

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL



**CONVERSIÓN DE UN CULTIVO
TRADICIONAL DE OLIVO A CULTIVO
EN ALTA DENSIDAD**

TRABAJO FIN DE GRADO

Julio-2018

Autor: Enrique Tortosa Ballester

Tutores: Rafael Todos Santos Martínez Font

Francisca Hernández García

Título

Conversión de un cultivo tradicional de olivo a cultivo en alta densidad.

Conversion of a traditional olive crops in high density crops.

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo la conversión de un cultivo tradicional de olivo a un cultivo de alta densidad. La parcela donde se realizará el trabajo está situada en Ontinyent (Valencia). Es una parcela de mi propiedad. La parcela cuenta con una superficie para el cultivo de 1,2 hectáreas, que en la actualidad están en secano, aunque se dispone de agua para riego. Se pretende transformar la plantación a un cultivo de olivo de 1,35 m x 4 m, con riego por goteo. El objetivo es mecanizar el cultivo, optimizando los procesos, reduciendo la mano de obra y conseguir elevada producción de la máxima calidad.

El presupuesto total del trabajo asciende a 20.413,37 €, los cuales son aportados por mi sin necesidad de solicitar crédito.

Abstract

The objective of this Final Degree Project is the conversion of a traditional olive crop to a high-density crop. The allotment where the work will be carried out is located in Ontinyent (Valencia). It's an own allotment. This has an area for the cultivation of 1,2 hectares, which are currently in dry land, although water is available for irrigation. The aim is to transform the plantation into an olive crop of 1,35 m x 4 m, with drip irrigation. The objective is to mechanize the crop, optimizing the processes, reducing labour and to get high production of the highest quality.

The total budget of the work amounts to 20,413.37 €, which are contributed by me without needing to request credit.

Palabras Clave

Parcela, olivo, Arbequina, superintensivo, diseño.

Allotment, olive, Arbequina, high-density, design.

Agradezco sinceramente a D. Rafael Todos Santos Martínez Font y a Dña. Francisca Hernández García todo el esfuerzo y dedicación prestados para la realización de este Trabajo Final de Grado.

Quiero agradecer a mi familia y, en especial, a Isabel Úbeda Soler toda la ayuda prestada ya que, sin su esfuerzo y empeño, no habría sido posible la realización este trabajo.



*Com m'agrada ser de poble,
del secà i de terra blanca.
M'agraden les oliveres,
els camins de la muntanya,
el raïmet de pastor,
l'olor de terra llaurada [...]
M'agrada ser del meu poble
i parlar la meua parla.
Per si encara no ho sabíeu,
jo sóc de la Vall d'Albaida.*

Joan Olivares Alfonso.

ÍNDICE

1. OBJETO DEL TRABAJO FINAL DE GRADO	9
1.1. CARÁCTER DE LA TRANSFORMACIÓN	9
1.2. UBICACIÓN	9
1.3. DIMENSIÓN	9
2. ANTECEDENTES DEL TFG	11
2.1. OBJETIVO DEL TRABAJO.....	11
2.2. ESTUDIOS PREVIOS	11
2.2.1. ESTUDIOS DEL CLIMA DE LA ZONA DEL TRABAJO FIN DE GRADO	11
2.2.2. ESTUDIO EDAFOLÓGICO DEL SUELO Y DEL SUBSUELO DE LA PARCELA	12
2.2.3. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO	14
2.2.4. ELECCIÓN DEL CULTIVO	14
2.2.5. ESTUDIO DE LA VARIEDAD UTILIZADA.....	15
2.2.6. ESTUDIO DE MERCADO.....	15
3. BASES DEL TFG.....	17
3.1. DIRECTRICES DEL TRABAJO	17
3.1.1 FINALIDAD DEL TFG	17
3.1.2. CRITERIOS DE VALOR	17
3.2. CONDICIONANTES INTERNOS	17
3.2.1. MEDIO FÍSICO	17
3.2.2. MEDIOS ECONÓMICOS	17
3.3. CONDICIONANTES EXTERNOS	18
3.3.1. POBLACIÓN	18
3.3.2. EMPLEO	18
3.3.3 MEDIO AMBIENTE	18
3.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA.....	18
4. DESARROLLO DEL TFG	19
4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	19
4.2. PLANTACIÓN	20

4.3. TRABAJOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN	21
4.4. MANTENIMIENTO DEL SUELO	21
4.5. PODA.....	22
4.6. FERTILIZACIÓN	24
4.7. PROTECCIÓN DEL CULTIVO	25
4.8. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	26
4.9. MAQUINARIA	27
4.10. RECOLECCIÓN	27
5. PRESUPUESTO.....	31
6. CONCLUSIÓN	33
7. ANEJOS.....	35
ANEJO 1: ESTUDIO DEL CLIMA	37
ANEJO 2: ESTUDIO EDAFOLÓGICO DEL SUELO.....	81
ANEJO 3: ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO.....	107
ANEJO 4: ELECCIÓN DEL CULTIVO.....	129
ANEJO 5: MARCO Y PLANTACIÓN DEL CULTIVO	137
ANEJO 6: PODA DEL OLIVO.....	153
ANEJO 7: FERTILIZACIÓN.....	173
ANEJO 8: RECOLECCIÓN.....	201
ANEJO 9: MANTENIMIENTO DEL SUELO	213
ANEJO 10: PROTECCIÓN DEL CULTIVO	231
ANEJO 11: ESTUDIO ECONÓMICO	257
8. PLANOS.....	273
9. BIBLIOGRAFÍA.....	279

1. OBJETO DEL TRABAJO FINAL DE GRADO

1.1. CARÁCTER DE LA TRANSFORMACIÓN

El objetivo del trabajo es la planificación de una explotación de alta densidad de olivo, en el término municipal de Ontinyent en la provincia de Valencia.

La plantación se realizará en una parcela de 1,2 hectáreas, con un marco de plantación de 4 x 1,5 m, es decir 1666,67 olivos/ha.

Para esta plantación de olivos se instalará un sistema de riego por goteo, el cual está compuesto por las correspondientes conducciones y emisores que serán instalados a lo largo de la parcela; así como una construcción que alojará en su interior todos los componentes del cabezal de riego: la caseta de riego. El sistema de riego se aprovechará para el aporte de fertilizantes a nuestra plantación.

Se procederá también a instalar un sistema de empalzamamiento en espaldera que permitirá la correcta conducción de los árboles, posibilitando la alta densidad de plantación. En este apartado se tendrá en cuenta la mejora de los accesos a la plantación.

1.2. UBICACIÓN

La parcela objeto del trabajo está situada en el municipio de Ontinyent perteneciente a la Comunidad Autónoma Valenciana. Se trata del polígono 4, Parcela 53 de la citada comunidad. En esta parcela ya existe una plantación de olivos, así como algunos almendros, de unos 60 años aproximadamente con un marco de plantación de 7 X 7.

1.3. DIMENSIÓN

La parcela tiene forma rectangular, aunque no uniforme. Presenta picos triangulares en la zona Este y en la zona Oeste. En el extremo oeste de la parcela existe una construcción de 6 x 5 x 3m., en la cual se ubicará el cabezal de riego.

Las coordenadas UTM de la parcela son:

- X: 704641,84; Y: 4301479,29; DATUM WGS84; HUSO: 30.



2. ANTECEDENTES DEL TFG

2.1. OBJETIVO DEL TRABAJO

El proyecto se realiza con el objetivo de superar el “Trabajo Fin de Grado” de la titulación en Grado en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental- Hortofruticultura y Jardinería y Explotaciones Agropecuarias, impartida en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, de la Universidad Miguel Hernández de Elche, siendo éste imprescindible para la obtención del título oficial.

Es un proyecto personal, pues la parcela es de propiedad familiar. Se trata de valorar la posibilidad de transformación de dicha parcela. Existen en la zona muchas parcelas pequeñas. Los cultivos dominantes son el cereal y la viña.

Existen algunos agricultores que son propietarios de maquinaria destinada a la recolección de viña en espaldera. Para la recolección del olivo de alta densidad se utiliza la misma maquinaria. Se trata de buscar sinergias con los propietarios de dicha maquinaria y los pequeños agricultores, con el fin de mecanizar y optimizar las explotaciones.

Se buscará la variedad que mejor se adapte a la explotación teniendo en cuenta no sólo el valor productivo sino también la adaptación al medio, así como el destino final del producto, que es la producción de aceite de calidad.

