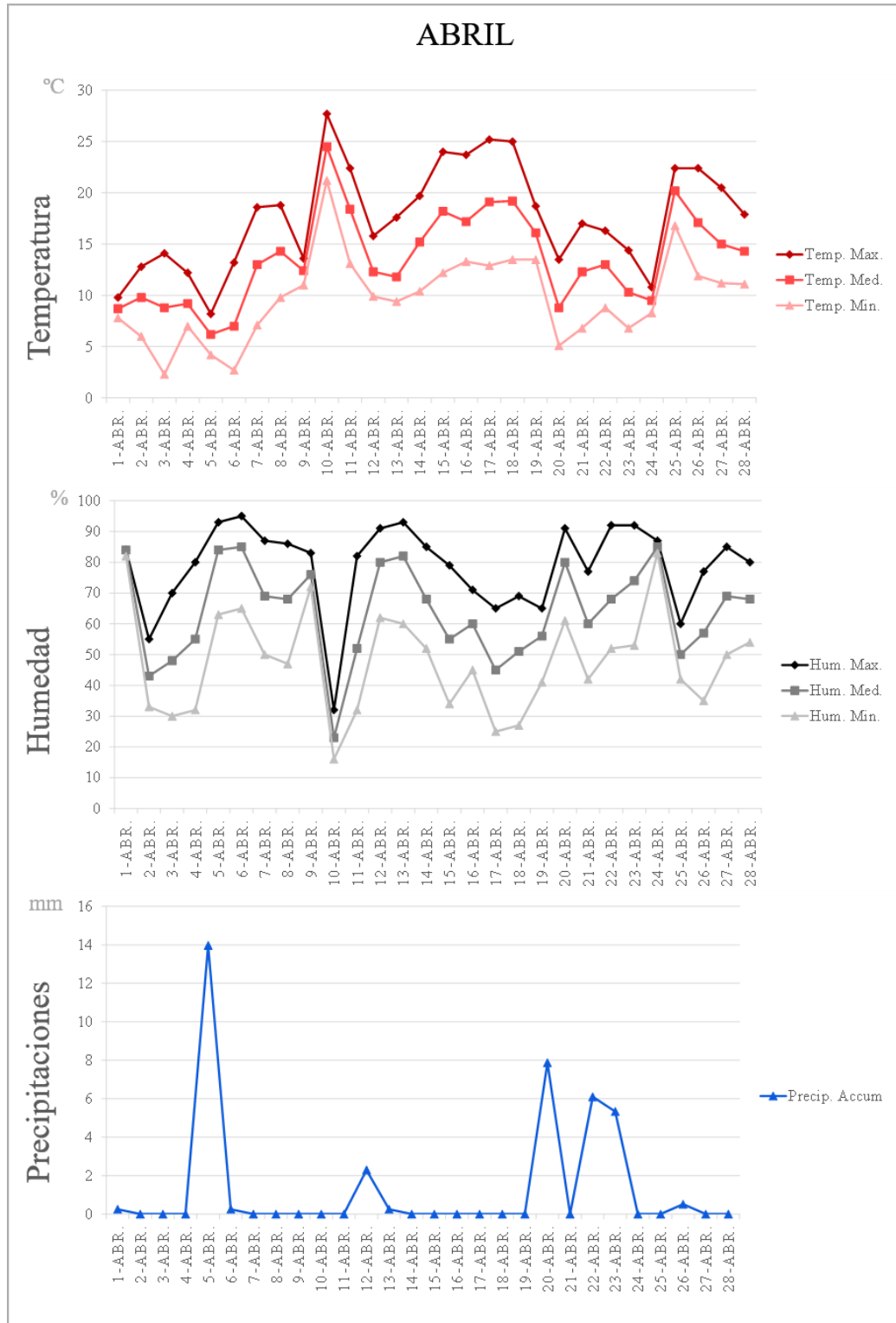
2.2.4. Análisis estadísticos.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete Statgraphics Centurion XVIII. La normalidad de las distribuciones se comprobó mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Kolmogo-rov-Smirnov (K-S, con corrección de Liliefors). Se aplicó la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de las variables. Una vez que se asumieron las distribuciones normales, se aplicó la prueba t de Student para determinar cualquier diferencia significativa entre las muestras. Para determinar las diferencias significativas entre los olivares se realizó un análisis de varianza (ANOVA), seguido de una prueba HSD de Tukey para determinar la significación estadística.

2.2.5. Registro meteorológico.

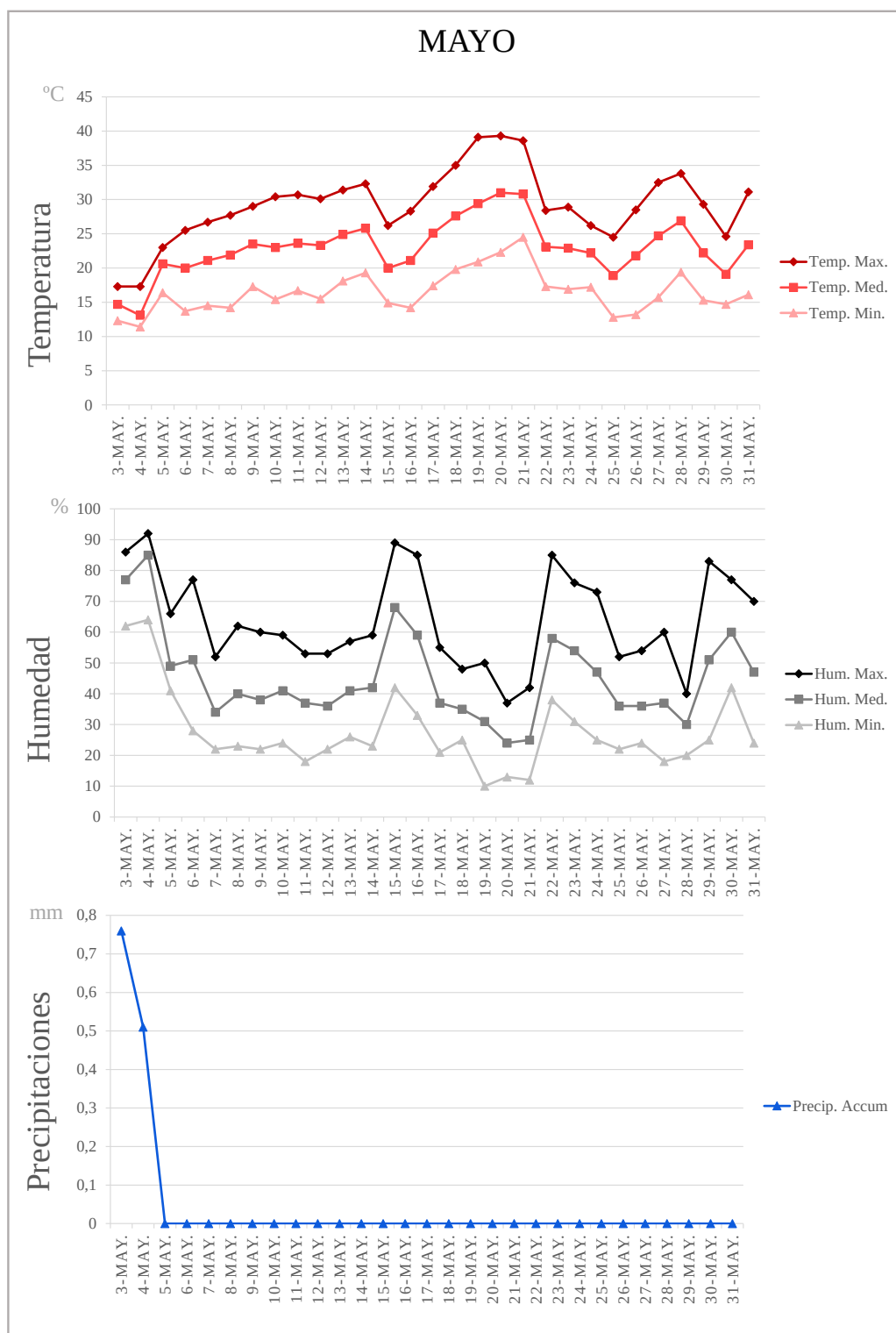
En las Fig. 12, 13 y 14 se representan los valores máximos, mínimos y medios de Temperatura (°C), Humedad Relativa (%) y precipitaciones (mm) diarias durante los meses de abril (Figura 10), mayo (Figura 11) y junio (Figura 12) de 2022.

Figura 10. Temperatura (máximos, mínimos y medios) (°C), Humedad Relativa (%) y precipitaciones (mm) diarias durante el mes de abril (2022) zona de estudio (Cortijo Virgen de los Milagros, Ctra. Jaen-Baeza km 30).



