



Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo de fin de grado

El papel de la cubierta vegetal en la provisión de servicios ecosistémicos en el olivar

ALUMNO: JOSE MANUEL CALLES DOMENECH

DPTO. BIOLOGÍA ANIMAL, VEGETAL Y ECOLOGÍA.

UNIVERSIDAD DE JAÉN

AÑO 2020



Universidad de Jaén

Facultad de Ciencias Experimentales

Trabajo de fin de grado

El papel de la cubierta vegetal en la provisión de servicios ecosistémicos en el olivar

José Manuel Calles Domenech

Jaén, junio 2020

RESUMEN

Esta revisión bibliográfica tiene por objeto recoger de forma esquematizada, y desde un punto de vista multidisciplinar y dentro del marco conceptual desarrollado entorno a los servicios ecosistémicos, las diferentes y múltiples ventajas de la utilización de la “cubierta vegetal o herbácea” en el olivar, y por extensión en otros cultivos leñosos. Para ello, se ha realizado una búsqueda exhaustiva de artículos científicos y divulgativos en diversas bases de datos así como en publicaciones de Administraciones Públicas con el fin de recopilar toda la información posible y poder presentar un estudio que analice todas las variables agronómicas en las que influye la implantación de dicha cubierta vegetal así como la manera en la que lo hace. Prácticamente todos los artículos revisados muestran que la cubierta verde juega un papel relevante en: i) la reducción de la erosión, gracias a que protege el suelo del efecto de la lluvia y frena la escorrentía hídrica; ii) el aumento de la biodiversidad y complejidad del olivar; iii) aporta capacidad de regulación climática, de pH y de intercambio catiónico, iv) favorece la retención y recirculación de nutrientes en el olivar, y v) juega un papel destacado en la economía y sociedad local, siendo un elemento clave en el creciente mercado del oleoturismo

PALABRAS CLAVE: olivar, cubierta vegetal, erosión, biodiversidad, nutrientes, paisaje, regulación.

ABSTRACT

The aim of this bibliographic review is to show, through a unified and schematic way, the different and multiple advantages of the use of the “green o herbaceous cover” in olive farming systems. An exhaustive research of scientific and informative articles some databases has been achieved as well as in publications of Public Administrations in order to gather as much information as possible and to be able to give a study that analyzes all the agronomic variables in which implantation of that green cover have influence as well as the way does so. Articles found have showed to be in accordance with positive consequences soil management offers: i) Reduction of erosion, thanks to the fact soil is protected from the effect of rain and water runoff can be stopped; ii) increase the biodiversity and complexity of the olive grove, iii) increase the capacity for micro-climate, pH and cation exchange capacity regulation, among others, and iv) increase the retention

and recirculation of nutrients in the olive grove. In addition, the temporary spontaneous cover crop plays a prominent role in the local economy and society and is a key element in the growing sector of oleoturism.

WORDS KEY: olive grove, green cover, erosion, biodiversity, nutrients, landscape, regulation.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	12
2.1. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DEL OLIVAR Y MANEJOS DEL SUELO	12
2.2. CONSECUENCIAS AMBIENTALES DERIVADAS DE LA AGRICULTURA MODERNA	14
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. OBJETIVOS	19
5. METODOLOGÍA	20
6. PAPEL DE LA CUBIERTA VERDE EN LA RETENCIÓN Y RECIRCULACIÓN DE NUTRIENTES EN EL OLIVAR Y LA PRODUCTIVIDAD	25
7. LA CUBIERTA VEGETAL Y SU EFECTO EN LA BIODIVERSIDAD	29
8. LA CUBIERTA VEGETAL Y SU EFECTO EN LA REGULACIÓN EN EL OLIVAR	32
8.1. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO	32
8.2. REGULACIÓN MICROCLIMÁTICA	33
8.3. REGULACIÓN DEL pH	34
8.4. CONTROL DE LA EROSIÓN	34
8.5. CONTROL DE ENFERMEDADES FÚNGICAS	37
9. LA CUBIERTA VEGETAL COMO PROVEEDOR DE SERVICIOS SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURALES	39
10. SINTESIS Y CONCLUSIONES	42
11. BIBLIOGRAFÍA	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de búsquedas en el motor de búsquedas Dialnet.

Tabla 2. Tabla de resultados en el motor de búsqueda Google Académico.

Tabla 3. Tabla de búsquedas en el motor de búsqueda SCIELO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de aridez en España y mapa de distribución geográfica del olivo.

Figura 2. Gráfica de productividad del olivar con diferentes manejos de suelo.

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es, junto con otros, uno de los principales componentes claves para el funcionamiento de todos los ecosistemas, incluyendo los agroecosistemas, y es de vital importancia para la provisión de alimentos, ya que éste determina la productividad de los cultivos. Hay numerosos procesos por lo que el suelo pierde su potencial productivo. Por ejemplo, cuando el suelo es sometido a la acción de diferentes elementos erosivos como el agua de lluvia o el viento, se produce una disgregación de los micro y macroagregados de éste, facilitando enormemente su arrastre y pérdida (Rodríguez, 2003; Yáñez y Marola, 2019). La pérdida de suelo por erosión es uno de los principales problema global que afecta a los recursos naturales y a la producción agrícola. A nivel mundial, los valores promedios anuales de erosión del suelo alcanzan entre 12 a 15 toneladas por año y por cada hectárea, lo que significa una reducción de la capa superficial del suelo, que es precisamente la más fértil, de 0,90 a 0,95 cm cada año. En España, éste es un problema más acuciante si cabe, ya que entre el 30 y el 70% del suelo está afectado por un riesgo moderado o severo de desertificación, según un estudio realizado por La GLObal ASsessment of Human Induced SOil Degradation (GLASOD) en la década de 1980 en colaboración con Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos (ISRIC). Estos datos nos dan una idea del enorme riesgo que sufre los suelos, y la productividad, de España en caso de que no se acometan medidas para contrarrestar este avance, principalmente en comunidades como Murcia, Andalucía, Castilla la Mancha o Extremadura. En Andalucía, la provincia más afectada es Jaén en la que se observan valores de pérdida de suelo de 32 toneladas por hectárea y por año, según se extrae de Gómez et al. (2019).

Rodríguez (2003) constató que ante esta problemática, surge la necesidad de modificar los manejos de suelos agrícolas respecto a los manejos clásicos. Uno de estos manejos, y que por su importancia es el objeto central este trabajo, es la cubierta vegetal. Esta práctica de manejo se fundamenta en permitir el desarrollo de la vegetación en las calles de los cultivos, que, posteriormente, será controlada, total o parcialmente, mediante distintas estrategias de control, para evitar la posible competencia, por ejemplo por el agua disponible en el suelo, con el olivo. El empleo de cubierta vegetal tiene sus orígenes en países de elevada pluviometría donde el exceso de agua se convierte en un problema (Gómez et al., 2019), y se emplea esta estrategia para “bombear” el exceso a través de las

transpiración de las plantas. No obstante, en buena parte de España, con precipitaciones promedios anuales inferiores a 600 mm, el problema es, precisamente el contrario; escasa pluviometría, y una elevada tasa de erosión y riesgo de desertificación. En la zona central de España las pluviometrías anuales están oscilan entre 300mm, lo que sitúa a estas zonas en el límite de la desertificación, y los 550mm que quedan catalogadas como zonas semiáridas y, por tanto, las estrategias y prácticas de manejo deben ser diferentes.

Castro (2000) realizó una clasificación dicotómica para las cubiertas vegetales en el olivar. Según ésta, las cubiertas vegetales se clasifican en cubiertas vegetales sembradas, dentro de las cuales las más frecuente son cubiertas de gramíneas o también de leguminosas. Por otro lado, están las cubiertas espontáneas que se pueden clasificar en: i) espontáneas de especies indeseadas, dentro de la que se engloban todas las malas hierbas del olivar, y ii) espontáneas que se van dirigiendo hacia gramíneas o leguminosas. Las cubiertas vegetales también se clasifican en función de su temporalidad (anuales o temporales), así como por su estado fisiológico, diferenciándose entre vivas (aquellas que están consumiendo agua y nutrientes) y muertas (aquellas que se encuentran en estado de descomposición y por tanto no usan agua ni nutrientes). Por último, las cubiertas también se clasifican en función del método de control y que incluye: i) siega mecánica, ii) siega química, iii) una combinación de siega química y mecánica, y iv) siega a diente.

Las cubiertas vegetales más extendidas en los olivares andaluces son las cubiertas espontáneas (Castro, 2000). Son cubiertas con flora arvense (especies anuales herbáceas indeseadas), las cuales se pueden dejar crecer sin control o bien se puede gestionar para buscar la selección de algunas especies. De esta manera, se buscan aquellas especies que más biomasa producen manteniendo una competencia no muy alta con el olivo. En Andalucía estas especies suelen pertenecer al grupo de las gramíneas, y para su selección es frecuente el uso de herbicidas que no afecten a este grupo pero que actúe sobre plantas de hoja ancha. Se remarca la importancia de la siega de estas cubiertas ya que su crecimiento llega a producir un descenso en la productividad del olivo. Por tanto, se hace indispensable que la siega se lleve a cabo de una manera que se adapte a las características y posibilidad del olivar: con desbrozadoras en campiña o mediante pastoreo en zonas de montaña. Aunque mucho menos frecuente, las cubiertas vegetales sembradas de gramíneas es también una opción en uso. Éstas se siembran con sembradoras y las comunidades de vegetación resultantes son poco diversas porque las semillas son monoespecíficas o de tan

solo dos especies. Esta opción es la recomendable en suelos con síntomas acusados de erosión y en suelos cuyo manejo haya sido de no laboreo. En este último caso, la presencia de especies de difícil control y elevada tasa de crecimiento primaveral, hacen que una cubierta sembrada de gramínea sea la opción más eficiente para el control de estas hierbas. Ossorio et al (2017) apuntan sobre la importancia de las cubiertas sembradas de especies leguminosas por la capacidad de éstas de fijar nitrógeno que presentan las especies de esta familia (Fabaceae) que las convierte en una de las familias botánicas con mayor interés en cubiertas vegetales herbáceas de olivar. Sin embargo, la dormancia de sus semillas, impuesta por su cubierta externa, reduce el grado de homogeneidad en su germinación, a pesar de existir condiciones ambientales favorables.

Para conseguir un control eficaz de la cubierta se debe atender a la orografía del terreno y a las especies autóctonas. De esta forma, si se realiza una siega mecánica, se debe seleccionar aquellas especies que mayor cantidad de biomasa produzcan y tengan una capacidad de rebrote lo más reducida posible, de lo contrario, es decir rebrote excesivo, el grado de competencia por el agua y los nutrientes puede ser elevado pudiendo repercutir negativamente en la producción de aceitunas. Por otro lado, si el control de la cubierta es a diente, éste se recomienda a principios de la primavera y no suele tener efectos negativos en la producción. No obstante, se precisa de un ajuste certero de la carga ganadera, porque si no se podría dar una compactación indeseada del terreno. Finalmente, y en relación a la siega química, ésta consiste en aplicar herbicidas sobre la cubierta vegetal para *secar* la hierba en aquellas zonas que pueda ser molesta, o en toda la superficie del olivar y de manera homogénea, con el fin de que dichas hierbas no entren en competencia con nuestros cultivos según (Martínez et al., 2017).