2.2. ESTUDIOS PREVIOS

Para la realización del Trabajo Fin de Grado se han realizado los siguientes estudios:

2.2.1. ESTUDIOS DEL CLIMA DE LA ZONA DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Este estudio se ha realizado a partir de los observatorios meteorológicos más cercanos a la parcela, también hay que tener en cuenta la altura a la que está situada 491 m., según esto los observatorios elegidos son:

➤ **Observatorio de Ontinyent:**

Ind. Climatológico: 8233X

Altitud (m): 350

Latitud: 38° 49'46" N

Longitud: 0° 36'28" O

Municipio: Ontinyent (València)

El periodo de tiempo que vamos a estudiar es el de los últimos 40 años, desde 1976 hasta 2016. De esta manera, al utilizar un periodo de tiempo tan amplio de estudio del clima en la zona, se tiene mayor exactitud para el desarrollo de nuestro trabajo.

De los datos históricos estudiados, se puede observar que la Temperatura media de la zona es de 16,6°C y la precipitación media anual es de 569,9 mm.

Según la clasificación de Thornthwaite, la fórmula obtenida para la parcela es ***D B'3 d b'1***, es decir un clima semiárido, segundo mesotérmico, donde el exceso de humedad es nulo en invierno y en verano hay una moderada concentración de la eficacia térmica.

Según la UNESCO-FAO el clima en Ontinyent se clasifica como **Mesomediterráneo Acentuado**.

2.2.2. ESTUDIO EDAFOLÓGICO DEL SUELO Y DEL SUBSUELO DE LA PARCELA

Con el estudio del suelo y del subsuelo de la parcela, que nos informa el análisis de suelo, podemos conocer cuál es la estructura y las propiedades que caracterizan nuestro suelo. Con ello se podrán determinar las características agronómicas, así como las prácticas de manejo a realizar en nuestra plantación.

La textura de nuestra parcela es franco-arenosa. No contiene rocas y piedras de gran tamaño, por tanto, las labores de manejo de nuestra plantación podrán desarrollarse sin ningún problema aparente.

La profundidad de nuestro suelo y subsuelo no representa ningún inconveniente para el correcto desarrollo de las raíces de nuestra plantación, atendiendo a que el cultivo se desarrollará en alta densidad con riego localizado.

La parcela se encuentra sobre una zona elevada, con lo que no existen capas freáticas muy superficiales. De hecho, la parcela del cultivo está localizada a mayor altura que el pozo de abastecimiento de agua.

Con lo que respecta a la estructura y textura del suelo y subsuelo de la parcela, no presenta ningún inconveniente para el cultivo del olivo.

El tipo de estructura del suelo de la parcela es **granular**. La capacidad de campo es de **31,82%** y el punto de marchitez permanente es del **6,28%**. El agua útil es del **25,53%**.

El pH obtenido en los análisis realizados es de **8,28**, por tanto, Básico. El olivo presenta un crecimiento óptimo con un pH entre 5-7 y hasta un pH máximo de 8,5.

El CE del suelo de nuestra parcela es de **126 $\mu\text{S}/\text{cm}$** , por lo que no vamos a tener ningún problema de salinidad. Hay que tener en cuenta que nuestra nueva plantación cuenta con un sistema de riego localizado, el cual realiza un efecto lavado que reduce la salinidad en la zona de riego que es donde están las raíces. Se evita así un posible efecto tóxico sobre las raíces por la salinidad.

La capacidad de intercambio catiónico del suelo de nuestra parcela es de **28,48 meq/100 g**, por lo que su fertilidad es normal.

El porcentaje de materia orgánica es del **2,5 %**, que es un porcentaje normal, por lo tanto, habrá que realizar un aporte de abono orgánico para mantenerlo. Para el aporte de abono orgánico utilizaremos estiércol de cerdo de una granja de cerdos ecológica próxima a nuestra parcela.

Se aprecia un elevado contenido de carbonatos y de Caliza activa, por tanto, se puede presentar problemas de clorosis tras la plantación.

En cuanto a los microelementos minerales se presentan en contenidos bajos, con lo que se procederá a su corrección tras la plantación, en caso de que sea necesario.

Con los datos estudiamos se puede observar que el suelo de nuestra parcela es bueno para realizar la nueva plantación, teniendo en cuenta que ya existe una plantación anterior de unos 60 años y que crece sin ningún problema.

2.2.3. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

Sabiendo que la procedencia del agua que utilizaremos para el riego proviene de un pozo situado en el extremo de nuestra parcela, se procederá a realizar un análisis del agua y valoración de los resultados obtenidos. Se ha analizado los parámetros correspondientes a los llamados Índice de primer Grado (pH, sales disueltas y contenido en iones del agua). Índices de Segundo Grado (relación de absorción de sodio, dureza e índice de Scott), Normas Combinadas (Normas Riverside, Green y Wilcox), así como la calidad del agua de riego para el suelo de la parcela.

El pozo de abastecimiento de agua se encuentra situado en el extremo norte de nuestra parcela. Se abastece del llamado Barranc de la Puríssima que acumula las aguas de escorrentía de la Serra del Pla de la Balarma.

Tras los análisis se determina que el agua es apta para ser utilizada para el riego de nuestra futura explotación.

2.2.4. ELECCIÓN DEL CULTIVO

El cultivo del olivo es propio de climas mediterráneos. Para su origen existen dos hipótesis, una que postula que proviene de las costas de Siria, Líbano e Israel y otra que considera que es originario de Asia menor.

Es una especie muy rústica, de fácil cultivo, por lo que se ha instalado en terrenos marginales. Se adapta bien a inviernos suaves y veranos largos, cálidos y secos. No tolera temperaturas menores de -10°C . No presenta problemas de heladas, con excepción de las variedades muy tempranas, en las que el fruto se ve muy dañado.

Escasos requerimientos de horas frío y elevados de calor (entre la brotación y la floración transcurren 3-4 meses y de la floración hasta la recolección, 6-7 meses).

Una vez revisados los resultados de los estudios y análisis realizados en la parcela (climatológicos, el suelo y el agua de riego), podemos afirmar que el cultivo en alta densidad del olivo es viable en esta parcela. Un factor que también indicaría la viabilidad del cultivo es la existencia de un cultivo anterior, bien implantado y adaptado, de olivo en secano.

Se ha decidido establecer un cultivo en alta densidad por su elevada rentabilidad. La parcela presenta buena adaptación para la mecanización y riego, rápida entrada en producción e importantes rendimientos por hectárea.

2.2.5. ESTUDIO DE LA VARIEDAD UTILIZADA

Antes de proceder a la plantación del cultivo, debe elegirse correctamente la variedad de olivo que se va a utilizar.

La variedad elegida para la plantación es la Arbequina. Se ha elegido esta variedad por las características que presenta: presenta un vigor reducido, bien adaptada a plantaciones de alta densidad, con una rápida entrada en producción y con elevada productividad y calidad tanto de aceituna como de aceite.

2.2.6. ESTUDIO DE MERCADO

Tradicionalmente, el consumo de aceite ha estado asociado a cuestiones gastronómicas. En este sentido, conviene resaltar la importancia particular del aceite de oliva que se identifica como un pilar fundamental de la dieta mediterránea. La hegemonía que ha mantenido el aceite de oliva en amplias zonas del arco mediterráneo ha convivido con la demanda de aceite de girasol, maíz, soja o semillas que se apoyaban en precios más reducidos y en el incremento de la alimentación fuera del hogar.

Según los últimos datos disponibles en 2015, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, los hogares españoles consumen 412,7 millones de litros de aceite de oliva y en 2014 gastaron 1.125,9 millones de euros en este producto. En términos per cápita, se llegó a 9,2 litros de consumo y 25,1 euros de gasto.

Por comunidades autónomas, Asturias cuenta con la mayor demanda de per cápita de aceite de oliva (un 31,9% superior a la media) mientras que Murcia tiene la menor demanda (un -33,1% inferior a la media). La Comunidad Valenciana ocupa los últimos puestos en cuanto a demanda (un -25 % inferior a la media).



3. BASES DEL TFG

3.1. DIRECTRICES DEL TRABAJO

3.1.1 FINALIDAD DEL TFG

La finalidad del presente Trabajo Fin de Grado es la transformación de un olivar convencional en un olivar superintensivo, de la variedad Arbequina.

Se estudiará el comportamiento del nuevo cultivo de alta densidad (1.666 olivos/ha), u su recolección mecanizada con máquina vendimiadora. Además, se tratará de que la explotación sea rentable económicamente.

3.1.2. CRITERIOS DE VALOR

El TFG se realiza sobre una parcela propia, no muy amplia pero que se adapta bien a este tipo de diseño de plantación. No existe una fuerte pendiente, lo que permite una fácil mecanización para el marco de plantación tan estrecho que se ha elegido de 4m x 1,5m.

Por otra parte, la parcela ya cuenta, previo al desarrollo del TFG, de suministro de agua para el riego, así como de suministro de red eléctrica.

3.2. CONDICIONANTES INTERNOS

3.2.1. MEDIO FÍSICO

El medio en el cual se emplazan las infraestructuras y la plantación objeto del presente TFG no representan ningún tipo de inconveniente para la construcción e instalación de las mismas.

