



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

EMPLEO DE CUBIERTA VEGETAL EN OLIVAR Y PRESENCIA DE FAUNA AUXILIAR

Alumno: Javier Maeztu Espejo

Directores: Juan Antonio Torres Cordero y
Rafael Alcalá Herrera

Tutores: Juan Antonio Torres Cordero y
Rafael Alcalá Herrera

Dpto.: Departamento de Biología Animal, Biología
Vegetal y Ecología (Universidad de Jaén).
Departamento de Agronomía (Universidad de
Córdoba)

Junio de 2023



Juan Antonio Torres Cordero, Profesor Titular del Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Jaén y Rafael Alcalá Herrera contratado posdoctoral del Departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba

Como **Directores y/o Tutores** de D. Javier Maeztu Espejo, en el Máster Universitario en Olivar y Aceite de Oliva, durante el curso 2022-2023.

INFORMA: Que el presente trabajo fin de máster, "*EMPLEO DE CUBIERTA VEGETAL EN OLIVAR Y PRESENCIA DE FAUNA AUXILIAR*" ha sido realizado por D. Javier Maeztu Espejo para la obtención del Título de Máster Universitario en Olivar y Aceite de Oliva por la Universidad de Jaén.

Jaén, a 30 de Junio de 2023



TORRES
CORDERO JUAN
ANTONIO -
25999894G

Firmado digitalmente
por TORRES
CORDERO JUAN
ANTONIO -
25999894G

ALCALA
HERRERA
RAFAEL -
30954642T

Firmado digitalmente por ALCALA
HERRERA RAFAEL - 30954642T
Nombre de reconocimiento (DN):
c=ES,
serialNumber=IDCES-30954642T,
givenName=RAFAEL, sn=ALCALA
HERRERA, cn=ALCALA HERRERA
RAFAEL - 30954642T
Fecha: 2023.06.28 20:20:14 +02'00'

Fdo.: Javier Maeztu Espejo

Fdo.: Juan Antonio Torres Cordero
Rafael Alcalá Herrera

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. EL OLIVAR Y SU CULTIVO.....	14
2.1. Principales prácticas de manejo del suelo en el olivar	15
2.2. Plagas en el olivar y su control.....	16
3. EL OLIVAR COMO AGROECOSISTEMA.....	19
3.1. Papel de las cubiertas vegetales en la sostenibilidad del olivar.....	26
4. JUSTIFICACIÓN.....	22
5. OBJETIVOS.....	23
6. MATERIAL Y MÉTODO.....	24
6.1. Herramientas de búsqueda y recursos bibliográficos empleados.....	24
6.2. Criterios de búsqueda bibliográfica.....	24
6.3. Análisis estadístico.....	26
7. RESULTADOS.....	27
7.1. Distribución geográfica de los estudios.....	27
7.2. Año de publicación.....	27
7.3. Estudio de artrópodos monográficos o diversidad múltiple.....	28
7.4. Tipo de plaga controlada.....	31
7.5. Marco de plantación.....	33
7.6. Presencia de manchas de vegetación natural.....	33
7.7. Tipo de manejo del suelo.....	36
7.8. Tipo de manejo de la cubierta.....	39
7.9. Tipo de manejo fitosanitario.....	41
7.10. Diversidad de artrópodos presentes en manchas de vegetación....	45
7.11. Diversidad de artrópodos presentes en la cubierta vegetal.....	47

7.12.	Control de vectores de <i>Xylella fastidiosa</i>	49
8.	DISCUSIÓN.....	50
9.	CONCLUSIÓN Y PROPUESTAS DE FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	
		57
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Representación de enemigos naturales sobre los insectos plaga.....	16
Tabla 2.	Plagas relevantes en olivares	17
Tabla 3.	Números de estudios analizados por país	27
Tabla 4.	Prueba de chi cuadrado para tipo de estudio e insecto estudiado.....	30
Tabla 5.	Prueba de chi cuadrado para tipo de plaga y el control efectivo de la misma.....	32
Tabla 6.	Prueba de chi cuadrado para diversidad vegetal en manchas de vegetación y cobertura.....	36
Tabla 7.	Prueba de chi cuadrado para tipo de cubierta vegetal y diversidad de especies vegetales de la cubierta.....	37
Tabla 8.	Prueba de chi cuadrado para tipo de control y número de veces controlada.....	40
Tabla 9.	Prueba de chi cuadrado para tipo de manejo fitosanitario y el número de aplicaciones.....	43
Tabla 10.	Prueba de chi cuadrado para tipo de manejo fitosanitario y tipo de fitosanitario empleado.....	44

Tabla 11.	Prueba de chi cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en manchas de vegetación natural y la abundancia relativa.....	46
Tabla 12.	Prueba de chi cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en manchas de vegetación natural y riqueza.....	47
Tabla 13.	Prueba de chi cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en la cubierta vegetal y la abundancia relativa.....	48
Tabla 14.	Prueba de chi cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en la cubierta vegetal y la riqueza.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Frecuencia de publicaciones por año.....	28
Figura 2.	Tipo de estudio en relación con artrópodo estudiado.....	29
Figura 3.	Tipo de insecto objeto de estudio.....	29
Figura 4.	Relación entre tipo de estudio e insecto estudiado.....	30
Figura 5.	Plaga objeto de control en los estudios.....	31
Figura 6.	Control efectivo de las plagas.....	31
Figura 7.	Relación entre el tipo de plaga y su control.....	32
Figura 8.	Marco de plantación del cultivo.....	33
Figura 9.	Número de estudios con presencia de manchas de vegetación natural.....	34
Figura 10.	Diversidad de especies vegetales presentes en las manchas de vegetación natural.....	34
Figura 11.	Porcentaje de cobertura de la mancha de vegetación natural.....	35
Figura 12.	Tipo de manejo del suelo del olivar.....	36

Figura 13.	Diversidad presente en la cubierta vegetal.....	37
Figura 14.	Superficie ocupada por la cubierta vegetal.....	38
Figura 15.	Familia botánica principal presente en la cubierta vegetal.....	38
Figura 16.	Formas de control de la cubierta vegetal.....	39
Figura 17.	Número de veces que se realiza el control de la cubierta.....	40
Figura 18.	Tipo de herbicida empleado en el control de la cubierta vegetal.....	41
Figura 19.	Tipo de manejo fitosanitario de las parcelas.....	42
Figura 20.	Número de aplicaciones de fitosanitarios.....	42
Figura 21.	Tipo de manejo y número de aplicaciones.....	43
Figura 22.	Tipo de fitosanitario empleado.....	44
Figura 23.	Diversidad de artrópodos presente en manchas de vegetación.....	45
Figura 24.	Valor de abundancia relativa de artrópodos presentes en manchas de vegetación natural.....	46
Figura 25.	Diversidad de artrópodos presente en la cubierta vegetal.....	47

Figura 26.	Valor de abundancia relativa de artrópodos presentes en la cubierta vegetal.....	48
-------------------	--	----

Figura 27.	Control de <i>Xylella fastidiosa</i>	49
-------------------	--	----

RESUMEN

El cultivo del olivo tiene una gran importancia socioeconómica, constituyendo una gran fuente de empleo y actividad económica vital en muchas regiones europeas. Además, el olivar como agroecosistema posee una gran importancia para la conservación de la diversidad, no solo de flora, sino también de fauna tanto vertebrada como en especial de invertebrada.

Sin embargo, hoy en día el olivar, como la agricultura en general se enfrenta una serie de problemas como la intensificación de la agricultura que lleva aparejado el empleo de pesticidas, y la simplificación del paisaje.

La creciente demanda social sobre el respecto al medio ambiente, ha conllevado una búsqueda por el uso de prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente y menos dependientes de productos agroquímicos.

Una de estas prácticas, que se torna como una solución viable y eficaz, es el empleo de cubiertas vegetales para favorecer el control biológico de plagas.

Por ello se ha planteado la realización de este estudio, donde se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de 75 artículos de los últimos 22 años con el fin de conocer el estado del arte de estas prácticas en el olivar. Tras el análisis de los artículos científicos se observó que la mayoría de los estudios realizados en esta temáticos fueron desarrollados en España, con un incremento notable en los últimos 5 años. Además, se ha visto que las cubiertas vegetales espontaneas favorecen la diversidad de artrópodos y abundancia relativa de artrópodos beneficiosos y la mayoría de las parcelas que implantan las cubiertas vegetales son de manejo ecológico.

Palabras clave: olivo, servicios ecosistémicos, cubierta vegetal, sostenibilidad, fauna auxiliar, control biológico de plagas, artrópodos, diversidad.

ABSTRACT

The cultivation of olive trees has great socio-economic importance, constituting a significant source of employment and vital economic activity in many European regions. Additionally, the olive grove, as an agroecosystem, holds great importance for conserving biodiversity, not only of flora but also of both vertebrate and invertebrate fauna.

However, today the olive grove, like agriculture in general, faces a series of problems such as the intensification of agriculture, which entails the use of pesticides, and the simplification of the landscape.

The growing social demand for environmental respect has led to a search for agricultural practices that are more environmentally friendly and less dependent on agrochemical products. One of these practices is the use of cover crops to promote biological pest control, which emerges as a viable and effective solution.

Therefore, the realization of this study has been proposed, where a bibliographic review of 75 articles from the last 22 years has been conducted in order to understand the state of the art of these practices. After analyzing the scientific articles, it was observed that the majority of studies conducted on this topic were developed in Spain, with a notable increase in the last 5 years. Furthermore, it has been observed that spontaneous cover crops promote arthropod diversity and relative abundance of beneficial arthropods, and most of the plots that implement cover crops are under ecological management.

Keywords: olive, ecosystem services, vegetative cover, sustainability, beneficial fauna, biological pest control, arthropods, diversity

1. INTRODUCCIÓN.

Durante las décadas de los años 60 y 70 del siglo XX, se produjo la denominada revolución verde, un cambio significativo en las prácticas agrícolas que se caracterizó por la mecanización de las labores agrarias y el uso de productos químicos agrícolas. El objetivo principal de esta revolución fue incrementar la producción de alimentos a nivel global. Sin embargo, esta transformación conllevó serios problemas ambientales, como la reducción de la biodiversidad, la desertificación y la contaminación del entorno, al romper el equilibrio entre la agricultura y la naturaleza.

La actividad agrícola posee una relevancia destacada desde dos perspectivas fundamentales: sociocultural y ambiental. Asimismo, constituye uno de los principales sectores económicos, con una significativa influencia en el mantenimiento y promoción del empleo en áreas rurales (Sánchez, 2019).

En la cuenca del Mediterráneo, alrededor de 5 millones de hectáreas están destinadas al cultivo del olivo (Lucena *et al.*, 2017). En el caso específico de España, la superficie de olivar abarca alrededor de 2.6 millones de hectáreas. En particular, la provincia de Jaén destaca por contar con la mayor superficie de olivar, ya que aproximadamente el 43% de su territorio está cubierto por olivar (Civantos, 2008) por lo que el olivar es un elemento clave en la vida económica, cultural y social de la provincia de Jaén, constituyendo además su paisaje más emblemático, en consecuencia, cualquier modificación en la gestión del olivar no solo tendrá impacto en aspectos económicos, sociales y culturales, sino también en el ámbito ambiental, al menos a nivel regional (Sánchez, 2019).

Sin embargo, la sostenibilidad de este cultivo se encuentra amenazada, debido a la intensificación a la que ha sido sometido. (Guzmán *et al.*, 2018), observándose una uniformidad y simplificación en el paisaje agrícola, lo cual produce una disminución en la abundancia y diversidad de la fauna auxiliar.

Francia (2000) señaló la necesidad de modificar los enfoques tradicionales de manejo del suelo en la agricultura para hacer frente a esta problemática. Entre los enfoques, la cubierta vegetal ocupa un lugar central y es el objeto principal de este trabajo. Esta práctica se basa en permitir el desarrollo de vegetación en los espacios

entre los cultivos. Las cubiertas vegetales combinan el interés agronómico de preservar y mejorar la fertilidad del suelo con el control biológico de plagas, pues estudios previos ha observado una conexión significativa entre los setos, las cubiertas vegetales, otras estructuras verdes y la fauna auxiliar (Silva *et al.*, 2010).

Por tanto, el desafío fundamental al que se enfrenta la agricultura moderna es lograr un incremento en la producción sin comprometer la salud del medio ambiente y los organismos vivos, tal como lo contempla el principio del Desarrollo Sostenible. Este principio, que persigue objetivos sociales, económicos y ecológicos, propone un cambio en las actuales formas de producción agrícola a nivel mundial. Tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo, se busca reorientar la agricultura teniendo en cuenta el respeto por el medio ambiente, la obtención de alimentos de calidad y la seguridad alimentaria.

A pesar de los avances hacia la sostenibilidad en el cultivo del olivo, implementar este concepto no es una tarea fácil debido a la complejidad de este sistema, donde se entrelazan relaciones sinérgicas y antagonistas (Aranda *et al.*, 2011). Por lo tanto, si deseamos optimizar los diversos sistemas de producción, es crucial ampliar nuestros conocimientos sobre el agroecosistema en sí, tanto en términos de su estructura como de su funcionamiento, y determinar el impacto de las diversas prácticas agronómicas aplicadas.

2. EL OLIVAR Y SU CULTIVO.

2.1. Principales prácticas de manejo del suelo en el olivar.

El manejo del suelo en el olivar se lleva a cabo, principalmente, mediante tres prácticas diferentes: laboreo, no laboreo y cubiertas vegetales.

El laboreo ha sido la práctica agrícola tradicionalmente utilizada para eliminar las plantas no deseadas, disminuyendo así la competencia por el agua con el cultivo, y mejorar la penetración del agua de lluvia en el suelo (Francia *et al.*, 2000). El laboreo tiene como objetivo principal promover la aireación y mezcla del suelo, lo cual favorece la penetración del agua, la exploración de las raíces, así como la disminución de la presencia de plagas y malezas en la superficie.

Este tipo de manejo del suelo se asocia con altas tasas de erosión hídrica, ocasionada por el impacto de las gotas de agua al caer sobre el suelo. Esto se produce debido a la desintegración de las partículas del suelo como consecuencia de la pérdida de su estructura, resultado de la disminución del contenido de materia orgánica debido a la exposición continua al laboreo (Francia *et al.*, 2000).

La práctica del no laboreo asegura la cohesión de los agregados del suelo, ya que no se utiliza ningún implemento que rompa su estructura. No obstante, el suelo sometido al no laboreo puede compactarse, lo cual reduce la capacidad de infiltración del agua y aumenta los problemas relacionados con el encharcamiento del suelo. En consecuencia, el agua que no se infiltra puede adquirir velocidades significativas, lo que genera mayores problemas de erosión, especialmente en terrenos con pendientes pronunciadas, como los olivares (Gómez *et al.*, 2009).

Otro inconveniente es que, para mantener el suelo libre de vegetación, se recurre al uso de herbicidas. La ausencia de cobertura vegetal, combinada con fuertes pendientes, ocasiona que el agua arrastre suelo fértil y los fertilizantes aplicados, lo que resulta en la posterior contaminación de las fuentes de agua y, por ende, de los acuíferos.

Las cubiertas vegetales representan un conjunto de medidas agroambientales destinadas a mitigar la erosión y la degradación de los suelos (Castro *et al.*, 2008). Consisten en permitir el crecimiento de plantas herbáceas en

los espacios entre las filas o áreas verdes de los cultivos leñosos, como el olivar, pero también son viables en el almendro y los viñedos (Espejo *et al.*, 2007).