“La principal función de la cubierta vegetal es proteger el suelo de la erosión (Castro, 2000)”. Sin embargo, la presencia de la cubierta vegetal influye positivamente en otros muchos aspectos que están relacionados con la fertilidad del suelo y en la productividad del cultivo. Uno de ellos es la economía del agua en el olivar. La menor escorrentía, sumado a una mayor infiltración hacia perfiles del suelo más profundo, debido, entre otros, a la creación de conductos preferentes creados por el sistema radicular del olivo, hace que la disponibilidad de agua en el suelo sea mayor, en el caso de que la cubierta vegetal se controle en el momento adecuada (Pastor, 2006). Por otro lado, la presencia de las cubiertas favorece y promueve la implantación y la actividad de hongos micorrízicos. De

hecho, algunos estudios han mostrado un incremento en la incorporación de fósforo durante los primeros años de la implantación del olivar asociado al efecto de estos hongos (Hontoria et al., 2019). Es también conocido el efecto tampón, directo o indirecto, que tiene la presencia de la cubierta vegetal. Así, el aumento en los niveles de materia orgánica derivado de los restos de la cubierta vegetal promueve muchas funciones de amortiguación tales como tamponamiento del pH del suelo y reducción de la variabilidad de la temperatura del suelo. También favorece la formación de grandes agregados estables de partículas a partir de moléculas pequeñas. Esto permite un paso más fácil del oxígeno entre los huecos que se forman lo que facilita a su vez la absorción de nutrientes muy móviles como pueden ser el nitrógeno. Pero para su absorción, estos nutrientes deben ser antes mineralizados por los microorganismos presentes en el suelo que a su vez dependen en gran medida de la temperatura y humedad. La mineralización de forma escalonada de esos nutrientes permite una absorción muy elevada de nutrientes y debido al gran tamaño del humus, aumenta la capacidad de intercambio catiónico y gaseoso del suelo según se extrae de (Linares, 2009).

La cubierta verde del olivar también tiene un valor estético ya que proporciona algunos atributos (diversidad de color y de estructura vertical) relacionados con el valor estético del paisaje. A parte del valor estético a nivel de paisaje, a esta escala espacial la presencia de la cubierta vegetal proporciona hábitat y recursos que repercuten en un aumento de la presencia de, entre las que se encuentran algunas de interés cinegético se expone en (Camacho et al., 2019). La presencia de cubierta vegetal con alto grado de maduración, influye de manera directa en las relaciones tróficas que crean los artrópodos en las copas del olivo, siendo estas relaciones más específicas y estables en olivares con alta diversidad de especies vegetales adyacentes según se extrae de (Montes y Sala, 2007)

2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DEL OLIVAR Y MANEJOS DE SUELO

El sector oleícola tiene un enorme y creciente protagonismo dentro de la economía global ya que presenta cifras de negocio que van desde los 8.500 a los 10.600 millones de euros anuales, con producciones medias de aceite en torno a 3 millones de toneladas. Del total de toneladas de aceite producido, la Unión Europea es la primera productora mundial con 2,2 millones de toneladas y dentro de ésta, España llega a producir 1,2 millones de toneladas, donde Jaén que es, si se normaliza por la superficie, el mayor productor mundial, siendo responsable del 40,83 % de la producción mundial (Vilar et al, 2007).

El sistema de explotación más habitual en Andalucía es el olivar tradicional o extensivo. Dentro de este tipo de explotación tenemos: i) el olivar extensivo con baja densidad de árboles, que ocupa un 47% del total de las explotaciones olivareras, y ii) el olivar extensivo de densidad media de árboles, que ocupa un 7 % del total. También está el olivar de pendiente, que ocupa un 23% de la superficie olivarera. Otros tipos de explotaciones son los intensivos y súper intensivos, que ocupan un 14% y 1% respectivamente del total de explotaciones olivareras andaluzas andaluz (Plan Director del olivar de Andalucía, 2015)

El cultivo del olivo se encuentra asentado en la mayor parte del territorio español, llegando a ocupar 2,591 millones de hectáreas, aunque Andalucía con 1.59 millones de hectáreas es la comunidad autónoma con mayor extensión (Pedraza et al, 2019). La provincia de Jaén con 582.497 hectáreas y Córdoba con 351.692 hectáreas, son aquellas con más superficie plantada de olivar. No obstante, el cultivo del olivar ha experimentado un gran auge en los últimos años en zonas del norte de España, como por ejemplo Navarra, donde éste cultivo ocupa 8.446 ha.

Sin lugar a dudas, el olivar vertebró la vida económica, cultural y social en la provincia de Jaén, siendo además su paisaje más emblemático, y su manejo agronómico tiene importantes repercusiones socio-económicas y ambientales (Sánchez, 2019). La sostenibilidad de este cultivo no está exenta de amenazas. La intensificación a la que los suelos de olivar han estado sometidos en las últimas décadas ha mermado significativamente su calidad (Sánchez, 2019).

En la mayor parte de los territorios olivareros de España, la lluvia se convierte en el único aporte hídrico del olivo (Pastor y Castro, 1996) por lo que la retención y el mantenimiento del agua en los suelos es indispensable, ya que se trata de un factor limitante tanto en el crecimiento como en la producción del olivo. La pluviometría en estas zonas tiene un carácter marcadamente estacional, recogándose desde el otoño a la primavera el 70% del total de las lluvias anuales. Además, es precisamente en esta época cuando el olivo tiene una menor actividad biológica, con lo que se produce un mínimo aprovechamiento del agua de lluvia (Pastor y Castro, 1996). Es en los periodos secos cuando se produce un mayor consumo de agua que el olivo extrae de sus reservas hídricas en el suelo recogidas en las épocas lluviosas, por ello se hace indispensable recoger y retener estas reservas. No obstante, en muchos terrenos no es suficiente con esto ya que a la tarea de evitar al máximo las pérdidas por evaporación y transpiración, hay que añadir aquellas dirigida a frenar la extracción hídrica por parte del sistema radicular de plantas indeseadas, que pueden ser bastante perjudiciales.

En la mayor parte de los territorios donde el principal modelo de cultivo del olivar es “tradicional”, se está viendo mermada la capacidad competitiva debido a que este modo de cultivo sufre de una elevada atomización, dispersión y elevados costes de producción. Según afirma Vilar et al. (2011) “Los últimos cambios acontecidos en el sector, derivados del proceso de reforma experimentado por la Política Agrícola Comunitaria (PAC) y la Organización Común de Mercado (OCM) del olivar, junto con la incorporación de nuevos países en la explotación de este cultivo, ha originado que la competitividad de las explotaciones tradicionales se esté viendo comprometida, al quedar cada vez más expuestas a las fuerzas del libre mercado”. Éste panorama se cierne aún más desolador al tener en cuenta el enorme incremento que están teniendo en establecimiento de modelos más intensivos tales como explotaciones de olivar intensiva y súper intensiva, con costes de producción reducidos (entorno a 1.4 euros por litro de aceite), con lo que se deja al cultivo tradicional en una posición de inferior competitividad (Vilar et al., 2011).

Este hecho, junto con sus valores altos de producción (entorno a 10000 kilos de aceitunas por hectárea) está impulsando los sistemas de explotación intensivos y súper intensivos, y eso a pesar de tener que renovar la plantación cada 15-20 años. Aun así, se debe tener en cuenta la climatología y orografía del paisaje pues éste tipo de plantaciones no son aptas para todas las especies o zonas y deben adaptarse lo máximo posible a la

especie que queremos plantar y por ende su tipo de cultivo, según se afirma en (Torrebella, 2019).

2.2. CONSECUENCIAS AMBIENTALES DERIVADAS DE LA AGRICULTURA MODERNA

El sistema de manejo más utilizado hasta hace poco para el control de las plantas indeseadas era el laboreo. En este sistema, el principal objetivo del agricultor es aumentar al máximo las reservas hídricas disponibles para el olivar y para ello se sirve de la labranza que es el principio básico de la aridocultura. Se eliminan así las malas hierbas durante todo el año al igual que se mantiene el suelo desnudo. El motivo que lleva a éste tipo de manejo es el aumento de la capacidad de infiltración de un suelo labrado (Martínez, 2003). En los últimos años, la tendencia ha sido a rebajar la profundidad de la labor y el incremento de aperos destinados a ello. Este tipo de manejo no es el más idóneo ya que determinadas prácticas agrícolas en este sentido han contribuido a acelerar drásticamente el proceso erosivo puesto que las labores contribuyen a generar grandes pérdidas de suelo. Además, el déficit de recursos hídricos y el bajo nivel de materia orgánica de los suelos, los hace muy vulnerables a la degradación y al avance de la desertificación.

Esto se puede observar en la figura 1. Se puede apreciar el avance de la desertificación en España, el cuál, corresponde de una manera clara al avance de la desertificación ligada a aquellos territorios en los que está implantado el olivar.

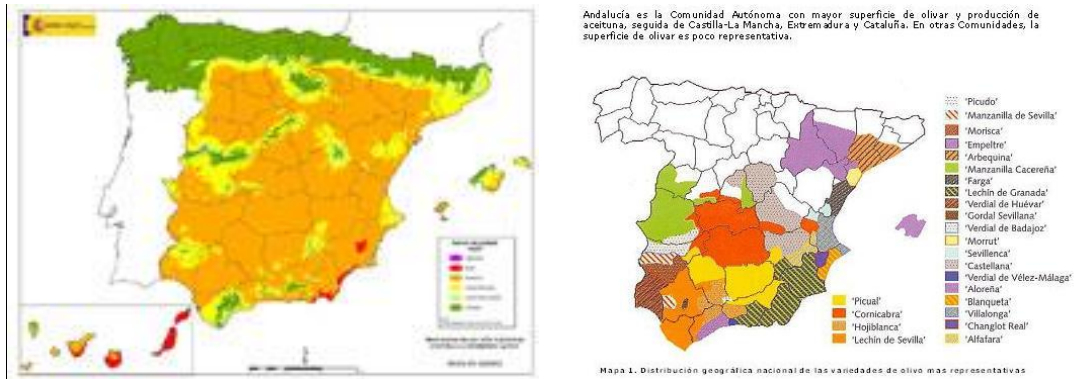


Figura 1. Mapa de aridez en España y mapa de distribución geográfica del olivo. Imágenes tomadas de Estación Experimental de Zonas Áridas (1996-2000) y Distribución Geográfica Nacional de las Variedades Más Representativas (2005).

“La erosión hídrica viene producida por la disgregación de las partículas del suelo debido a la acción de las gotas de agua al caer sobre él” (Martínez, 2003). Esto favorece que dichas partículas puedan ser transportadas de manera fácil lo que acaba provocando una diferenciación entre zonas en las que se elimina material y zonas donde se deposita o lo que es lo mismo, zonas de erosión y zonas de depósito. Esto es doblemente grave ya que la zona erosionada pierde capacidades de producción así como la zona de depósito acaba siendo contaminada (Martínez, 2003).

La problemática descrita es de enorme importancia en la provincia de Jaén, donde el cultivo del olivo ocupa la mayor extensión geográfica del mundo. En esta provincia el olivar ocupa un 48% del total de la superficie cultivable, lo que equivale a un 19% del total de olivares del mundo, un 30% del total del cultivo de Europa y el 60% del olivar de España. Las pérdidas de suelo por erosión hídrica son el principal problema del olivar en España y en otras partes del mundo, siendo esto más acentuado en Andalucía y en concreto en la provincia de Jaén. Estas pérdidas de suelo, a largo plazo, suponen una pérdida de capacidad de los suelos para sustentar sistemas agronómicos, ambientales y que por tanto acaban repercutiendo en el bienestar humano. Así, según “el 80% del olivar de Jaén presenta tasas de erosión superiores a $10 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, con un valor medio de $32 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Sánchez, 2019), datos corroborados por otros estudios como el Mapa de Pérdida de Suelos de la UE o para la cuenca alta del Guadalquivir. Estos valores son muy superiores con respecto a la tasa anual de generación *di novo* de suelo o a la capacidad de regeneración natural del suelo”.