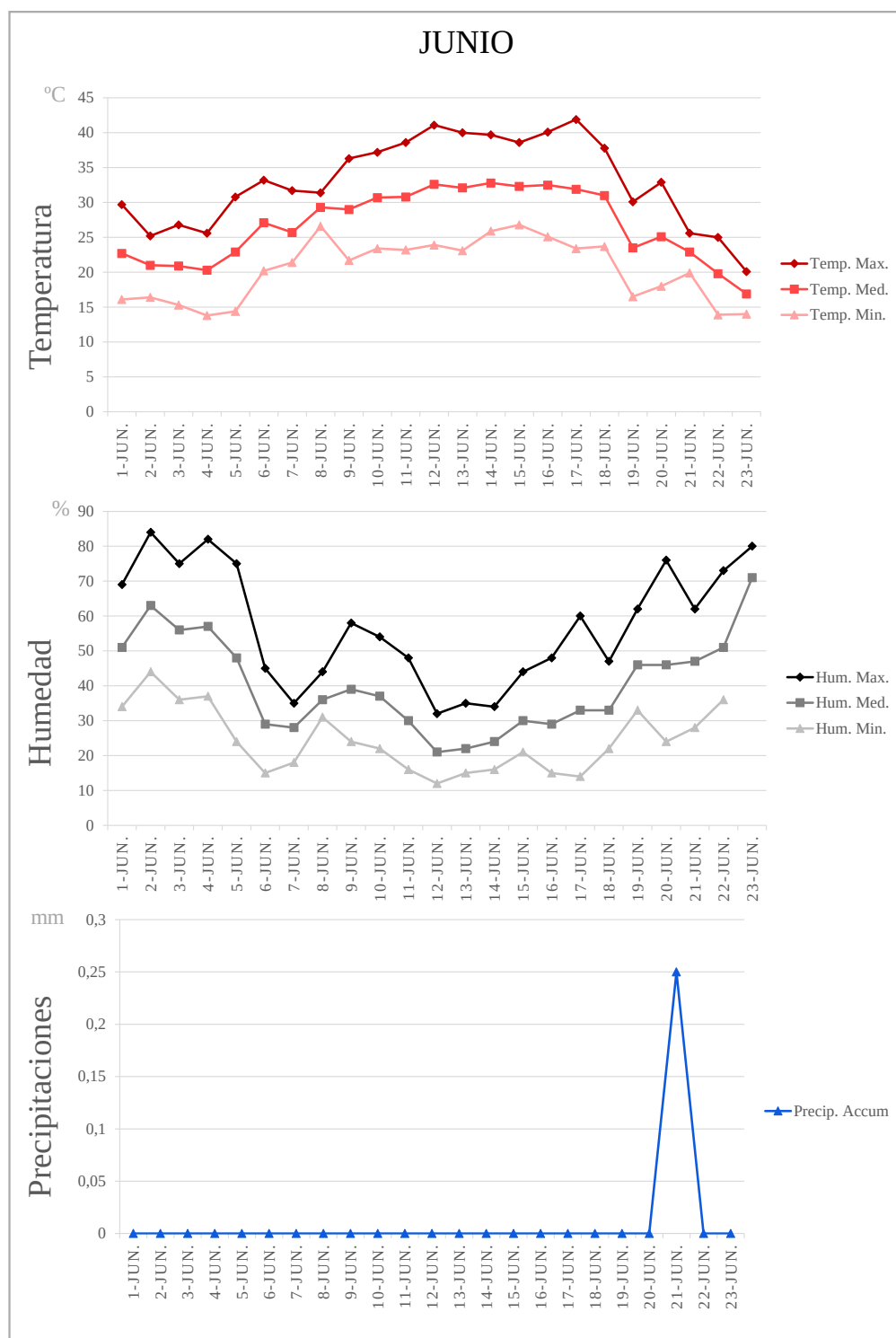
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Temperatura (máximos, mínimos y medios) (°C), Humedad Relativa (%) y precipitaciones (mm) diarias durante el mes de mayo (2022). En la zona de estudio (Cortijo Virgen de los Milagros, Ctra. Jaén-Baeza km 30).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Temperatura (máximos, mínimos y medios) (°C), Humedad Relativa (%) y precipitaciones (mm) diarias durante el mes de junio (2022). en la zona de estudio (Cortijo Virgen de los Milagros, Ctra. Jaén-Baeza km 30).



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III: RESULTADOS.

3.1. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DE LA VEGETACIÓN HERBÁCEA (CV y CV-MIX).

Los muestreos correspondientes a la vegetación herbácea mostraron un total de 19 especies herbáceas en la vegetación de los olivares ecológicos (Tabla 1), correspondiendo 16 y 15 especies a los olivares CV y CV-MIX, respectivamente, de las cuales 12 especies estaban presentes en ambos olivares.

Entre las especies comunes, tres especies presentaron densidades de población significativamente más altas en el olivar de CV, y cuatro especies tuvieron valores más altos en el CV-MIX.

En general, el número de ejemplares registrados fue mayor en el olivar CV-MIX, en el que se recogieron 1422 ejemplares, mientras que, en el olivar CV, el número de ejemplares fue considerablemente inferior, con 620 ejemplares. La mayor abundancia de vegetación del olivar CV-MIX se debe principalmente a *Filago fuscescens*, *Filago pyramidata*, *Astragalus hamosus* y *Malva parviflora* (Tabla 1) cuya abundancia fue significativamente mayor (Tabla 1; $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) y, en menor medida, a *Herniaria cinerea*, *Bromus rubens* y *Hordeum murinum*. En cambio, en el olivar de CV, solo las especies *Diplotaxis virgata* y *Trigonella monspeliaca* mostraron valores de abundancia significativamente mayores (Tabla 1; $p < 0,01$), pero tuvieron valores de abundancia relativamente bajos.

Plantago lagopus estaba entre las especies exclusivas del olivar CV-MIX, estando presente en 3 de 5 muestreos (Tabla 1), mientras que *Stellaria pallida* y *Anagallis foemina* solo se encontraron accidentalmente. Por el contrario, las especies exclusivas del olivar de CV se registraron con mucha más regularidad durante todo el periodo de muestreo (*Diplotaxis virgata*, *Erodium malacoides* y *Crucianella patula*)

Tabla 1. Listado de especies inventariadas en olivares CV y CV-MIX, e índices de frecuencia en cada muestreo (M1-M5).

Asteraceae		M1	M2	M3	M4	M5	Total	t-test
<i>Filago fuscescens</i> Pomel	CV-MIX	13	14	16	22	27	92	p< 0.001
	CV	5	0	2	0	4	11	
<i>Filago pyramidata</i> L.	CV-MIX	105	73	137	64	111	490	p< 0.001
	CV	8	27	29	27	25	116	
<i>Leontodon longirostris</i> (Finch & P. D. Sell) Talavera	CV-MIX	0	0	0	0	0	0	
	CV	0	9	1	0	0	10	
Brassicaceae								
<i>Diplotaxis virgata</i> (Cav.) DC.	CV-MIX	0	0	0	0	0	0	p< 0.01
	CV	5	15	5	6	4	35	
Caryophyllaceae								
<i>Herniaria cinerea</i> D. C.	CV-MIX	12	5	39	5	12	73	p> 0.05
	CV	1	9	3	5	1	19	
<i>Stellaria pallida</i> (Dumort.) Piré	CV-MIX	0	1	0	0	0	1	
	CV	0	0	0	0	0	0	
Fabaceae								
<i>Astragalus hamosus</i> L.	CV-MIX	25	18	40	21	38	142	p< 0.01
	CV	0	1	1	3	2	7	
<i>Melilotus elegans</i> Salzm. ex Ser.	CV-MIX	0	0	2	0	0	2	p> 0.05
	CV	5	1	0	2	1	9	
<i>Ononis biflora</i> Desf.	CV-MIX	0	0	0	0	5	5	
	CV	5	2	1	1	5	14	
<i>Trigonella monspeliaca</i> L.	CV-MIX	1	0	1	2	2	6	p< 0.01
	CV	5	4	3	6	2	20	
Geraniaceae								
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér.	CV-MIX	0	0	0	0	0	0	
	CV	2	4	2	3	1	12	
Malvaceae								
<i>Malva parviflora</i> L.	CV-MIX	80	43	30	62	49	264	p< 0.05
	CV	51	30	16	35	20	152	
Plantaginaceae								
<i>Plantago lagopus</i> L.	CV-MIX	0	0	8	9	5	22	
	CV	0	0	0	0	0	0	
Poaceae								
<i>Bromus rubens</i> L.	CV-MIX	30	25	15	106	50	226	p> 0.05
	CV	20	22	18	9	10	79	
<i>Crucianella patula</i> L.	CV-MIX	0	0	0	0	0	0	
	CV	6	10	24	2	5	47	
<i>Hordeum murinum</i> L. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.	CV-MIX	5	0	11	11	2	29	p> 0.05
	CV	0	2	1	0	2	5	
<i>Phalaris minor</i> Retz.	CV-MIX	1	0	5	3	2	11	p> 0.05
	CV	1	3	1	2	5	12	
<i>Trisetaria panicea</i> (Lam.) Paunero	CV-MIX	1	0	5	3	2	11	p> 0.05
	CV	1	3	1	2	5	12	
Primulaceae								
<i>Anagallis foemina</i> Mill.	CV-MIX	0	0	1	0	0	1	
	CV	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia.

3.2. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DE ENEMIGOS NATURALES (TRAMPAS CROMÁTICAS).

Durante los muestreos efectuados en las trampas cromáticas se han identificado un total de 25 especies de enemigos naturales, siendo 16 especies de parasitoides (Tabla 2) y 9 especies de depredadores (Tabla 3).

Entre los tres manejos comparados, la mayor diversidad correspondió al olivar CV-MIX, donde se encontraron todas las especies identificadas. En el olivar CV se encontraron 13 especies de parasitoides y 6 depredadores, mientras que la menor diversidad correspondió al olivar Convencional (CONV), donde se capturaron 10 especies de parasitoides y 5 depredadores (Tabla 4).