El uso de cubiertas vegetales aumenta la presencia de materia orgánica, lo que contribuye a mejorar la estructura y cohesión del suelo. Además, favorece la actividad microbiana en el suelo, promoviendo el crecimiento de hongos que mejoran la absorción de nutrientes por parte de las plantas, al tiempo que modifican y mejoran las propiedades físicas del suelo (Hontoria *et al.*, 2019).

Una cubierta vegetal adecuada debe tener un crecimiento bajo en altura, un rápido desarrollo y raíces superficiales, de manera que no penetren en profundidad y extraigan agua que podría ser utilizada por los olivos.

Las cubiertas vegetales pueden ser clasificadas en diferentes tipos según distintos criterios. Según su estado fisiológico pueden ser vivas o muertas; según su duración pueden ser temporales o permanentes; según su origen pueden ser espontáneas o sembradas, en cuyo caso pueden estar formadas por especies vegetales perteneciente a la familia de las leguminosas, de las gramíneas o de las crucíferas; y según el método de control empleado puede ser segadas de manera mecánica o mediante herbicidas.

Los principales beneficios de las cubiertas vegetales son: prevención de la erosión, mejoran la estructura del suelo, incrementan la infiltración y retención de la humedad, actúan como hábitat y fuente de alimento para especies auxiliares y mejoran y aumentan la biodiversidad.

Es importante destacar que esta técnica no implica un aumento en los costos de producción (Márquez-García *et al.*, 2013) ni una reducción en los rendimientos de los cultivos (Barranco *et al.*, 2008). Con el objetivo de obtener beneficios para los cultivos de olivar y evitar la competencia por el agua entre el olivar y la cubierta vegetal, Pastor (1989) propuso establecer las cubiertas en el centro de las calles del olivar. Estas cubiertas se mantienen vivas durante los meses de octubre a marzo, es decir, durante la estación lluviosa, y a principios de primavera (finales de marzo a mediados de abril) se lleva a cabo su control, ya que pueden disminuir la disponibilidad de agua en los primeros 30 cm del suelo debido a la evapotranspiración. En caso de utilizar métodos físicos para el control, se

recomienda esparcir los restos sobre el suelo, ya que esto reduce las pérdidas de agua por evaporación.

La implementación de cubiertas vegetales combina el interés agronómico de preservar y mejorar la fertilidad del suelo con el control biológico de plagas, bajo las premisas de conservación de enemigos naturales (Domínguez-Gento *et al.* 2011).

2.2. Plagas en el olivar y su control.

En los olivares podemos identificar una amplia variedad entomofauna, de manera general podemos agrupar los organismos en dos grupos (Guzmán *et al.*, 2018):

- **Parasitoides:** son aquellos que se sirven de las larvas, ninfas, huevos o los adultos de otras especies para criar a su prole.

- **Depredadores:** son aquellos que se alimentan de alguna especie plaga, en algún momento de su ciclo de vida.

Además de los anteriores, en el olivar existen otros organismos que cumplen diferentes funciones y los cuales son igualmente beneficiosos para el cultivo, como pueden ser detritívoros, necrófagos o descomponedores (Tabla 1).

Tabla 1. Representación de enemigos naturales sobre los insectos plaga.

33%	Parasitoides	Éstos son los enemigos naturales de las plagas y las controlan de forma natural si están presentes
21%	Depredadores	
20%	Neutrales	Estos insectos son muy importantes en el medio natural, ya que no afectan al olivar pero contribuyen a mantener la biodiversidad.
8%	Polinizadores	
3%	Descomponedores	Sólo un 15% podían ser plagas potenciales.
15%	Fitófagos	

Fuente: tomado de (Guzmán *et al.*, 2018)

Hay una cantidad innumerable de especies que, aunque potencialmente pueden convertirse en una plaga (Tabla 2) en el olivar, en muchos casos no lo

hacen, ya que no llegan a alcanzar los umbrales para ello, pero que, sin embargo, son la fuente de sustento para incontables insectos benéficos que actúan como aliados en la batalla contra las infestaciones.

Tabla 2. Plagas relevantes en olivar.

Nombre vulgar	Nombre científico
Polilla del olivo o prays	<i>Prays oleae</i> Bernard, 1788
Mosca del olivo	<i>Bactrocera oleae</i> (Rossi, 1790)
Cochinilla de la tizne	<i>Saissetia oleae</i> (Olivier, 1791)
Barrenillo del olivo	<i>Phloeotribus scarabaeoides</i> (Bernard, 1788)
Abichado, euzophera	<i>Euzophera pingüis</i> Haworth, 1811
Escarabajuelo picudo	<i>Otiorhynchus cribricollis</i> Gyllenhal, 1834
Glifoides o polilla del jazmín	<i>Palpita unionalis</i> (Hübner, 1796)
Acariosis	<i>Aceria oleae</i> (Nalepa, 1900)
Barrenillo negro	<i>Hylesinus oleiperda</i> (J.C.Fabricius, 1792)
Cigarra	<i>Cicada barbada</i> (Stål, 1866)
Gusanos blancos	<i>Melolontha papposa</i> - <i>Ceramida spp</i> Illiger, 1803
Zeuzera-taladro amarillo	<i>Zeuzera pyrina</i> Linnaeus, 1761
Conchita violeta o parietaria	<i>Parlatoria oleae</i> (Colvée, 1880)
Algodoncillo	<i>Euphyllura olivina</i> (Costa, 1839)
Mosquito de la corteza	<i>Resseliella oleisuga</i> (Targioni-Tozzetti, 1887)
Arañuelo	<i>Liothrips oleae</i> (Costa, 1857)
Serpeta	<i>Lepidosaphes ulmi</i> (Linnaeus, 1758)

Fuente: tomado de (Guzmán et al, 2018)

Desde la aparición del cultivo del olivo, las enfermedades que le afectan han experimentado pocas variaciones (Alvarado et al., 2004). En la actualidad, las plagas más significativas siguen siendo la mosca del olivo, la polilla del olivo y la cochinilla, aunque la presencia de la cochinilla se ha disminuido drásticamente.

El control de estas plagas en el olivar y la minimización de sus impactos negativos siempre han sido una preocupación crucial en para los agricultores a la hora de gestionar el cultivo.

Existen principalmente tres tipos de control de plagas (González, 2016):

- **Químico:** consiste en el uso de productos químicos.
- **Biológico:** se apoya en el uso de enemigos naturales de las plagas como otros insectos, hongos, bacterias y virus. Existen tres tipos de estrategias para el control biológico
 - **Clásica:** implica la introducción de especies exóticas para controlar plagas del cultivo.
 - **Aumentativa:** consiste en la liberación masiva de individuos nativos
 - **Conservativa:** implica la modificación de las prácticas agrícolas existentes con el objetivo de aumentar y proteger la población de fauna auxiliar en el entorno.
- **Integrado:** se trata de un sistema que combina la lucha química y biológica.

3. EL OLIVAR COMO AGROECOSISTEMA

Un agroecosistema se define como comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que han sido modificadas para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano (Gliessman, 2002). Los agroecosistemas nos proveen de diferentes servicios y bienes ecosistémicos. Los servicios ecosistémicos se definen como aquellos bienes y servicios proporcionados por la naturaleza que satisfacen necesidades humanas esenciales (Leadem et al., 2020).

En la actualidad, se acepta que la biodiversidad es una característica esencial para el correcto funcionamiento de los ecosistemas naturales (Elmqvist et al., 2003). La relación entre la biodiversidad y el ecosistema se basa en la capacidad para mantener un funcionamiento viable del agroecosistema al prestar importantes servicios ecológicos que influyen sobre la producción y sobre la sustentabilidad del mismo, destacando el control de plagas (Altieri, 1992).

Para evitar todas las consecuencias ambientales derivadas de la olivicultura moderna e industrial es necesario concebir el olivar como un agroecosistema, concebir el olivar como un todo, desde un punto de vista holístico, sistémico e integrador. El agroecosistema del olivar debe encontrar un punto intermedio en el que se aúnen productividad y sostenibilidad, y por ende estabilidad.

Por todo esto es prioritario cambiar el modelo productivo del olivar y dirigirlo hacia un modelo más sostenible y amigable con el medio ambiente, donde los niveles productivos y el control de plagas se realice respetando la biodiversidad y adecuándolo con las funciones ecológicas de agroecosistema. Este cambio se hace necesario especialmente en el caso del olivar tradicional, donde el suelo permanece desnudo durante la mayor parte del año y la vegetación existente se elimina generalmente mediante el uso de herbicidas.

3.1. Papel de las cubiertas vegetales en la sostenibilidad del olivar

Los desafíos ambientales generados por la agricultura moderna, junto con una mayor conciencia ambiental, han llevado a la implementación de políticas y normativas que restringen el uso de fitosanitarios con el objetivo de mitigar dichos

problemas ambientales y conseguir una agricultura más sostenible. En consecuencia, los agricultores se ven obligados a modificar sus prácticas de cultivo para adaptarse, y una de las medidas clave es la adopción del control biológico, ya que comparte la orientación de reducir el uso de productos químicos.

La conservación y manejo de la entomofauna agrícola dentro de un agroecosistema reviste gran importancia, ya que el incremento en la biodiversidad de esta fauna se traduce en una mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales de las plagas, los cuales representan un método natural de control contra las plagas. Por tanto, restaurar las funciones ecosistémicas a través de la recuperación de la diversidad se convierte en una estrategia de control biológico en el contexto de la agroecología (Altieri, 1994).

Existen diversas prácticas agrícolas que pueden contribuir a aumentar o disminuir la diversidad en los agroecosistemas. En general, aquellos sistemas agrícolas más diversificados, que suelen estar asociados a prácticas respetuosas con el medio ambiente, presentan mayores ventajas en comparación con aquellos altamente simplificados (Sans, 2007). En este sentido, se evidencia que la presencia de cubiertas vegetales maduras favorece el desarrollo de redes tróficas completas entre diferentes grupos taxonómicos, promoviendo así el control biológico de las plagas. Esto se debe a que algunas especies de artrópodos requieren de vegetación cercana para completar sus ciclos de vida, lo cual no ocurre en cultivos perennes como el olivo. Por lo tanto, la presencia de una cubierta vegetal funcional o la conservación de franjas intermedias con mínima alteración permiten un mejor desarrollo de los ciclos reproductivos de estos artrópodos, lo que se traduce en una mayor eficacia en el control biológico de algunas plagas del cultivo.

Según Rey et al (2017), la supresión de las cubiertas herbáceas resulta en una disminución del 10% o más de las especies presentes en el olivar, y una reducción del 20% o más debido a la simplificación del paisaje. La combinación de ambos efectos en el olivar nos da una pérdida aproximada del 30% de las especies, ilustrando la importancia crucial de la cubierta vegetal en el olivar para la preservación de su biodiversidad.

Existe una estrecha relación entre los setos, las cubiertas vegetales, otras infraestructuras verdes y la fauna auxiliar. Una forma de aumentar la diversidad de

plantas en extensas áreas de monocultivo es estableciendo cubiertas vegetales, islas de biodiversidad o setos en los bordes, lo que facilita el movimiento y distribución de artrópodos beneficiosos.

Con el fin de mejorar la sostenibilidad y promover la biodiversidad en el olivar, sería conveniente rediseñar las plantaciones considerando las siguientes medidas:

- Recuperar los setos arbóreos y arbustivos naturales en los límites de las fincas.
- Realizar la revegetación de los bordes de caminos con especies autóctonas.
- Restaurar la vegetación de ribera en los márgenes de ríos y arroyos que atraviesan las zonas de olivar, con múltiples beneficios fundamentales, como la reducción de la erosión, el aumento de la recarga natural de los acuíferos en las áreas de olivar, la diversificación del paisaje y la restauración natural de los ecosistemas, entre otros.

4. JUSTIFICACIÓN.

Desde que en 1962 se estableciese en la Unión Europea (UE) la Política Agraria Común (PAC), la misma ha sufrido numerosas reformas que han ido orientando y modelando el sector primario europeo, haciendo especial énfasis en sus aspectos multifuncionales (Villadomiu, 2011).

La actual reforma de la PAC 2023-2027 la ha supuesto una apuesta decidida por un modelo de agricultura en el cual la agricultura debe intentar maximizar la provisión de externalidades/servicios ecosistémicos positivos por parte de todo el sector agrario. Todo esto unido a la mayor concienciación y preocupación de la población por el respeto al medio ambiente, la cual se ve reflejado en la actual normativa de protección del Medio Ambiente, tiene como consecuencia una disminución en el uso de materias activas, tanto en número como en cantidad, que se pueden emplear para llevar a cabo el control de plagas y enfermedades en agricultura.

Esto conlleva la transición desde un modelo agrícola dependiente de los insumos químicos con graves efectos ambientales hacia otro modelo más respetuoso con el medio ambiente basado en técnicas sostenibles. Es en este modelo donde las cubiertas vegetales presentan numerosas ventajas frente al modelo de agricultura intensiva tradicional, como la mejora en la gestión de plagas al ser las cubiertas vegetales refugio de numerosos enemigos naturales, es por ello por lo que se prevé que su empleo en olivar se va a incrementar de manera notable en los próximos años.

5. OBJETIVOS.

El objetivo general de este trabajo es realizar una revisión bibliografía acerca de las cubiertas vegetales, su empleo en olivar y la relación de esta con la fauna auxiliar, para de esta manera conocer el estado y conocimiento actual sobre dicho tema, ya que el empleo de cubiertas vegetales puede potenciar la presencia de fauna auxiliar la cual podría actuar como control biológico lo que conllevaría una disminución del empleo de fitosanitarios.

Conocer el conocimiento actual acerca de esta temática permitirá comprender donde se han realizado los mayores esfuerzos de investigación hasta la fecha y conocer donde existe déficit de conocimiento, para de esta manera llevar a cabo propuestas sobre futuras líneas de investigación. Los objetivos específicos son:

- Determinar si las manchas de vegetación favorecen la presencia de fauna auxiliar.
- Conocer el mejor manejo de la cubierta
- Conocer el mejor manejo de suelo
- Conocer el mejor manejo fitosanitario
- Determinar si se lleva a cabo un control de vectores de *Xylella fastidiosa*
- Establecer pautas y recomendaciones que favorezcan la presencia de fauna auxiliar

6. MATERIAL Y MÉTODO.

6.1. Herramientas de búsqueda y recursos bibliográficos empleados.

La metodología de búsqueda ha sido íntegramente online mediante el empleo de diversos motores de búsqueda. Para acceder a ellos ha sido necesario hacerlo empleando el correo institucional de la Universidad de Jaén.

La búsqueda de información se ha llevado a cabo a través de herramienta de búsquedas como la base de datos ``Scopus'', principalmente, ya que permite establecer criterios de búsqueda específicos. Así mismo se han realizado búsquedas minoritarias en otras bases de datos como ``Google scholar'', ``Web of Science'', ``Dialnet'' y ``PubMed''.

También se han consultado diversas revistas científicas como: *Agronomy*, *Biocontrol*, *Journal of Applied Ecology*, y, *Applied Soil Ecology*. Se han consultado referencias bibliográficas referenciadas en los propios artículos obtenidos en las bases de datos, así como documentos relacionados que sugerían las propias bases de datos. Además de numerosas páginas web, como la del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Eurostat, FAO.

6.2. Criterios de búsqueda.

Las diferentes búsquedas se realizaron en base a términos clave como: ``olive orchards'', ``olive groves'', ``cover crops'', ``ground cover'', ``natural enemies'', ``arthropods'', ``biological control'' y ``pollinators''

La búsqueda con los términos ``olive orchards and cover crops'', fue la que más resultados arrojó, con 201, muchos de ellos no cumplían con los requisitos para ser incorporados en nuestro análisis, por lo que hubo que afinar las búsquedas incorporando nuevos términos clave y diferentes filtros como la fecha de publicación del artículo. Como fecha se estableció como criterio de búsqueda desde el año 2000 en adelante y la búsqueda se limitó al continente europeo.