Por lo tanto, la erosión se convierte en un factor determinante en terrenos de pendiente (Martínez, 2003). Esto se refleja en que el 20% del olivar que tiene una pendiente igual o superior al 20% lo que supone la incapacidad para mecanizarlo. La capacidad erosiva aumenta conforme lo hace la pendiente y la longitud, así se incrementa su capacidad de arrastre y la velocidad lo que se traduce en una mayor erosión. Además, la actividad humana puede incrementar notablemente la tasa mediante manejos del suelo poco beneficiosos. Además de la pérdida de horizontes del suelo, también se pierden las capas más superficiales del suelo, que son, precisamente, aquellas con los contenidos de nutrientes y materia orgánica más elevados. Además, a esta pérdida de fertilidad del suelo, de capital ambiental, de potencial productivo, se ha de sumar la pérdida en agua por escorrentía superficial que provoca un déficit hídrico inasumible para niveles productivos óptimos. Cuando el acarreo de materiales finos arrastrados por el agua se acentúa, se producen acarreamientos que no solo disminuyen la productividad del suelo y eliminación de horizontes, sino que también produce importantes perjuicios económicos por la transitabilidad de la finca.

“Además de tener en cuenta algunos factores geo-ecológicos locales, sin duda los cambios en los tipos de cultivo de olivar y uso del suelo han repercutido en las tasas tan elevadas de erosión (Sánchez, 2019). De hecho, el cambio de uso de suelo para olivar de zonas sub-urbanas, y de otros cultivos, ha sido uno de los cambios de uso más importante desde hace 250 años (Sánchez, 2019)”. Es difícil, por tanto, cuantificar las pérdidas por erosión porque se deben tener en cuenta muchos factores como la colmatación en embalses pero se considera que el 90% de los daños producidos por la erosión se producen *ex situ* (Sánchez, 2019).

Estas alteraciones producidas por los cambios agrícolas sobre los usos del suelo y de los paisajes naturales, se convierten en algunos de los principales vectores del Cambio Global y de la más acentuada cada día, pérdida de los hábitat y de las especies. Por ende de la pérdida de biodiversidad y de sus interrelaciones ecosistémicas. La intensificación en las labores ganaderas y agrícolas ha propiciado que los paisajes agrícolas sean cada vez más homogéneos y simples. Sin embargo, el cultivo del olivar produce algunos beneficios como son la enorme capacidad para la recuperación de la biodiversidad al tratarse de un punto caliente dentro de Europa pues son numerosas y documentadas las relaciones

tróficas que se producen a su alrededor debido a su naturaleza semiforestal, (Camacho et al., 2019).

El avance de las elevadas tasas de erosión en el olivar ha sido el origen de múltiples investigaciones destinadas a estudiar el papel de la cubierta vegetal en el control de la erosión del suelo. Y esto es debido al hecho de que la cubierta vegetal puede reducir en un 50% la energía de impacto de la lluvia y en un 75% la energía para producir escorrentía (Chirino, Bellot, Bonet y Andreu, 2003)”. Algunos autores han señalado que respecto al frenado de la energía pluvial y la rugosidad hidráulica, son más eficaces las hierbas que los árboles y que un estrato arbustivo denso y de bajo porte puede tener un efecto satisfactorio en la conservación del suelo.

“Las cubiertas vegetales son un conjunto de medidas agro-ambientales encaminadas a frenar la erosión y degradación de los suelos (Castro, 2000)”. Consisten en permitir que se desarrollen herbáceas en las calles o zonas verdes de los cultivos leñosos, como el olivar, pero también factible en el almendro y viñedos, entre otros, para evitar que el suelo esté desprovisto de protección ante eventos de lluvia intensa y/o perturbaciones (Rodríguez, 2003).

El uso de cubiertas vegetales no solo protege el suelo de la erosión sino que, directa o indirectamente, modifica el suelo, especialmente su estructura y composición en cuanto a la agregación de partículas y reciclaje de nutriente. Producen un aumento en elementos tales como el nitrógeno y el carbono orgánico, produce una notable disminución en el lavado de nitratos. Otro aspecto a tener en cuenta es que las cubiertas vegetales mejoran la actividad microbiana del suelo, concretamente favoreciendo el desarrollo de hongos micorrízicos arbusculares, los cuales mejoran la absorción de nutrientes como el fósforo y producen una mayor resistencia de sus hospedadoras frente al estrés. Estos hongos también modifican y mejoran el entorno físico del suelo (Hontoria et al., 2019).

3. JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años, la información publicada acerca de la implantación de las cubiertas vegetales y de sus efectos sobre multitud de servicios ecosistémicos se ha incrementado ostensiblemente. Es por ello que se hace necesaria una revisión bibliográfica en la que se analicen y se sintetizen los principales hitos y en qué puntos hay acuerdos y desacuerdo entre los investigadores.

4. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo fin de grado es revisar el papel de la cubierta vegetal en proveer de servicios ecosistémicos.

Otros objetivos secundarios son:

- i) Presentar información sintetizada de los efectos que la cubierta vegetal tiene sobre el olivar.
- ii) Analizar el papel de la cubierta vegetal como proveedor, directo e indirectos de recursos.
- iii) Analizar el papel de la cubierta vegetal como elemento que confiere capacidad regulatoria en el agroecosistema del olivar.
- iv) Analizar el valor socio-culturales que puede aportar la cubierta vegetal en el olivar.
- v) Señalar la importancia de la cubierta vegetal en la recuperación de la biodiversidad.

5. METODOLOGÍA

El trabajo ha sido llevado a cabo durante la primavera del 2020.

La búsqueda bibliográfica ha sido dividida en dos partes: Una en la que se han incluido artículos relacionados con la cubierta vegetal propiamente dicha; y otra búsqueda de artículos en los que se relacionaba la cubierta vegetal con el ecosistema y los servicios que ésta aporta.

En la búsqueda relacionada con la cubierta vegetal propiamente dicha se han utilizado las palabras clave: Cubierta vegetal, olivar, cubierta vegetal y olivar; y algunas en inglés como green cover, olive grove y green cover and olive grove.

En la segunda parte de la búsqueda, relacionada con artículos sobre la relación entre cubierta vegetal y el ecosistema en los servicios que aporta, se han utilizado las palabras clave: cubierta vegetal y erosión, cubierta vegetal y nutrientes, cubierta vegetal y paisaje, cubierta vegetal y biodiversidad, y cubierta vegetal y regulación; y otras en inglés como green cover and regulation y green cover and landscape.

Las bases de datos consultadas son: DIALNET, GOOGLE ACADÉMICO Y SCIELO, debido a la gran cantidad de información que ofrecen. Por ello, no ha sido necesario seguir buscando en otras bases de datos.

Es importante destacar que la mayoría de artículos y otros documentos de relevancia en el estudio han sido encontrados en la base de datos GOOGLE ACADÉMICO. Los datos se reflejan de forma narrativa y no se han realizado otros estudios cuantitativos. El idioma predominante en la mayoría de los artículos de importancia para el estudio es el castellano aunque también se han encontrado alguno en portugués.

En las bases de datos citadas anteriormente y utilizando las técnicas y palabras clave mencionadas se han obtenido los siguientes datos, referenciados en la bibliografía según APA.

Tabla 1. Tabla de búsquedas en el motor de búsquedas Dialnet.

Palabras clave	Artículos encontrados	Filtros	Artículos encontrados tras aplicación del filtro
Cubierta vegetal	1111	Se incluyen sólo artículos de revistas	603
Cubierta vegetal y olivar	119	Se incluyen solo artículos de revista	66
Cubierta vegetal y erosión	189	Solo se incluyen artículos de revista	92
Cubierta vegetal y biodiversidad	55	Se incluyen solo artículos de revista	18
Cubierta vegetal y nutrientes	67	Se incluyen solo artículos de revista	15
Cubierta vegetal y regulación	26	Se incluyen solo artículos de revista de	7
Cubierta vegetal y paisaje	102	Se incluyen solo tesis	44

Una vez realizadas las búsquedas con las citadas palabras clave, y habiendo obtenido los resultados mostrados en la tabla anterior, se discriminaron algunos artículos habiendo leído sus títulos y resúmenes. Una vez realizados los filtros que aparecen en la tabla, además de la selección en función de sus títulos y resúmenes, se han analizado en profundidad 25 títulos de los obtenidos en este motor de búsqueda. De los cuales hemos utilizado 14 artículos han sido los principales tomados en consideración porque son los que cumplen las exigencias que necesitamos para esta revisión bibliográfica.

Tabla 2. Tabla de resultados en el motor de búsqueda Google Académico.

Palabras clave	Artículos encontrados	Modificaciones de búsqueda	Artículos encontrados
Cubierta vegetal	138,000	Se limita el año de búsqueda desde 2019 hasta 2020 y se excluyen citas y patentes.	9,040
Cubierta vegetal y olivar	10,400	Se limita el año de búsqueda desde 2019 hasta 2020 y se excluyen citas y patentes	627
Cubierta vegetal y erosión	38,400	Se limita el año de búsqueda desde 2019 hasta 2020 y se excluyen citas y patentes	3,560
Cubierta vegetal y biodiversidad	40900		
Cubierta vegetal y nutrientes	45900		
Cubierta vegetal y paisaje	53,900		
Cubierta vegetal y regulación	43900		

Una vez realizadas las búsquedas con las citadas palabras clave y habiendo obtenido los resultados mostrados en la tabla anterior, pasamos a discriminar algunos artículos habiendo leído sus títulos y resúmenes. Una vez realizados los filtros que aparecen en la tabla, además de la selección en función de sus títulos y resúmenes, nos hemos quedado con 37 títulos de los obtenidos en este motor de búsqueda. De los cuales hemos utilizado 20 artículos ya que cumplen las exigencias que necesitamos para esta revisión bibliográfica. En ésta búsqueda sólo se han utilizado filtros para las palabras clave “cubierta vegetal y erosión y cubierta vegetal y olivar” ya que la cantidad de artículos era muy grande y se hacía imposible una búsqueda ordenada sin dichos filtros. Sin embargo, para las búsquedas en las que incluimos palabras como regulación, biodiversidad, nutrientes y paisaje no se

han encontrado tantos artículos actualizados por lo que decidimos evaluar sus títulos y resúmenes para ver si así se adecuaban a nuestras necesidades y sin incluir filtros algunos.

Tabla 3. Tabla de búsquedas en el motor de búsqueda SCIELO.

Palabras clave	Artículos encontrados	Modificaciones de búsqueda	Artículos encontrados
Cubierta vegetal	107	Solo se incluyen artículos en español	86
Cubierta vegetal y olivar	2		
Cubierta vegetal y erosión	20	Solo se incluyen trabajos en español	16
Cubierta vegetal y biodiversidad	7		
Cubierta vegetal y nutrientes	4		
Cubierta vegetal y paisaje	7		

Una vez realizadas las búsquedas con las citadas palabras clave y habiendo obtenido los resultados mostrados en la tabla anterior, pasamos a discriminar algunos artículos habiendo leído sus títulos y resúmenes. Una vez realizados los filtros que aparecen en la tabla, además de la selección en función de sus títulos y resúmenes, nos hemos quedado con 8 títulos de los obtenidos en este motor de búsqueda. De los cuales hemos utilizado 2 artículos ya que cumplen las exigencias que necesitamos para esta revisión bibliográfica.