Las estudios de clima, suelo y agua de riego; ya han sido explicados en el apartado anterior. Tal y como se han descrito y comentados nos permiten realizar dicha transformación de cultivo.

3.2.2. MEDIOS ECONÓMICOS

No existe ningún impedimento de tipo económico para la realización del presente Trabajo. Como se especifica en el Anejo de Estudio Económico, la inversión se afrontará

mediante capital propio, sin necesidad de solicitud de crédito bancario ni préstamo de terceros.

3.3. CONDICIONANTES EXTERNOS

3.3.1. POBLACIÓN

La parcelas donde se desarrollará el Trabajo se localiza cerca de la ciudad, lindante al núcleo de población, y con una actividad fuertemente industrializada. La parcela se ubica cerca de la Cooperativa Vinícola Onteniense, destino final de nuestra cosecha, con fácil acceso y transporte por carretera.

3.3.2. EMPLEO

En la zona donde se ubica nuestro Trabajo Fin de Grado será difícil encontrar mano de obra especializada para los trabajos específicos de nuestra explotación agrícola. La actividad mayoritaria de la población es industrial, con lo que la mano de obra será foránea o mano de obra local pero poco especializada.

Aun así, nuestra explotación no necesitará mucha mano de obra, ya que se busca la mecanización de la mayoría de las labores.

3.3.3 MEDIO AMBIENTE

El sistema de producción de nuestro cultivo se basará en el mayor respeto posible por el medio ambiente. No se contempla, de inicio, un tipo de producción integrado o incluso de residuo cero, pero puede ser una opción en posteriores años según el comportamiento del cultivo.

La ejecución de las operaciones y obras de las que se ocupa el Trabajo Fin de Grado no suponen ningún tipo de impacto sobre el medio de la zona.

3.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA

La parcela en la cual se desarrollará nuestro Trabajo se encuentra en la actualidad en producción. Se trata de un olivar convencional, con olivos de 60-70 años de antigüedad y en secano.

A la parcela se le realizan dos pases anuales de laboreo y el resto del año realizan siegas manteniendo cubierta vegetal con flora arvense

4. DESARROLLO DEL TFG

4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Una vez arrancados los olivos presentes en la parcela será necesario realizar una preparación del terreno para que el hábitat de las raíces del olivo a implantar sea adecuado. Con esto también se mejorarán las condiciones para la vida y producción del olivar.

Las labores a realizar en la parcela con el objeto de preparar el terreno para la plantación son:

- **Subsolado:** se llevará a cabo una labor de subsolado de entre 75-80 cm de profundidad, con una separación de 1 m y con dos pases cruzados. Esta labor se realizará en verano, en los meses de agosto-septiembre, para que el apero rompa, quebrante y agriete el terreno todo lo posible. Se realiza con un tractor de 180 CV y un subsolador de tres rejas.
- **Abonado de fondo:** su objetivo es crear una reserva en profundidad de nutrientes necesarios para los árboles. Con esto se pretende mejorar la estructura y enriquecer el suelo.
- **Vertedera:** Tras los abonados de fondo se realizará una labor de volteo de al terreno a una profundidad de 40-50 cm. Esta labor se realizará con el terreno húmedo unos meses antes de la plantación. Con la labor de vertedera se consigue enterrar, incorporar y mezclar el estiércol y abonos correctores con la capa arable, a la vez que se desmenuza y ahueca el terreno y se facilitan las labores de plantación y el arraigo de los olivos.
- **Cultivador:** se pasará el cultivador para desterronar y alisar el terreno y dejarlo listo para la plantación.
- **Instalación del riego:** antes de seguir con las labores de plantación se instalará la parte del sistema de riego que va enterrada, tubería primaria y secundaria.
- **Replanteo:** se señalará la posición de los árboles, de modo que se reproduzca el marco de plantación elegido.

4.2. PLANTACIÓN

Una vez preparado el terreno, se procederá a la plantación definitiva del cultivo. Esta plantación se realizará en otoño, ya que está comprobado que en esta época puede haber algún crecimiento antes de los fríos de invierno, lo que produce un ligero adelanto sobre las plantaciones realizadas en primavera.

Instalar la plantación en un eje Norte-Sur resulta desde el punto de vista de la mecanización muy incómoda, por eso las líneas de plantación siguen la máxima longitud de la parcela. La orientación final será NO-SE. Para la plantación se necesitará un tractor, una plantadora y un taquímetro.

Primero se realiza la apertura de los hoyos de plantación mediante una vertedera bisurco. Los hoyos serán de 50 cm de profundidad y 50 cm de diámetro.

Se utilizarán plantas procedentes de autoenraizamiento por nebulización ya que es la que mejor resultado ofrece. Se demandará al vivero que estén perfectamente sanas y libres de enfermedades.

Tras la plantación se colocarán los tutores en cada árbol, para mantenerlos rectos. Estos elementos deben colocarse orientados hacia los vientos dominantes, para evitar rozaduras con el tronco. Será necesario atar las plantas al tutor para que queden inmovilizadas, pero sin que las ataduras hieran o estrangulen el árbol. Se elige para nuestra plantación tutores de bambú frente a los de varillas de hierro utilizados en construcción, debido a su origen natural, alta resistencia y flexibilidad y bajo coste. En concreto se utilizarán tutores con punta de una altura de 180 cm y un diámetro de unos 14-16 mm.

La disposición de la espaldera tendrá que ir exactamente en la misma alineación que la fila de árboles y será de la misma longitud.

El primer y último olivo de cada fila estará ubicado entre el poste cabecero y el anclaje, para que resulte protegido y a la vez facilite la mecanización, especialmente la recolección. Estos olivos extremos también tendrán tutor, que en este caso no se fijará al alambre horizontal de la espaldera sino al del anclaje, a la altura que coincida.

4.3. TRABAJOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN

Nada más finalizar la plantación se realizará un riego para la correcta adaptación de las raíces. Se harán intervenciones mínimas de poda, desde la realización de la plantación hasta el verano siguiente, en las que se eliminarán todos los brotes que salgan en la parte inferior del tronco. Se debe conseguir que la inserción de los brotes más bajos esté situada a una altura del suelo de 60-80 cm.

Se revisará las ataduras del tutor al tronco, y repondrá las deterioradas, las que estrangulen el tronco, y si es necesario se añadirán más con el fin de mantener la verticalidad del tronco.

Se prestará especial atención a los ataques de prays, glyphodes, ácaros, abichado, etc., que puedan comprometer seriamente la plantación, sin olvidar los ataques de ratones y conejos que pueden ocasionar graves daños.

Por último, es muy importante controlar el estado de la humedad del suelo y aplicar riegos cuando sean necesarios, especialmente a partir de primavera y en verano.

4.4. MANTENIMIENTO DEL SUELO

Las técnicas de mantenimiento del suelo tienen como finalidad crear y mantener un medio favorable para el desarrollo y crecimiento de las raíces del olivo. Se ha elegido un cultivo con cubierta vegetal natural en las calles de la plantación, la cual se instalará a partir del tercer año de vida de la plantación, para evitar la competencia con los olivos jóvenes. Los tres primeros años se realizarán las siguientes labores:

- **Labor de cultivador;** en noviembre-diciembre, con lo que se abre el suelo y permite la infiltración de las aguas de lluvia.
- **Labor superficial de cultivador y azada;** en primavera, para eliminar las malas hierbas y romper la costra superficial.
- **Labor de cultivador a final de verano;** para preparar el suelo para las lluvias otoñales.

A partir del cuarto año y en sucesivo se instalará la cubierta vegetal natural, la cual tiene múltiples ventajas:

- Mejora la infiltración de agua en el suelo
- Reduce la velocidad de evaporación de agua desde el suelo, por lo que durante la primavera el olivo dispondrá de una mayor cantidad de agua para la transpiración y para fabricar nutrientes.

En cuanto a los restos de poda, también se incorporarán al suelo como cubierta inerte, tras picarlos. Este tipo de cubierta reduce la pérdida de suelo y además tiene un efecto herbicida que reduce la germinación de malas hierbas en la zona sobre la que se aplica y con ello el consumo de herbicida.

4.5. PODA

En este tipo de plantaciones, se realiza poda en formación libre, formando un seto continuo en cada fila de olivos, permitiendo siempre que el olivo quede lo más expuesto posible a la intervención de la luz. Se debe conseguir un equilibrio de la copa del árbol, de tal forma que toda ella quede la máximo expuesta a la iluminación solar.

Esto permitirá una maximización de la producción y en la calidad del aceite extraído. Además de favorecer la salud del árbol, disminuyendo las infecciones por hongos, la aparición de diversas enfermedades y la entrada de plagas.