Tras la inclusión de la fecha y el continente europeo como criterio de búsqueda, se emplearon los siguientes términos clave: ``olive orchards and arthropods and biodiversity''.

Este afinamiento en la búsqueda redujo el número de artículos científicos a 103, lo que permitió manejar de mejor manera la bibliografía.

Para poder incluir los artículos en nuestro estudio y posterior análisis debían cumplir al menos uno de los siguientes requisitos:

- Presentar cubierta vegetal de algún tipo en la superficie de la parcela durante al menos una parte de año.
- La fauna auxiliar debe ser de tipo artropodofauna.
- Presentar alguna plaga.
- Llevar a cabo control biológico de plagas.
- Presentar resultados medibles que mostraran o no su efectividad.
- Ser llevada a cabo en campo abierto.

Tras la búsqueda y selección de los artículos científicos en las diferentes bases de datos, se obtuvieron un total de 93 artículos, que tras su lectura quedaron en 65, al no cumplir 28 de ellos los requisitos para ser analizados.

De los artículos seleccionados se extrajeron las siguientes variables:

- Procedencia del estudio.
- Año de publicación.
- Estudiar al menos un artrópodo.
- Controlar alguna plaga del olivo.
- Indicar la tipología del olivar donde se llevó a cabo el estudio.
- Presencia de manchas de vegetación natural (lindes, herrizas, etc.).
- Indicar el manejo de la cubierta.
- Indicar el manejo del suelo.
- Indicar el manejo fitosanitario de la plantación.
- Proporcionar la diversidad de artrópodos presentes en la cubierta vegetal.
- Proporcionar la diversidad de artrópodos presentes en la mancha de vegetación.
- Presentar intento de control de algún vector de *Xylella fastidiosa*.

6.3. Análisis estadístico.

El análisis de datos se llevó a cabo mediante un tratamiento descriptivo de los mismos. Los análisis realizados consistieron en realizar tablas de frecuencia individuales para cada variable objeto de estudio y en la realización de tablas de contingencia, lo que permitió obtener si existía o no relación entre las distintas variables. Para analizar la existencia o no de relación entre las variables, se realizó la prueba de chi cuadrado.

Para la realización del análisis del tratamiento de datos se empleó el software IBM SPSS versión 26 (IBM Corp, USA).

7. RESULTADOS.

7.1. Distribución geográfica de los estudios.

Los países de origen de los estudios fueron 5 en total. De los 75 estudios analizados, España es el país que cuenta con mayor número de estudios con 48, representando el 64% del total, seguida de Portugal con 12 estudios e Italia con 8 estudios. Croacia y Grecia fueron los países con un menor número de estudios (Tabla 3).

Tabla 3. Números de estudios analizados por país.

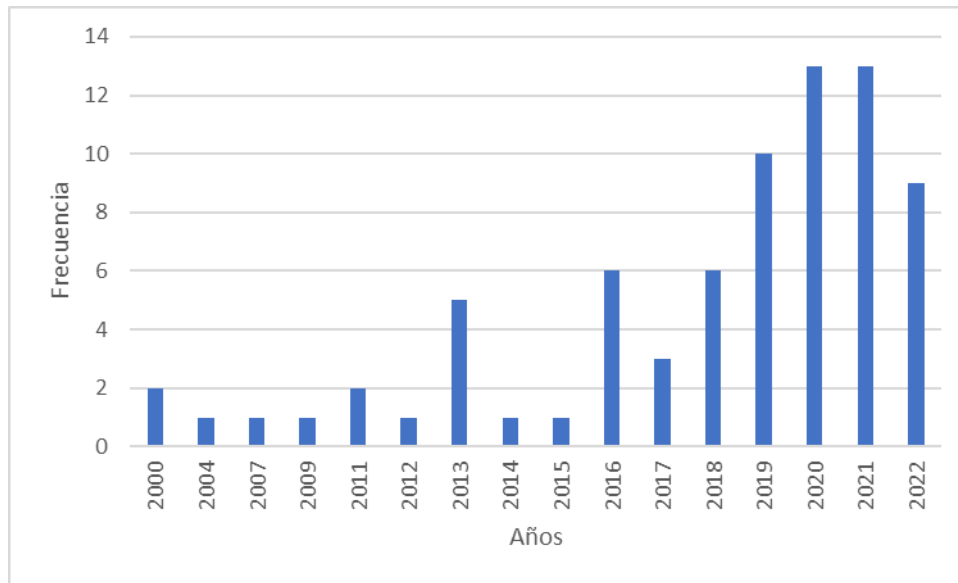
País	Número estudios	Porcentaje (%)
España	48	64
Portugal	12	16
Italia	8	10.7
Grecia	5	6.7
Croacia	2	2.7
Total	75	100

Fuente. Elaboración propia.

7.2. Año de publicación.

La primera publicación analizada data del año 2000 y la última del año 2022, con los años 2020 y 2021 como los años con mayores publicaciones, con 13 cada uno. A lo largo de toda la línea temporal se ha publicado al menos un estudio por año, sin ningún año con ausencia de publicaciones (Figura 1). También se puede observar el notable incremento de publicaciones en los últimos 4 años.

Figura 1. Frecuencia de publicaciones por año.



Fuente. Elaboración propia.

7.3. Estudio de artrópodos monográficos o diversidad múltiple.

En este caso se estudió si los casos analizados realizaban un estudio de artrópodos monográficos (una especie) o múltiple (dos o más especies), además del tipo de insecto estudiado y la relación entre el tipo de estudio y la especie de insecto estudiada.

El 62% de los estudios llevó a cabo un estudio monográfico de artrópodos, mientras que el 38% restante realizó un estudio de artrópodos múltiple (Figura 2).

Figura 2. Tipo de estudio en relación con artrópodo estudiado.



Fuente. Elaboración propia.

El tipo de insecto estudiado, en un 87% de los casos fue la crisopa (*C. carnea*), mientras que en el 13% restante lo fueron las abejas solitarias (*O. submicans*) (Figura 3)

Figura 3. Tipo de insecto objeto de estudio.



Fuente. Elaboración propia.

El tipo de estudio (bien monográfico, bien de diversidad múltiple), no guarda relación estadísticamente significativa con el tipo de insecto estudiado (Significación asintótica bilateral = 0.408) (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de chi-cuadrado para tipo de estudio e insecto estudiado.

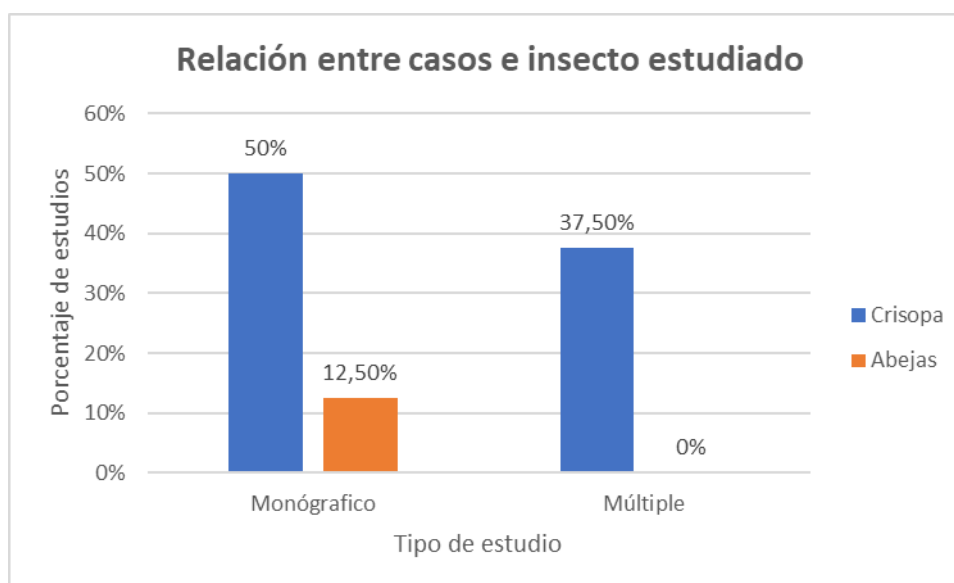
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,686 ^a	1	,408		
Corrección de continuidad ^b	,000	1	1,000		
Razón de verosimilitud	1,024	1	,312		
Prueba exacta de Fisher				1,000	,625
N de casos válidos	8				

a. 4 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,38.

Fuente. Elaboración propia.

A pesar de no existir relación significativa entre el tipo de estudio y el insecto estudiado, el 50% de los casos se corresponden a un estudio monográfico donde el insecto estudiado fue la crisopa, un 37.5% estudio múltiple, donde la principal especie estudiada fue la crisopa y un 12.5% de los estudios son de tipo monográfico con abejas solitarias como especie estudiada, no habiendo caso de estudios de tipo múltiple donde la especie principal sea la abeja solitaria (Figura 4).

Figura 4. Relación entre tipo de estudio e insecto estudiado.

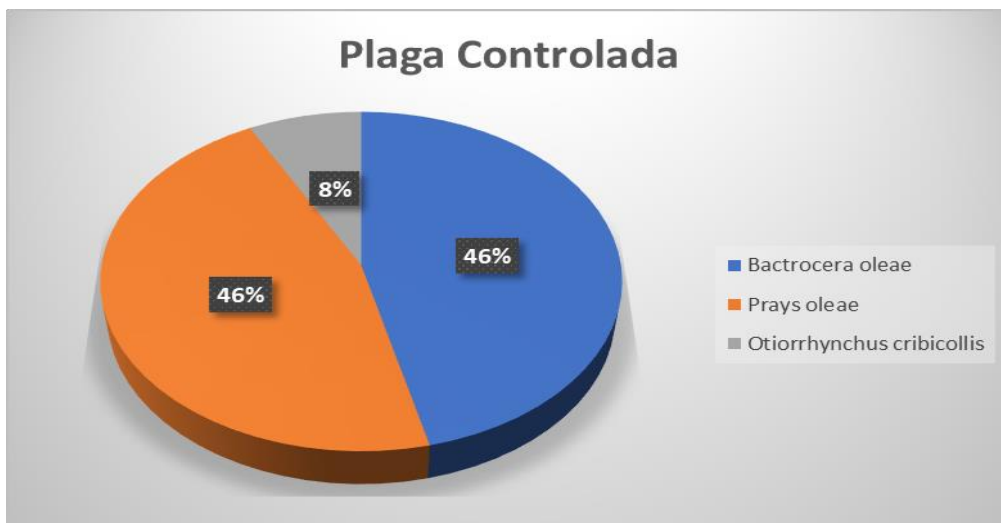


7.4. Tipo de plaga controlada.

En este apartado se ha estudiado el tipo de plaga controlada (especie) y si se llevó a cabo un control biológico efectivo de la misma.

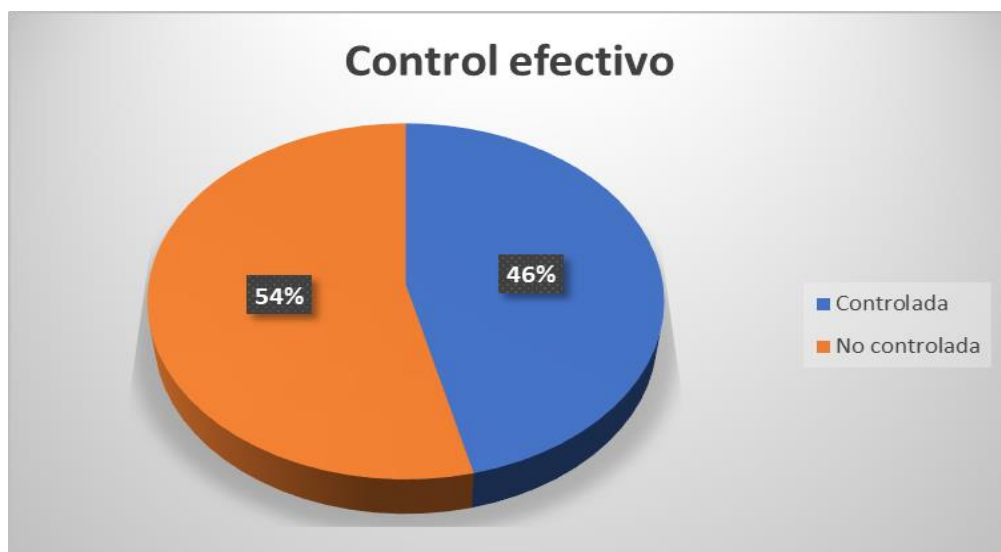
La plaga objeto de control fue la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) en un 46% de los casos, el prays (*P. oleae*) en el 46% de los estudios y el otiorrinco (*O. cribicollis*) en el 8% de los casos (Figura 5).

Figura 5. Plaga objeto de control en los estudios.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 6. Control efectivo de las plagas.



Fuente. Elaboración propia

En cuanto al control efectivo que se hace de las mismas en un 54% de los estudios no pudieron ser controladas, mientras que el 46% restante son controladas (Figura 6). En cuanto a la relación entre el tipo de plaga y el control efectivo de la misma se observa que existe relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0.008) (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de chi-cuadrado para tipo de plaga y el control efectivo de la misma.

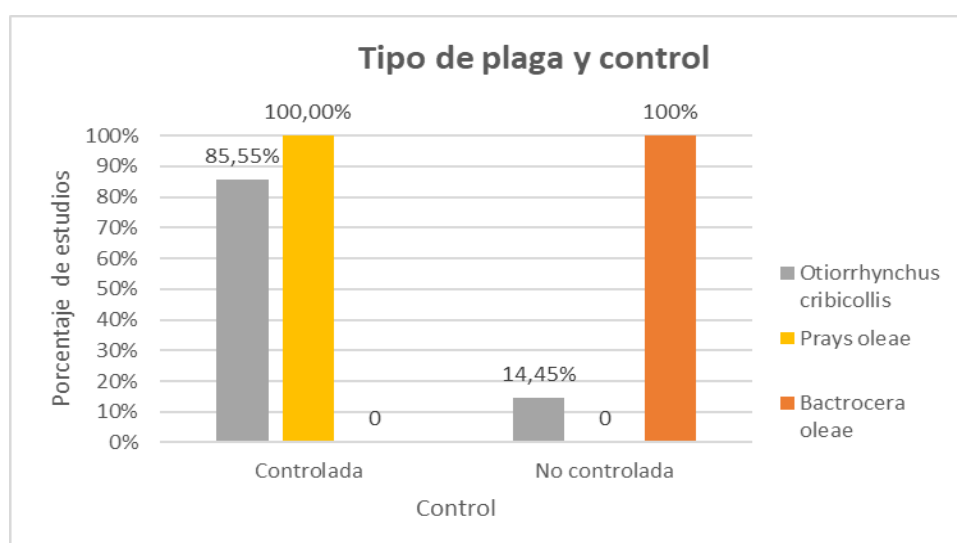
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9,647 ^a	2	,008
Razón de verosimilitud	12,538	2	,002
N de casos válidos	13		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,46.

Fuente. Elaboración propia.

En un 100% de los estudios se realizaba un control efectivo de prays del olivo del olivo (*P. oleae*). Un 85.55% de los casos se realizaba un control efectivo de otiorrinco (*O. cribicollis*), mientras que en el 14.55% de los casos no se conseguía realizar un control efectivo. Por otro lado, la mosca no se controlaba en el 100% de los casos (Figura 7).

Figura 7. Relación entre el tipo de plaga y su control.