Los criterios de inclusión y exclusión para la búsqueda bibliográfica han sido los siguientes:

➤ *Año de publicación de los documentos:* En la primera búsqueda relacionada con la cubierta vegetal propiamente dicha, dada su relevancia en la actualidad se han reducido a los que datan desde el año 2019 hasta el año 2020, descartando todo lo publicado

anteriormente. La segunda parte de la búsqueda de documentación relacionada con los servicios ecosistémicos que la cubierta vegetal aporta, debido a que la información no están tan actualizada, hemos decidido ampliar los criterios de búsqueda a cualquier fecha.

➤ *En relación con el tema a estudiar:* Se descartan todos aquellos documentos en los que una vez leído el resumen, observamos su poca o ninguna relevancia con el tema a estudiar.

➤ *Exclusión de citas y patentes:* En la base de datos GOOGLE ACADÉMICO, debido a la cantidad de información obtenida en la primera búsqueda se han excluido todas las “citas” y “patentes”.

Hemos encontrado un gran número de documentos relacionados con la cubierta vegetal propiamente dicha. En las bases de datos en las cuales no se podía reducir la búsqueda, se han revisado los documentos encontrados en las seis primeras páginas, ordenadas por relevancia. Una vez analizada la importancia del documento en relación con el estudio, y la calidad del mismo, ha sido incluido en este. Sin embargo nos ha sorprendido mucho la dificultad para encontrar cualquier tipo de documentación relacionada con algunos de los servicios ecosistémicos que aporta la cubierta pues la información no se encuentra actualizada

Debido a esta dificultad en la búsqueda bibliográfica, se realizaron multitud de búsquedas obteniendo **MILES** de resultados, siendo imposible reflejar los datos en las tablas anteriormente descritas, puesto que si se hubiesen reflejado la extensión de las tablas sería interminable.

Para la realización de éste estudio se han utilizado 31 documentos obtenidos a través de los motores de búsqueda especificados atrás. También se han utilizado 7 documentos obtenidos de revistas y libros físicos. Por igual, también se han empleado 2 mapas obtenidos de la web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, además de la documentación mencionada se ha utilizado el Plan Director del olivar de Andalucía, aportado por el tutor del trabajo.

6. PAPEL DE LA CUBIERTA VERDE EN LA RETENCIÓN Y RECIRCULACIÓN DE NUTRIENTES, Y EN LA PRODUCTIVIDAD DEL OLIVAR

Según la clasificación de Castro (Castro, 2000), las cubiertas vegetales sembradas se pueden diferenciar en tres grandes grupos. Cubiertas vegetales sembradas de gramíneas, como la cebada o el bromo. Su siembra se realiza de manera manual o mecánicamente mediante sembradoras y una de sus características es estar compuesta por una o varias especies. Su uso es adecuado en aquellos suelos cuyo manejo haya sido el del laboreo o aquellas zonas donde el manejo haya desprovisto de vegetación el suelo. Cubiertas vegetales sembradas de leguminosas entre las que encontramos la veza o el trébol. Su interés en términos de nutrientes, reside en su capacidad para la fijación de nitrógeno. En algunos olivares también se tenemos las cubiertas vegetales siembran cubiertas verdes en las que especies dominantes son crucíferas, y dentro de este grupo encontramos especies como la oruga o la mostaza blanca. Estas son especies adecuadas si se quiere además implementar sistemas de control sobre *Verticillium dahliae*. De igual manera, ejercen un control natural sobre otras herbáceas que compiten con el olivar y no son tan deseables. También tiene un alto contenido en glucosinolatos lo que le permite actuar contra insectos, hongos y otras hierbas (Torrús, 2019).

Dentro de esta clasificación, cabría resaltar la importancia que tienen la siembra que son mezclas de leguminosas y gramíneas. Las primeras contribuyen a la fijación del nitrógeno (N) atmosférico, mientras que las segundas favorecen la fijación del N de las primeras, además de contribuir a reducir la erosión porque su elevado contenido en lignina, celulosa y hemicelulosa favorecen su lenta descomposición una vez controladas (Ovalle, González, Del Pozo, Hirzel y Hernáiz, 2007).

En un olivar que permite la presencia de una cubierta vegetal y en el que se realiza un abonado químico y el quemado de los restos de poda, la única entrada de carbono orgánico que tiene se realiza a través de la cubierta vegetal, la cual se mantiene desde otoño a primavera (Torrús, 2019). De hecho, la cantidad promedio de carbono orgánico en el suelo es sensiblemente superior en parcelas de olivar con cubierta vegetal de la DOP de Estepa con respecto a aquellas comparables pero sin cubierta vegetal (Torrús, 2019). En promedio el contenido en carbono orgánico del suelo fue un 25% superior en parcelas con cubierta

vegetal con respecto a aquellas que no tenían cubierta vegetal. La cantidad de carbono orgánico en una hectárea y 30cm de profundidad del suelo en las parcelas en las que no se ha aplicado cubierta vegetal fue de 30,5 toneladas, mientras que en las parcelas en las que el manejo ha sido de cubierta vegetal los valores fueron, en promedio, de 32,5 toneladas. Esto equivale a un incremento promedio de 2 toneladas de carbono orgánico por hectárea y por 30cm debido a la presencia de cubierta vegetal.

En este mismo estudio, Torrús (2019) afirma que “la cantidad de biomasa de cubierta vegetal cosechada durante un año, o producción neta anual, que en los cuadrados de 50 cm x 50 cm, fue muy variable. Osciló entre 4,2 y 65,5 gramos en 0,25 m², mientras que el promedio fue de 38,8 gr. Cuando se extrapola a una hectárea, y siempre teniendo en cuenta la superficie cubierta en una hectárea, la cantidad de biomasa de cubierta vegetal cosechada osciló entre 79 kilos y 1190 kilos, promediando 460 kilos para el conjunto de las 24 parcelas de olivar con cubierta vegetal”. Más de la mitad de las parcelas mostraron valores inferiores a la media tonelada de biomasa de cubierta vegetal en una hectárea. Estos valores equivalen a aproximadamente 170 kilos de carbono orgánico. Esta biomasa de cubierta vegetal acumulada antes de ser desbrozada acumula también otros macroelementos tales como nitrógeno, fósforo y potasio, y muchos microelementos. Es decir, la cubierta vegetal es un elemento de primer orden que retiene nutrientes en el agroecosistema del olivar.

Ovalle et al., 2007) observaron que la cantidad de nutrientes, tales como el nitrógeno, el fósforo y potasio se encuentran en un mayor porcentaje en cubiertas vegetales de leguminosas que en cubiertas vegetales espontáneas. He aquí la capacidad de retención de nutrientes por parte de la cubierta vegetal.

No obstante, no sólo retienen nutrientes, sino que algunas especies, aquellas pertenecientes a la familia de las leguminosas, también tienen una función de incrementar las entradas anuales de nitrógeno. No todas las especies de leguminosas son capaces de fijar la misma cantidad de nitrógeno y ni transportan la misma cantidad de éste hacia las distintas partes de la planta. El transporte del nitrógeno desde las especies de leguminosas se da a través de la descomposición de sus residuos. Del total del nitrógeno presente en las especies que componen la cubierta vegetal, aproximadamente un 40% se estima que quedaría disponible en el suelo desde el primer año de su implementación. Para conseguir

el 60% de nitrógeno que resta, se debería incorporar dicha cubierta vegetal como abono verde. Además, existen otros factores a tener en cuenta pues la capacidad para la utilización del nitrógeno obtenido y su mineralización dependen en gran medida de la capacidad que tienen las especies de leguminosas y el propio cultivo para su sincronización, de las propiedades físico-químicas del suelo y del manejo propio del suelo. Así, Ovalle et al. (2007) apuntó que parte del nitrógeno que se mide se obtiene del stock del propio suelo pero la mayoría proviene de la fijación de las propias leguminosas. Algunas medidas apuntan que la fijación anual de N desde la atmósfera por parte de la cubierta vegetal de algunos cultivos leñosos se sitúa en torno a 16-18kg de por hectárea y por cada tonelada de materia seca producida. Además, en el nitrógeno medido en la biomasa, se calcula que el 90% presente proviene de la atmósfera. “Para nutrientes como el fósforo, las mediciones más altas se realizaron en cubiertas vegetales de leguminosas tardías y de las mismas mezcladas con otras gramíneas como el ballico Ovalle et al. (2007)”.

Gómez et al. (2019) señaló que “tanto el fósforo como el nitrógeno son los principales contaminantes de las aguas. Estos elementos asociados a otros que se suelen encontrar como lixiviados de los suelos agrícolas se convierten en fuentes de contaminación de las aguas tanto superficiales como profundas suponiendo un enorme deterioro de las mismas”. La cubierta vegetal reduce significativamente las pérdidas de fósforo tanto soluble como disponible, si bien es verdad que tanto la presencia de cubierta vegetal como el laboreo, sufren de pérdidas de este elemento por las escorrentías (Rodríguez, 2011). De esta manera, el uso y manejo del suelo resulta determinante en el mantenimiento del fósforo en nuestros cultivos ya que este autor demuestra que la cantidad de potasio (K) que se pierde en el laboreo es muy superior al que se lixivia en presencia de cubiertas vegetales.

(Hontoria et al., 2019) encontró que los hongos micorrícicos están asociados a la adquisición de fósforo. Y, por lo tanto, la presencia de cubierta vegetal en el olivar favorece la micorrización de éste y, por ende, la absorción de fósforo por parte del sistema radicular del olivo.

Por tanto, la presencia de una cubierta vegetal incrementa la cantidad de nitrógeno disponible (Ovalle et al., 2007), frena la lixiviación de nutrientes como el fósforo según (Rodríguez, 2011) y también aumenta la cantidad de potasio según recoge Ovalle et al.,

(2007), además que favorece, indirectamente el grado de infestación de hongos micorrízicos. A las citadas capacidades, se suman su capacidad para incrementar la cantidad de materia orgánica así como aumentar considerablemente el secuestro y posterior asimilación de carbono orgánico (Valle et al., 2007).

Pastor (2006) concluyó que la presencia de cubierta vegetal no tiene por qué convertirse en un competidor por la extracción hídrica, siempre y cuando ésta se maneja de forma adecuada. Esto es, aprovechar el periodo de tiempo en el que la disponibilidad hídrica sea elevada para aumentar lo máximo posible la cantidad de agua que se infiltra y se retiene con el desarrollo de la cubierta vegetal. Hay algunos ejemplos en los que se muestra que la presencia de la cubierta vegetal, siempre y cuando ésta esté bien manejada, no sólo no implica una merma en la producción, sino que también ésta puede aumentar. Como se puede ver en la siguiente gráfica, un estudio realizado en la finca Salido bajo en Arquillos (Jaén) por la Delegación provincial de Jaén del CAP entre los años 1975 y 1976, la productividad en el olivar aumenta con la presencia de cubierta vegetal segada químicamente, respecto a la de olivares en los que la siega de la cubierta se ha realizado de manera mecánica y la de olivares cuyo manejo es el laboreo. La grafica muestra también el aumento de productividad de olivares con laboreo, respecto a olivares en los que se realiza siega mecánica.