En cuanto a los parasitoides, las especies correspondieron a himenópteros calcidoideos de las familias *Encyrtidae*, *Eulophidae*, *Braconidae*, *Ichneumonidae*, *Pteromalidae*, *Bethylidae* y *Eupelmidae* (Tabla 2). En orden decreciente de abundancia relativa, los más frecuentes fueron *Agonaspis fuscicollis* y *Chelonus elaeaphilus*, que son parasitoides específicamente asociados con la polilla del olivo (*Prays oleae*) (Campos, 1981; Varela, y González-Ruiz, 1999), cuyas larvas se desarrollan en las larvas de la polilla del olivo y los adultos emergen a los pocos días más tarde que su huésped (Arambourg, 1986), alcanzando tasas de parasitismo muy elevadas (Kapatos et al., 1977).

Tabla 2. Especies de parasitoides capturados en las trampas cromáticas y especies plaga con las que están asociadas.

Parasitoides capturados		Especies plaga del olivo asociadas	Referencias bibliográficas
<i>Cephalonomia cursor</i> Westwood, 1881 (Hym.: Bethyridae)		<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	Russo, 1938
<i>Apanteles xanthostigma</i> (Haliday, 1834) (Hym.: Braconidae)		<i>Prays oleae</i>	Campos, 1981
<i>Psytalia concolor</i> (Szepligeti, 1910) (Hym.: Braconidae)		<i>Bactrocera oleae</i>	Kapatos et al., 1977
<i>Chelonus elaeophilus</i> Silvestri, 1908 (Hym.: Braconidae)		<i>Prays oleae</i>	Campos, 1981
<i>Ageniaspis fuscicollis</i> (Dalman, 1820) (Hym.: Encyrtidae)		<i>Prays oleae</i>	Campos, 1981
<i>Diversinervus elegans</i> Silvestri, 1915 (Hym.: Encyrtidae)		<i>Saissetia oleae</i>	Panis, 1977
<i>Leptomastidea abnormis</i> (Girault, 1915) (Hym.: Encyrtidae)		<i>Saissetia oleae</i>	Copland, 1983
<i>Scutellista cyanea</i> Motschulsky, 1859 (Hym.: Encyrtidae)		<i>Saissetia oleae</i>	Panis, 1977
<i>Chrysocharis gemma</i> (Walker, 1839) (Hym.: Eulophidae)		<i>Prays oleae</i>	Noyes, 2019
<i>Pnigalio mediterraneus</i> Ferrière & Delucchi, 1957 (Hym.: Eulophidae)		<i>Bactrocera oleae</i> ; <i>Prays oleae</i>	Stavraki, 1970
<i>Tetrastichus cesirae</i> Russo, 1938 (Hym.: Eulophidae)		<i>Saissetia oleae</i> ; <i>Bactrocera oleae</i> ; <i>Liothrips oleae</i>	Arambourg, 1986
<i>Elasmus flabellatus</i> (Fonscolombe, 1832) (Hym.: Eulophidae)		<i>Prays oleae</i>	Campos, 1981
<i>Eupelmus urozonus</i> (Dalman, 1820) (Hym.: Eupelmidae)		<i>Bactrocera oleae</i>	Campos, 1981
<i>Diadegma semiclausum</i> (Hellén, 1949) (Hym.: Ichneumonidae)		<i>Prays oleae</i>	Torres, 2010
<i>Cheiropachus quadrum</i> (Fabricius, 1787) (Hym.: Pteromalidae)		<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	Russo, 1938
<i>Cyrtotypx latipes</i> (Rondani, 1874) (Hym.: Pteromalidae)		<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	Ranaldi & Santoni, 1987

Fuente: Elaboración propia.

Otros parasitoides atrapados en las trampas cromáticas fueron *Elasmus flabellatus*, *Eupelmus urozonus* y *Psytalia concolor*. La primera especie está asociada con la polilla del olivo (Kapatos, 1977), mientras que las dos últimas están asociadas con la mosca del olivo (Kapatos, 1977; Russo, 1938).

Tabla 3. Especies de depredadores capturados en las trampas cromáticas y especies plaga con las que están asociadas.

Depredadores capturados		Especies plaga del olivo asociadas	Referencias bibliográficas
<i>Coccinella septempunctata</i> (L., 1758) (Col., Coccinellidae)		<i>Saissetia oleae</i> ; <i>Lepidosaphes ulmi</i> <i>Parlatoria oleae</i> ; <i>Aspidiotus nerii</i>	Arambourg, 1986
<i>Stethorus punctillum</i> (Weise, 1891) (Col., Coccinellidae)		<i>Saissetia oleae</i> ; <i>Lepidosaphes ulmi</i> <i>Parlatoria oleae</i> ; <i>Aspidiotus nerii</i>	Arambourg, 1986
<i>Prolasioptera berlesiana</i> Paoli, 1907 (Dip.: Cecidomyiidae)		<i>Bactrocera oleae</i>	Silvestri, 1945
<i>Anthocoris nemoralis</i> (F., 1794) (Hem.: Anthoridae)		<i>Euphyllura olivina</i> ; <i>Liothrips oleae</i> ; <i>Prays oleae</i>	Arambourg, 1986
<i>Pseudoloxops coccineus</i> (Meyer-Dür, 1843) (Hem.: Miridae)		<i>Prays oleae</i>	Paredes et al., 2013
<i>Brachynotocoris ferreri</i> Baena (Hem.: Miridae)		<i>Prays oleae</i>	Paredes et al., 2013
<i>Chrysoperla agilis</i> Henry et al., 2003 (Neu.: Chrysopidae)		<i>Euphyllura olivina</i> ; <i>Prays oleae</i>	Bozsik y González-Ruiz, 2006
<i>Harraphidia laufferi</i> (Navás, 1915) (Rap.: Raphidiidae)		<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	Rozas & González-Ruiz, 2017
<i>Aeolothrips intermedius</i> Bagnall, 1934 (Thy.: Aeolothripidae)		<i>Liothrips oleae</i> ; <i>Aceria oleae</i> ; <i>Oxycenus maxwelli</i>	De Liñán, 1998

Fuente: Elaboración propia.

Entre los depredadores, la especie más abundante fue *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934) (Thysanoptera: Aeolothripidae), que es una especie que se encuentra asociada con el arañuelo del olivo, *Liothrips oleae* (Costa, 1857) (Thysanoptera: Phlaeotripidae) (De Liñán, 1988) así como con diferentes ácaros fitófagos, como los responsables de la acariosis, *Aceria oleae* (Nalepa, 1900) y *Oxyceus maxwelli* (Keifer, 1939) (Trombidiformes: Eriophyidae) (Arambourg, 1986).

Entre los heterópteros capturados en las trampas cromáticas, nos podemos encontrar especies como *Pseudoloxops coccineus*, *Brachynotocoris ferreri* (Miridae) y *Anthocoris nemoralis* (Anthocoridae). En general, estas especies son relativamente frecuentes en los olivares durante la primavera (Álvarez et al., 2021), atacando a una gran variedad de especies, como el "algodoncillo", *Euphyllura olivina* (Costa, 1839) (Hemiptera: Psyllidae) (Andrés-Cantero, 1997).

Entre los neurópteros, por su importante papel ecológico en el control natural de varias especies de plagas, destacamos la presencia de crisopas verdes (Chrysopidae) entre las capturas. Entre las especies del complejo *Chrysoperla carnea*, la mayoría de los individuos capturados corresponden a la especie *Chrysoperla agilis*, cuyas larvas han sido citadas como los principales depredadores de la polilla del olivo, *P. oleae* (Arambourg, 1986; Campos y Ramos, 1985; Bozsik et al., 2009).

Los coccinélidos como *Stethorus punctillum* (Weise, 1891) y *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) han sido relativamente frecuentes en las trampas cromáticas. Estas especies están involucradas en el control natural de especies de cochinillas como *Saissetia oleae*, *Parlatoria oleae*, *Lepidosaphes ulmi* (Linnaeus, 1758) (Arambourg, 1986) y *Aspidiotus nerii* (Bouche, 1833) (Hemiptera: Diaspididae) (Andrés-Cantero, 1997).

Tabla 4. Enemigos naturales capturados en trampas cromáticas. Las X indican su presencia en el olivar.