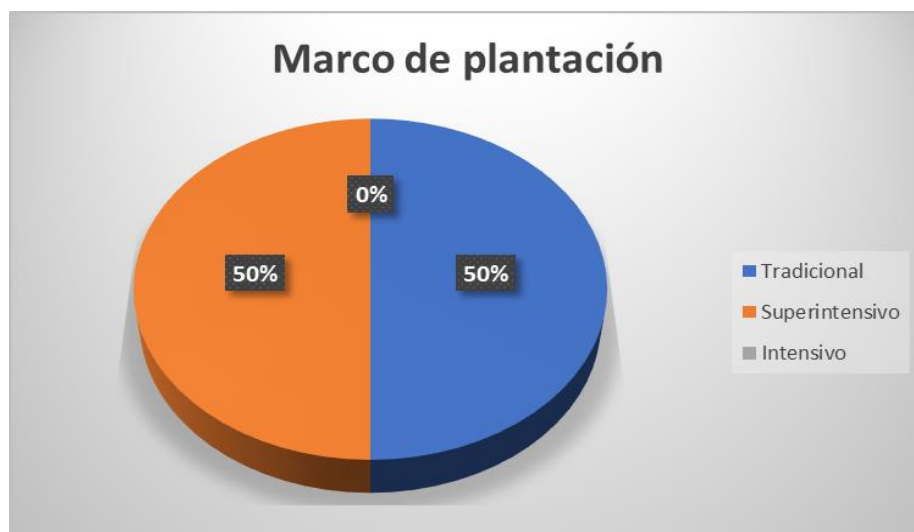


Fuente. Elaboración propia

7.5. Marco de plantación.

En cuanto al marco de plantación el 50% de los estudios presentan marcos tradicionales (10 x 10 metros, 100 árboles por hectárea) y un 50% de los estudios se realizaban sobre olivares con marco de plantación superintensivo (4 x 1.25 metros, 2000 árboles por hectárea), con ausencia de estudios con marcos de plantación intensivo (Figura 8).

Figura 8. Marco de plantación del cultivo.



Fuente. Elaboración propia.

7.6. Presencia de manchas de vegetación natural.

En este subapartado se ha estudiado la presencia de manchas de vegetación, la diversidad presente en ellas y el porcentaje de cobertura de estas. En 10 de los 75 casos estudiados, que se corresponde con el 13% de los estudios, se menciona la existencia de manchas de vegetación natural (Figura 9).

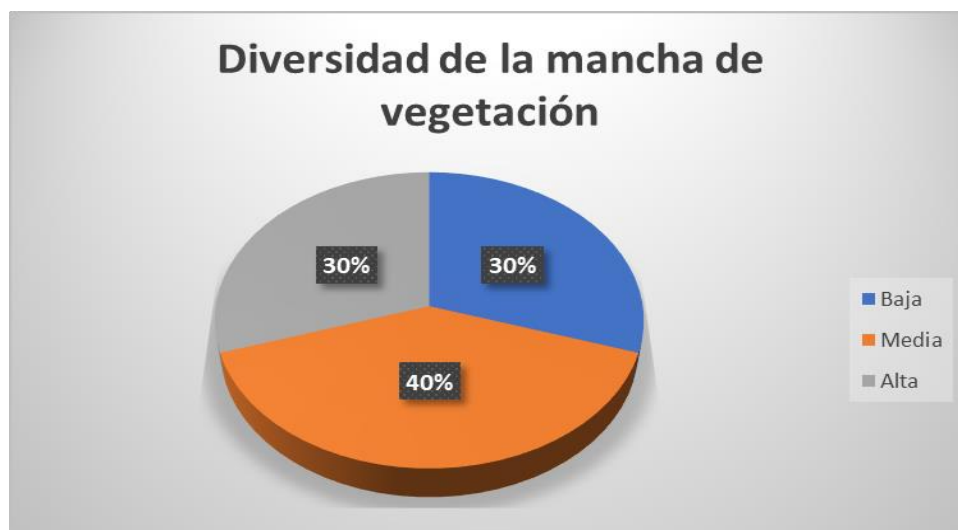
Figura 9. Números de estudios con presencia de manchas de vegetación natural.



Fuente. Elaboración propia.

Dentro de los estudios con manchas de vegetación el 30% de los estudios tiene una diversidad alta, 40% tiene una diversidad media, mientras que el 30% restante tiene una diversidad baja (Figura 10).

Figura 10. Diversidad de especies vegetales presentes las manchas de vegetación natural.



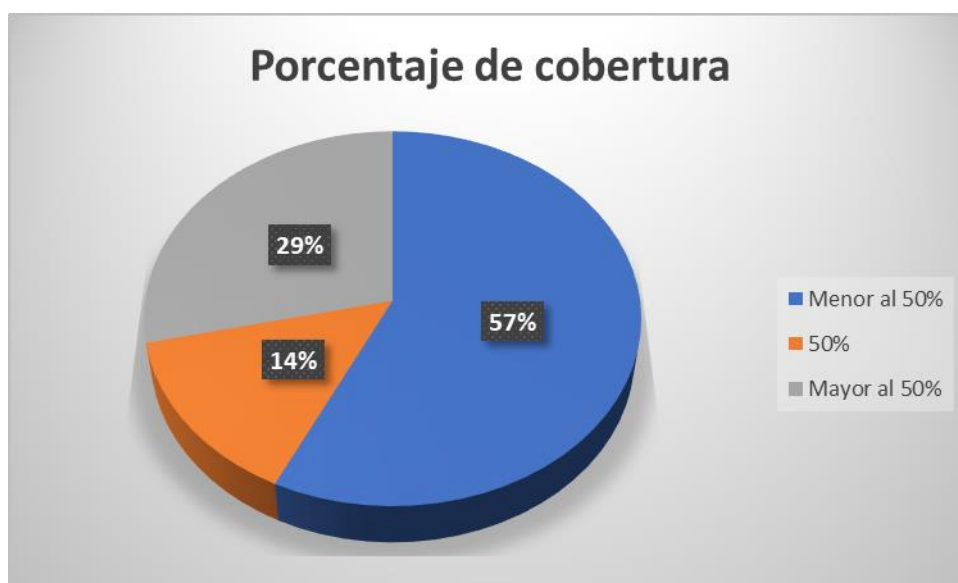
Fuente. Elaboración propia.

Para calcular la diversidad se empleó el índice de Shannon-Wiener, el cual considera no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Los valores menores de 2 se han considerados como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta.

Las principales familias botánicas vegetales encontradas en las manchas de vegetación fueron fabáceas, fagáceas, poaceas y astaraceas.

Respecto a la cobertura de la mancha de vegetación, el 57% de los estudios presenta un porcentaje de cobertura de menos del 50% de la superficie total de la parcela estudiada, un 14% de los estudios presenta un porcentaje de cobertura de alrededor del 50% y 29% de los casos presenta manchas de vegetación con coberturas superiores al 50% del total de la parcela (Figura 11).

Figura 11. Porcentaje de cobertura de la mancha de vegetación natural.



Fuente. Elaboración propia.

En cuanto a la relación entre porcentaje de cobertura de la mancha de vegetación y la diversidad de especies vegetales presentes en la misma, observa que sí existe relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0.017) (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de chi-cuadrado para mancha de vegetación y cobertura.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,000 ^a	4	,017
Razón de verosimilitud	15,048	4	,005
N de casos válidos	10		

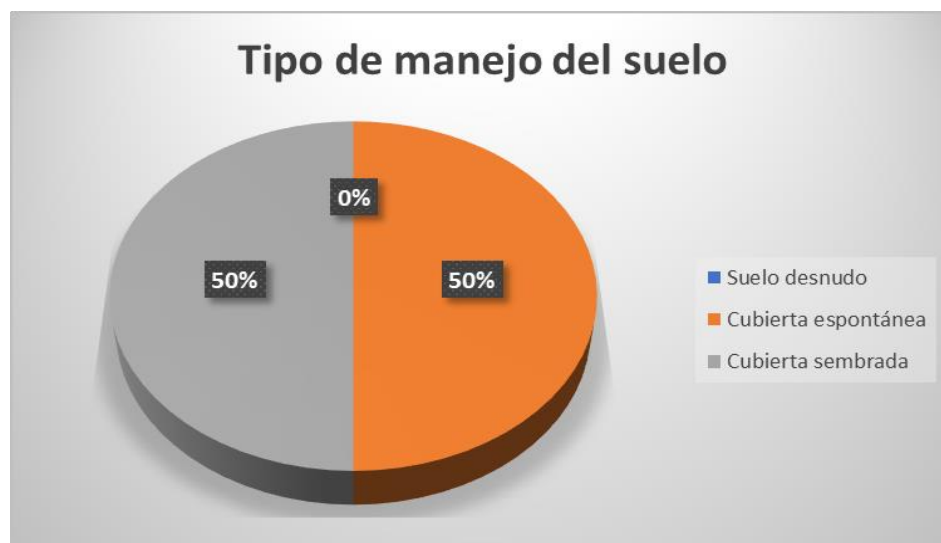
a. 9 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.

Fuente. Elaboración propia.

7.7. Tipo de manejo del suelo.

Los tipos de manejo existentes en la bibliografía seleccionada son: suelo desnudo y cubierta vegetal espontánea o sembrada. Además, se ha tenido en cuenta la diversidad de especies vegetales que forman la cubierta, el porcentaje de cobertura de la cubierta vegetal y la familia botánica predominante. En un 50% de los casos el manejo fue mediante cubierta de semillas espontáneas/nativas, mientras que el otro 50% de los casos se realizaba la siembra de la cubierta vegetal con semillas comerciales. No se presentaron casos de estudios en el que existieran suelos desnudos sin cubierta vegetal (Figura 12).

Figura 12. Tipo de manejo del suelo del olivar.



En un 50% de los casos la diversidad de la cubierta era alta, y en el 50% restante fue media, sin casos de cubiertas vegetales con baja diversidad (Figura 13).

Figura 13. Diversidad de artrópodos presente en la cubierta vegetal.



Fuente. Elaboración propia.

Se ha analizado la relación entre la diversidad de artrópodos presente en la cubierta y el tipo de cubierta vegetal (sembrada o espontánea), encontrando que sí existe relación estadísticamente significativa entre ambas (Significación asintótica bilateral = 0.046) (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba de chi-cuadrado para tipo de cubierta vegetal y diversidad de artrópodos presentes en la cubierta.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,000 ^a	1	,046		
Corrección de continuidad ^b	1,000	1	,317		
Razón de verosimilitud	5,545	1	,019		
Prueba exacta de Fisher				,333	,167
N de casos válidos	4				

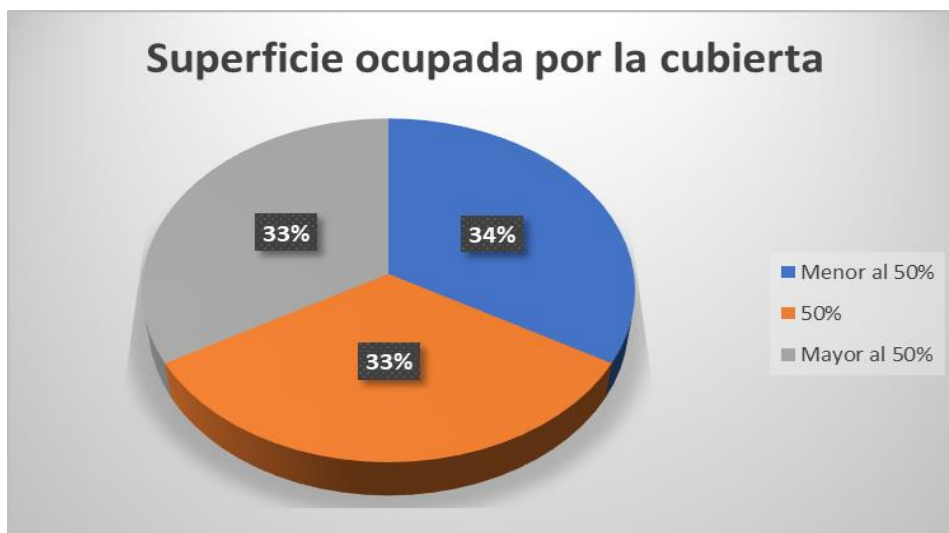
a. 4 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,00.

Fuente. Elaboración propia.

En cuanto a la superficie ocupada por la cubierta en un 33% de los casos la cubierta ocupaba menos del 50% de la superficie del olivar, teniendo la misma

frecuencia en el caso de ocupar alrededor del 50% de la superficie y en ocupar más del 50% de la superficie, un 33.33% de los casos (Figura 14).

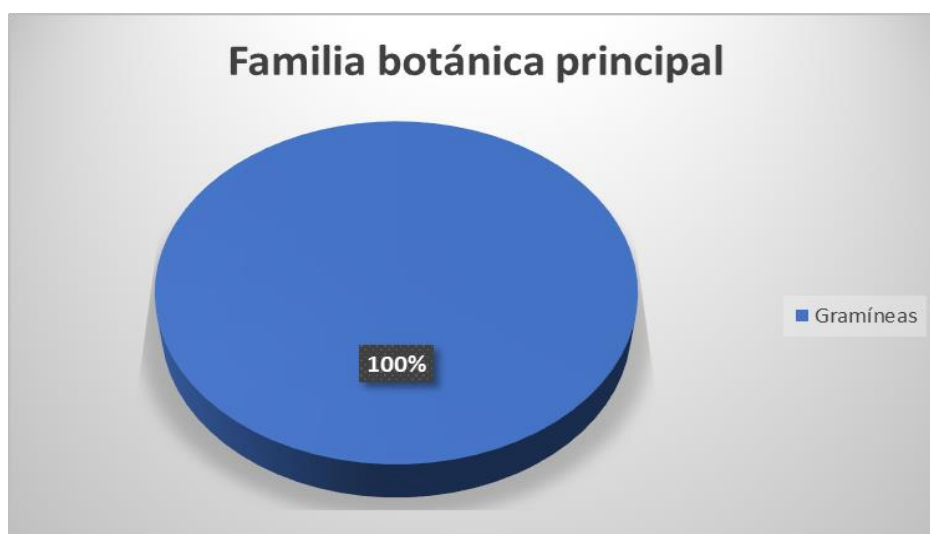
Figura 14. Superficie ocupada por la cubierta vegetal.



Fuente. Elaboración propia.

Las gramíneas aparecen como la familia botánica dominante en aquellos estudios con cubierta vegetales, ya fuesen sembradas o espontáneas (Figura 15).

Figura 15. Familia botánica principal presente en la cubierta vegetal.



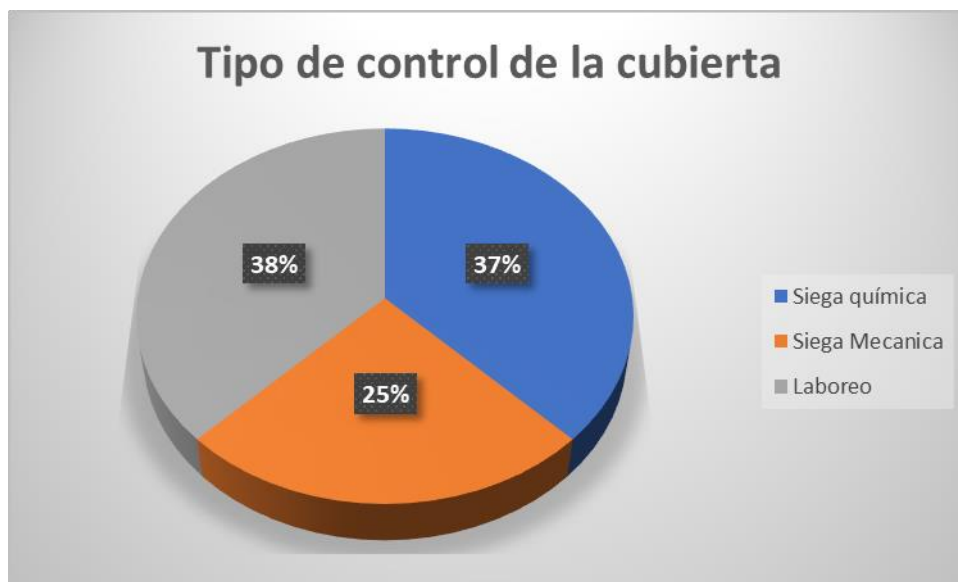
Fuente. Elaboración propia

7.8. Tipo de manejo de la cubierta.

La variable estudiada en este caso es el manejo de la cubierta. Se ha estudiado el tipo de control que se realiza (empleo de herbicidas, siega mecánica o laboreo) y el número de veces que la cubierta es controlada, además del herbicida empleado en caso de la siega química.