Figura 2. Producción en un olivar con cubierta y sin cubierta, y con distintos sistemas de control de la cubierta. La figura ha sido tomada de Castro (2000).

7. LA CUBIERTA VEGETAL Y SU EFECTO EN LA BIODIVERSIDAD

Según Altieri y Nicholls (1994) el avance de la agricultura ha supuesto la homogeneización de los cultivos y por ende la pérdida de biodiversidad con lo que nichos ecológicos completos quedan sin completar y en algunos casos las poblaciones de especies consideradas plagas pueden proliferar.

“La utilización de cubiertas vegetales en condiciones climáticas mediterráneas es una práctica que persigue, entre otros objetivos, un manejo del suelo que, entre otros, promueva el incremento en la biodiversidad, confiriendo sostenibilidad”(Mas y Verdú 2005). Entre otros métodos, una de esas prácticas es la lucha biológica que se considera aquella ejercida por parásitos, depredadores y patógenos contra otras poblaciones de organismos para mantenerlas más bajas que si no existiesen estos depredadores (Paredes y Campos, 2013).

“La cubierta vegetal y sus restos cuando son controladas, proporcionan hábitats para el adecuado desarrollo de los ciclos de vida de muchos organismos. Así mismo, los restos de cubierta son una fuente de materia orgánica que sirve como fuente de carbono orgánico y de energía para la macro, meso y microfauna. Por tanto, no es de extrañar que la biodiversidad en aquellos olivares con cubierta vegetal funcional y estable, la biodiversidad sea mayor. Ramírez (2019) apuntó que se podía encontrar una gran abundancia de insectos asociados a las cubiertas vegetales, entre los que destacan fitófagos y parasitoides”. Entre las relaciones específicas ya testadas en el olivar se podría citar aquella que se establece entre la planta *Dittrichia viscosa* (olivarda), *Bactrocera oleae* (mosca del olivo) y el parasitoide *Eupelmus urozonus*. Se considera éste un modo de lucha eficaz contra plagas (Paredes y Campos, 2013).

Álvarez et al., (2019) mostró algunos resultados que manifiestan que la red trófica en las copas de los olivos se ve afectada significativamente por la implantación y maduración de sistemas de manejo que incluyan cubiertas vegetales. El número de taxones de parasitoides, omnívoros y herbívoros no cambia drásticamente, mientras que hay un aumento importante de depredadores entre los dos periodos, lo que produce un crecimiento paralelo en la vulnerabilidad de los herbívoros. En esencia, el número de taxones de depredadores se duplica manteniendo la misma proporción de número de presas por taxón.

De este modo, queda expuesto que la presencia de cubiertas vegetales maduras ayudan al desarrollo de redes tróficas completas en taxones para el control biológico de plagas. Esto es debido a que algunas especies de artrópodos necesitan de vegetación adyacente para cubrir sus estadios de vida y esto no sucede en cultivos perennes como el olivo. Por tanto, la presencia de cubierta vegetal funcional o dejando franjas intermedias lo menos alteradas posibles, se consiguen mejores ciclos reproductivos de esos artrópodos obteniéndose así una mayor y más eficaz lucha biológica contra algunas de las plagas del cultivo. En algunos estudios como Ramírez (2019) se encontró que la composición vegetal y las infraestructuras ecológicas afectan a la variabilidad de la entomofauna auxiliar pero que el grado de cobertura o la diversidad de especies vegetales no influyen en ella. Señala también que la variabilidad de especies en la cubierta vegetal, no influía en las poblaciones de predadores, pero para corroborar este dato, haría falta tener en cuenta la madurez de la cubierta vegetal. Por otro lado, el aumento de predadores naturales de las plagas, hacen más vulnerable aquellos taxones que las producen.

Mas y Verdú (2005) señalaron que los manejos de suelo que incluían cubierta vegetal en las calles eran imprescindible para la biodiversidad, apuntando también que en este sentido son interesantes las cubiertas espontáneas ya que el poder de enraizado de varias especies permite una mayor protección del suelo. En el mismo sentido, Pastor y Hernández (2008) concluyeron que las cubiertas vegetales espontáneas que acaban dirigiéndose hacia leguminosas son muy interesantes por la capacidad de enraizar y proteger el suelo y por su capacidad para la fijación de nitrógeno y captación de carbono.

Camacho et al., (2019) recogieron algunos resultados sobre la incidencia de la repercusión de un determinado virus en una población y las aves como vectores de infección. En este estudio se pone de manifiesto que existe relación entre el equilibrio medioambiental de la zona en relación con la incidencia de algunas enfermedades. Se hace por tanto necesario primar técnicas agroambientales y sociales que repercutan en una mejora de la biodiversidad. Esto se hace aún más apremiante teniendo en cuenta que el 25% de las especies en Europa se encuentran en peligro de extinción (Camacho, 2019). También se recogen resultados que ponen en evidencia que la simplificación del paisaje, así como determinados tipos de manejo de suelo, influye en las poblaciones de aves insectívoras y granívoras. Sin embargo, no se vieron afectados por estos manejos los frugívoros, que sí lo hicieron por la simplificación del paisaje. Rapaces y carroñeros no

fueron impactados ni por el manejo ni por el paisaje. Por otro lado, la riqueza de granívoros e insectívoros fue particularmente sensible al contraste ecológico generado por el manejo, especialmente en paisajes de complejidad intermedia (Camacho et al, 2019). En conclusión, para frenar el declive de gran parte de las aves ligadas a la agricultura es necesario generar fuertes contrastes ecológicos mediante cubiertas vegetales o sistemas como la agricultura ecológica, siendo esto más efectivo en paisajes de complejidad intermedia, acaba afirmándose en el citado estudio.

La actividad microbiana es activada por la presencia de cubiertas vegetales lo que favorece el desarrollo de hongos micorrícicos (HMA), los cuáles, a cambio de carbono ofrecen innumerables ventajas a sus hospedadoras. Hontoria et al. (2019) encontró que cuando se cultiva maíz tras un cultivo de gramíneas da excelentes resultados ya que las gramíneas favorecen la abundancia de HMA y por tanto un gran poder de enraizamiento al siguiente cultivo. De este modo se observó que el aumento de enraizamiento sobre un manejo sin las gramíneas se incrementaba entre un 10-50%, el crecimiento entre un 40-120% y el aumento de esporas en un 40-90%. Por tanto, la presencia de gramíneas aumenta considerablemente la presencia de hongos micorrícicos arbusculares.

8. LA CUBIERTA VEGETAL Y SU CAPACIDAD DE REGULACIÓN EN EL OLIVAR

8.1. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

“El intercambio iónico se refiere a aquellos procesos por los cuales partículas del suelo, liberan iones al mismo tiempo que aceptan otros de la fase líquida y lo hacen en cantidades similares, estableciendo un equilibrio” (Santiago, 2019). Cuando se produce un desequilibrio en las cargas se produce un intercambio iónico para volver a equilibrarse, este desequilibrio se elimina adsorbiendo iones que quedan retenidos superficialmente a las partículas del suelo y estas se pueden intercambiar. Son varios los materiales disponibles para el intercambio de cationes entre los que se encuentra la materia orgánica. La importancia de este intercambio reside en que aumenta la disponibilidad de nutrientes como el potasio, el magnesio o el calcio y determina la acción depuradora que el suelo ejerce, así se refleja en (Santiago, 2019). EL establecimiento de cubiertas vegetales inducidas de algunas especies favorecen la recuperación de suelos contaminados por elementos traza (Xion, 2015). Aquí se señala que El cálculo de índices de contaminación, fertilidad química y fertilidad bioquímica mediante los diagramas de Rayos de Sol, mostró que la contaminación por Cd, Cu y Zn disminuyó con las especies adecuadas de cubierta vegetal. “Dentro de las técnicas de recuperación se encuentra la denominada recuperación o atenuación natural asistida, que se basa en la potenciación, mediante la aplicación de enmiendas de una serie de procesos, que ocurre naturalmente en los suelos y que contribuyen a la estabilización de los contaminantes. El establecimiento de una vegetación natural o inducida en los suelos enmendados favorece también la recuperación de los mismos (fitorrecuperación). Algunas de estas enmiendas, son la espuma azucarera, el compost de biosólidos y una mezcla de leonardita con espuma azucarera. Estas actuaciones reducen considerablemente la disponibilidad de Cd, Cu y Zn, describe Xion, (2015)”.

“La Capacidad de intercambio catiónico (CIC) de un suelo se define, como la capacidad máxima de un suelo de retener cierto número de miliequivalentes de cationes metálicos. También llamada Capacidad de Cambio Catiónico (CCC), es la capacidad que presenta un suelo, y más concretamente el Complejo arcillo-húmico, de retener cationes, y se expresa normalmente en $\text{cmol (+)}/\text{kg}$. de suelo. La suma de todos los cationes de cambio (H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , etc.) constituye la Capacidad Total de Cambio (CTC) de un suelo.

Un valor de CIC superior a 25 cmol(+)/kg asegura una buena retención catiónica, aunque valores superiores a 20 cmol(+)/kg resultan aceptables. Los valores inferiores a 10 cmol(+)/kg son francamente insuficientes y el lavado de bases procedentes de la alteración será muy alto. El responsable del proceso de intercambio catiónico, es el complejo de cambio o complejo adsorbente, constituido por arcillas y materia orgánica humidificada principalmente; además participan en menor grado otros componentes de la fase sólida. El complejo de cambio posee carga negativa, por lo que puede retener en su superficie (adsorber) cationes, y la cantidad total de cationes que puede retener el complejo de cambio se denomina capacidad de cambio catiónico. Potencialmente el concepto de cambio catiónico en un suelo es un indicador de su fertilidad, aunque un valor alto de este parámetro no asegura la presencia de alta concentración de nutrientes, pues algunas posiciones de cambio están ocupadas por H⁺, Al³⁺, o bien por otros nutrientes no esenciales según se ve en Soto y Desamparados, (2018)”.

8.2. REGULACIÓN MICROCLIMÁTICA

“La transpiración, es decir flujo de agua a través de los estomas hacia la atmósfera, además de contribuir en el movimiento de agua en una planta, y con ello a la absorción de los nutrientes del suelo, implica una liberación de calor regulándose así la temperatura de las hojas Houspanosian et al. (2008)”. Añade que los datos de temperatura medida sobre suelo desnudo son más altos que los medidos sobre cubierta vegetal. La vegetación tiene un papel relevante en los procesos de interacción superficie- atmósfera, tanto a nivel local como en el ámbito de los modelos climáticos regionales (MCR). Entre los procesos implicados se encuentran los intercambios de calor, humedad y momento, modificaciones en las circulaciones regionales, y patrones de precipitación y, de manera indirecta, en los procesos de regulación de dióxido de carbono (Jiménez-Gutiérrez, et al., 2018). Otro indicador, fue la temperatura del suelo, que oscilaba entre los 23.20 y 25.40 °C, debido a la presencia de una importante cubierta vegetal que disminuye la cantidad de radiación global, como se puede observar en (Santiago, 2019). También, la presencia de cubierta vegetal se traduce en una reducción de la temperatura debido a la refracción que la banda vegetal produce modulando incluso la calidad del albero.