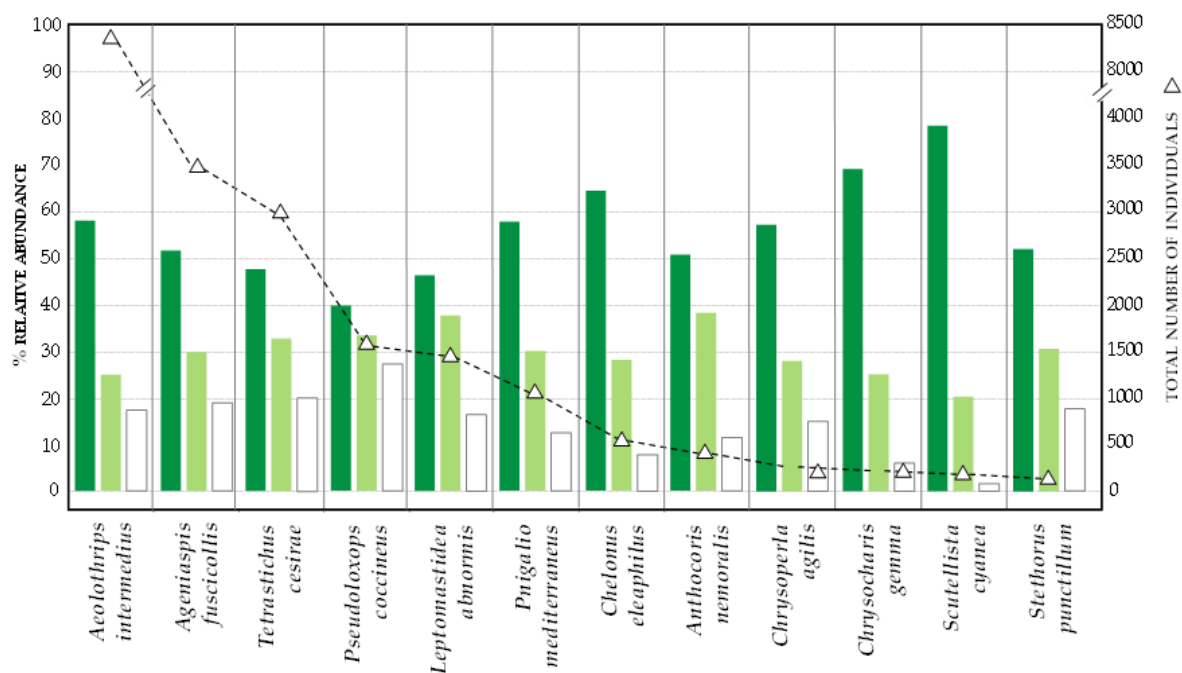
	Enemigos naturales	CV-MIX	CV	CONV
Depredadores	<i>Coccinella septempunctata</i>	X	X	-
	<i>Stethorus punctillum</i>	X	X	X
	<i>Prolasioptera berlesiana</i>	X	-	-
	<i>Anthocoris nemoralis</i>	X	X	X
	<i>Pseudoloxops coccineus</i>	X	X	X
	<i>Brachynotocoris ferreri</i>	X	-	-
	<i>Chrysoperla agilis</i>	X	X	X
	<i>Harraphidia laufferi</i>	X	-	-
	<i>Aeolothrips intermedius</i>	X	X	X
Parasitoides	<i>Cephalonomia cursor</i>	X	X	X
	<i>Apanteles xanthostigma</i>	X	X	-
	<i>Psytalia concolor</i>	X	X	-
	<i>Chelonus elaeaphilus</i>	X	X	X
	<i>Ageniaspis fuscicollis</i>	X	X	X
	<i>Diversinervus elegans</i>	X	X	-
	<i>Leptomastidea abnormis</i>	X	X	X
	<i>Scutellista cyanea</i>	X	X	X
	<i>Chrysocharis gemma</i>	X	X	X
	<i>Pnigalio mediterraneus</i>	X	X	X
	<i>Tetrastichus cesirae</i>	X	X	X
	<i>Elasmus flabellatus</i>	X	-	-
	<i>Eupelmus urozonus</i>	X	-	-
	<i>Diadegma semiclausum</i>	X	X	X
	<i>Cheiopachus quadrum</i>	X	X	X
	<i>Cyrtoptyx latipes</i>	X	-	-

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13 se representa el número de capturas de los principales enemigos naturales en orden de abundancia decreciente, indicando el porcentaje de capturas correspondiente a cada tipo de olivar (CV-MIX, CV y CONV). En cuanto a sus densidades de población, todos los enemigos naturales mostraron valores de población significativamente más altos en el olivar CV-MIX (Figuras 13, 14 y 15) en comparación con los olivares CV y CONV. En la comparación entre CV y olivar CONV, los valores de captura también presentan diferencias

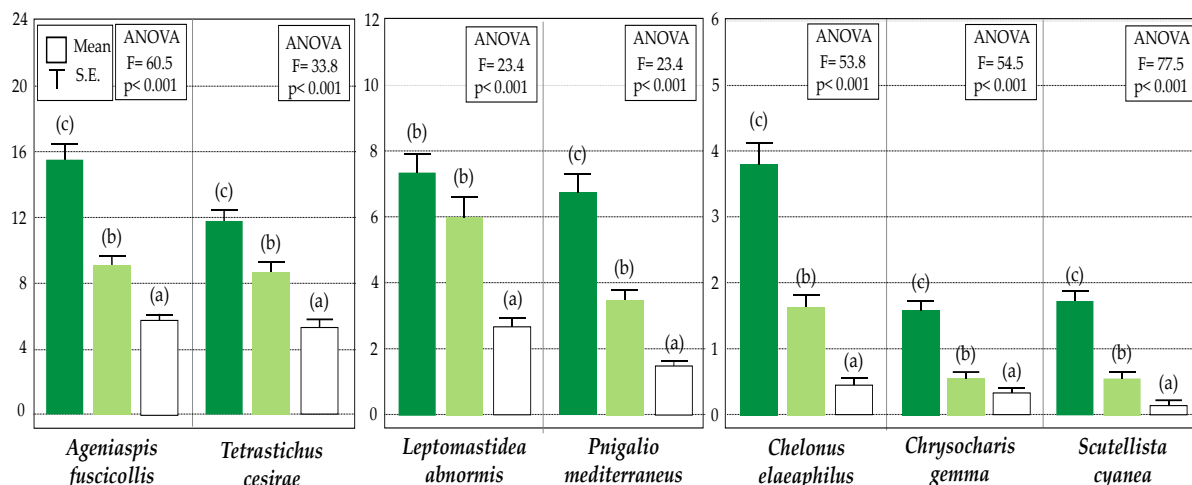
significativas en el caso de los parasitoides ($p < 0,05$), aunque esto no se cumple en el caso de los depredadores, cuyas poblaciones no difieren estadísticamente entre sí.

Figura 13. Número total de individuos capturados para las diferentes especies de enemigos naturales (eje derecho) y porcentajes de captura para cada uno de los tres manejos agrícolas (eje izquierdo): olivar CV-MIX (verde oscuro), olivar CV (verde claro), y olivar CONV (blanco).



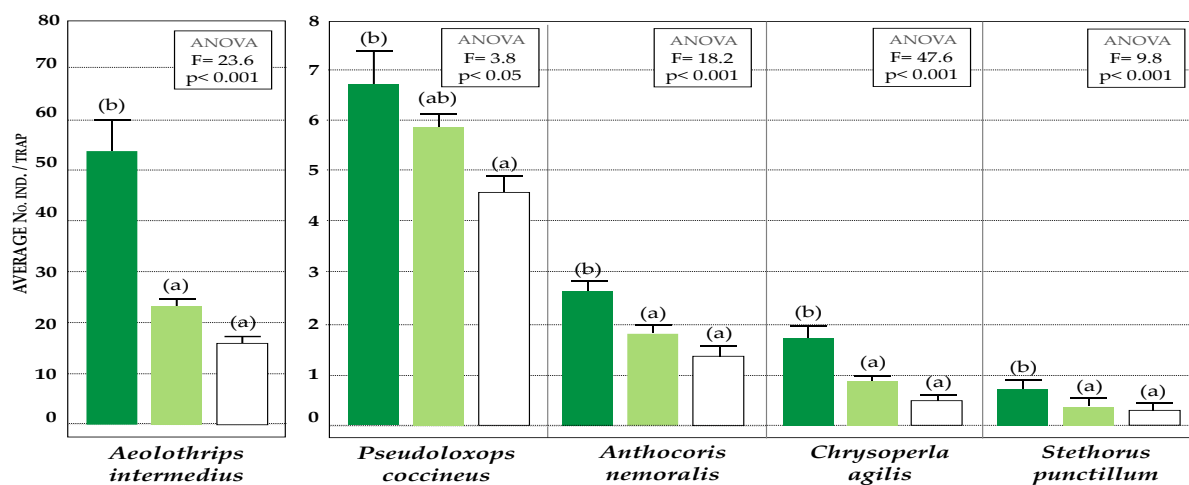
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Parámetros estadísticos (Media y SE) de las abundancias relativas de las principales especies de parasitoides capturados en las trampas cromáticas en los tres tipos de manejo de cultivo: CONV (blanco), CV olivar (verde claro), y CV-MIX olivar (verde oscuro). Las diferencias estadísticamente significativas se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p < 0,05$).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Parámetros estadísticos (Media y SE) de las abundancias relativas de las principales especies de depredadores capturados en las trampas cromáticas en los tres tipos de manejo de cultivo: CONV (blanco), CV olivar (verde claro), y CV-MIX olivar (verde oscuro). Las diferencias estadísticamente significativas se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p < 0,05$).



Fuente: Elaboración propia.

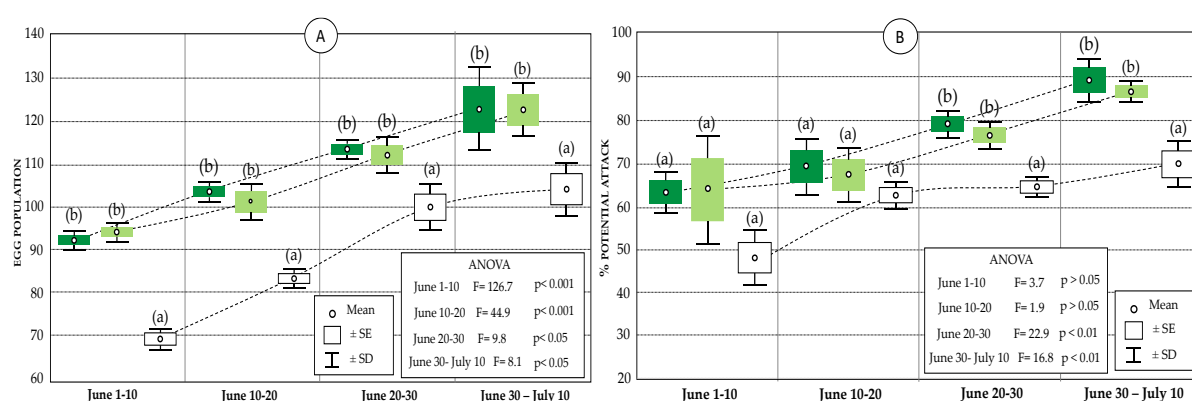
3.3. PARÁMETROS DE ATAQUE DE LA POLILLA DEL OLIVO, *P. OLEAE*.