El tipo de manejo más frecuente en los estudios fue la siega química, junto al laboreo con un 37.5% de los casos, seguido de la siega mecánica o desbrozado con un 25% de los casos (Figura 16).

Figura 16. Formas de control de la cubierta vegetal.



Fuente. Elaboración propia.

Se ha observado que no existe relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0.386) en cuanto a la relación entre el tipo de control y el número de veces que se controla la cubierta (Tabla 8).

En cuantos al número de veces que se controlaba la cubierta, un 87% de los casos se realizaba un único control, a finales de primavera, mientras que en el 13% restante se realizaban 2 o más controles, desde el inicio de primavera hasta inicio de verano. (Figura 17).

Figura 17. Número de veces que se realiza el control de la cubierta.



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 8. Prueba de chi-cuadrado para tipo de control y el número de veces controlada.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,905 ^a	2	,386
Razón de verosimilitud	2,209	2	,331
N de casos válidos	8		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,25.

Fuente. Elaboración propia.

En el caso de los estudios en los que se realizaba siega química mediante aplicación de herbicidas, en el 67% de los casos se empleaba oxifluorfen, un tipo de herbicida preemergente, y en un 33% de los casos el herbicida empleado fue glifosato, de carácter postemergente (Figura 18).

Figura 18. Tipo de herbicida empleado en el control de la cubierta vegetal.



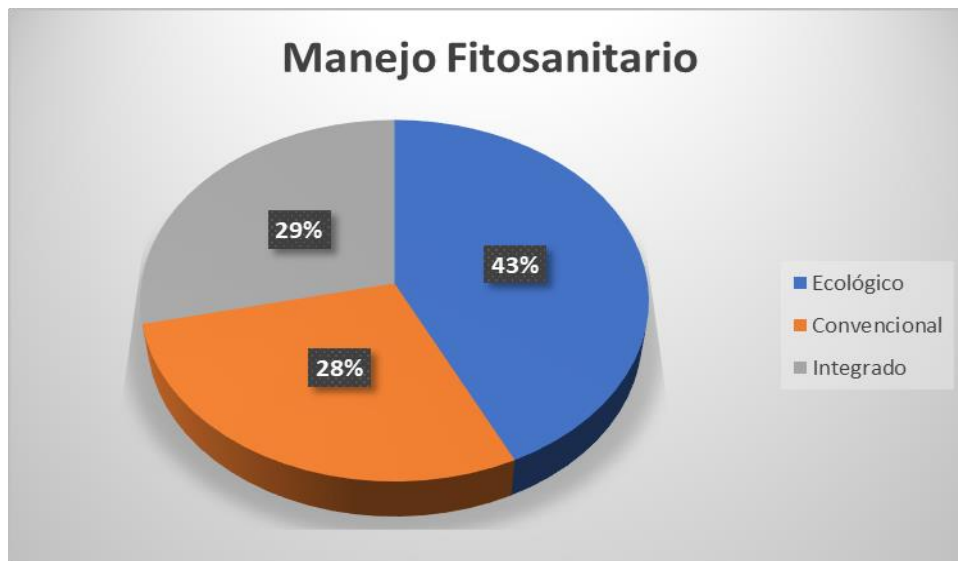
Fuente. Elaboración propia.

7.9. Tipo de manejo fitosanitario.

En la variable tipo de manejo fitosanitario, se ha tenido en cuenta el tipo de manejo fitosanitario (convencional, integrado y ecológico), el tipo de control realizado (uso de trampas/feromonas, hongos entomopatógenos, insecticida, funguicida o combinación) y el número de aplicaciones al año.

El manejo dominante fue el ecológico, con un 43% de los casos, seguido del manejo convencional y el integrado, ambos con un 27.5% de los casos (Figura 19).

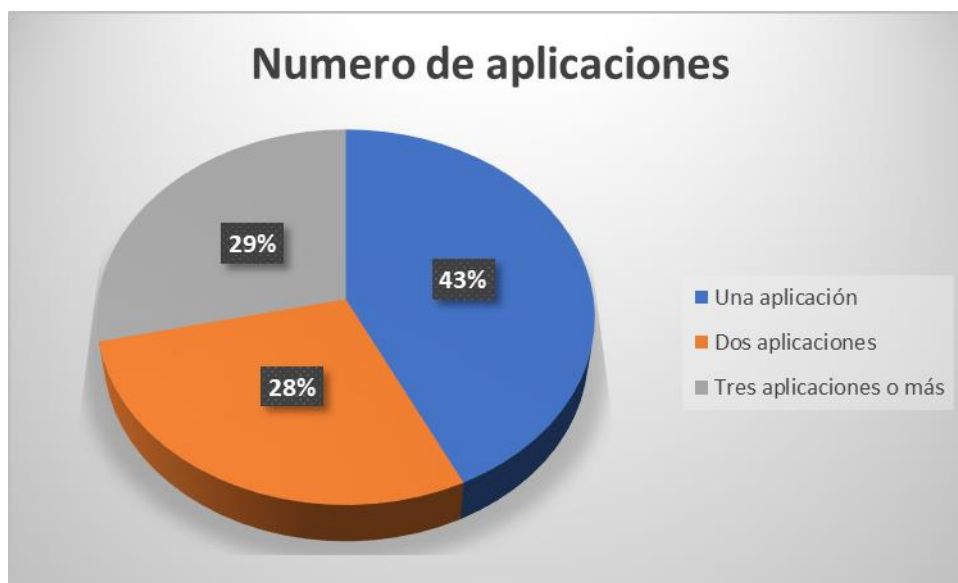
Figura 19. Tipo de manejo fitosanitario de las parcelas.



Fuente. Elaboración propia.

Un 43% de los estudios realizaban una sola aplicación de fitosanitarios a lo largo de la campaña, mientras que un 27.5% de los casos realizaba dos aplicaciones de fitosanitarios y el mismo porcentaje realizaba 3 o más aplicaciones (Figura 20).

Figura 20. Número de aplicaciones de fitosanitarios.



Fuente. Elaboración propia.

Se ha analizado la relación entre el tipo de manejo fitosanitario y el número de aplicaciones al año encontrando que sí existe relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0.07) (Tabla 9), mientras que el análisis entre el tipo de manejo fitosanitario y el fitosanitario empleado no ha mostrado una relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0.526) (Tabla 10).

Tabla 9. Prueba de chi-cuadrado para tipo de manejo fitosanitario y el número de aplicaciones.

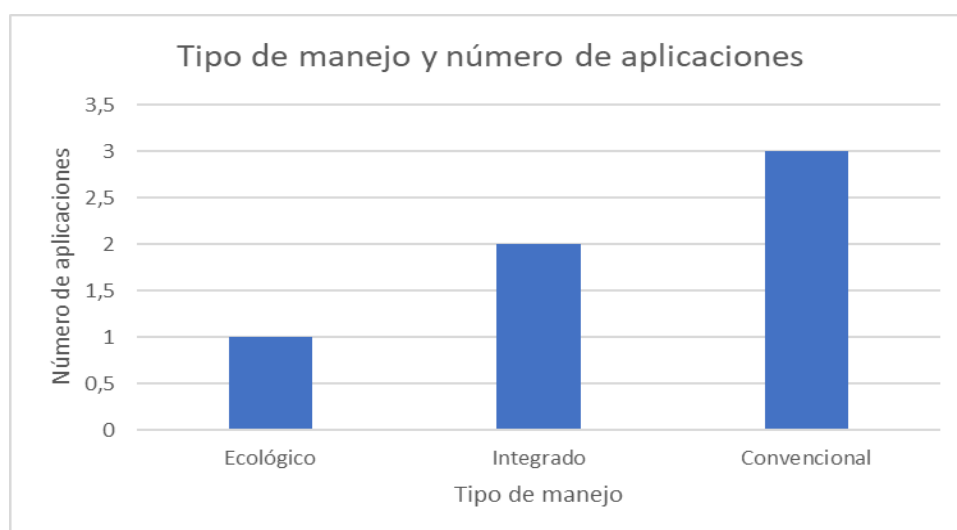
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,000 ^a	4	,007
Razón de verosimilitud	15,106	4	,004
N de casos válidos	7		

a. 9 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,57.

Fuente. Elaboración propia.

En la figura 21 se puede apreciar como el mayor numero de aplicaciones se realizan en el manejo agronómico de tipo convencional, con tres aplicaciones seguido del manejo integrado, con dos aplicaciones y por último, el manejo ecológico con una aplicación.

Figura 21. Tipo de manejo y número de aplicaciones.



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 10. Prueba de chi-cuadrado para tipo de manejo fitosanitario y el tipo de fitosanitario empleado.

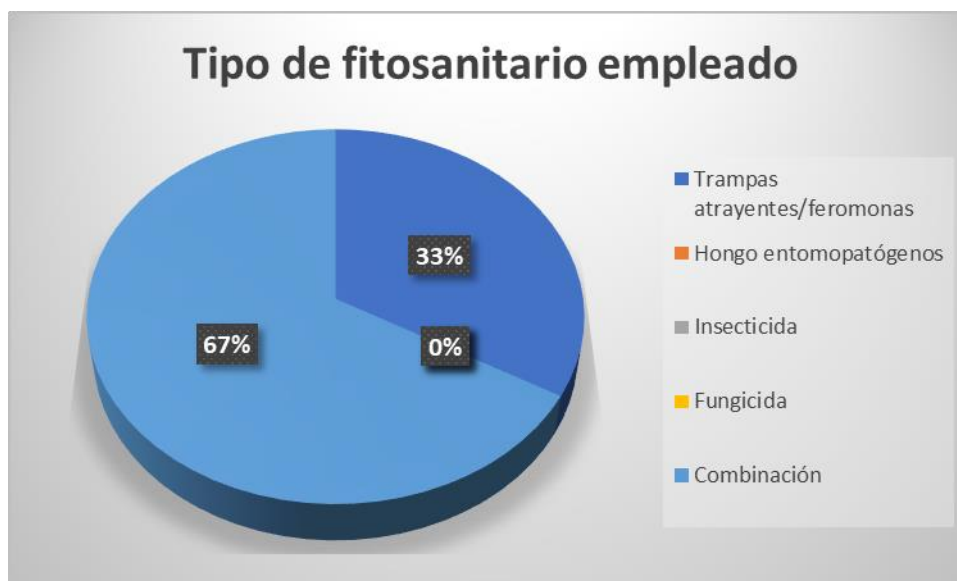
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,283 ^a	2	,526
Razón de verosimilitud	1,784	2	,410
N de casos válidos	7		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,57.

Fuente. Elaboración propia.

El tipo de fitosanitario más empleado fue una combinación de fitosanitarios (insecticida, combinado con fungicida), con 67% de los casos, seguido del empleo de trampas atrayentes y/o feromonas en el 33% de los casos (Figura 22).

Figura 22. Tipo de fitosanitario empleado.



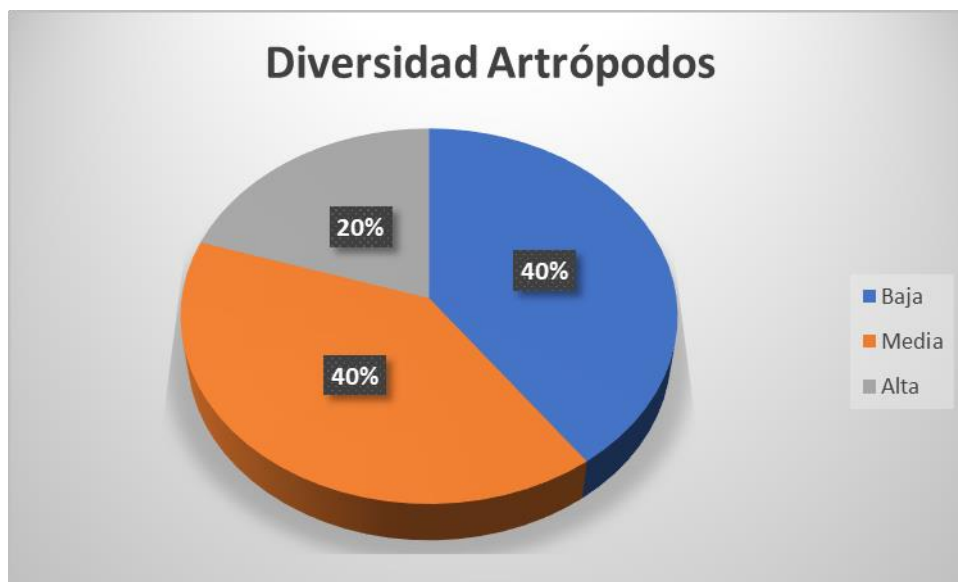
Fuente. Elaboración propia.

7.10. Diversidad de artrópodos presentes en manchas de vegetación.

En este caso la variable estudiada fue la diversidad de artropodofauna presente en las manchas de vegetación natural. Se estudió, además, la abundancia relativa y la riqueza de la artropodofauna presente en las manchas de vegetación natural.

La diversidad de artrópodos fue baja en un 40% de los casos de estudios, media igualmente en un 40% de los casos y alta en un 20% de los casos estudiados (Figura 23).

Figura 23. Diversidad de artrópodos presente en la mancha de vegetación.



Fuente. Elaboración propia.

La abundancia relativa de artrópodos fue menor a 1 en el 25% de los casos estudiados y entre 1 y 2 en el 75% restante de casos, mientras que no hubo estudios con abundancia relativa de artrópodos mayor a 2 (Figura 24).

Figura 24. Valor de abundancia relativa de artrópodos presente en manchas de vegetación natural.



Fuente. Elaboración propia.

Se ha estudiado si existe relación entre la diversidad de artropodofauna presente en la mancha de vegetación natural y la abundancia relativa, obteniendo que no existe relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0,82) (Tabla 11). Sucede lo mismo para el tipo diversidad de artropodofauna presente en la mancha de vegetación natural y la riqueza, cuyo análisis no ha arrojado relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0,265) (Tabla 12).

Tabla 11. Prueba de chi-cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en manchas de vegetación y la abundancia relativa.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,000 ^a	2	,082
Razón de verosimilitud	5,004	2	,082
N de casos válidos	5		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,20.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 12. Prueba de chi-cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en manchas de vegetación y la riqueza.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,000 ^a	8	,265
Razón de verosimilitud	10,549	8	,229
N de casos válidos	5		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,20.