PODA DE FORMACIÓN

Se pretende llegar a un tipo de árbol con las características:

- Planta de un solo tronco, vertical, con altura de cruz entre 60 y 80 cm, sobre la superficie del suelo.
- Copa formada sobre un máximo de tres ramas principales o dos ramas bifurcadas dicotómicamente, insertadas sobre el tronco, separadas 15 o 20 cm de otras y espaciadas alrededor de dicho tronco lo más regulas posible.
- A esta estructura se llegará sin intervenciones drásticas de poda que desequilibren la copa del árbol, de una forma escalonada, con dos ó tres intervenciones muy suaves anuales. No son admisibles podas de formación que al eliminar una parte importante del árbol ocasionen un desequilibrio en

la relación hoja/raíz, debilitando la planta, disminuyendo su crecimiento y retrasa la entrada de producción.

Antes de colocar el olivo en el suelo se eliminarán las brotaciones bajas vigorosas en caso de que el viverista no lo hubiera hecho.

Una vez puesto el olivo en el terreno solamente se eliminarán las brotaciones o varetas emergidas directamente desde el tronco, y no se realizará otro tipo de intervención hasta el principio del verano siguiente a la plantación.

A partir del verano y cada 1 ó 2 meses, se dará un repaso rápido de poda a la plantación. En este repaso se realizarán simultáneamente las siguientes operaciones:

- Revisar, reponer y aumentar el número de ataduras del tutor, manteniendo siempre la planta en posición vertical.
- Eliminar las varetas y las ramas bajas, insertas por debajo de la futura cruz, que se situará al menos a 60 cm sobre el suelo, no haciéndolo de un modo drástico, sino escalonadamente, comenzando por las ramitas más vigorosas y con tendencia a la verticalidad.
- En la copa no se realizará ningún tipo de corte, ni pinzamiento, favoreciendo la formación de una bola, esperando que con el tiempo la propia planta nos indique cuáles serán las dos o tres ramas más vigorosas, que serán las futuras ramas principales, pero sin realizar todavía ningún tipo de intervención severa.
- Cuando la planta tenga aproximadamente 60-100 cm sobre el suelo se realizará la última atadura al tutor, punto a partir del cual se formará por sí sola la futura cruz del olivo.
- Vigilar que las ataduras y el propio tutor no causen estrangulamientos o heridas a las plantas, eliminando dichas ataduras y reponiéndolas cada cierto tiempo si no se emplea material reciclable. Vigilar igualmente la posición relativa Planta/tutor en relación con los vientos dominantes.
- Se realizará un control exhaustivo de plagas y enfermedades, llevando a cabo un calendario riguroso de observación durante los años de crianza de la plantación, tratando sólo si fuera verdaderamente necesario, ya que eventuales ataques de *Prays*, *Glifodes* o *Acariosis* pueden estropear el trabajo

realizado anteriormente. El abichado (*Euzophera pinguis*), si no es bien controlado puede causar la muerte de muchos de los olivos de la plantación.

PODA DE PRODUCCIÓN

Los objetivos de la poda de producción son:

- Mantener una alta relación hoja-madera.
- Alargar el periodo productivo del árbol.
- Equilibrio entre fructificación y crecimiento vegetativo.
- Máximo aprovechamiento de la luz.
- No envejecer prematuramente el árbol.

Ya que para la recolección se utilizan máquinas vendimiadoras, hay que mantener el seto de olivos en plenas condiciones no dejando que el olivo sobrepase estas dimensiones.

La poda mecánica se utilizará para realizar la poda de producción, pero nunca se realizará dos años consecutivos, alternándola con la poda manual.

4.6. FERTILIZACIÓN

Como ya se ha citado en apartados anteriores, no se va a realizar un abonado de fondo orgánico, para corregir el nivel de materia orgánica. El nivel de materia orgánica del suelo en el que se realiza nuestro estudio es del 2,5 %, siendo un valor conforme a la media aceptable que va desde 1%-2% según se trate de suelos de secano o de regadío respectivamente.

Si que se realizarán aportes de mantenimiento de forma anual para mantener y mejorar la materia orgánica, en función del estado fisiológico del la plantación y de los cálculos de extracción del cultivo.

El aporte de estiércol también nos eximirá de realizar abonado inorgánico dado que las necesidades de NPK del olivo se ven salvadas.

4.7. PROTECCIÓN DEL CULTIVO

Además del calendario de aplicaciones propuesto en el anejo de protección del cultivo, se exponen aquí más medidas de las plagas y enfermedades más importantes, que se llevarán a cabo si fuesen necesarios:

PLAGAS

- *Mosca del olivo*: para el control de adultos, se utilizarán trampas olfativas, constan de un recipiente de plástico transparente que se ceba con fosfato biamónico al 4%. Estas trampas se sitúan en el interior del árbol orientadas al sur. Se colocarán 175 trampas por hectárea. Cuando haya una media de 20 individuos por trampa se aumentará la dosis a 585 trampas por hectárea.
- *Barrenillo del olivo*: se realizarán medidas higiénicas para evitar dicha plaga.
 - Anticipar lo máximo posible la poda de forma que, en el momento de la oviposición, la leña sobrante que se encuentre en los campos esté muy seca y por tanto poco apta para que el insecto realice la puesta.
 - Los restos de poda se deben retirar del campo o destruirse (quemarse, triturarlos y enterrarlos) antes de que el insecto realice la puesta.
 - Si parte de la poda se realiza, como es normal, coincidiendo con el momento de la oviposición, es recomendable ir guardando o enterrando la leña que posteriormente vaya a servir como combustible, de forma tal que los insectos harán la puesta y con posterioridad (en floración), antes de que lleguen a estado adulto, deben quemarse.
- *Prays*: las poblaciones de esta plaga se pueden controlar mediante himenópteros, se utilizará un concentrado de *Bacillus thuringiensis* al 75 % ya que de este modo se respeta a los insectos auxiliares y el medio ambiente. El tratamiento se retrasará unos días, cuando el 70 o 80 % de las flores estén abiertas, para que la larva ingiera todo el producto.
- *Cochinilla tizne*: las poblaciones se pueden regular con pequeños himenópteros, para su control se aplicará aceite mineral de verano, este aporte se realiza en febrero-marzo.

ENFERMEDADES

- *Repilo*: además del aporte de compuestos cúpricos (caldo bordelés) como se indica en el cuadro de calendario de aplicaciones, se realizarán medidas culturales. Las podas serán selectivas para favorecer la aireación y no se abusará del abonado nitrogenado. Se vigilará también la fertilización potásica.

4.8. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Se instalará en la parcela un sistema de riego por goteo como forma de riego de apoyo, con el fin de que en periodos de necesidad de agua se alimente a la planta de forma adecuada.

Este sistema de riego es el que mejor soporta el agua directamente a la planta, sin mojar la totalidad el suelo, sino solamente la parte en la que se encuentra el sistema radicular de la plantación, manteniendo constante el nivel óptimo de humedad en el suelo. Esto conlleva un mayor aprovechamiento y ahorro de agua, y una mayor uniformidad en el desarrollo de los olivos aumentando la producción y mejorando la calidad. También se produce una menor incidencia de las enfermedades criptogámicas, ya que no se moja la parte aérea de la planta.

Una vez estudiadas las necesidades hídricas de la plantación en el mes más desfavorable, obtiene un valor de 2,15 mm/día para el mes de junio, por lo que únicamente se darán riegos de apoyo cuando sean necesarios. El consumo total de agua asciende a 2203,3 m³/ha año.

En cuanto al diseño hidráulico del sistema de riego, se dotará la parcela de una caseta de riego donde irá el cabezal, con manómetros, contador proporcional, regulador de presión, válvula de presión y válvula de alivio.

La explotación tiene una unidad de riego, por lo que se regará en un turno.

4.9. MAQUINARIA

En el anejo de la maquinaria se detalla las necesidades de alquiler de maquinaria, tanto para la implantación como para la posterior explotación del olivar. En él se incluyen las características técnicas y económicas, estableciéndose el coste horario de cada una de ellas.

Para la realización de determinadas operaciones se procede a alquilar la maquinaria, ya que resulta inviable la adquisición de dicha maquinaria debido al elevado coste y baja rentabilidad. Se alquila maquinaria para as labores de preparación del terreno y plantación, así como para las operaciones de poda.

ACTIVIDAD		EUROS
Plantación	Preparación	514,66
	Sistema de Riego	4.511,1
	Labores de plantación	8.880
Mantenimiento del cultivo	Primer año	1.216,8
	Segundo año y siguientes	1.272
Recolección	Cosecha	480
		16.870,56

4.10. RECOLECCIÓN

La recolección se realiza a partir del tercer año, que es cuando los árboles empiezan a producir cantidades importantes. Esta labor se hará de forma mecanizada, y como ya se ha dicho se utilizará maquina vendimiadora, ya que la plantación se ha adecuado a este tipo de recolección.