3.3.1. Población de huevos y ataque potencial.

La población de huevos de polilla del olivo sobre los frutos fue significativamente menor en el olivar CONV durante todo el periodo de oviposición de *Prays oleae* ($p < 0,05$, Figura 16A), donde el valor medio alcanzó los 104 huevos/100 frutos. Sin embargo, los olivares ecológicos CV-MIX y CV presentaron valores de infestación estadísticamente superiores, similares entre sí, y alcanzaron valores medios ligeramente superiores a 120 huevos/100 frutos.

En cuanto al ataque potencial, los valores no presentaron inicialmente diferencias significativas (del 1 al 20 de junio, Figura 16B) entre los tres tipos de manejo comparados, sin embargo, a partir del 20 de junio los valores poblacionales fueron estadísticamente inferiores en el olivar Convencional (CONV) ($p < 0,05$). Según estos datos, la caída potencial supondría la pérdida del 70% de los frutos en el olivar convencional y en torno al 90% en el olivar ecológico (CV-MIX y CV).

Figura 16. Parámetros estadísticos (Media, Error estándar y Desviación estándar) de la población de huevos de *Prays oleae* en los olivares sujetos a diferentes manejos (A), y ataque potencial al fruto (B) en CV-MIX (verde oscuro), CV (verde claro) y CONV (blanco). Las diferencias significativas dentro de cada intervalo de muestreo se indican con letras (prueba de HSD de Tukey, $p < 0,05$).



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Evolución de las capturas de crisopas (trampas McPhail) y depredación oófaga.

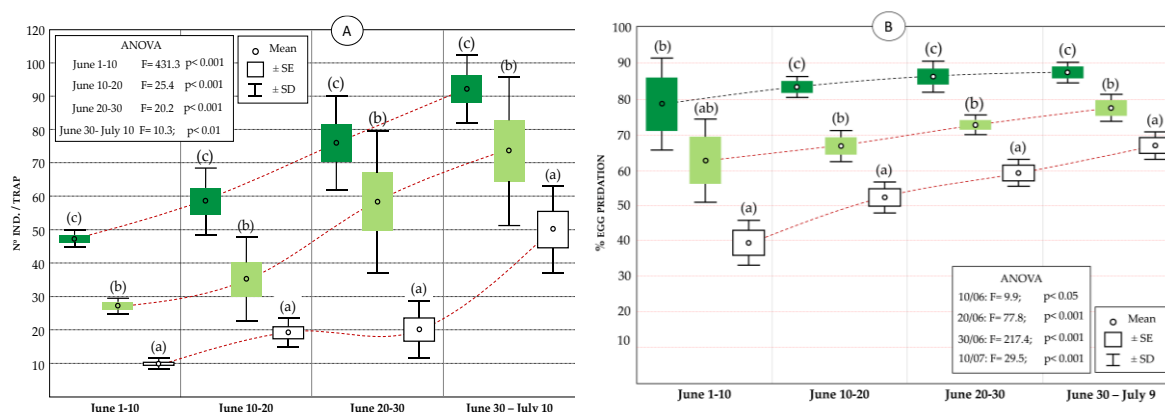
Entre los individuos capturados en las trampas McPhail, se determinó taxonómicamente una muestra del 22% de las crisopas capturadas, resultando en la identificación de seis especies. La mayoría (87,4%) correspondió a *Chrysoperla agilis* (Henry et al., 2003), seguida de 3,4% a *Pseudomallada prasinus* (Burmeister, 1839), 1,5% a *Pseudomallada flavifrons* (Brauer, 1851), 3% a *Chrysoperla affinis* (Thierry et al., 1998), 3,1% a *Chrysoperla lucasina* y 1,6% a *Chrysopa viridana* (Schneider, 1845). En línea con muestreos anteriores, *Chrysoperla agilis* es la especie dominante; por lo tanto, dentro del complejo carnea, su impacto en los huevos de la polilla del olivo se consideró el mayor (Campos y Ramos, 1985; Bozsik et al., 2009)

Los valores de captura de las crisopas adultas en las trampas McPhail mostraron diferencias significativas entre los tres olivares en cada intervalo de muestreo (Figura 17A). Los valores máximos correspondieron al olivar CV-MIX, con cifras de captura de hasta 92 individuos/trampa. A su vez, los valores de captura del olivar CV fueron significativamente superiores a los de las trampas en el olivar CONV. En consecuencia, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre todos ellos a lo largo del período de estudio ($p < 0,01$; $p < 0,001$ en la Figura 17A).

En cuanto a los porcentajes de depredación oófaga, se observa un paralelismo al considerar la evolución de la captura de los adultos, con un patrón similar y diferencias estadísticas entre los tres olivares comparados a lo largo del periodo de oviposición.

Los valores de depredación oófaga causados por larvas de crisopa fueron más altos en el olivar CV-MIX ($p < 0,001$, Figura 17B), con una tasa final de depredación de huevos del 88%. A continuación, en el olivar CV se alcanzó una tasa de depredación máxima del 78%, valor que, a su vez, fue significativamente superior al del olivar CONV, donde la tasa de depredación alcanzó el 67%.

Figura 17. Parámetros estadísticos (Media, Error Estándar y Desviación Estándar) de los valores de captura de crisopas en trampas McPhail (A), y evolución del porcentaje de depredación (B) en los olivares sujetos a diferentes manejos: CV-MIX (verde oscuro), CV (verde claro) y CONV (blanco). Las diferencias significativas dentro de cada intervalo de muestreo se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p < 0,05$).



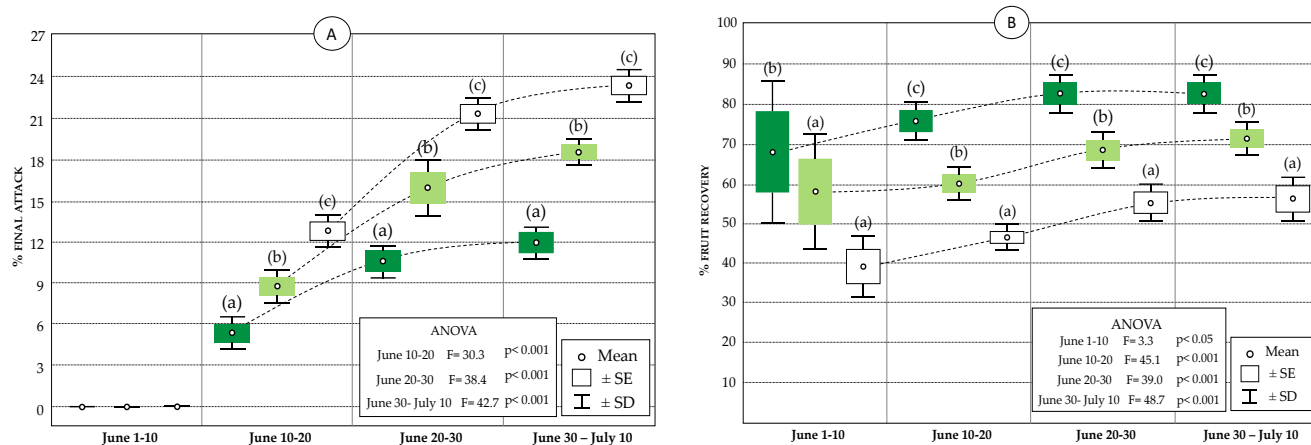
Fuente: Elaboración propia.

Los valores de depredación oófga por parte de las crisopas dan lugar a una gran reducción del ataque potencial sobre los frutos, disminuyendo al final del periodo de oviposición el ataque final a valores del 23% en el olivar CONV el 18,5% en el olivar CV y el 12% en el olivar CV-MIX (Figura 18A).

En relación con los valores de ataque potencial (donde la depredación de las larvas está excluida), los valores finales de ataque (Figura 18A) representan disminuciones del 47% en el olivar CONV, el 68,5% en olivar CV, y el 76% en el olivar CV-MIX, siendo por tanto en este último olivar el control natural proporcionado por parte de las crisopas la reducción máxima.

La estrecha relación de estos resultados en relación a la recuperación del fruto, los porcentajes han sido del 57% en el olivar CONV, del 71,5% en el olivar CV y del 83% en el olivar CV-MIX (Figura 18B).

Figura 18. Parámetros estadísticos (Media, Error Estándar y Desviación Estándar) del ataque final de huevos de *Prays oleae* en los olivares sujetos a diferentes manejos (A), y de recuperación de fruto (B) en CV-MIX (verde oscuro), CV (verde claro) y CONV (BLANCO). Las diferencias significativas dentro de cada muestra se indican con letras (prueba HSD de Tukey, $p < 0,05$).



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN.