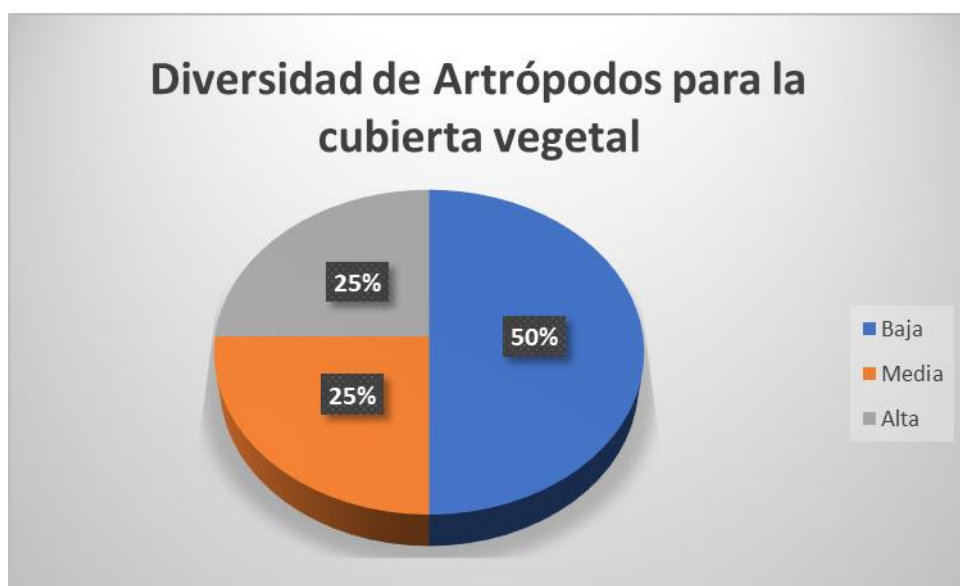
Fuente. Elaboración propia.

7.11. Diversidad de artrópodos presentes en la cubierta vegetal.

En este caso la variable estudiada fue la diversidad de artropodofauna presente en la cubierta vegetal. Se estudió, además, la abundancia relativa y la riqueza de la artropodofauna presente en la cubierta vegetal.

La diversidad de artrópodos fue baja en el 50% de los casos de estudio, mientras que fue media y alta en un 25% de los casos (Figura 25).

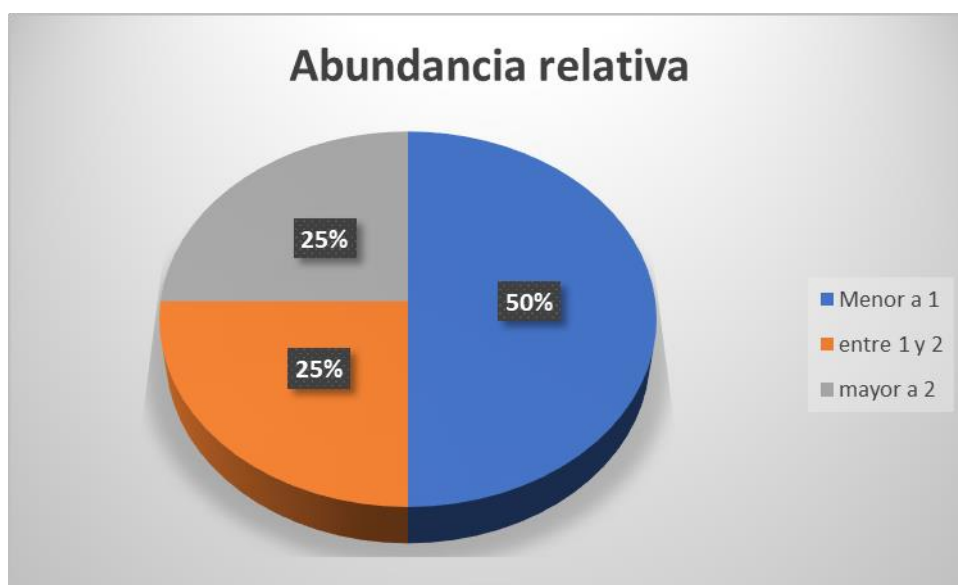
Figura 25. Diversidad de artrópodos presente en la cubierta vegetal.



Fuente. Elaboración propia.

La abundancia relativa fue menor a 1 en el 50% de los casos, entre 1 y 2 en el 25 % de los casos y mayor a 2 en el 25% de los casos (Figura 26).

Figura 26. Valor de abundancia relativa de artrópodos presentes en la cubierta vegetal.



Fuente. Elaboración propia.

Se ha estudiado si existe relación entre la diversidad de artropodofauna presente en la cubierta vegetal y la abundancia relativa, obteniendo que sí existe relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0.18). (Tabla 13), mientras que el análisis entre el tipo diversidad de artropodofauna presente en la cubierta vegetal y la riqueza no ha arrojado relación estadísticamente significativa (Significación asintótica bilateral = 0.313) (Tabla 14).

Tabla 13. Prueba de chi-cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en la cubierta vegetal y la abundancia relativa.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,000 ^a	2	,018
Razón de verosimilitud	8,997	2	,011
N de casos válidos	8		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,50.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 14. Prueba de chi-cuadrado para diversidad de artropodofauna presente en la cubierta vegetal y la riqueza.

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,000 ^a	14	,313
Razón de verosimilitud	16,636	14	,276
N de casos válidos	8		

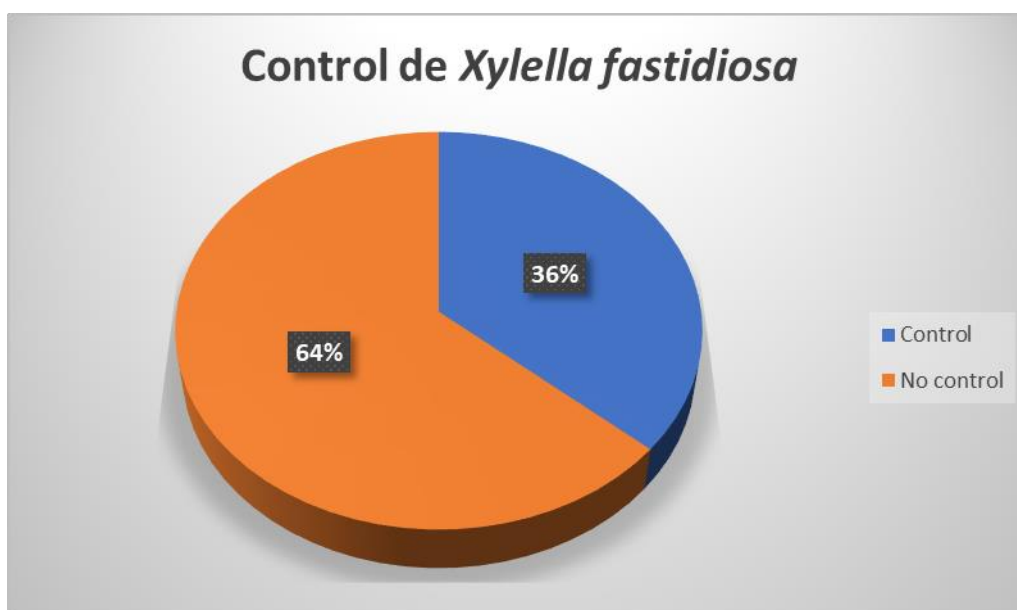
a. 24 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,25.

Fuente. Elaboración propia.

7.12. Control de vectores de *Xylella fastidiosa*.

En relación con el control de vectores de la bacteria *X. fastidiosa* un 64% de los estudios analizados presentaban un control positivo de los vectores de *X. fastidiosa*, mientras que un 36% de los mismo no realizaba un control efectivo sobre los vectores de esta (Figura 27).

Figura 27. Control de *X. fastidiosa*



Fuente. Elaboración propia

8. DISCUSIÓN.

El país donde mayor número de estudios se han llevado a cabo ha sido España con el 64%, seguido de lejos, de Portugal con el 16% de los estudios, a continuación, se sitúan Italia, Grecia y Croacia, cada uno de ellos con menos del 10% de los estudios. Todos estos países se sitúan dentro de la cuenca mediterránea, donde el olivar es un cultivo típico y de gran relevancia, especialmente en el caso de España (Civantos, 2008), lo que, unido al gran número de instituciones y científicos dedicado a investigar sobre agricultura y olivicultura en particular, hace que se sitúe a la cabeza en cuanto a número de publicaciones (MAPA, 2021).

Existen publicaciones sobre el tema desde el año 2000, pero desde el año 2016, y especialmente desde el año 2019, se ha incrementado de manera notable el número de publicaciones, esto puede ser debido a la creciente sensibilización ambiental de la ciudadanía (Acsehrad, 2007; López de la Vieja 2003), la cual demanda una agricultura más sostenible y respetuosa con la naturaleza (Paredes *et al.*, 2007), que dependa cada vez menos de insumos químicos, de ahí que la ciencia trate de dar respuesta a esta concienciación llevando a cabo investigaciones acerca de la materia. Todo esto se ve reflejado en las Política Agraria Común (PAC), que desde el año 2003, y sucesivas reformas ha venido instaurando una serie de requisitos y normas para alcanzar la sostenibilidad agrícola (García-Brenes, 2012).

En cuanto al tipo de estudio, más de la mitad de los estudios seleccionados correspondían a monografía sobre insectos, donde la crisopa en su gran mayoría es el insecto sobre el que se centra el estudio y en una minoría se corresponde a abejas solitarias. Esto es debido a que la crisopa es el principal insecto auxiliar en el control biológico de plagas en olivar. Que la crisopa sea el principal insecto objeto de estudio no es de extrañar, pues esta especie de artrópodo es el principal insecto benéfico de los presentes en el olivar (Rojas, 2022), pues depreda números plagas, siendo la polilla del olivo (*P. oleae*) la principal plaga que depreda (Torres, 2012), la cual además es una de las que mayores pérdidas económicas produce a los agricultores (Ramos *et al.*, 1998).

Las plagas sobre las que se centran los estudios han sido la polilla del olivo (*P. oleae*), y la mosca del olivo (*B. oleae*) principalmente, pues sin duda son las que mayor daño económico suponen al olivar (Ramos *et al.*, 1998). El otiorrinco (*O. cribicollis*) también ha sido estudiado, pues en los últimos años se sitúa como una plaga en expansión sobre determinadas zonas olivareras, produciendo daños, sobre todo, en plantaciones jóvenes en crecimiento (Paulano y Fernández-Hernández, 2009).

Se han analizado la relación existente entre las dos variables anteriores y se ha encontrado que están relacionadas, encontrándose mayores casos de control en el otiorrinco (*O. cribicollis*), seguido de la polilla del olivo (*P. oleae*) y no encontrando casos de control en la mosca del olivo (*B. oleae*). Esto es debido a que la plaga más fácilmente controlable es el otiorrinco (del Pino y Morton, 2005), seguida de la polilla del olivo, y la más difícil a la mosca, debido seguramente a su particular forma de vida (Alvarado y Serrano, 2008), donde los huevos son introducidos en el interior de la aceituna, haciendo imposible que sea depredada por ningún insecto auxiliar, y aunque lo hiciese el daño ya estaría producido, por lo que la mosca debería ser depredada en su fase adulta para evitar los daños que ocasiona, lo que debido a su manera desplazarse, mediante vuelo, hace que su control sea muy difícil por parte de insectos auxiliares.

En lo referente al marco de plantación, los estudios se situaban sobre olivares de marco tradicional y marco superintensivo, con ausencia de olivares de marco intensivo. La ausencia de estos últimos del análisis realizado podría deberse a la muestra de estudios elegida no fuese lo suficientemente grande, aspecto poco probable, sino que más bien se deba, a que la mayoría de los olivares existentes se corresponden con olivares de marco tradicional (Lucena *et al.*, 2017), y en segundo lugar, al auge que en los últimos años ha tenido el olivar de marco superintensivo (Encuestas sobre superficies y rendimientos, 2019), siendo además, esta tipología de olivar la que mayor problemas ambientales sufre (Tello, 2022), asociada a la alta demanda de fitosanitarios que demanda el cultivo tan intensivo a la hora de controlar las plagas y enfermedades (Torres, 2022), por lo que el empleo de cubiertas vegetales en esta tipología de olivar ayudaría en gran medida a paliar estos efectos.

Las manchas de vegetación estuvieron presentes en el 13,3% de los casos analizados. La diversidad de artrópodos presente en las manchas de vegetación fue entre media y alta en al menos un 70% de los casos.

Las parcelas con porcentajes de cobertura mayor al 50% de la superficie se corresponde en la mayoría de los casos con olivares adehesados, en los cuales, en muchas ocasiones se practicaba la ganadería.

Se ha comprobado que sí existe relación entre el porcentaje de cobertura de las manchas de vegetación y la diversidad de especies vegetales presentes en las misma, tal y como vieron Guzmán y Alonso, 2004, siendo mayor donde mayor porcentaje de cobertura presentan las manchas de vegetación, por lo que es lógico pensar que aquellos olivares que tengan manchas de vegetación dentro de la explotación o se sitúen anexas o cercanas a grandes manchas de vegetación, como zonas forestales, presentaran mayor diversidad de artropodofauna benéfica (Sánchez, 2004) y menores serán los daños por plagas y enfermedades (Montes y Sala, 2007), por lo que favorecer estas infraestructuras vegetales, mediante la revegetación de lindes, ribazos, bordes de caminos o incluso la creación de pequeñas islas de vegetación dentro de la propia explotación en zonas donde no molesten, siempre será beneficioso para el olivar, y por ende, para el agricultor (Sans, 2007).

En relación al manejo de suelo, los casos se repartían al 50% entre suelos con cubierta vegetal espontánea y suelos con cubierta vegetal sembrada; esto último se puede deber a que en muchos suelos de olivar no crece las plantas adventicias de manera espontánea debido a que el suelo se encuentra muy degradado (Rondón y Vidal, 2005) debido a la erosión o compactación, o bien, puede ser debido al agotamiento del banco de semillas naturales que hay normalmente presente (Torres et al., 2013), debido al uso durante años de herbicidas, que tiene como consecuencia dicho agotamiento.

Se ha analizado la relación existente entre el manejo del suelo y la diversidad, obteniendo una asociación positiva, siendo lógico pensar que las cubiertas sembradas, al estar formadas por una única especie vegetal tienen menor índice de

diversidad, ocurriendo lo contrario con las espontaneas que están formadas por numerosas especies (Mockford et al., 2019)

En el caso de la familia botánica predominante, en el 100% de los casos fueron las gramíneas, esto es debido a que esta familia botánica es la que más fácil control presenta (Saavedra y Braña, 2009), tanto químicamente, como mecánicamente, ya que es muy susceptible al uso de los herbicidas y cuenta con muy baja capacidad de rebrote tras ser segada, lo que unido al baja consumo de agua que tiene, por ende compite poco con el olivo (Márquez et al., 2006), la lleva a ser la familia botánica que comúnmente suele estar implantada formada parte de las cubiertas vegetales.

El tipo de control que se realiza de la cubierta vegetal fue mayoritariamente laboreo y siega química, mientras que la siega mecánica se realizó en un menor número de casos. La mayoría de los casos se realizó un único control lo que coincide con que la mayoría de los casos se hiciese siega química o laboreo (Saavedra y Braña, 2009).

El herbicida empleado fue mayoritariamente el oxifluorfen, un herbicida preemergente que impide el desarrollo de las hierbas, seguido del glifosato, un herbicida de carácter postemergente. El hecho de que el herbicida usado de manera mayoritaria fuese el oxifluorfen nos indica que en zonas de la parcela no se permite el crecimiento de la cubierta vegetal (Rodríguez, 2000), normalmente el oxifluorfen es aplicado en la línea de árboles, lo que coincide con lo visto en apartado anteriores donde en un alto número de los casos la cubierta vegetal solo ocupaba un porcentaje menor al 50% de la superficie de las parcelas. Esto no hace ver la reticencia que aún, a día de hoy presentan los agricultores a la hora de dejar crecer cubierta vegetal en sus cultivos (Vilela y Cabrera, 2001). Este hecho concuerda también con que en la mayoría de los casos se realice un único control de la cubierta vegetal, pues una vez aplicado el oxifluorfen en la línea de árboles, solo queda una pequeña franja central donde se desarrollara la cubierta vegetal, que no supone competencia para el olivo, por lo cual no se controlará, y en el caso de hacerse, normalmente se opta por el desbrozado mecánico o incluso el laboreo, para evitar el riesgo de incendio.