Las ventajas de este sistema es que los costes de recolección son más reducidos y que durante la recolección se necesita menos mano de obra de asistencia.

Respecto al funcionamiento de la máquina vendimiadora cabe destacar:

- La cantidad de aceituna dejada en el olivo es de escasa consideración, y la variedad escogida en este diseño tienen gran facilidad de desprendimiento, lo que aumenta el rendimiento.

- Buena limpieza del fruto recogido, y por lo tanto mejora de la conservación de la aceituna y aumento de la calidad del aceite.
- Pueden ocasionar daños de descortezado del pie del olivo a una altura de 30 cm, producido por el sistema de ramas retráctiles del fondo del túnel.
- No se realiza la recogida de la aceituna del suelo, porque la aceituna que queda en el suelo es mínima, y disminuye la calidad del aceite.

Para determinar la fecha de recolección hay que tener en cuenta el índice de madurez de la aceituna. Los factores que tienen incidencia en la determinación del periodo óptimo de recolección son:

- Resistencia a la tracción del pedúnculo de la aceituna.
- Contenido en aceite del fruto.
- Evolución de la calidad del aceite en el fruto.
- Caída de los frutos
- Fechas de recolección de la anterior cosecha

A continuación, se presenta una tabla, con las estimaciones de producción anual por árbol en kg, y la producción total.

AÑO	PRODUCCIÓN KG/ÁRBOL	PRODUCCIÓN KG/HA
3	1,48	2.480
4	2,97	4.960
5	5,09	8.500
6	5,74	9.585
7	6,45	10.770
8	6,45	10.770
9	6,45	10.770
10...	6,45	10.770

El caudal de recolección con vendimiadora es de 3,3 h/ha. Con esto se llega al siguiente cuadro en el que se especifica el tiempo invertido en la recolección.

AÑO	Kg/ha	CAUDAL (h/ha)	Kg/h	Kg totales (Disponemos de 1,2 ha)	Nº Contenedores (14.000 kg)
3	2.480	3,3	752	2.976	1
4	4.960	3,3	1.503	5.952	1
5	8.500	3,3	2.575	10.200	1
6	9.585	3,3	2.904	11.502	1
7	10.770	3,3	3.294	13.044	1
8	10.770	3,3	3.263	12.924	1
9	10.770	3,3	3.263	12.924	1
10...	10.770	3,3	3.263	12.924	1





5. PRESUPUESTO

A la hora de realizar el presupuesto se han tenido en cuenta los gastos de la plantación y de la instalación del sistema de riego con todos sus materiales.

El presupuesto total de ejecución asciende a **VEINTEMIL CUATROCIENTOS TRECE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS (20.413,37 €)**.





6. CONCLUSIÓN

El proyecto es rentable, ya que todos los indicadores son favorables pero los precios y las producciones pueden variar. La rentabilidad no es como para que esta explotación sea la base económica de una explotación familiar. Es un cultivo complementario para la explotación, sencillo de manejo y para el que la explotación tiene casi todos los medios. Se necesita, cierta solvencia económica, ya que debe soportarse una inversión de 20.413,37 € con capital propio.

Probablemente, la plantación alargue su vida hasta los 30 años o más, con lo cual, el beneficio se duplicaría. Este sistema de cultivo está todavía sentando las bases y comienzan a aparecer máquinas que permitirán la recolección que se consideraba el límite en condiciones que hasta ahora eran impensables.





7. ANEJOS





ANEJO 1: ESTUDIO DEL CLIMA

ÍNDICE

OBJETIVO	39
REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL OLIVO	40
1. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO	42
1.1. CARACTERÍSTICA DE LA ESTACIÓN.....	42
2. TERMOMETRÍA	43
2.1. TEMPERATURA.....	43
2.2. TEMPERATURAS MEDIAS (T_M).....	43
2.3. TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÁXIMAS (T_{mM}).....	43
2.4. TEMPERATURAS MEDIA MÁXIMAS ABSOLUTAS (t_{mMA}).....	44
2.5. TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÍNIMAS (T_{mm})	44
2.6. TEMPERATURAS MEDIAS MÍNIMAS ABSOLUTAS (T_{mmA}).....	44
2.7. RÉGIMEN DE HELADAS	45
2.8. FECHA DE LA PRIMERA Y ÚLTIMA HELADA	45
2.9. NÚMERO DE DÍAS DE HELADA AL MES	46
2.10. CRITERIO DE EMERGENCIA	47
3. PLUVIOMETRÍA	48
3.1. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	48
3.2. PRECIPITACIONES ESTACIONALES	48
3.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS DEL PERIODO.....	49
3.4. DÍAS DE LLUVIA	49
3.5. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	50
4. OTROS FACTORES CLIMÁTICOS	51
4.1. HUMEDAD RELATIVA (%).....	51
4.2. NIEVE	51
4.3. NIEBLAS.....	52
4.4. TORMENTAS	52
4.5. GRANIZO	52
4.6. ROCÍO	53

4.7. ESCARCHA	53
4.8. VIENTO.....	53
5. ÍNDICES CLIMÁTICOS.....	55
5.1. ÍNDICES DE TERMICIDAD	55
5.2. ÍNDICES DE PLUVIOSIDAD	56
5.3. ÍNDICES DE ARIDEZ.....	58
5.4. ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD Y OCEANIDAD.....	60
6. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.....	64
6.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE	64
6.1.1. DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)	65
6.1.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE HUMEDAD	67
6.1.3. DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA.....	69
6.1.4. DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD.....	70
6.1.5. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA EN VERANO	71
6.1.6. RESUMEN	73
6.2. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO (1963).....	73
6.2.1. TEMPERATURA.....	73
6.2.2. ARIDEZ	75
6.2.3. ÍNDICES XEROTÉRMICOS	76
7. TABLAS	78

OBJETIVO

El objetivo de la elaboración de este anejo es el de la caracterización del clima de nuestra parcela y así poder evaluar si el cultivo del olivo, en alta densidad, se adapta a las características climáticas de esta zona.



REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL OLIVO

Aunque las producciones de los olivares, sobre todo en seco, guardan una estrecha correlación con la cantidad de agua caída por la lluvia, no por eso hay que olvidar que el olivo es muy sensible a un exceso de humedad en el suelo.

El olivo proviene de un clima mediterráneo, el cual, en grandes rasgos, se caracteriza por presentar dos estaciones: una fría y húmeda, en la que la especie logra el receso o dormancia invernal, y la otra es calurosa y seca, que es cuando se produce la fructificación. En este clima, durante la estación invernal se produce la acumulación de frío indispensable para que el olivo salga de la dormancia y el olivo alcance una floración uniforme, definiéndose la temperatura umbral de 12,5°C, bajo el cual se produce la acumulación de frío u horas frío (HF).

De acuerdo a la experiencia de los países mediterráneos, las temperaturas de verano adecuadas para la fructificación no debieran superar los 35°C y tampoco ser inferiores a 25°C, requiriendo de una acumulación térmica para alcanzar un buen contenido de grasa o azúcares en los frutos, ya sea para la extracción de aceite o para la elaboración de aceituna de mesa. Aunque el olivo es capaz de soportar altas temperaturas veraniegas, del orden de los 40°C, sin sufrir quemaduras, su actividad se detiene cuando éstas superan los 35°C.

En el cuadro 1, se indican los umbrales térmicos y temperaturas críticas en diferentes estados de desarrollo del olivo.

Tabla 1: TEMPERATURAS CRÍTICAS Y EFECTO EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DEL OLIVO

ÓRGANOS	TEMPERATURAS (°C)	EFECTOS
Brotes tiernos	-5 a 0	Quemaduras de ápices y heridas en ramillas
Brotes menores de 1 año	-10 a -5	Muerte de ramillas
Frutos	Menos de 5	Daño de fruto, pérdida de cantidad y calidad de aceite
Floración	15 a 20	Buena floración
Maduración	25 a 35	Buena acumulación de aceite y azúcares, buen tamaño o color de fruto (mesa)

Fuente: Adaptado de Navarro y Parra, 2001

Las primaveras muy calurosas, precedidas de inviernos fríos, concentran la floración, lo cual puede afectar también la fecundación, especialmente si la humedad relativa es baja (inferior 50%). Por el contrario, las primaveras frías alargan el periodo de floración. En general, y sobre todo cuando la floración es extensa, las últimas flores en abrir producirán frutos partenocárpicos, es decir sin que hayan sido polinizadas, y que son de mala calidad.

Las yemas vegetativas no parecen tener necesidad de frío para iniciar su actividad. El crecimiento de los brotes se inicia cuando los días llegan a tener varias horas con temperatura superior a 21°C.