La incorporación de restos de poda triturados en el suelo proporciona una fuente importante de nutrientes (Azam, 1990) al aumentar la mineralización de nitrógeno (Singht, 1995) e influir positivamente en los parámetros físico, químico y biológicos del suelo (Rodríguez-Lizana et al., 2008). Varios estudios destacan que la incorporación de restos de poda triturados en el suelo mejora la estructura edáfica, reduce los procesos de erosión, previene las pérdidas de nutrientes por escorrentía y lixiviación, y aumenta la biomasa microbiana (Burkert et al., 2000; Shah et al., 2003; Shafi et al., 2007). Por lo tanto, la aplicación de residuos agrícolas (p. ej., residuos de cultivos y estiércol animal) al suelo se ha convertido recientemente en una práctica agrícola muy beneficiosa (García-Fuentes et al., 2005; Rodríguez-Lizana et al., 2008; Calatrava y Franco, 2011; Repullo et al., 2012; Taguas y Gómez, 2015; Medina et al., 2015). Entre sus ventajas, proporciona un efecto protector contra la erosión más prolongado (Repullo et al., 2012) en comparación con el proporcionado por la cubierta herbácea (Calatrava y Franco, 2011). Además, Taguas y Gómez, 2015, informaron que las plantas trituradas impiden el desarrollo de la flora ruderal, lo que atenúa la competencia de la cubierta herbácea con el olivar por agua y nutrientes, reduciendo así la dependencia herbicida. Los resultados de este estudio concuerdan con la bibliografía consultada en vista de la mayor abundancia de especies vegetales en el olivar con cubierta vegetal mixta, en el que se depositaron restos de poda triturados.

Al mismo tiempo, en este olivar se ha encontrado la mayor diversidad y abundancia de enemigos naturales, en comparación con el olivar ecológico con únicamente cubierta vegetal de herbáceas adventicias. En cualquier caso, ésta cubierta vegetal aporta beneficios directos a las distintas dimensiones de la diversidad ecológica, ya que aumenta el número de especies presentes en el sistema, lo que contribuye a establecer relaciones más complejas entre sus componentes. Entre los efectos que brinda la vegetación herbácea, vale la pena considerar las diferentes formas en que sustentan a los insectos entomófagos:

Las plantas sirven de asentamiento a numerosas especies de fitófagos, que son presa potencial/hospedadores alternativos de numerosas especies de entomófagos que, por su carácter relativamente polífago, interactúan con las especies de fitófagos específicamente asociadas al olivo. Respecto al cultivo del olivo convencional, en el que no existe cubierta vegetal, la implantación de cubiertas vegetales vivas crea un asentamiento de una amplia comunidad de especies en la zona de cultivo, lo que hace que las plantas herbáceas de la cubierta vegetal sean auténticos reservorios de insectos (Hodkinson y Hughes, 1993).

En segundo lugar, la vegetación herbácea proporciona una fuente de alimento para los adultos de muchas especies depredadoras y parasitoides (Chang et al., 1996). Estos artrópodos requieren un consumo adecuado para desarrollar su fecundidad, alcanzar su longevidad potencial (González-Ruiz y Campos, 1990) y asegurar la supervivencia post-diapausa. El néctar de las flores es especialmente importante para los parasitoides himenópteros (Manojlovic et al., 2000; Manojlovic et al., 2001) y los depredadores (Udayagiri, 1996) que son atraídos por la liberación de volátiles semioquímicos (Tóth et al., 2006; Tóth et al., 2009). Varios autores (Bruce et al., 2001; Knudsen et al., 1993) han informado que *Chrysoperla carnea* se puede atrapar en trampas cebadas con fenilacetaldehído, que es un componente común de un aroma floral y es de gran interés práctico (Tóth et al., 2009; Bruce et al., 2001). Por lo tanto, mantener la biodiversidad es esencial para lograr una mayor estabilidad y puede usarse como un indicador de la resistencia al cambio del sistema (Gliessman, 2001; Foraster-Pulido, 2010).

Adicionalmente, la mayor complejidad estructural edáfica derivada de la adición de restos de poda triturados al suelo contribuye al aumento significativo de la diversidad de artrópodos al estimular la actividad de los microorganismos en el suelo y servir de alimento y refugio a la fauna benéfica (Foraster-Pulido, 2010). *Chrysoperla spp.* pasan el invierno como adultos en diapausa (Henry et al., 2003), lo que, en el sur de España, ocurre de octubre a febrero. Sin embargo, la intensidad y severidad de las prácticas agrícolas que se producen desde principios de otoño hasta mediados de primavera hacen que los olivos sean poco favorables para la supervivencia invernal de las crisopas. Esto es por la cosecha, aunque la tendencia actual es adelantarla

hasta principios de otoño (Parrilla-González y Ortega-Alonso, 2021), la cosecha consiste en golpear manualmente o utilizando potentes vibradores mecánicos las ramas del olivo con varas para provocar la caída del fruto (Alzoheiry et al., 2020). Tras la recolección, se realiza la poda del olivo (de diciembre a abril), cuya finalidad es regenerar el árbol, eliminando las ramas innecesarias (García-Martín et al., 2020), esta práctica es bastante perjudicial para la supervivencia de las crisopas que pasan el invierno en el dosel de los olivos. Así, asegurar la supervivencia durante el invierno depende en gran medida de la población que pasa la temporada en áreas de refugio más estables y ecológicamente favorables, como con los restos de poda en las áreas marginales adyacentes a los cultivos (González-Ruiz et al., 2008).

Para los olivares con manejo ecológico, las condiciones suponen una mejora sustancial, dada la presencia en ellos de restos vegetales degradados (como es el caso del cultivo CV), derivados de la vegetación adventicia, que, a la vista de los resultados de este estudio, proporcionaría una protección ligeramente superior a las poblaciones invernantes en relación con el cultivo CONV. Dadas las limitaciones derivadas de las prácticas agroforestales, una medida innovadora y adecuada se basa en utilizar refugios artificiales de invierno que consisten en cajas de madera rellenas de materia vegetal triturada. Estos refugios artificiales han demostrado ser una práctica exitosa en el manejo integrado de plagas, favoreciendo el establecimiento de crisopas adultas (Bozsik y González-Ruiz, 2006; Weihrauch, 2008; McEwen et al., 2001; ÊEngonca y Frings, 1989; ÊEngonca y Henze, 1992). Como resultado, se estimula el aumento de la población natural de crisopas salvando a los adultos que hibernan del frío y la precipitación invernales y proporciona una anticipación de la aparición primaveral de adultos y huevos (Bozsik y González-Ruiz, 2006).

La acumulación de residuos vegetales en el suelo permite condiciones mucho más adecuadas para la supervivencia invernal de numerosas especies de enemigos naturales de las plagas del olivo (Varela y González-Ruiz, 1999a; Varela y González-Ruiz, 1999b, Varela y González-Ruiz, 2000; López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011). Lo más probable es que la acumulación de materia vegetal triturada en el suelo de cultivo resultante de la poda tenga una función beneficiosa, similar a la que

proporciona el despliegue de una red de refugios de hibernación artificial. Esto es coherente con las mayores poblaciones postinvernales de enemigos naturales en el olivar CV-MIX en relación al olivar CV, y, más notablemente, a las del olivar CONV.

Así, para el agricultor, la aplicación de esta práctica agronómica se traduciría en eventos sucesivos altamente beneficiosos en cuanto a tener una menor dependencia de plaguicidas sintéticos y mejorar la uniformidad de los enemigos naturales, así como su eficacia entomófaga.

Los inconvenientes de implementar restos de material vegetal triturado incluyen que esta práctica no afecta negativamente ni representa un peligro potencial de una orden fitosanitaria, excepto para cultivos cercanos a áreas afectadas por la marchitez por verticillium, la enfermedad causada por *Verticillium dahliae* (López-Escudero y Mercado-Blanco, 2011).

Al respecto, López Escudero y Mercado-Blanco (2011) informaron que la dispersión de propágulos infectivos (microesclerocios) entre los olivares puede verse favorecida por prácticas culturales inadecuadas para el control de esta enfermedad, como la trituración de restos vegetales de árboles afectados. Otros aspectos negativos son la carga de trabajo que supone la aplicación de esta práctica, el alto índice de emisiones de CO₂ y el aumento significativo del riesgo de incendio, todos ellos destacados.

CAPITULO V: CONCLUSIONES.

Esta investigación nos ha permitido comprobar el efecto de la implantación de una cubierta vegetal mixta (CV-MIX) respecto a los diferentes tipos de manejo considerados.

Se observó un efecto claramente estimulante sobre la diversidad y abundancia de enemigos naturales, cuya actividad es esencialmente el control natural de plagas. Sobre la polilla del olivo (*Prays oleae*), como plaga diana seleccionada para este estudio, esta nueva práctica permite aumentar notablemente la eficacia de los principales enemigos naturales, confirmándose tasas de depredación de aproximadamente el 90%, lo que, en términos de pérdida de cultivo, equivale a una reducción de pérdidas promedios de 12% por árbol.

Comparativamente, en olivares con manejo ecológico provistos de cubierta vegetal (CV), las pérdidas promedio de cosecha por esta plaga se han evaluado en un promedio de 19%, mientras que, en olivares con manejo convencional (CONV), libres de cualquier tipo de cubierta vegetal, las pérdidas de cosecha equivalen a un 23%.

BIBLIOGRAFÍA.

Ail-Catzim, C. E., Cerna-Chávez, E., Landeros-Flores, J., Ochoa-Fuentes, Y., García-López, A. M., & González, R. E. (2015). Efecto de insecticidas sobre la mortalidad y depredación de *chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *southwestern entomologist* 2015, 40, 565-574. <https://doi.org/10.3958/059.040.0315>

Alcántara, C., Pujadas, A., Saavedra, M. (2011). Management of cruciferous cover crops by mowing for soil and water conservation in southern Spain. *Agric. Water Manag.* 98, 1071-1080. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.01.016>

Álvarez, H.A., Jiménez-Muñoz, R., Morente, M., Campos, M., & Ruano, F. (2021). La presencia de cobertura vegetal en olivares ecológicos afecta a la interacción de los enemigos naturales contra *Prays oleae*, favoreciendo una depredación eficaz de los huevos. *Agricultura, ecosistemas y medio ambiente*, 315, 107441.