En cuanto al tipo de manejo fitosanitario, el más frecuente fue el ecológico, seguidos del manejo convencional y el integrado, lo que encaja con la superficie declarada de olivar ecológico, convencional e integrado en (Rodríguez y Balmón, 2011).

Se ha analizado la relación existente entre el tipo de manejo fitosanitario y número de aplicaciones, obteniendo una asociación positiva, donde es lógico pensar que los olivares ecológicos realizan una sola aplicación, pues debido a su menor intensificación suelen tener menores problemas de plagas y enfermedades (Torres, 2022), las cuales en general, se suelen controlar de manera diferente a la típica aplicación mediante pulverización en la copa, optando por métodos menos agresivos, como el trampeo masivo. Ocurre totalmente lo contrario en los olivares gestionados de manera convencional, donde suelen ser frecuentes realizar 3 o más aplicaciones, siendo el manejo integrado la situación intermedia entre ambos métodos (Guía de gestión integrada de plagas, 2014).

Se analizó la relación existente entre el tipo de manejo fitosanitario y el tipo de fitosanitario empleado, no teniendo asociación positiva ambas variables. Esto puede ser debido a que existen fitosanitarios que están autorizados a emplearse en los tres tipos de manejos, como puede ser las diferentes sales de cobre que son usadas como funguicidas y de aplicación muy común en olivar independientemente del manejo fitosanitario que se realice (Rodríguez, 2012).

Para la variable de diversidad en manchas de vegetación no se han encontrado casos de abundancia relativa alta podría ser debido en el caso de que las manchas de vegetación sean homogéneas y presentes pocas especies vegetales, estas atraigan a un número limitado de especies a hospedarse en ella (Paredes y Campos, 2013). También podría deberse a la época del año o incluso a la hora del día a la que se realicen los muestreos de insectos, pues estas zonas de manchas de vegetación, al ser normalmente refugio de estos, podría darse el caso de haya épocas del año o el día en los que muchas especies de artrópodos no se hospeden en ellas (Pascual et al., 200).

En cuanto a la variable de diversidad de artrópodos en cubiertas vegetales fue baja la mitad los casos de estudio, mientras que fue media y alta en la otra mitad de los casos, ocurriendo lo mismo con la abundancia relativa.

Se analizo la relación entre las 2 variables, encontrándose relación positiva entre ambas.

En relación con el control de vectores de la bacteria *X. fastidiosa* la mayoría de los estudios analizados presentaban un control positivo de los vectores de *X. fastidiosa*, por lo que el empleo de cubierta vegetal para favorecer la artropodofauna auxiliar se presenta como una buena estrategia preventiva para para controlarla la transmisión y expansión de esta grave enfermedad (Morente y Castiel, 2017).

9. CONCLUSIÓN Y PROPUESTAS DE FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

Los resultados de nuestro estudio manifiestan la abundante literatura científica acerca del empleo de cubiertas vegetales para favorecer la presencia de fauna auxiliar en el olivar, la cual se ha visto incrementada en los últimos años de manera notable y que la mayor parte de estos estudios se han realizado en España.

De entre los tipos de insecto beneficiosos estudiados destaca el papel de la crisopa como depredador y que la plaga con mayor interés es la polilla del olivo (*P. oleae*).

Las manchas de vegetación favorecen la diversidad de especies vegetales, más conforme mayor superficie ocupan estas.

Las cubiertas vegetales espontaneas favorecen la diversidad de artrópodos y la mayoría de las parcelas que implantan las cubiertas vegetales son de manejo ecológico. Además, la presencia de cubiertas vegetales ve favorecida la diversidad y abundancia relativa de artrópodos benéficos, mientras que las manchas de vegetación parecen no tener efecto sobre el incremento de dicha diversidad.

La presencia de cubiertas vegetales puede favorecer el control indirecto de una de las enfermedades más preocupante hoy en día en el olivar, como es el caso de la *X. fastidiosa*.

Con estos datos podemos afirmar que el control biológico de plagas en el olivar es posible y se ve favorecido por la presencia de cubiertas vegetales o manchas de vegetación, y que es una opción que poco a poco va calando entre los agricultores. Su implantación supondría una mejora para el medio ambiente ya que se podrían dejar de usar una gran cantidad de pesticidas, además, la reducción de los pesticidas redundaría en la obtención de aceitunas y aceite de mejor calidad, ambos se verían reflejado en una mejora de la rentabilidad de las explotaciones agrícolas al reducir los gastos en fitosanitarios y al ver incrementado el precio de venta del aceite.

Por último, y tras la realización del estudio, se pueden sugerir nuevas líneas de investigación sobre el tema en cuestión en aquellas vertientes que se consideran más interesantes o bien, donde mayor déficit de estudios existe. Estas potenciales líneas de investigación podrían ser:

- Métodos para implantar bosquetes de vegetación natural en las parcelas, revegetación de lindes y ribazos.
- Estudiar que especies vegetales son las más adecuadas para atraer la fauna auxiliar y aumentar la diversidad de artropodofauna.
- Determinar que insecto de los que constituyen la fauna auxiliar es el más indicado para controlar la mosca del olivo (*B. oleae*).
- Estudiar el control biológico de nuevas plagas diferentes a la de prays o polilla del olivo (*P. oleae*) y a la mosca del olivo (*B. oleae*).
- Determinar si las cubiertas vegetales pueden ayudar a controlar enfermedades en olivar.

10. BIBLIOGRAFÍA.

- Acsehrad, Henri. (2007): Indagaciones sobre la ciudadanía. *Transformaciones en la era global*, Barcelona: Icaria. pp. 181-193.
- Altieri, M. A. (1994). *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. Haworth Press, New York, 185 pp.
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, 19-31.
- Alvarado, M y Serrano, J.M. (2008) Contribución al conocimiento y control de *Otiorrhynchus cribricollis* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) plaga del olivo - Boletín de sanidad vegetal. *Plagas*, 24(4), 1998, 715-726.
- Alvarado, M., Durán, J.M., González, M.I., Montes, F., Páez, J., Sánchez, A., Serrano, A. y Vega, J.M. (2004). *Plagas y enfermedades del olivo*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Álvarez, H. A., Jiménez-Muñoz, R., Morente, M., Campos, M., y Ruano, F. (2021). Ground cover presence in organic olive orchards affects the interaction of natural enemies against *Prays oleae*, promoting an effective egg predation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 315.
- Álvarez, H. A., Morente, M., Oi, F. S., Rodríguez, E., Campos, M., y Ruano, F. (2019). Semi-natural habitat complexity affects abundance and movement of natural enemies in organic olive orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 285.
- Alves, J. F., Mendes, S., da Silva, A. A., Sousa, J. P., y Paredes, D. (2021). Land-use effect on olive groves pest *prays oleae* and on its potential biocontrol agent *chrysoperla carnea*. *Insects*, 12(1), 1–13.
- Aranda, N. R., Infante, I. L., y Berrocal, F. O. (2011). *Olivar ecológico*. Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y Pesca.
- Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (2008). *El cultivo del olivo*. Mundi-Prensa Eds. Madrid, España.

- Cárdenas, M., Pascual, F., Campos, M., y Pekár, S. (2015). The spider assemblage of olive groves under three management systems. *Environmental Entomology*, 44(3), 509–518.
- Carpio, A. J., Castro, J., y Tortosa, F. S. (2019). Arthropod biodiversity in olive groves under two soil management systems: presence versus absence of herbaceous cover crop. *Agricultural and Forest Entomology*, 21(1), 58–68.
- Carpio, A. J., Soriano, M. A., Gómez, J. A., y Tortosa, F. S. (2020). The self-seeding of anthemis arvensis L. For cover crop in olive groves under intense rabbit grazing. *Agronomy*, 10(9).
- Carpio, A. J., Soriano, M. A., Guerrero-Casado, J., Prada, L. M., Tortosa, F. S., Lora, Á., y Gómez, J. A. (2017). Evaluation of an unpalatable species (Anthemis arvensis L.) as an alternative cover crop in olive groves under high grazing pressure by rabbits. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246, 48–54.
- Castro, J., Fernández-Ondoño, E., Rodríguez, C., Lallena, A.M., Sierra, M., Aguilar, J. (2008). Effects of different olive-grove management systems on the organic carbon and nitrogen content of the soil in Jaén (Spain). *Soil and Tillage Research* 98, 56-67.
- Castro, J., Tortosa, F. S., y Carpio, A. J. (2021). Structure of canopy and ground-dwelling arthropod communities in olive orchards is determined by the type of soil cover. *European Journal of Entomology*, 118, 159–170.
- Christine, J., Guzmán, G., Gómez, J. A., Cabezas, J. M., Entrenas, J. A., Winter, S., Zaller, J. G., y Paredes, D. (2019). Diverging effects of landscape factors and inter-row management on the abundance of beneficial and herbivorous arthropods in andalusian vineyards (Spain). *Insects*, 10(10).
- Civantos, L. (2008) La olivicultura en el mundo y en España. *El cultivo del olivo* (19-35). Madrid: Mundi-Prensa. España
- Corrales, N., y Campos, M. (2004). Populations, longevity, mortality and fecundity of Chrysoperla carnea (Neuroptera, Chrysopidae) from olive-orchards with different agricultural management systems. *Chemosphere*, 57(11), 1613–1619.

- Cotes, B., Campos, M., Pascual, F., García, P. A., y Ruano, F. (2010). Comparing taxonomic levels of epigeal insects under different farming systems in Andalusian olive agroecosystems. *Applied Soil Ecology*, 44(3), 228–236.
- Cotes, B., Castro, J., Cárdenas, M., y Campos, M. (2009). Responses of epigeal beetles to the removal of weed cover crops in organic olive orchards. *Bulletin of Insectology*, 62(1), 47–52.
- de Paz, V., Tobajas, E., Rosas-Ramos, N., Tormos, J., Asís, J. D., y Baños-Picón, L. (2022). Effect of Organic Farming and Agricultural Abandonment on Beneficial Arthropod Communities Associated with Olive Groves in Western Spain: Implications for *Bactrocera oleae* Management. *Insects*, 13(1).
- de Pedro, L., Perera-Fernández, L. G., López-Gallego, E., Pérez-Marcos, M., y Sánchez, J. A. (2020). The effect of cover crops on the biodiversity and abundance of ground-dwelling arthropods in a Mediterranean pear orchard. *Agronomy*, 10(4).
- del Pino, F. G., y Morton, A. M. (2005). Susceptibilidad de *Otiorhynchus sulcatus* (Coleoptera: Vol. Curculionidae) a los nematodos entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 31(2), 243-252.
- Domínguez-Gento, A., Ballester, R., Jiménez, M. D. R., García-Marí, D., Vercher, R., Moscardó, E. & Calabuig, A. (2011). Efecto de cubiertas vegetales permanentes en la fertilidad del cultivo de cítricos ecológicos. *Revista de fruticultura*, 11, 24-33.
- Elmqvist, T., Folke, C., Nystrom, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B. y Norberg, J. (2003). Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(9), 488-494.
- Ersin, F., Kaptan, S., Erten, L., Kokturk, H., Gumusay, B., Denizhan, E., y Cakmak, I. (2020). Mite diversity and population dynamics of eriophyid mites on olive trees in Western Turkey. *Turkiye Entomoloji Dergisi*, 44(1), 123–132.
- Ersin, F., Kaptan, S., Erten, L., Kokturk, H., Gumusay, B., Denizhan, E., y Cakmak, I. (2020). Mite diversity and population dynamics of eriophyid mites on olive trees in Western Turkey. *Turkiye Entomoloji Dergisi*, 44(1), 123–132.

- Espejo A.J., Rodríguez-Lizana A., Giráldez J.V. y Ordóñez R. (2007). Influencia de la cubierta vegetal en la pérdida de agua y suelo en olivar. En Rodríguez Lizana, A.; Ordóñez R. y Gil J.A. (Eds.). *Cubiertas vegetales en olivar*. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla. 133-145.
- Fernández Luque, J. E., Navarro, N., Cuevas Sánchez, M., Hernández Santana, V., y Alcón, F. (2021). Impacto productivo, ambiental y social del olivar superintensivo frente al tradicional. *Revista de fruticultura* 79, 6-19.
- Francia, J.R; Martínez, A. y Ruiz, S. (2000) Erosión en suelos de olivar en fuertes pendientes. Comportamiento de distintos manejos del suelo. *Edafología* 7, 147-155.
- Franin, K., Marčić, y Kos, T. (2018). Arthropods in olive orchards. *Acta Horticulturae*, 1199, 445–448.
- García-Brenes, M. (2012). Incidencia de la política agraria de la Unión Europea en la sostenibilidad del cultivo del olivar en Andalucía, España. *Cuadernos de desarrollo rural*, 9(68), 87-103.
- Gkissakis, V. D., Bàrberi, P., y Kabourakis, E. M. (2018). Olive canopy arthropods under organic, integrated, and conventional management. The effect of farming practices, climate and landscape. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(8), 843–858.
- Gkissakis, V. D., Kollaros, D., Bàrberi, P., Livieratos, I. C., y Kabourakis, E. M. (2015). Soil Arthropod Diversity in Organic, Integrated, and Conventional Olive Orchards and Different Agroecological Zones in Crete, Greece. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(3), 276–294.
- Gkissakis, V. D., Volakakis, N. G., y Kabourakis, E. M. (2020). Agroecological zones as an important driver of canopy arthropod community in olive agroecosystems. *Biological Control*, 149.
- Gkissakis, V., Volakakis, N., Kollaros, D., Bàrberi, P., y Kabourakis, E. M. (2016). Soil arthropod community in the olive agroecosystem: Determined by environment and farming practices in different management systems and agroecological zones. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 218, 178–189.

- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C.R.: CATIE.
- Gómez, J. A., Campos, M., Guzmán, G., Castillo-Llanque, F., Vanwalleghem, T., Lora, Á., y Giráldez, J. V. (2018). Soil erosion control, plant diversity, and arthropod communities under heterogeneous cover crops in an olive orchard. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(2), 977–989.
- Gómez, J. I. A., Guzmán, M., Giráldez, J. V., y Fereres, E. (2009). The influence of cover crops and tillage on water and sediment yield, and on nutrient, and organic matter losses in an olive orchard on a sandy loam soil. *Soil & Tillage Research*, 106(1), 137-144.
- González Fernández, M. (2016). Estrategias de control biológico por conservación. Fundación Caja Mar.
- Guzmán, G y Alonso, A. (2004). El manejo del suelo en olivar ecológico. En: Manual de olivicultura ecológica. Ed. Universidad de Córdoba,
- Guzman, G., Foraster, L., y Sánchez, J, L, (2018): *El olivar ecológico*. Junta de Andalucía, Consejería de agricultura y Pesca.
- Hontoria, C., García González, I., Gabriel, J. L., Alonso-Ayuso, M., y Quemada, M. (2019). "Los cultivos cubierta de invierno mejoran la fertilidad y la calidad del suelo gracias a su efecto en la micorrización". *Agricultura de conservación*, 41, 30-39.
- IBM Corp. (2019). IBM SPSS Statistics para Windows, Versión 26.0. Armonk, NY: IBM Corp. [programa de ordenador].
- Karamaouna, F., Kati, V., Volakakis, N., Varikou, K., Garantonakis, N., Economou, L., Birouraki, A., Markellou, E., Liberopoulou, S., y Edwards, M. (2019). Ground cover management with mixtures of flowering plants to enhance insect pollinators and natural enemies of pests in olive groves. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 274, 76-89.
- Kattmah, G., Al-Kalaby, J. E. M., y Massa, W. (2021). The Impact of Organic Production System in Olive Grove: Soil, Oil Characteristics, Biodiversity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 923(1).