8.3. REGULACIÓN DEL PH

La presencia de cubierta vegetal es capaz de afectar de forma significativa a muchas de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Por ejemplo, Linares, (2009) encontró que la capacidad de campo, capacidad de intercambio catiónico, el pH y algunas otras propiedades fueron significativamente distintos en suelos con una historia reciente y continua de cubierta vegetal. Este autor concluyó que cambios en el ambiente natural influyen de manera directa en algunos cambios físicos y químicos del suelo y por ende en su capacidad productiva a la hora de mantener nuevos cultivos.

“La disminución del pH a través del tiempo en parcelas sin vegetación, confirma la pérdida de las bases cambiabiles y de la materia orgánica (M.O.) por arrastre y percolación. Como consecuencia, el suelo se convierte en prácticamente improductivo, al pasar de la categoría de medianamente ácido a ácido, afectándose la solubilidad de la mayoría de los nutrientes. Por otra parte, cuando el pH es bajo se hace más lenta la descomposición de la materia orgánica y produce predominantemente ácido fúlvico, considerado uno de los más poderosos agentes de lixiviación. Sin embargo, el suelo de parcelas que se mantienen protegidas bajo cultivo, al no tener incidencia directa de los efectos de la lluvia, va teniendo con el tiempo mejores condiciones para la agricultura, pues el incremento del pH, aunque todavía medianamente ácido, propicia el sostenimiento de la actividad microbiana y de una mayor cantidad de cultivos, al favorecerse la mineralización de la materia orgánica y la solubilización de los elementos nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas afirma Mendoza et al., (2004)”. La cantidad de materia orgánica presente en el suelo del cultivo determina su productividad, de ahí que se hagan necesarias las enmiendas con cubiertas vegetales, ya que suponen un aporte claro de materia orgánica. Estas enmiendas, con su respectivo aporte de materia orgánica, a largo plazo, acaban recuperando, los primeros horizontes del suelo, que suelen ser los más productivos (Rodríguez, 2003)

8.4. CONTROL DE LA EROSIÓN

Costa y Costa, (2018) afirman que “en parcelas de 0.22 y 0.72m² y simulaciones de lluvia con intensidad de 55 litros.m².h⁻¹ se reportaron que los suelos con cubierta vegetal entre 80% y 100%, redujeron la esorrentía superficial y la erosión en 89.1% y 99.8%”

pesar de que la presencia de cubierta vegetal supone una pérdida de agua por transpiración, este manejo reduce notablemente la pérdida de agua por escorrentía superficial.

“Se han realizado ensayos con el simulador de escorrentía, tanto sobre suelo inicialmente seco como tras unas lluvias y se observa que nada más comenzar el ensayo se produce escorrentía en el caso del laboreo, la cual se incrementa notablemente con el tiempo. Por el contrario, tanto la vegetación espontánea como la cubierta de *Brachypodium* comienzan a generar escorrentía bastante después y la cantidad total de agua perdida es muy inferior. Al igual que sucedía en los ensayos del olivar, la cantidad de agua de lluvia que se pierde por escorrentía y, en consecuencia es responsable de la erosión, fue mayor en las parcelas sometidas a laboreo, las cuales mostraban mayores coeficientes de escorrentía” afirma Gómez, (2019). Y añade que “Las labores permiten ahuecar el suelo, pero esa macroporosidad no tiene una gran interconexión vertical. Por el contrario, cuando mueren las plantas de las cubiertas, y se descomponen sus raíces, en el suelo quedan los tubos de raíz por los que el agua penetra fácil y rápidamente. Las cubiertas vegetales mejoraron la infiltración del agua en el suelo (mayor velocidad de infiltración), al reducirse la velocidad de la escorrentía, y aumentar el número de canales de infiltración a lo largo de las raíces.

“Debe tenerse en cuenta el papel que juegan las raíces de las plantas que constituyen la cubierta vegetal, en el aumento de la cohesión del suelo y en la mejora de la resistencia de los horizontes superficiales a la erosión por concentración del flujo” señala Cárceles, (2007). Además de una reducción en la pérdida de agua por escorrentía superficial, la presencia de la cubierta reduce de forma muy significativa la pérdida de suelo por erosión. La ausencia de cubierta vegetal y su control por medio del laboreo suele estar asociada, en función de otros factores como es la pendiente, a mayor pérdida de suelo con respecto a la presencia de la cubierta vegetal. Por ejemplo, se han medido pérdidas anuales de suelo de 7 toneladas por hectárea y año en suelos de olivares sin cubierta, mientras que con presencia de una cubierta vegetal sembrada de *Brachypodium distachyon* la magnitud fue de tan solo 1 tonelada por hectárea (Gómez et al, 2019). Además, los sedimentos encontrados en la cuenca de depósitos son mucho más finos que los componentes estructurales del suelo. Esto conlleva que esta pérdida incrementa también la pérdida de partículas donde va adherida la materia orgánica con la consiguiente pérdida de nutrientes, capacidad de intercambiar cationes, capacidad de estabilización de agregados

del suelo, etc (Gómez et al., 2019). De hecho, Carceles et al. (2017) mostraron que en presencia de cubierta vegetal no se registró la presencia de síntomas visuales de erosión, tales como surcos y cárcavas, que contrastaba con las parcelas comparables pero sin cubierta vegetal y en laboreo, donde los síntomas visuales de erosión eran evidentes y dónde la pérdida de suelo total fue más de 12 veces inferior a la registrada con cubierta vegetal. Por tanto, en numerosos estudios queda demostrada la eficacia de la cubierta vegetal en la protección del suelo agrícola frente a la erosión producida por el efecto de una pluviometría extrema. Esto muestra la eficacia que ante la erosión, presentan la implantación de las cubiertas vegetales. Esta erosión también se ve influenciada al reducir drásticamente la esorrentía por dos motivos principales: las franjas verdes hacen perder la velocidad al agua en pendientes y la capacidad de enraizamiento que las especies presentes en las cubiertas tienen, favorecen que se creen conductos preferentes por los que el agua viaja hasta las capas más profundas.

Gómez et al., (2019) afirmó que “podemos concluir que hay una repercusión significativa en la calidad de los suelos por parte del empleo de las cubiertas vegetales, y cualquier merma en la producción se vería compensada con creces con el ahorro de pérdida de suelo, la mayor actividad microbiana de los suelos, mejor calidad de los suelos (mayor estabilidad de los agregados, mayor contenido de materia orgánica, incremento de la infiltración) y un mejor aprovechamiento del agua de lluvia, lo que es importante en los secanos.”

Hernández y Pastor (2011) apuntaron a la cubierta vegetal como responsable de que “en una agricultura de secano se minimiza así la erosión del suelo desde los primeros momentos de estas cubiertas, debido esencialmente al recubrimiento alcanzado de las leguminosas de porte rastrero, así como de los restos de las mismas que permanecen en el suelo durante la época de estiaje”. Según Repullo-Ruiberiz et al. (2014), la manera más eficaz de proteger el suelo de la erosión es reducir o anular la agresividad de la lluvia. “Esto es posible mediante el establecimiento de una cobertura que sea capaz de disipar suficientemente la energía del impacto de la gota de lluvia en el suelo, evitando la disgregación de los agregados estructurales de los horizontes superficiales del suelo y frenar el flujo superficial. En su estudio, Gómez et al. (2019) encontró que no solo se reduce drásticamente la pérdida de suelo sino que se ve también afectada la humedad siendo ésta más alta en parcelas con manejo de suelo con cubierta”. Esta humedad se

mantiene por mucho más tiempo que en suelos desnudos o de laboreo. Tan es así que las cubiertas vegetales de *Brachypodium* mantienen una humedad mucho más alta y durante mucho más tiempo que el resto de ensayos sin cubierta. Además de todo esto, la macroporosidad creada por las raíces de las plantas al morir crea espacios de aireación y por los que penetra el agua produciendo una mayor infiltración, y por tanto un mayor contenido de agua. Además, la presencia de la cubierta vegetal o sus restos una vez controlada reduce la pérdida de agua de por evaporación porque supone una barrera física entre el suelo y la atmósfera.

8.5. CONTROL DE ENFERMEDADES FÚNGICAS

La cubierta vegetal y las enmiendas orgánicas se han mostrado como un método muy eficaz en el aporte de materia orgánica a los suelos. Además, esto hace que los suelos mejoren con el tiempo, pues la actividad microbiana, desintegra la materia orgánica y el resultado es un aumento de nutrientes disponibles, según se recoge en (Torrús, 2019).

La materia orgánica influye en el control de patógenos como queda reflejado en Picón (2019), donde se añade que “la biofumigación es la acción de sustancias volátiles producidas durante la biodegradación de la materia orgánica en el control de los patógenos de las plantas, incrementándose su eficacia cuando se incluyen en un sistema integrado de producción. Es por ellos que los gases y otros productos resultantes de la descomposición de enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales se utilizan como biofumigantes para el control de los organismos patógenos vegetales”. Así, se recoge que desde tiempos muy antiguos se ha adicionado materia orgánica al suelo como práctica para mejorar su fertilidad y el control de plagas, mejorando así las propiedades físico-químicas del suelo así como la disponibilidad de nutrientes. Los glucosinolatos se tratan de sustancias biosintéticas y alelopáticas que se derivan de los aminoácidos. Estos se producen en la totalidad de las plantas englobadas en el orden de las *Capparales*. Aunque también se ha descrito su presencia en otras especies. Las plantas de la familia *Brassicaceae* (crucíferas) contienen grandes cantidades de glucosinolatos presentes en todos sus tejidos. Estos compuestos, que son relativamente inactivos frente a los microorganismos, son hidrolizados por la isoenzima mirosinasa (Thioglicosidasa; CE 3.2.1.147), que cataliza la hidrólisis de la cadena β -D- tioglucopiranosida (Picón, 2019). “La enzima mirosinasa libera nitrilos, tiocianatos y fundamentalmente isotiocianatos (ITCs) tras la hidrólisis de los

glucosinolatos (GLSs) (Picón, 2019)”. Estos GLSs se postulan como una posibilidad más que viable para la lucha contra un gran número de plagas como pueden ser nematodos y patógenos del suelo. Los ITCs tienen una potente actividad biocida contra insectos, hongos y bacterias como es el caso del metil-ITC que tiene una potente actividad microbiana y es la base de algunos fumigantes comerciales.

Jurado et al., (2012), recoge que en parcelas en las que se realizan enmiendas con cubierta vegetal de crucíferas, la cantidad de inóculo presente en el suelo de *Verticillium dahliae*, se reduce respecto a parcelas en las que no se realizan estas enmiendas. Precisamente, en estas segundas, la cantidad de inóculo se incrementa con el tiempo. Afirma también que “los valores de incidencia de árboles enfermos y del índice de enfermedad fueron similares en las parcelas testigo y en las enmendadas con *B. carinata*, y fueron siempre superiores en estos tratamientos que en las parcelas enmendadas con *S. alba*, en las que se observó un retraso en el inicio de la enfermedad”. Por ello, se constata que la presencia de *S. alba* y *B. carinata* en la cubierta vegetal y su posterior utilización como enmienda, reducen la cantidad de inóculo de *Verticillium dahliae* en el suelo y por tanto su incidencia en los árboles.