Alzoheiry, A., Ghonimy, M., El Rahman, E.A., Abdelwahab, O., Hassan, A. (2020) Improving olive mechanical harvesting using appropriate natural frequency. *J. Agric. Eng.*, 51, 148-154. doi: <http://doi.org/10.4081/jae.2020.1057>

Andrés-Cantero, F. (1997). *Enfermedades y Plagas del olivo*, (1ª edición), Riquelme y Vargas Ediciones, SL.

Arambourg, Y. (1986). *Traité d'entomologie oléicole*. conseil oléicole international .

Azam, F. (1990). Comparative effects of organic and inorganic nitrogen sources applied to a flooded soil on rice yield and availability of N. *Plant Soil*, 125, 255-262. doi: <http://doi.org/10.1007/BF00010664>

Bozsik, A., & González-Ruiz, R. (2006). First data on the sibling species of the common green lacewings in Spain (Neuroptera: Chrysopidae). In 4th International Plant Protection Symposium at Debrecen University and 11th Trans-Tisza Plant Protection Forum, 18-19 October, 2006, Debrecen, Hungary (pp. 3-11). Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Mezőgazdaságtudományi Kar.

Bozsik, A., González-Ruiz, R. & Lara, B. H. (2009). Distribution of the *Chrysoperla carnea* complex in southern Spain (Neuroptera: Chrysopidae). *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului*, 14, 60-65.

Bruce, T.J., Cork, A., Hall, & D.R., Dunkelblum, E. (2001). Laboratory and field evaluation of floral odours from African marigold, *Tagetes erecta*, and sweet pea, *Lathyrus odoratus*, as kairomones for the cotton bollworm *Helicoverpa armigera*. *IOBC WPRS Bull.*, 25, 315–322.

Buerkert, A., Bationo, A., & Dossa, K. (2000). Mechanisms of residue mulch-induced cereal growth increases in west africa. *Soil Science Society of America Journal*, 64(1), 346-358. <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.641346x>

Calatrava, J., & Franco, J. A. (2011). Using pruning residues as mulch: Analysis of its adoption and process of diffusion in southern Spain olive orchards. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 620-629. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.09.023>

Campos, M. (1981). Contribución al estudio de la entomocenosis de *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae) en Granada (España). *Acta Oecol.*, 2, 27–35.

Campos, M., & Ramos, P. (1985). Some relationships between the number of *Prays oleae* eggs laid on olive fruits and their predation by *Chrysoperla carnea*. Integrated Pesticide Control Olive-groves. (Proceedings of the CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, Italy).

Carrero, J. M. (1996) *Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales*. Mundi-Prensa Ediciones: Madrid, Spain.

Casado, G.G., & Pulido, L.F. (2007). *Manejo de la Cubierta Vegetal en el Olivar Ecológico en Andalucía: Siembra de Leguminosas Entre Calles*. Dirección General de Agricultura Ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca: Junta de Andalucía, Spain, 2007, pp. 78.

Cerdà, A., Giménez-Morera, A., Bodí, M.B., Burguet, M., García-López, J., Jovani, C., & Segura, M. (2010). Pérdida de suelo y agua bajo cubierta de *Quercus coccifera* en la Sierra de Enguera. Valencia. *Revista de la Sociedad Española de Geomorfología y Asociación Española para el Estudio del Cuaternario*. 24, 13-23.

Chang, Y., Tauber, M. J., & Tauber, C. A. (1996). Reproduction and quality of F1 offspring in chrysoperla carnea: Differential influence of quiescence, artificially-induced diapause, and natural diapause. *Journal of Insect Physiology*, 42(6), 521-528. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(96\)00010-8](https://doi.org/10.1016/0022-1910(96)00010-8)

Chauvin, R. (1967). *The world of an insect*. Translated from the French by Harold Oldroyd. Weidenfeld and Nicolson: London, England, pp- 256.

Civantos-Ruiz, M., Gómez-Guzmán, J.A., Sainz-Pérez, & González-Ruiz, R. (2022). Application of accumulated heat units in the control of *Prays oleae* (Bern.) (Lep., Praydidae). *Revista Brasileira de Entomologia*. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022804>

Copland, J.S. (1983). Restricciones de temperatura en el control de cochinillas y cochinillas. *Bol. SROP*, 6, 142-145.

Ebeling, W., Wagner, R., & Reiersen, D.A. (1966). Influence of repellency on the efficacy of blatticides. I. Learned modification of behavior of the German cockroach. *J. Econ. Entomol.* 59, 1374-1388. <https://doi.org/0.1093/jee/59.6.1374>.

Foraster-Pulido, L. (2010). *Las cubiertas vegetales en el rediseño del olivar para una transición agroecológica*. Universidad Internacional de Andalucía: Spain, pp. 104.

García-Fuentes, A., Lendínez, M., & Salazar-Mendias, C. (2005). Pérdida de diversidad vegetal en los olivares del alto valle del Guadalquivir: Alternativas agroecológicas. (pp. 399-430)

García-Martín, J.F., Cuevas, M., Feng, C.H., Álvarez-Mateos, P., Torres, M., & Sánchez, S. (2020). Energetic valorisation of olive biomass: Olive-tree pruning, olive stones and pomaces. *Processes*, 8, 511. <https://doi.org/10.3390/pr8050511>.

Gliessman, S. (2001). La biodiversidad y la estabilidad de los agroecosistemas. En Cornejo, J. (coord.), *La práctica de la agricultura y la ganadería ecológicas* (pp. 69-89). Sevilla: Ed. CAAE.

Gómez-Guzmán, J.A., & González-Ruiz, R. (2019). Side effects of insecticides on beneficial insects: A practical tool to identify organic agroecosystems. *World J. Agric. Sci.* 4. <https://doi.org/10.33552/WJASS.2019.04.000576>

Gómez-Guzmán, J.A., & González-Ruiz, R. (2020). Determination of the sampling size for the reliable identification of organic crops by inducing sublethal effects in beneficial insects. In *Proceedings of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Prague, Czech Republic, 7-11 September*. doi:[10.1088/1755-1315/609/1/012035](https://doi.org/10.1088/1755-1315/609/1/012035)

Gómez-Guzmán, J.A., Sainz-Pérez, M., & González-Ruiz, R. (2021). Induction of sublethal effects for the characterization of olive groves under different pest management systems. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43. doi: <https://doi.org/10.1590/0100-29452021011>

Gómez-Guzmán, J. A., Sainz-Pérez, M., & González-Ruiz, R. (2022). Monitoring and inference of behavioral resistance in beneficial insects to insecticides in two pest control systems: IPM and Organic. *Agronomy*, 12, 538. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020538>

González Ruiz, R., Al-Asaad, S., & Bozsik A. (2008). Influencia de las masas forestales en la diversidad y abundancia de los crisópidos (Neur. Chrysopidae) del olivar. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*.26, 33-38.

González-Ruiz, R., & Campos, M. (1991). Rearing of *Cheilopachus quadrum* (Hym.: Pteromalidae) from the olive beetle, *Phloeotribus scarabaeoides* (Col.: Scolytidae). Potential biological control agent. *Redia* 73, 495-505.

González-Ruiz, R., & Gómez-Guzmán, J.A. (2019). Agricultural Management Greatly Affects the Beneficial Entomofauna of the Olive Groves. *Am J Biomed Science & Research* - 1(3), 144-51 DOI: <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2019.01.000530>

Henry, C. S., Brooks, S. J., Duelli, P., & Johnson, J. B. (2003). A lacewing with the wanderlust: the European song species 'Maltese', *Chrysoperla agilis*, sp. n., of the carnea group of Chrysoperla (Neuroptera: Chrysopidae). *Systematic Entomology*, 28(2), 131-148. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3113.2003.00208.x>

Hodkinson, I.D., & Hughes, M.K. (1993). *Fitofagia en los Insectos* (2.a ed) Oikos-Tau, S.A. Ediciones: Barcelona, Spain. ISBN 978-84-281-0803-4.

Iranzo, M., Cañizares, J. V., Roca-Perez, L., Sainz-Pardo, I., Mormeneo, S., & Boluda, R. (2004). Characteristics of rice straw and sewage sludge as composting materials in valencia (spain). *Bioresource Technology*, 95(1), 107-112. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.01.013>

Kapatos, E., Fletcher, B. S., Pappas, S., Laudeho, Y. (1977). Release of *Opius concolor* and *O. concolor* var. *siculus* [Hym.: Braconidae] against the spring generation of *Dacus oleae* [Dipt.: Trypetidae] on Corfu. *Entomophaga*, 22, 265-270. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02372147>

Knudsen, J. T., Tollsten, L., & Bergström, L. G. (1993). Floral scents—a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. *Phytochemistry*, 33(2), 253-280. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(93\)85502-l](https://doi.org/10.1016/0031-9422(93)85502-l)

Liñan de, C. (1998). *Entomología Agroforestal: Insectos y Ácaros que Dañan Montes, Cultivos y Jardines*. Ediciones Agrotécnicas, S.L.: Madrid, Spain. pp. 1309. ISBN 9788487480546.