- Kubiak, K. L., Pereira, J. A., Tessaro, D., Santos, S. A. P., y Benhadi-Marín, J. (2022). Functional diversity of epigeal spiders in the olive grove agroecosystem in northeastern Portugal: a comparison between crop and surrounding semi-natural habitats. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 170(5), 449-458.
- Kubiak, K. L., Pereira, J. A., Tessaro, D., Santos, S. A. P., y Benhadi-Marín, J. (2022). The Assemblage of Beetles in the Olive Grove and Surrounding Mediterranean Shrublands in Portugal. *Agriculture (Switzerland)*, 12(6).
- Kubiak, K. L., Pereira, J. A., Tessaro, D., Santos, S. A. P., y Benhadi-Marín, J. (2022). Functional diversity of epigeal spiders in the olive grove agroecosystem in northeastern Portugal: a comparison between crop and surrounding semi-natural habitats. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 170(5), 449–458.
- Lantero, E., Ortega, M., Sánchez-Ramos, I., González-Núñez, M., Fernández, C. E., Rescia, A. J., Matallanas, B., Callejas, C., y Pascual, S. (2019). Effect of local and landscape factors on abundance of ground beetles and assessment of their role as biocontrol agents in the olive growing area of southeastern Madrid, Spain. *BioControl*, 64(6), 685–696.
- Leadem, D. F. A., Cedeño-Montoya, B., & Arroyo-Zeledón, M. S. (2020). Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista geográfica de América Central*, 2(65), 63-90.
- López, D., M. T. (2003): Ética ambiental, sociedad civil. *Contrastes*, 8, 263-282.
- Lucena, B., Manrique, T. y Méndez, M. Á. (2017). La olivicultura en el mundo y en España. En *El cultivo del olivo*. (7ª edición), Mundi-Prensa Libros.
- Márquez, F., Rodríguez-Lizana, A., Giráldez, J. V., y Espejo-Pérez, A. J. (2006). Evolución de la humedad en el suelo en parcelas de olivar. *Vida rural*, 236, 30-33.
- Márquez-García, F., González-Sánchez, E.J., Castro-García, S., Ordóñez-Fernández, R. (2013). Improvement of soil carbon sink by cover crops in olive orchards under semiarid conditions. Influence of the type of soil and weed. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 11, 335-346.

- Martínez-Núñez, C., Manzaneda, A. J., Lendínez, S., Pérez, A. J., Ruiz-Valenzuela, L., y Rey, P. J. (2019). Interacting effects of landscape and management on plant–solitary bee networks in olive orchards. *Functional Ecology*, 33(12), 2316–2326.
- Martínez-Núñez, C., Rey, P. J., Salido, T., Manzaneda, A. J., Camacho, F. M., y Isla, J. (2021). Ant community potential for pest control in olive groves: Management and landscape effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 305.
- Mockford, A., Urbaneja, A., Tena, A., Ashbrook, K. y Westbury, D. B. (2019). Aumento de la abundancia y diversidad de enemigos naturales en cítricos mediante el manejo de cubiertas vegetales. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 310, 102-105.
- Montes, C. y Sala, O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas*, 16, 137-147.
- Morente, M., Cornara, D., Plaza, M., Durán, J. M., Capiscol, C., Trillo, R., Ruiz, M., Ruz, C., Sanjuan, S., Pereira, J. A., Moreno, A., y Fereres, A. (2018). Distribution and relative abundance of insect vectors of *Xylella fastidiosa* in olive groves of the Iberian peninsula. *Insects*, 9(4).
- Morente, M., Lozano, A. M., y Castiel, A. F. (2017). Vectores potenciales de *Xylella fastidiosa* en olivares de la península ibérica: prospección, riesgos y estrategias preventivas de control. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (285), 32-37.
- Ortega, M., Moreno, N., Fernández, C. E., y Pascual, S. (2022). Olive landscape affects *Bactrocera oleae* abundance, movement and infestation. *Agronomy*, 12(1).
- Ortega, M., Pascual, S., y Rescia, A. J. (2016). Spatial structure of olive groves and scrublands affects *Bactrocera oleae* abundance: a multi-scale analysis. *Basic and Applied Ecology*, 17(8), 696–705.

- Paredes, D., Cayuela, L., Gurr, G. M., y Campos, M. (2013). Effect of non-crop vegetation types on conservation biological control of pests in olive groves. *PeerJ*, 2013(1).
- Paredes, D., Cayuela, L., Gurr, G. M., y Campos, M. (2015). Is ground cover vegetation an effective biological control enhancement strategy against Olive Pests? *Plos one*, 10(2).
- Paredes, D., Cayuela, L., y Campos, M. (2017). Potencial of ecological infrastructures to restore conservation biological control: case study in spanish olive groves. *Natural Enemies*, 20.
- Paredes, D., Karp, D. S., Chaplin-Kramer, R., Benítez, E., y Campos, M. (2019). Natural habitat increases natural pest control in olive groves: economic implications. *Journal of Pest Science*. 222, 138–147
- Paredes, D., y Campos, M. (2013). Importancia de la biodiversidad en la gestión integrada de plagas en el cultivo del olivar. *Vida rural*, 363, 30-34.
- Pascual, S. (2022). Landscape composition and configuration affect bees in the olive agroecosystem. *Journal of Applied Entomology*, 146(1), 1–18.
- Pascual, S., Ortega, M., y Villa, M. (2022). Prays oleae (Bernard), its potential predators and biocontrol depend on the structure of the surrounding landscape. *Biological Control*, 176.
- Pascual, S., Quero, M. O., Perazzo, A. R., Lantero, E., Hervás, C. C., Ramos, I. S., y Núñez, M. G. (2017). El papel del paisaje en las plagas del olivar. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 293, 110-113.
- Pascual, S., Rescia, A. J., Ondul, B. A., Paul, C., y Ortega, M. (2022). Effects of landscape structure on abundance and family richness of hymenopteran parasitoids in the olive agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 332.
- Pastor, M. (1989). Viabilidad del empleo de cubiertas de cereales segadas químicamente con glifosato en olivar de secano. *4th EWRS Mediterranean Symposium*. Valencia. 1, 281-283.

- Paulano, F. G., y Fernández-Hernández, A. (2009). Control de plagas y enfermedades del olivo. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, 918, 362-366.
- Picchi, M. S., Bocci, G., Petacchi, R., y Entling, M. H. (2016). Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 222, 138–147.
- Picchi, M. S., Bocci, G., Petacchi, R., y Entling, M. H. (2020). Taxonomic and functional differentiation of spiders in habitats in a traditional olive producing landscape in Italy. *European Journal of Entomology*, 117, 18–26.
- Picchi, M. S., Marchi, S., Albertini, A., y Petacchi, R. (2017). Organic management of olive orchards increases the predation rate of overwintering pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 108, 9–15.
- Plata, Moreno-Chocano, J., Manjón-Cabezas, J., Campos, M., y Paredes, D. (2019). Influence of surroundings natural habitats in the olive pest *Prays oleae*. *Ecosistemas*, 28(3), 107–114.
- Porcel, M., Cotes, B., Castro, J., y Campos, M. (2017). The effect of resident vegetation cover on abundance and diversity of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) on olive trees. *Journal of Pest Science*, 90(1), 195–206.
- Porcel, M., Ruano, F., Cotes, B., Peña, A., y Campos, M. (2013). Agricultural management systems affect the green lacewing community (Neuroptera: Chrysopidae) in olive orchards in southern Spain. *Environmental Entomology*, 42(1), 97–106.
- Puig-Montserrat, X., Mas, M., Flaquer, C., Tuneu-Corral, C., y López-Baucells, A. (2021). Benefits of organic olive farming for the conservation of gleanings bats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 313.
- Ramos, P.; Campos, M. y Ramos, J.M. (1998): Long-term study on the evaluation of yield and economic losses caused by *Prays oleae* Bern. in the olive crop of Granada (southern Spain). *Crop Prot.* 17, 645-647.
- Rey, P. J., Gutiérrez, J. E., Valera, F., y Ruíz, C. (2017). El olivar andaluz, ¿un bosque humanizado? *Aldaba*, 41, 113-120.

- Rey, P. J., Manzaneda, A. J., Valera, F., Alcántara, J. M., Tarifa, R., Isla, J., Molina-Pardo, J. L., Calvo, G., Salido, T., Gutiérrez, J. E., y Ruiz, C. (2019). Landscape-moderated biodiversity effects of ground herb cover in olive groves: Implications for regional biodiversity conservation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 277, 61–73.
- Rodríguez, A. (2012). Protección del olivar frente a repilo y tuberculosis de forma eficaz y respetando el medio ambiente. *Vida rural*, 354, 68-69.
- Rodríguez, E., González, B., y Campos, M. (2009). Effects of cereal cover crops on the main insect pests in Spanish olive orchards. *Journal of Pest Science*, 82(2), 179–185.
- Rodríguez, E., González, B., y Campos, M. (2012). Natural enemies associated with cereal cover crops in olive groves. *Bulletin of Insectology*, 65(1), 43–49.
- Rodríguez, J. A. G. L., y Balmón, M. A. (2011). Evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de olivar en Andalucía.
- Rodríguez, J. C. (2000). Cubiertas vegetales en el olivar: funciones, tipos y manejo. *Vida rural*, 113, 38-40.
- Rojas Ilaquita, S. M. (2022). Diversidad de especies de insectos controladores biológicos de insectos plagas en el cultivo de *Olea europaea* L. *Cooperativa*
- Rondón, J. A., y Vidal, R. (2005). Establecimiento de la cubierta vegetal en áreas degradadas (principios y métodos). *Revista Forestal Latinoamericana*, 20(38), 63-82.
- Saavedra, M. S., y Braña, C. A. (2009). Importancia de la maquinaria, los herbicidas y la capacidad competitiva de las cubiertas vegetales en el manejo de malas hierbas de olivar. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 209, 39-43.
- Sánchez, M.J. (2019). Aplicación de modelos hidrológicos al análisis de erosión por cárcavas en el olivar. (Trabajo fin de grado). Universidad de Jaén. Escuela politécnica superior de Jaén. Departamento de ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Jaén.

- Sánchez-Fernández, J., A. Vílchez-Vivanco, J., B. Navarro, F., y Castro-Rodríguez, J. (2020). Farming system and soil management affect butterfly diversity in sloping olive groves. *Insect Conservation and Diversity*, 13(5), 456–469.
- Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16(1), 44-49.
- Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas* 16(1), 44-49.
- Scalercio, S., y Brandmayr, P. (2007). *The role of semi-natural and abandoned vegetation patches in sustaining lepidopteran diversity in an organic olive orchard*. 82(2), 179–185.
- Šerić Jelaska, L., Ivanković Tatalović, L., Kostanjšek, F., y Kos, T. (2022). Ground beetle assemblages and distribution of functional traits in olive orchards and vineyards depend on the agricultural management practice. *BioControl*, 67(3), 275–286.
- Silva, E. B., Franco, J. C., Vasconcelos, T. y Branco, M. (2010). Effect of ground cover vegetation on the abundance and diversity of beneficial arthropods in citrus orchards. *Bulletin of entomological research*, 100(4), 489-499
- Sisterson, M. S., Dwyer, D. P., y Uchima, S. Y. (2020). Insect diversity in vineyards, almond orchards, olive orchards, alfalfa fields, and pastures in the San Joaquin Valley of California. *Journal of Insect Conservation*, 24(5), 765–777.
- Sisterson, M. S., Dwyer, D. P., y Uchima, S. Y. (2020). Insect diversity in vineyards, almond orchards, olive orchards, alfalfa fields, and pastures in the San Joaquin Valley of California. *Journal of Insect Conservation*, 24(5), 765–777.
- Tello Castillo, P. (2022). Análisis comparativo del ciclo de vida en la producción de aceite de oliva en olivar tradicional y superintensivo.
- Terzi, M., Barca, E., Cazzato, E., D'amico, F. S., Lasorella, C., y Fracchiolla, M. (2021). Effects of weed control practices on plant diversity in a homogenous olive-dominated landscape (South-east of Italy). *Plants*, 10(6).
- Torres, J., Fernández-Ondoño, E., Garcia-Fuentes, A., Valenzuela, L., Siles, G., y Valle-Tendero, F. (2013). Las cubiertas vegetales como herramienta en el olivar ecológico. *Revista Agropecuria Agrícola* 967, 742-970.

- Torres, M. J. R. (2012). Perspectivas del control biológico de la polilla del olivo. *Vida rural*, 346, 43-45.
- Torres, M. J. R. (2022). Nuevos escenarios fitosanitarios: problemas específicos del olivar super intensivo andaluz. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (343), 93-95.
- Tsagkarakis, A. E., Afentoulis, D. G., Matared, M., Thanou, Z. N., Stamatakou, G. D., Kalaitzaki, A. P., Tzobanoglou, D. K., Goumas, D., Trantas, E., Zarboutis, I., y Perdakis, D. C. (2018). Identification and Seasonal Abundance of Auchenorrhyncha with a Focus on Potential Insect Vectors of *Xylella fastidiosa* in Olive Orchards in Three Regions of Greece. *Journal of Economic Entomology*, 111(6), 2536–2545.
- Tscheulin, T., Neokosmidis, L., Petanidou, T., y Settele, J. (2011). Influence of landscape context on the abundance and diversity of bees in Mediterranean olive groves. *Bulletin of Entomological Research*, 101(5), 557–564.
- Vasconcelos, S., Pina, S., Herrera, J. M., Silva, B., Sousa, P., Porto, M., Melguizo-Ruiz, N., Jiménez-Navarro, G., Ferreira, S., Moreira, F., Heleno, R., Jonsson, M., y Beja, P. (2022). Canopy arthropod declines along a gradient of olive farming intensification. *Scientific Reports*, 12(1).
- Vilela, A. M., Sánchez, E. J. G., y Cabrera, A. H. (2001). Agricultura de conservación en España: situación y legislación. *Vida Rural*, 1, 32-37.
- Villa, M., Santos, S. A. P., López-Sáez, J. A., Pinheiro, L., Marrão, R., Aguiar, C., y Pereira, J. A. (2021). Pollen feeding by syrphids varies across seasons in a Mediterranean landscape dominated by the olive orchard. *Biological Control*, 156.
- Villa, M., Santos, S. A. P., Marrão, R., Pinheiro, L. A., López-Saez, J. A., Mexia, A., Bento, A., y Pereira, J. A. (2016). Syrphids feed on multiple patches in heterogeneous agricultural landscapes during the autumn season, a period of food scarcity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 262–269.
- Villa, M., Santos, S. A. P., Marrão, R., Pinheiro, L. A., López-Saez, J. A., Mexia, A., Bento, A., y Pereira, J. A. (2016). Syrphids feed on multiple patches in

heterogeneous agricultural landscapes during the autumn season, a period of food scarcity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 233, 262–269.

Villa, M., Santos, S. A. P., Mexia, A., Bento, A., y Pereira, J. A. (2016). Ground cover management affects parasitism of *Prays oleae* (Bernard). *Biological Control*, 96, 72–77.

Villa, M., Somavilla, I., Santos, S. A. P., López-Sáez, J. A., y Pereira, J. A. (2019). Pollen feeding habits of *Chrysoperla carnea* s.l. adults in the olive grove agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 283.

Villadomiu, L. (2011). *La Política Agraria Común, en reforma*. Anuario Agricultura Familiar en España, 2011, pp. 88 - 94 Fundación Estudios Rurales.