La humedad ambiental excesiva y permanente favorece el desarrollo de enfermedades, especialmente aquellas causadas por hongos. Las nieblas son perjudiciales para el olivo, principalmente si se producen en periodo de floración ya que provocan la caída de flores.



1. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO

La elección del observatorio se ha establecido en base a la proximidad a la parcela, y a la menor diferencia de altitud con respecto a la zona escogida para el estudio. El observatorio se encuentra situado a una distancia de 4 kilómetros con respecto a la parcela, y en el mismo municipio que la parcela de estudio.

La distancia existente entre el observatorio y la parcela, y la altitud a la que se encuentra, nos permite suponer que los datos obtenidos por el observatorio son similares a las condiciones que presenta la parcela.

1.1. CARACTERÍSTICA DE LA ESTACIÓN

Población	Ontinyent
Ind. Climatológico	8283X
Longitud	03° 36' 28" Oeste
Latitud	38° 49' 46" Norte
Altura	350 m

2. TERMOMETRÍA

2.1. TEMPERATURA

La temperatura es uno de los factores más importantes en la caracterización de un clima y uno de los mayores condicionantes del cultivo. Se estudiarán los siguientes puntos relacionados con la temperatura:

- a) Temperaturas medias
- b) Temperaturas medias de las máximas
- c) Temperaturas máximas absolutas
- d) Temperaturas medias de las mínimas
- e) Temperaturas mínimas absolutas

2.2. TEMPERATURAS MEDIAS (T_M)

Analizando los datos de la tabla podemos observar que:

- a. Los meses más fríos son Enero ($8,9^{\circ}\text{C}$), seguido de Diciembre ($9,8^{\circ}\text{C}$) y Febrero ($9,9^{\circ}\text{C}$).
- b. Los meses más cálidos corresponden a Agosto ($25,7^{\circ}\text{C}$) y Julio ($25,6^{\circ}\text{C}$)

Tabla 2: TEMPERATURAS MEDIAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
T.M.	8,9	9,9	12,3	14,3	17,8	22,3	25,6	25,7	22,2	17,4	12,4	9,8	16,6

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

2.3. TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÁXIMAS (T_{mM})

Las temperaturas medias de las máximas corresponden a:

- a. El mes más cálido corresponde a Julio ($33,3^{\circ}\text{C}$).
- b. El mes más frío corresponde a Enero (14°C).

Tabla 3: TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÁXIMAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
T.m.M.	14	15,3	18,5	20,8	24,6	29,5	33,3	32,9	28,7	23,2	17,6	14,8	22,8

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

2.4. TEMPERATURAS MEDIA MÁXIMAS ABSOLUTAS (t_{mMA})

La temperatura máxima registra durante todo el periodo de estudio, se registró en Julio de 1994 con un valor máximo de 45,5°C.

Tabla 4: TEMPERATURAS MEDIA MÁXIMAS ABSOLUTAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
T.m.M.A.	21	22,9	27,3	28,6	32,5	37	40,3	39,5	35,7	30,4	24,9	21,8	30,2

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

2.5. TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÍNIMAS (T_{mm})

Las temperaturas medias de las mínimas corresponden a:

- El mes más cálido corresponde a Agosto (18,6°C).
- El mes más frío corresponde a Enero (3,8°C).

Tabla 5: TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÍNIMAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
T.m.m.	3,8	4,5	6,2	7,8	11,1	15,1	18	18,6	15,8	11,8	7,4	4,7	10,4

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

2.6. TEMPERATURAS MEDIAS MÍNIMAS ABSOLUTAS (T_{mmA})

La temperatura mínima absoluta corresponde al mes de enero con un valor de -2,3°C.

Tabla 6: TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÁXIMAS

	E 1985	F 2012	M 1984	A 2005	M 1987	J 1992	J 1981	A 1977 1993	S 1979	O 1991 1993	N 1998 1999	D 1980 1999 2010	ANUAL
T.m.m.A.	-2,3	-1,5	0	2,2	6	10,4	13,6	14,2	10,6	5,8	1	-1,2	4,9

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

2.7. RÉGIMEN DE HELADAS

Uno de los datos de mayor importancia a tener en cuenta a la hora del estudio climático son las heladas. Para poder considerarse helada la temperatura debe ser inferior a los 0°C. La temperatura mínima absoluta registrada en el periodo de estudio se dio el día 15 de enero del año 1985 con un valor de -8°C. Como dato de interés, la temperatura mínima absoluta registrada en Ontinyent fue de -9,4°C el 12 de febrero de 1954.

2.8. FECHA DE LA PRIMERA Y ÚLTIMA HELADA

Tabla 7: FECHAS DE LA PRIMERA Y ÚLTIMA HELADA

	PRIMERA HELADA	ÚLTIMA HELADA
AÑO	FECHA	FECHA
1976	25 de noviembre (-0,8°C)	11 de abril (-1,5°C)
1977	24 de noviembre (-1,4°C)	12 de febrero (-4,5°C)
1978	29 de noviembre (-1°C)	2 de marzo (-1°C)
1979	20 de diciembre (-1°C)	-----
1980	-----	21 de febrero (-3°C)
1981	4 de diciembre (-2°C)	-----
1982	-----	-----
1983	11 de diciembre (-2,5°C)	11 de marzo (-3,5°C)
1984	30 de diciembre (-3,5°C)	-----
1985	22 de noviembre (-0,5°C)	12 de abril (-1°C)
1986	25 de diciembre (-1,6°C)	17 de marzo (-0,8°C)
1987	29 de noviembre (-0,8°C)	1 de marzo (-2,4°C)
1988	24 de noviembre (-2°C)	3 de enero (-5°C)
1989	-----	26 de marzo (-2,8°C)
1990	-----	15 de febrero (-3,5°C)
1991	23 de noviembre (-0,2°C)	23 de febrero (-1,6°C)
1992	31 de diciembre (-1,8°C)	2 de marzo (-2,8°C)
1993	-----	-----
1994	24 de diciembre (-3,4°C)	27 de febrero (-2°C)
1995	-----	-----

1996	27 de diciembre (-2°C)	7 de enero (-1°C)
1997	5 de diciembre (-1°C)	13 de marzo (-1°C)
1998	21 de noviembre (-1°C)	2 de febrero (-5°C)
1999	21 de noviembre (-2°C)	-----
2000	-----	26 de febrero (-1°C)
2001	-----	19 de febrero (-1°C)
2002	-----	-----
2003	-----	2 de marzo (-5°C)
2004	15 de noviembre (-1°C)	10 de abril (-2°C)
2005	30 de noviembre (-2°C)	2 de marzo (-1°C)
2006	19 de diciembre (-2°C)	22 de marzo (-1°C)
2007	-----	6 de marzo (-1°C)
2008	26 de noviembre (-1°C)	7 de enero (-5°C)
2009	20 de diciembre (-4°C)	10 de marzo (-2°C)
2010	-----	1 de marzo (-1°C)
2011	19 de diciembre (-1°C)	-----
2012	-----	27 de febrero (-3°C)
2013	-----	-----
2014	29 de diciembre (-2°C)	-----
2015	-----	-----

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

2.9. NÚMERO DE DÍAS DE HELADA AL MES

Se consideran días de heladas a aquellos días en los que la temperatura es inferior a 0°C. En la siguiente tabla podemos observar los valores medios de los días de heladas por mes. El número de días medio de heladas de los 40 años de estudio es de 15,1.

Tabla 8: NÚMERO DE DÍAS DE HELADA AL MES

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Media	5,2	3,7	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	33,5	13

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

2.10. CRITERIO DE EMERGENCIA

El criterio de emergencia nos permitirá determinar el riesgo de que se produzcan heladas en base a la temperatura media mensual de las mínimas (Tmm).

$T_{mm} < 0^{\circ}\text{C}$	Riesgo de heladas seguro
$0^{\circ}\text{C} < T_{mm} < 3^{\circ}\text{C}$	Riesgo de heladas frecuente
$3^{\circ}\text{C} < T_{mm} < 7^{\circ}\text{C}$	Riesgo de heladas poco frecuente
$T_{mm} > 7^{\circ}\text{C}$	Riesgo de heladas muy poco frecuente

Tabla 9: CRITERIO DE EMERGENCIA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmm °C	3,8	4,5	6,2	7,8	11,1	15,1	18	18,6	15,8	11,8	7,4	4,7
Riesgo	Poco frecuente	Poco frecuente	Poco frecuente	Muy poco frecuente	Poco frecuente							

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017



3. PLUVIOMETRÍA

Para la caracterización climática de una zona unos de los valores más determinantes son la temperatura y la pluviometría. Una vez estudiadas las temperaturas vamos a analizar los valores pluviométricos que nos ayudarán a identificar mejor nuestra zona. En el estudio de la pluviometría se precisarán los siguientes puntos de mayor interés:

- a) Precipitación media anual
- b) Precipitaciones estacionales
- c) Precipitaciones máximas y mínimas del periodo
- d) Días de lluvia
- e) Intensidad de precipitación

3.1. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

Tabla 10: PRECIPITACIÓN MEDIA TOTAL

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Precipitación Media Anual (P.m.A.)	60,1	52,9	51,7	56,6	55,9	26,3	11,6	17,9	65,4	59,7	64,9	46,9	569,9

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- La precipitación media anual de la zona es de 569,9 mm.
- Los meses de mayor precipitación son los de septiembre, noviembre y enero.
- Junio, julio y agosto son los meses de menor precipitación.
- El mes más lluvioso es septiembre con una media de 65,4mm.
- El mes más seco es Julio con una media de 11,6mm.