López-Escudero, F. J., & Mercado-Blanco, J. (2011). Verticillium wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant and Soil*, 344, 1–50. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0629-2>

Lull, C., Bautista, I., Segarra, R., Monzó, J.M., Seguí, J.V., & Lidón, A. (2021). Efecto de una cubierta de paja de arroz sobre la respiración del suelo. *In Proceedings of the IX Simposio Nacional Sobre Control de la Degradación y Recuperación de Suelos, Elche, Spain, 27-29 May 2021*.

MAGRAMA. (2012). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Manojlovic, B., Zabel, A., Kostic, M., & Stankovic, S. (2000). Effect of nutrition of parasites with nectar of melliferous plants on parasitism of the elm bark beetles (col., scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 124(3-4), 155-161. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2000.00459.x>

Manojlović, B., Zabel, A., Stanković, S., & Kostić, M. (2000). *Ecphylus silesiacus* (ratz.) (hymenoptera, braconidae), an important elm bark beetle parasitoid. *Agricultural and Forest Entomology*, 2(1), 63-67. <https://doi.org/10.1046/j.1461-9563.2000.00051.x>

McEwen, P. K., Åkerberg, C., Bozsik, A., James, C. J., Eccleston, L., Lenartsson, M., Rossiter, P., & Tuovinen, T. (1999). Artificial overwintering chambers for green lacewings: Results of international trials and implications for pest control. *Journal of Applied Entomology*, 123(9), 525-527. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.1999.00415.x>

Medina, J., Monreal, C., Barea, J.M., Arriagada, C., Borie, F., & Cornejo, P. (2015). Estabilización de residuos de cultivos y aplicación a suelos agrícolas y degradados: una revisión. *Gestión de Residuos* 42, 41-54.

Noyes, J. S. (2019). *Universal Chalcidoidea Database*. World Wide Web electronic publication, Available online: <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids>.

Panis, A. (1977). Contribución al conocimiento de la biología de la «cochinilla negra de los agrios» (*Saissetia oleae* Olivier) *Bol. Serv. Plagas*, 3, 199-205.

Paredes, D., Cayuela, L., & Campos, M. (2013). Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 173, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.016>

Parrilla-González, J., & Ortega-Alonso, D. (2021). Social innovation in olive oil cooperatives: A case study in southern Spain. *Sustainability*, 13 <https://doi.org/10.3390/su13073934>

Ramos, P., & Ramos, J.M. (1990). Veinte años de observaciones sobre la depredación oófaga en *Prays oleae* Bern. Granada (España), 1970–1989. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*, 16, 119-127.

Ranaldi, F., & Santoni, M. (1987). The parasitoids of the olive fly *dacus oleae* (gmel). *Informatore Fitopatologico*, 37(11), 15-18.

Repullo, M. A., Carbonell, R., Hidalgo, J., Rodríguez-Lizana, A., & Ordóñez, R. (2012). Using olive pruning residues to cover soil and improve fertility. *Soil and Tillage Research*, 124, 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.04.003>

Ribo, M., Albiach, R., Pomares, F., & Canet, R. (2017). Alternativas de gestión de la paja de arroz en la Albufera de Valencia. *Vida rural*, 430, 56-60.

Rodríguez-Lizana, A., Espejo-Pérez, A.J., González-Fernández, P., & Ordóñez-Fernández, R. (2008) Los residuos de poda como alternativa al laboreo tradicional para reducir la erosión y la dispersión de contaminantes en los olivares. *Contaminación del agua, el aire y el suelo*, 193, 165-173.

Rozas, L., & González-Ruiz, R. (2013). Primeros datos sobre la influencia de las cubiertas vegetales en la presencia de Raphidioptera (Insecta: Neuropteroidea) en olivares de Jaén. *In XVI Scientific-Technical Symposium on Olive Oil. Fundación del Olivar. Spain*.

Russo, G. (1938). VI Contributo alla conoscenza dei coleotteri Scolitidi: *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) Fauv. II. Biografia, simbionti, danni e lotta. *Boll. R. Lab. Ent. Agr. Portici*, 2, 3-420.

Sengonca, C., & Frings, B. (1989). Enhancement of the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) by providing artificial facilities for hibernation. *Turk. Entomol. Derg*, 13(4), 245-250.

ŞEngonca, Ç, & Henze, M. (1992). Conservation and enhancement of *chrysoperla carnea* (stephens) (neuroptera, chrysopidae) in the field by providing hibernation shelters. *Journal of Applied Entomology*, 114(1-5), 497-501. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb01157.x>

Shafi, M., Bakht, J., Jan, M., & Shah, P. D. Z. (2007). Soil C and N dynamics and maize (*zea may L.*) yield as affected by cropping systems and residue management in north-western pakistan. *Soil and Tillage Research*, 94, 520-529. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.10.002>

Shah, P. D. Z., Shah, H., Peoples, M., Schwenke, G., & Herridge, D. (2003). Crop residue and fertiliser N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. *Field Crops Research - FIELD CROP RES*, 83, 1-11. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00005-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00005-4)

Silvestri, F. (1945). Contribution à la biologie de la petite Cécidomyie des olives (*Prolasioptera Berlesiana* Paoli) en Italie. *Moniteur International de la Protection des Plantes*, 19, 73-76.

Singh, H. (1995). Nitrogen Mineralization, Microbial Biomass and Crop Yield as Affected by Wheat Residue Placement and Fertilizer in a Semi-Arid Tropical Soil With Minimum Tillage. *Journal of Applied Ecology*, 32(3), 588–595. <https://doi.org/10.2307/2404655>

Stavraki, H. (1970). Contribution a l'inventaire du complexe parasite de quelques insectes nuisi-bles a l'olivier en Grèce. *Entomophaga* 15: 225–231 <https://doi.org/10.1007/BF02371000>

Taguas, E.V., & Gómez, J.A. (2015). Vulnerabilidad de los olivares bajo la actual normativa de la PAC (Política Agraria Común) sobre la erosión del suelo: un caso de estudio en el Sur de España. *Política de Uso de la Tierra*, 42, 683-694.

Torres, M.R. (2010). Parasitoides de plagas identificados en la provincia de Jaén (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 46, 597–601.

Tóth, M., Bozsik, A., Szentkirályi, F., & Letardi, A. (2006). Phenylacetaldehyde: A chemical attractant for common green lacewings (*Chrysoperla carnea* s.l., Neuroptera: Chrysopidae). *European Journal of Entomology*, 103(1) 267. <https://doi.org/10.14411/eje.2006.033>

Tóth, M., Szentkirályi, F., Vuts, J., Letardi, A., Tabilio, M.R., Jaastad, G., & Knudsen, G.K. (2009). Optimization of a phenylacetaldehyde-based attractant for common green lacewings (*Chrysoperla carnea* sl). *Journal of chemical ecology*. 35, 449-458. <https://doi.org/10.1007/s10886-009-9614-8>

Trdan, S., Andjus, L., Raspudić, E., & Kač, M. (2005). Distribution of *Aeolothrips intermedius* Bagnall (Thysanoptera: Aeolothripidae) and its potential prey Thysanoptera species on different cultivated host plants. *Journal of Pest. Science*. 78, 217-226. <https://doi.org/10.1007/s10340-005-0096-3>

Udayagiri, S. (1996). Behavioral manipulation of natural enemies: Potential use in insect pest management. *Agricultural Zoology Reviews* (United Kingdom). 7, 181-216.

Vanwalleghem, T., & Giráldez, J. V. (2008). Midiendo fuera de las parcelas de erosión: Importancia de erosión por cárcavas y regueros en cuencas de olivar. Paper presented at the *VII Simposio Del Agua En Andalucía. Jaén (Spain)*. Pp, 211-217.

Vanwalleghem, T., Gómez, J. A., Infante Amate, J., González de Molina, M., Vanderlinden, K., Guzmán, G., Laguna, A., & Giráldez, J. V. (2017). Impact of historical land use and soil management change on soil erosion and agricultural sustainability during the anthropocene. *Anthropocene*, 17, 13-29. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.01.002>

Varela, J. L., González, R. Estudio sobre la entomofauna de un olivar en la provincia de Granada, durante el periodo de vuelo de la generación antófaga de *Prays oleae* (Lep. Yponomeutidae). *Phytoma* 1999, 111, 42-55. <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/111-agosto-septiembre-1999/estudio-sobre-la-entomofauna-de-un-olivar-de-la-provincia-de-granada-durante-el-periodo-de-vuelo-de-la-generacin-antfaga-de-prays-oleae-bern-lep-yponomeutidae-i>

Varela, J. L. M., & González-Ruiz, R. (1999b). Bases metodológicas para la evaluación del impacto ocasionado por las aplicaciones insecticidas sobre los enemigos naturales de las plagas del olivo (II). *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 112, 32- 42.

Varela-Martínez, J. L, & González-Ruiz, R. (2000). La lucha química contra *Prays oleae* (lep., Yponomeutidae) y su influencia en los enemigos naturales de las plagas del olivar (y III). *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 115, 35-47.

Vives de Quadras, J. M. (1988). Control de plagas de insectos. Problemas y alternativas. *Insecticidas biorracionales. CSIC. Colección Nuevas Tendencias, Madrid*, 3-13.

Weihrauch, F. (2008). Overwintering of common green lacewings in hibernation shelters in the Hallertau hop growing area. *Bulletin of Insectology*, 61(1), 67.

Zema, D. A., Labate, A., Martino, D., & Zimbone, S. M. (2017). Comparing different infiltration methods of the HEC-HMS model: The case study of the mésima torrent (southern italy). *Land Degradation & Development*, 28(1), 294-308. <https://doi.org/10.1002/ldr.2591>