9. LA CUBIERTA VEGETAL COMO PROVEEDOR DE SERVICIOS SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURALES

La existencia de cubierta vegetal tiene enormes repercusiones en el modelaje del paisaje, así como en otros servicios ecológicos como el secuestro de carbono o el control de la erosión o el reciclaje de nutrientes (Gómez et al., 2019) como ya se ha expuesto anteriormente. Sánchez (2019) apuntó que el manejo de los suelos del olivar tiene un enorme impacto socio-económico y ambiental. Por eso desde Europa surgen apuestas como la Política Agraria Común 2014-2020 (EC, 2005); y a través de RD 1078/2014 de 20 de diciembre, sobre las medidas de condicionalidad para el régimen de Pago directo (BOE, 2014); y Decreto 103/2015 de 19 de Marzo, Plan Director del Olivar (BOJA, 2015) se apuesta por subvencionar aquellas técnicas agroambientales más beneficiosas. Aun así, datos recientes (MAGRAMA, 2015) indican que más del 80% del olivar de la Provincia de Jaén carece de cubierta vegetal, lo que ha demostrado repetidamente tener un efecto profundamente negativo en cuanto a la pérdida de suelo (Yáñez y Marola, 2019).

Gómez, (2019) señaló que “La UE se ha hecho eco del problema de la contaminación de aguas promulgando la Directiva 91/676, de 12 de Diciembre, relativa a la contaminación producida por nitratos de origen agrícola. Dicha Directiva establece los criterios para designar como zonas vulnerables aquellas superficies cuyo drenaje pueda dar lugar a la contaminación de masas de agua por nitratos y la obligación para los Estados miembros de identificar las aguas que se hallen afectadas por la contaminación. Esta Directiva ha sido desarrollada por el RD 261/96, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias”. Ante esto, se señala que las cubiertas vegetales son una técnica de bastante utilidad ya que disminuyen la cantidad de nitratos presentes en el suelo, por el consumo propio de las plantas presentes así como porque consigue una dispersión y reducción de los contaminantes en fase acuosa. Este hecho reduce la contaminación producidas por la lixiviación de nitratos y fósforo. Tal lixiviación se traduce en la eutrofización de las aguas que consiste en el incremento de nutrientes en la misma por lo que las poblaciones de algas proliferan y acaban dejando sin oxígeno al resto de poblaciones animales y vegetales. Por tanto, embalses y acuíferos no pueden ser utilizados como punto de recreo y ocio así como para la obtención de agua potable.

Yáñez y Marola (2019) señalaron que la escorrentía provoca daños económicos por rotura de caminos y saturación de infraestructuras y que hasta un 70% de los daños generados por la escorrentía en un cultivo, acaba reflejándose en parcelas o infraestructuras distintas a donde se generó tal efecto. Esto quiere decir que la escorrentía producida en los olivares debido a la falta de protección del suelo, acaba repercutiendo en pérdidas económicas muy significativas en infraestructuras ajenas a las explotaciones como pueden ser caminos y carreteras. Pérdidas que la presencia de cubierta vegetal llega a frenar considerablemente debido principalmente a la eliminación de escorrentía y una mayor capacidad de infiltración en el suelo. En éste mismo estudio se pone de manifiesto que se debe sumar que la masiva construcción de infraestructuras está originando un aumento en el crecimiento de cárcavas y la creación de algunas nuevas debido a los drenes horizontales que de manera puntual producen la liberación masiva del agua de escorrentía. Así, Yáñez y Marola (2019) propusieron que la utilización de especies vegetales para cárcavas de gran tamaño pues aumentaron la estabilidad de las paredes en cárcavas más de un 30%.

Aparte de estos aspectos socio-económicos asociados a la implantación de la cubierta vegetal, también están aquellos culturales y estéticos. Por ejemplo, Camacho et al. (2019) expusieron que “las prácticas agroambientales que generan mayor contraste ecológico y el mantenimiento de áreas naturales intercaladas favorecen en general la presencia de un mayor número de especies de aves”. Muchas de estas especies son de interés cinegético, siendo la caza un recurso muy utilizado en el olivar, por lo que aunar prácticas agroambientales y manejo del paisaje puede contribuir a una mejor gestión de las especies cinegéticas que redunde en su aprovechamiento y conservación en los paisajes de olivar.

Otro aspecto, con un componente más social que el uso de cubiertas verdes tiene, se refleja en el turismo. Farré et al., (2018) apuntaron que el olivar tradicional, a pesar de ser el minoritario, alberga una enorme importancia económica y en el presente también simbólica debido al ecoturismo en el que se engloban visitas a campo, almazaras... Así, se pone de manifiesto que las iniciativas que promueven la multifuncionalidad del olivar y su componente patrimonial pueden ser algunas como el oleoturismo, catas de aceite o museos, así como Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) del aceite de oliva. España cuenta actualmente con 29 certificaciones de este tipo, de las cuales 12 se ubican en Andalucía. Es, por tanto, visible que junto al relato de calidad, se ha construido otro paralelo de calidad en otros factores como el territorial o técnico habiendo dejado de lado algunos

como el valor paisajístico. Dejando clara la necesidad de cubrir comercialmente estas carencias y apostando cada vez más por paisajes equilibrados donde el ecosistema recupere su importancia. Costa y Costa (2018) reveló que estas prácticas son necesarias porque se presume muy importante la diversificación de la economía en provincias de monocultivo, habiéndose identificado más de nueve posibilidades potenciales económicas alrededor del turismo que acoge el olivar. Es por eso que se ha estudiado profundamente la calidad de las visitas turísticas y su repercusión en las mejoras vitales y por tanto, un ecosistema equilibrado y completo repercute positivamente en la salud del viajero según se ve en (Costa y Costa, 2018).

10. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

El cultivo del olivar es el principal eje vertebrador de la vida socio-económica y cultural de amplias zonas de Andalucía. Este cultivo representa el principal medio económico para muchas familias en provincias como Jaén o Córdoba cuyo olivar produce más del 40% del total mundial de aceite producido. La intensificación del olivar y su elevado grado de simplificación son los responsables de multitud de modificaciones paisajísticas así como de una alta tasa de erosión y pérdida de capital ambiental.

El olivar en España se encuentra sometido a un clima mediterráneo, el cuál aporta periodos lluviosos de intensa actividad que se alternan con largos periodos de sequía. Es por eso que la erosión producida en éste cultivo es incluso más acusada que para otros cultivos. Además se añade el hecho que existe una enorme cantidad de plantaciones de olivar en terrenos marginales y de acusada pendiente. Es por ello que en la actualidad los usos de suelo se están viendo modificados hacia otros tipos de manejo como el olivar súper intensivo.

Para frenar la erosión producida por la lluvia en el olivar, y en otros cultivos leñosos por extensión, surgen alternativas como la cubierta vegetal. Esta se basa en dejar calles o zonas verdes entre nuestros cultivos principales y se puede mantener de manera permanente o por épocas. Hay muchas pruebas que constatan que la presencia de la cubierta vegetal reduce considerablemente a pérdida de suelo por erosión.

La cubierta vegetal además de frenar la erosión, provee al olivar de otros servicios ecosistémicos que habían quedado limitados por el elevado grado de simplificación del cultivo del olivar. Entre ellos se incluyen:

1) Provee al olivar de mecanismos de retención y reciclaje de nutrientes y añade vectores naturales en la lucha contra plagas y enfermedades.

2) Es capaz de realizar un papel fundamental en la regulación de algunos factores en el olivar como pueden ser el intercambio catiónico y la regulación del pH a través de la mejora en la estructura del suelo, la temperatura y la humedad del suelo, así como según ayuda en el control de algunas enfermedades y plagas del olivar.

3) Juega un papel fundamental en el mantenimiento y la restauración de la biodiversidad. Esto influye de manera muy positiva en el cultivo pues la restauración de equilibrios ambientales consigue la incorporación de muchos depredadores que pueden servir para controlar las plagas de manera natural, así como la restauración de nichos ecológicos y el aumento de aves. No obstante, algunos estudios (por ejemplo Ramírez, 2019) muestran que la diversidad de especies no influye en las poblaciones de depredadores naturales aunque en este estudio no se tuvo en cuenta la madurez de la cubierta vegetal tal y como fue señalado por Álvarez et al. (2019).

4) La cubierta vegetal también tiene un componente socio-cultural muy importante. Esto es debido a que la presencia de cubierta vegetal reduce las pérdidas económicas asociadas a la erosión en el olivar, lo que supone importantes partidas presupuestarias para las instituciones encargadas de reparar caminos, carreteras y embalses. Así mismo, la presencia de la cubierta vegetal es un elemento estético clave en el creciente sector oleoturístico y en la puesta en valor que tiene el paisaje del olivar.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. (1994). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Barcelona (España). Icaria Editorial S.A.
2. Álvarez, H.A., Morente, M, Campos, M. y Ruano, F. (2019). La madurez de las cubiertas vegetales aumenta la presencia de enemigos naturales y la resiliencia de la red trófica de la copa del olivo. *Ecosistemas*. Volumen 28, Nº 3, pp 92-106.
3. Camacho, F.M., Tarifa, R., Valera, F., Molina-Pardo, J.L., Ruiz, J.C. y Rey, P.J. (2019). Paisaje y prácticas ambientales en olivar: Importancia para la gestión de especies de aves amenazadas, cinegéticas y migradoras. En (Eds.) SEOBirdLife 2019. *Libro de resúmenes del VII congreso Ibérico y XXIV español de ornitología*, pp. 53. Sociedad Española de Ornitología. Madrid. Recuperado de: <https://www.seo.org/wp-content/uploads/2019/11/LIBRO-RESUMENES-2019.pdf>
4. Carceles, B., Gálvez, B., Francia, R., Rodríguez, C.R., Cuadros, S. y Duran, V.H. (2017). La cubierta vegetal y la erosión de suelos por surcos por eventos lluviosos extremos en ambientes semiáridos. *Revista de Ciencias Ambientales* ISSN 2215-3896, Volumen 51, Nº. 1, pp. 51-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.51-1.4>
5. Castro, J. (2000). Cubiertas vegetales en el olivar: Funciones, tipo y manejo. *Vida rural*, año 2000, pp. 38-40. ISSN: 1133-8938. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2000_113_38_40.pdf
6. Chirino, E., Bellot, J., Bonet, A. y Andreu, J.M. (2003). Efectos de diferentes tipos de cubierta vegetal en el control de la erosión en clima semiárido. Se-España. *Edafología*. Volumen 10, Nº 3, pp 39-48. Recuperado de : <https://www.secs.com.es/data/Revista%20edafo/10-3/paginas%2039-48.pdf>
7. Costa, C. Y Costa, J. (Ed). (2018). Libro de resúmenes. XXX Jornadas Luso-Espanholas de Gestão Científica. Cooperação transfronteiriça: Desenvolvimento e coesão territorial. Bragança, (Portugal). UNIAG, Instituto Politécnico de Bragança. Recuperado de : https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/20440/3/JLE_2020_resume_abstract_final.pdf
8. Distribución geográfica nacional de las variedades de olivo más representativas. (2005). Variedades del olivo en España. Recuperado de : <http://www.mapa.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=6>