3.2. PRECIPITACIONES ESTACIONALES

Las precipitaciones estacionales son:

- a) Primavera, con una media de 147,26 mm considerando (1/3 de marzo y 2/3 de junio).
- b) Verano, con una media de 81,87 mm considerando (1/3 de junio y 2/3 de septiembre).
- c) Otoño, con una media de 177,67 mm considerando (1/3 de septiembre y 2/3 de diciembre).

d) Invierno, con una media de 163,1 mm considerando (1/3 de diciembre y 2/3 de marzo).

Si porcentualizamos las precipitaciones:

- a) Primavera: 25,84%
- b) Verano: 14,36%
- c) Otoño: 31,17%
- d) Invierno: 28,63%

La precipitación total media anual es de 569,9 mm, siendo el otoño la estación más lluviosa con 177,67mm (31,17%) y el verano la estación más seca con 81,87mm (16,36%)

3.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS DEL PERIODO

Tabla 11: PRECIPITACIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS DEL PERIODO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Prec. Máxima mm (Año)	276,8 (1991)	158,8 (1980)	145,7 (1982)	169,3 (1981)	183,8 (1977)	112,7 (1988)	57,1 (1987)	109,2 (2013)	339,1 (2009)	277,8 (2007)	298,2 (1987)	282 (2004)	2128,5
Prec. Mínima mm (Año)	1,5 (1983)	0 (2000)	0 (1988)	1 (2015)	0 (1983)	0 (1987)	0 (2014)	0 (2011)	0 (1978)	0,6 (2013)	0 (2012)	0,1 (1979)	3,2

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- El mes de mayor pluviometría fue septiembre de 2009 con 339,1 mm.
- Durante toda la serie de años de estudio ha habido un mes al año en el que las precipitaciones han sido nulas o casi nulas.

3.4. DÍAS DE LLUVIA

Un dato muy importante a tener en cuenta a la hora del estudio climático es el de la cantidad de días de lluvia al mes. Este dato nos permitirá conocer cómo se concentran las lluvias durante un mes y su intensidad.

Tabla 12: NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE LLUVIA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
N.º medio de días	7,7	7	7,4	9,2	8,7	5,2	3,1	4,3	6,8	8,7	7,9	8,4	84,4

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- Los meses en los que hay más días de precipitaciones son abril, mayo y octubre.

3.5. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Se define a la intensidad de precipitación como el cociente entre la precipitación media del mes y el valor medio de días de precipitación del mismo mes (N).

Tabla 13: FÓRMULA DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

FÓRMULA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	$I_p=R/N$
VALORES	
R	Precipitación media de cada mes
N	Número de días medio de lluvia de cada mes

Fuente: SALAS Y FERNÁNDEZ, 2006

Tabla 14: INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
R	60,1	52,9	51,7	56,6	55,9	26,3	11,6	17,9	65,4	59,7	64,9	46,9
N	7,7	7	7,4	9,2	8,7	5,2	3,1	4,3	6,8	8,7	7,9	8,4
I_p	7,81	7,56	6,99	6,15	6,43	5,06	3,74	4,16	9,62	6,86	8,22	5,58

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- El mes de mayor intensidad de precipitación es septiembre.

4. OTROS FACTORES CLIMÁTICOS

4.1. HUMEDAD RELATIVA (%)

La humedad relativa es otro de los factores a tener en cuenta en nuestro estudio, ya que una elevada humedad relativa puede producir la aparición de enfermedades criptogámicas.

Tabla 15: HUMEDAD REALATIVA MEDIA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Humedad Relativa Media (%)	68,1	62,3	64,3	61,3	53,5	50,9	51,9	56,3	63,3	70,8	73	74,2	62,5

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- El mes del año con mayor humedad relativa es diciembre con un 77% y junio es el mes de menor humedad relativa con un 50,9%.

4.2. NIEVE

Los valores medios del número de días al mes de nieve son:

Tabla 16: DÍAS MEDIO DE NIEVE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Días medio de Nieve	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,4

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- Como se puede observar el mes con mayor probabilidad de nieve es enero.

4.3. NIEBLAS

Los valores medios de días de niebla son:

Tabla 17: DÍAS MEDIO DE NIEBLA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Días medio de Niebla	2,2	3,5	3,0	2,0	1,5	0,8	0,4	0,9	0,8	1,6	2,1	2,8	21,4

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- El mes del año con más días de niebla es febrero y el número medio de días de niebla al año es de 21,4 días/año.

4.4. TORMENTAS

Tabla 18: DÍAS MEDIO DE TORMENTAS

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Días medio de Tormentas	0,2	0,3	0,4	1,6	3,0	2,2	1,7	2,1	2,7	1,3	0,5	0,2	15,8

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- Los meses con mayor cantidad de tormenta son mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Corresponden con los meses de final de primavera y verano.

4.5. GRANIZO

Tabla 19: DÍAS MEDIO DE GRANIZO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Días medio de Granizo	0,0	0,1	0,1	0,2	0,7	0,2	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	1,8

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- Se puede observar, según los datos de la tabla, que los días de granizo en esta zona son muy escasos.

4.6. ROCÍO

Tabla 20: DÍAS MEDIO DE ROCIO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Días medio de Rocío	4,0	3,5	6,8	7,2	7,2	6,8	5,8	6,0	7,0	8,2	7,1	5,9	75,4

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- Los meses con un número más elevado de días medio de rocío son los meses de primavera y otoño. El valor medio anual es de 75,4 días/año.

4.7. ESCARCHA

Tabla 21: DÍAS MEDIO DE ESCARCHA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Días medio de Escarcha	7,8	5,4	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,7	23,3

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- Los meses con mayores días de escarcha son enero, diciembre y febrero, coincidiendo con los meses de invierno.
- El número medio de días de escarcha anual es de 23,3 días/año.

4.8. VIENTO

Los datos de viento estudiados corresponden a periodos anuales. En ellos se refleja el tanto por ciento correspondiente a cada dirección, así como su velocidad expresada en kilómetros por hora. Con los datos registrados se ha calculado un promedio con las velocidades y direcciones. Una vez calculadas las velocidades y porcentajes correspondientes a cada dirección se representan gráficamente para poder observar así cuales son los rumbos dominantes y en que direcciones se dan las mayores velocidades.

Tabla 22: VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO

DIRECCIÓN		MEDIA
N	%	1,9
	V (Km/h)	3,4
NNE	%	4,9
	V (Km/h)	4,2
NE	%	9,3
	V (Km/h)	4,8
ENE	%	10,2
	V (Km/h)	5,3
E	%	10,5
	V (Km/h)	4,9
ESE	%	1,2
	V (Km/h)	2,5
SE	%	0,5
	V (Km/h)	1,1
SSE	%	0,4
	V (Km/h)	1,2
S	%	1,3
	V (Km/h)	2,4
SSW	%	4,3
	V (Km/h)	4,1
SW	%	6,3
	V (Km/h)	4,6
WSW	%	5,5
	V (Km/h)	3,9
W	%	10,4
	V (Km/h)	4,6
WNW	%	6,0
	V (Km/h)	5,2
NW	%	1,7
	V (Km/h)	3,8
NNW	%	0,9
	V (Km/h)	2,8
Calmas		24,6
VELOCIDAD MEDIA	V (Km/h)	3,9

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

5. ÍNDICES CLIMÁTICOS

Los índices climáticos son el resultado de fórmulas matemáticas y estadísticas, que combinan los parámetros climáticos (principalmente temperatura y precipitaciones) con datos como la altitud o la latitud, y manifiestan la relación entre la vegetación y el clima.

Éstos índices se dividen en: índices térmicos, pluviométricos, termopluviométricos, de aridez, de continentalidad, de mediterraneidad e índices bioclimáticos.

5.1. ÍNDICES DE TERMICIDAD

Son aquellos índices que tienen en cuenta fundamentalmente la temperatura.