9. Estación experimental de zonas áridas (1996-2000). Programa de acción nacional contra la desertificación. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/1_Aridez_red1_tcm30-152810.jpg
10. Farré, M., Lozano, C. y Aguilar, E. (2020). La "nueva cultura del aceite" como eje de transformación en los territorios olivareros andaluces. *AIBR, Revista de Antropología Iberoamericana*. Volumen (15), Nº 1, pp. 79-104. Recuperado de: <https://www.aibr.org/antropologia/netesp/numeros/1501/150105.pdf>
11. Gómez, J. A., Soriano, M. A., Bienes, R., López-Vicente, M., Mora, José. (2019). Jornadas sobre uso de cubiertas vegetales y otra vegetación para el control de la erosión y otros servicios ecosistémicos en cultivos leñosos. proyecto INTCOVER. Junta de Andalucía (Córdoba). Recuperado de: <https://digital.csic.es/handle/10261/184360>
12. Hernández, A. J. y Pastor, J. (2011). Contribución de las cubiertas permanentes de especies de leguminosas a los servicios ecosistémicos en un olivar castellano manchego. *En Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI*. C. López-Carrasco et al. (eds): 619-624. Ed. SEEP (Sociedad Española para el Estudio de Los Pastos), ISBN: 978- 84-614-8713-4. Recuperado de : <https://digital.csic.es/bitstream/10261/49059/1/Cubiertas%20permanentes-11.pdf>
13. Hontoria, C., Garcia- González, I., Gabriel, J.L., Alonso-Ayuso, M. y Quemada, M. (2019). Los cultivos cubiertos de invierno mejoran la fertilidad y calidad del suelo gracias a su efecto en la micorrización. *Agricultura de conservación*. Nº 41, pp. 30-39. Recuperado de: <http://www.nolaboreo.es/fotosbd/180320201538070970.pdf>
14. Houspanosian, J., Rivas, R. y Vázquez, P. (2008). La humedad del suelo cultivado con maíz y la relación con la temperatura radiativa de su cubierta vegetal. *Ciencia*. Volumen 3, Nº 7, pp 64-74. Recuperado de: <http://www.exactas.unca.edu.ar/revista/v70/pdf/RevCiencia7-5.pdf>
15. Jiménez-Gutiérrez, J.M., Montavez, J.P., Jerez, S. y Valero, I. (2018). Sensibilidad de la fracción de cubierta vegetal en modelos climáticos regionales. *Revista Actas AEC*. Nº 28, pp 988-996. Recuperado de : <http://aeclim.org/wp-content/uploads/2019/07/987-JIM%C3%89NEZ.pdf>
16. Jurado, J. Haro, A., Hidalgo, J., Hidalgo, J., Vega, V. y Bejarano, J., (2014). Influencia de la aplicación de enmiendas basadas en cubiertas vegetales de crucíferas sobre la verticilosis del olivo en condiciones de campo. XVII Congreso de la Sociedad española de Fitopatología. Universidad de Lerida y la fundación Udl. Lleida. Recuperado de:

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/159348/3/2014%20Jurado%20Influencia%20de%20a%20aplicacion%20de%20enmiendas.pdf>

17. Linares, R. (2009). Estudio del empleo de cubiertas vegetales temporales para la regulación del régimen hídrico, crecimiento y manejo sostenible del viñedo. (Tesis doctoral). Universidad politécnica de Madrid. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos. Madrid. Recuperado de:

http://oa.upm.es/12997/1/RUBEN_LINARES_TORRES.pdf

18. Martínez, A. (2003). La erosión hídrica y sus efectos en el olivar. *Vida rural*. Nº162, pp 60-63. ISSN 1133-8938. Recuperado de :

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2003_162_60_63.pdf

19. Martínez, A., Francia, J.R., Martínez, A. (2007). Introducción a la agricultura de conservación en olivar en olivar. Evaluación del comportamiento de los sistemas de manejo de suelos. A. Rodríguez (Ed.), *Cubierta vegetales en olivar*. pp. 7-17. Córdoba, España: Edita, Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca. Recuperado de:

https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337161293CUBIERTAS_VEGETALES_9-07_mod_por_JMD.pdf

20. Mas, M.T. y Verdú, A.M.C. (2005). Biodiversidad de la flora arvense en cultivos de mandarina según el manejo del suelo en interfilas. *Boletín sanidad vegetal, plagas*. Volumen 31, pp 231-241. Recuperado de:

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-31-02_231-241.pdf

21. Mendoza, L., Pacheco, O., Vento, M., Barroso, R. y Sanchez, M., (2003). La cubierta vegetal como amortiguadora de los procesos erosivos en suelos con relieve llano a ondulado. II Efecto sobre el pH del suelo. *Centro Agrícola*. Volumen 30, Nº3, pp 3-7. Recuperado de:

http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V31-Numero_1y2/cag021041345.pdf

22. Montes, C. y Sala, O. (2007 Septiembre). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas*, nº16, pp. 137-147. Recuperado de:

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/120>

23. Ossorio, D., Siles, G., García, A. y Torres, J.A. (2017). Ensayo de germinación en *Trifolium angustifolium* y *Hedysarum spinosissimum*, dos leguminosas anuales con interés

en la restauración de cubiertas herbáceas en olivar. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, N° 293, pp. 164-165. ISSN 1131-8988.

24. Ovalle, C., Del Pozo, A., Lavín, A. y Hirzel, J. (2007) Cubiertas Vegetales en Viñedos: Comportamiento de mezclas de Leguminosas Forrajeras Anuales y Efectos sobre la Fertilidad del Suelo. *Agricultura técnica*. Volumen 67, N° 4 versión impresa ISSN 0365-2807. Recuperado de:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072007000400006&script=sci_arttext&tlng=e

25. Ovalle, C., González, M.I., Del Pozo, A., Hirzel, J. y Hernáiz, V. (2007). Cubiertas Vegetales en Producción Orgánica de Frambuesa: Efectos sobre el Contenido de Nutrientes del Suelo y en el Crecimiento y Producción de las Plantas. *Agricultura técnica*. Volumen 67, N° 3. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072007000300006&script=sci_arttext

26. Paredes, D. y Campos, M. (2013). Importancia de la biodiversidad en la gestión integrada de plagas en el cultivo del olivar. (Dossier) Gestión integrada de plagas. *Vida Rural 2013*, pp 31-34.

27. Pastor, M. (2006). Efecto de las cubiertas vegetales en el contenido de agua del suelo. *Vida Rural*, año2006, pp. 28-35. ISSN: 1133-8938. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2006_228_28_35.pdf

28. Pastor, M. y Castro, S. (1996). Sistemas de manejo del suelo en olivar. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*. ISSN 0002-1334, N°772, pp. 916-919. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agri/Agri_1996_772_916_919.pdf

29. Pastor, J. y Hernández, A.J: (2008). Ingeniería ecológica para el olivar de secano: Manejo de la biodiversidad vegetal en interés de cultivadores de trébol subterráneo en el marco del cambio climático. J.M. Egea. *VIII congreso SEAE sobre “Cambio climático, biodiversidad y desarrollo rural sostenible*. Madrid (España).

30. Pedraza, V., González-Andújar, J.L., Lezáun, J.A. y Garnica, I. (2019). El proyecto europeo IMPRAISE: manejo integrado de las malas hierbas en el olivar. Fundación del olivar. *XIX simposium científico-técnico*. EXPOLIVA. Jaén (España). ISBN 978-84946839-2-3. Recuperado de: https://digital.csic.es/bitstream/10261/209243/1/malas_hierbas.pdf.

31. Plan Director del olivar de Andalucía, Decreto 103/2015. Recuperado de:
<https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Plan%20Director%20del%20Olivar.pdf>
32. Picón, J. (2019). El efecto biofumigante de las especies de la familia Brassicaceae en hongos fitopatógenos. (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, Departamento de microbiología. Sevilla, (España). Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/231995520>
33. Ramírez, C. (2019). Entomofauna auxiliar asociada a cubiertas vegetales en una parcela de cítricos ecológicos. (Trabajo fin de Master). Universidad politécnica de Valencia, Escuela técnica superior de ingeniería agronómica y del medio natural, departamento de ecosistemas agrofrestales. Master en producción y sanidad vegetal. Valencia. Recuperado de :
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/118841/Ramirez%20-%20Entomofauna%20auxiliar%20asociada%20a%20cubiertas%20vegetales%20en%20una%20parcela%20de%20c%c3%adicos%20ecol%c3%b3gicos.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
34. Repullo-Ruiberriz de Torres, M.A., Ordóñez-Fernández, R., Márquez-García, J., Moreno-García, M. y Carbonell-Bojollo, R. (2014). Eficiencia de cubiertas vegetales en gramíneas, crucíferas y leguminosas para reducir la erosión y la pérdida de materia orgánica en suelo en olivar. *Agricultura y conservación*. N°28, pp 20-28. Recuperado de:
http://www.agriculturadeconservacion.org/images/descargas/Revistas_AC/Revista_AC_28.pdf
35. Rodríguez, A. (2003). Cubierta vegetal en el olivar. *Agricultura y conservación*, [online] pp. 504-510. Recuperado de:
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/87626/AGR987.pdf?sequence=1>
36. Rodríguez, A. (2011). Efectos medioambientales y agronómicos de las cubiertas vegetales vivas y de los restos vegetales. (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba. (España).
37. 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. Recuperado de:
<http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/9349/1/Maria%20Jose%20Sanchez%20Gonzalez.pdf>

38. Santiago, Y.C. (2019). Influencia de los cultivos de gramíneas (*Zea Mays*) y leguminosas (*Phaseolus Vulgaris*) en la calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Ceyran, Huanuco. (Tesis doctoral). Universidad de Huánuco, Facultad profesional de ingeniería ambiental. Huánuco (Perú). Recuperado de: <http://200.37.135.58/bitstream/handle/123456789/2229/SANTIAGO%20ARRATEA%2c%20Yesabella%20Carmina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

39. Soriano, M.D., (2018). Origen y causas de la capacidad de intercambio iónico en el suelo. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/105109/Soriano%20-%20Origen%20y%20causas%20de%20la%20Capacidad%20de%20Intercambio%20i%20c3%20b3nico%20en%20el%20suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

40. Torrebella, X. (2019). Anteproyecto de implantación de un olivar superintensivo y de almazara. (Trabajo fin de grado). Universidad de las islas baleares. Escuela politécnica superior. Grado de Ingeniería agroalimentaria y del medio rural. Islas Baleares. Recuperado de : https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/152205/Memoria_EPSU1259.pdf?sequence=1

41. Torrús, M. (2019). Reservas de carbono orgánico e inorgánico en sistemas perennes semiáridos; el papel de la cubierta vegetal. (Trabajo fin de Master). Universidad de Jaén, centro de estudios de postgrado, master en análisis, conservación y restauración de componentes físicos y bióticos de los hábitats. Departamento de biología animal, vegetal y ecología. Jaén. Recuperado de : http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/9819/1/Milagros_TC_TFM.pdf

42. Vilar, J., Velasco, M. M., Puentes, R. y Martínez, A.M. (2011). El olivar tradicional: alternativas estratégicas de competitividad. *Grasas y aceites*. ISSN 0017-3495, Volumen 62, Nº 2, 2011, pp. 221-229. Recuperado de: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1320/1318>.

43. Xiong, J. (2015). Recuperación y rehabilitación de los suelos contaminados con elementos traza mediante la aplicación de enmiendas y establecimiento de una cubierta vegetal natural o de una planta de crecimiento rápido (*Paulownia fortunei*). (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla. Instituto de recursos naturales y agrobiología de Sevilla. Sevilla (España). Recuperado de :

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/39861/Tesis%20Jian%20Xiong.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

44. Yanez, S. y Marola, L. (2019). Erosión por cárcavas en olivar: proyecto de restauración de la cuenca del arroyo Ibros (Ibros, Jaén), (Trabajo Fin de Máster Julio).
Dpto: Geología Centro de Estudios de Postgrado Máster en Análisis. Universidad de Jaén.
Recuperado de: <http://tauja.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/9818>