- **Biotemperatura.** Es un concepto creado por Holdridge (1947) y uno de los valores que se tiene en cuenta en su clasificación de las formas de vida, en el que se da mucha importancia a las temperaturas. Su fórmula es:

$$\circ \text{ Biotemperatura} = [t \text{ media } ^\circ\text{C} - (0,3) (\text{ } ^\circ \text{ latitud}) (t \text{ media } ^\circ\text{C}-24)2]/100.$$

En donde $t \text{ } ^\circ\text{C}$ = temperatura en grados Celsius.

- **Índice de eficiencia térmica.** Fue creado por Thornthwaite (1948), para su clasificación de los biomas terrestres. El índice es una forma de medir la eficacia de la temperatura en el crecimiento vegetal. Se calcula mediante la suma del índice de temperaturas de todos los meses multiplicada por 10. Por lo tanto:

$$\circ \text{ Índice de eficiencia térmica} = \Sigma [(T-32) /4] * 10.$$

- En donde T es la temperatura mensual en grados Fahrenheit, salvo si las temperaturas están por debajo de los 32°, que entonces se cuentan si fueran de 32°.

5.2. ÍNDICES DE PLUVIOSIDAD

En estos índices el valor se tiene más en cuenta a las precipitaciones, no sólo su cantidad, sino también su distribución a lo largo de las diferentes estaciones del año. Es necesario recordar que en la efectividad de las precipitaciones no sólo depende de la cantidad de lluvia, sino también de la torrencialidad del terreno, las temperaturas, las pérdidas por escorrentía, por evapotranspiración del suelo...

- **Índice de pluviosidad de Lang (1915) o índice pluviométrico, pluvi factorial de Lang o regenfaktor** es igual a la división de las precipitaciones entre las temperaturas medias anuales. A nivel científico apenas se utiliza actualmente debido a su extrema simplicidad, pero sigue teniendo un gran valor a nivel educativo.

○ Índice de Lang = $P/T = [(Precipitaciones\ anuales\ (mm) / Temperatura\ media\ anual\ (^{\circ}C))]$.
--

Tabla 23: CORRESPONDENCIA ENTRE EL ÍNDICE DE LANG Y EL CLIMA

Índice de Lang	0-20	20-40	40-60	60-100	100-160	>160
Clima	Desiertos	Árida	Estepa y Sabana	Templado cálido	Templado húmedo	Húmedo

Fuente: MARTÍNEZ, 2005

➤ **Índice de Lang (Ontinyent) = 569,9 (mm) / 16,6 (°C) = 34,3313=ÁRIDA.**

- **Índice de Blair.** Equivale a la suma de todas las precipitaciones mensuales multiplicadas por dos, por lo que mide la aridez y la humedad de un lugar.

○ Índice de Blair = $\Sigma(2P_m)$.
○ En donde P_m es la precipitación mensual.

Tabla 24: VALORES DE ARIDEZ Y LA HUMEDAD SEGÚN EL ÍNDICE DE BLAIR

P (mm)	0-225	225-500	500-1000	1000-2000	>2000
CLIMA	Árido	Semiárido	Subhúmedo	Húmedo	Muy Húmedo

Fuente: ÍNDICE DE BLAIR

➤ **Índice de Blair (ONTINYENT) = $\Sigma(2P_m) = 2 * 47,49 \text{mm} = \underline{94,98 = \text{ÁRIDO}}$**

- **Índice de Gasparín** es igual a la precipitación anual entre la temperatura media anual, su fórmula es:

$$\circ \text{Índice de Gasparín} = P / (50 \cdot T)$$

En donde T es la temperatura media anual (en °C) y

P es la precipitación anual total (en mm).

En función de los valores el suelo se clasifica según la siguiente tabla:

Tabla 25: VALORES DEL SUELO

VALORES DEL ÍNDICE	0-0,5	0,5-1	1-1,5	>1,5
SUELO	Muy seco	Seco	Húmedo	Muy húmedo

Fuente: ÍNDICE DE GASPARIN

➤ **Índice de Gasparín (Ontinyent) = $569,9 / (50 \cdot 16,6) = \underline{0,687 = \text{SECO}}$**

- **Índice de Giacobbe (1958).** Relaciona la precipitación con algunos parámetros térmicos mediante la fórmula:

$$\circ \text{Índice de Giacobbe} = (100 \cdot P_v) / (M_{x\text{mesc}} \cdot \text{Exc}).$$

En donde P_v = precipitación total de verano;

$M_{x\text{mesc}}$ la temperatura máxima media mes más cálido;

Exc = escursión térmica, diferencia entre la temperatura máxima media y la temperatura mínima media.

El resultado se compara con la siguiente tabla de valores:

Tabla 26: VALORES DEL ÍNDICE DE GIACOBLE

ÍNDICE	< 1	1-4	4-10	10-50	> 50
VALOR	Periárido	Árido	Semiárido	Subhúmedo	Húmedo

Fuente: CAPEL MOLINA, 1981

➤ **Índice de Giacobbe (Ontinyent) = $(100 \cdot 81,87) / (25,7 \cdot (22,8 - 10,4)) = 25,6$**
=SUBHÚMEDO

5.3. ÍNDICES DE ARIDEZ

Estos índices miden el grado de aridez y/o de sequía de un clima, y por lo tanto están muy relacionados con los índices de precipitaciones. La aridez es un concepto difuso, puesto que los climatólogos, los biólogos, los botánicos, los ingenieros agrónomos y agrícolas... tienen una concepción distinta de lo que es la aridez.

Climáticamente a nivel general, se piensa que un mes seco es aquel en el que las temperaturas son mayores que el doble de las precipitaciones, aunque en realidad no se tiene en cuenta el suelo que es un factor clave en la aridez.

Los índices de aridez basados en datos climáticos tienen como base el principio de que con las temperaturas aumenta la evapotranspiración (Capel Molina, 1981) y, por lo tanto, las precipitaciones se vuelven menos efectivas.

A continuación, se muestran unos índices de aridez que deben ser comparados con otros índices bioclimáticos como índices de Lang, Martonne, Emberger, Giacobbe, Thornthwaite, etc., explicados más adelante. También conviene comparar los valores de aridez anuales con los mensuales para analizar su estacionalidad y su evolución a lo largo del año.

- **Índice de Martonne o índice de aridez de Martonne (1926).** Permite una primera identificación fitoclimática del mundo, aunque es especialmente efectivo en zonas tropicales y subtropicales. Puede calcularse el índice anual o el mensual cuyas fórmulas son:

$$I_{\text{Mensual}} = [P_m / (T_m + 10)] \cdot 12.$$

En donde P_m = Precipitación media mensual en mm;

T_m = Temperatura media mensual en grados centígrados.

$$I_{Manual} = P/(T+10).$$

En donde P = Precipitación media anual en mm;

t = Temperatura media anual en grados centígrados.

Los resultados se comparan con la siguiente tabla:

Tabla 27: ÍNDICE DE MARTONE

ÍNDICE	AMBIENTE FITOCLIMÁTICO
De 0 a 5	Ambiente Desértico, árido extremo
De 5 a 10	Ambiente Semidesértico, árido. Estepa desierta con posibilidad de cultivos de riego
De 10 a 20	Ambiente semiárido, vegetación de Estepa y mediterránea de bosque esclerófilo. Zonas de transición con escorrentías temporales
De 20 a 30	Vegetación subhúmeda de bosque y pradera. Escorrentía continua con posibilidad de cultivo de riego
De 30 a 40	Vegetación húmeda. Escorrentía fuerte y continua que permite bosque
> 40	Vegetación hiperhúmeda Exceso de escorrentía

Fuente: MARTONE, 1926

➤ $I_{Mensual} (Ontinyent) = [47,49 / (16,6+10)] * 12 = \underline{21,424}$

➤ $I_{Manual} (Ontinyent) = 569,9 / (16,6+10) = \underline{21,425}$

- **Índice de aridez de Meigs (1942).** Se calcula mediante la siguiente fórmula:

○ $I_m = I_h - (0,6 * I_a)$
 $I_h = 100 \Sigma (EX/ETP)$
 $I_a = 100 \Sigma (F/ETP)$
 En donde Ex: humedad excedente, según un balance hídrico directo con reserva máxima de 100 mm;
 F: humedad deficitaria i
 ETP: evapotranspiración potencial, según Thornthwaite.

Tabla 28: ÍNDICE DE MEIGS

ZONA	ÍNDICE DE HUMEDAD	PRECIPITACIÓN (mm)	¿APTA PARA EL CULTIVO?
Semihúmeda	$-20 < I_m < 0$	> 500	Sí
Semiárida	$-40 < I_m < -20$	200 a 500	Sí, algunos pastos
Árida	$-56 < I_m < -40$	25 a 200	No
Periárida	$I_m < -56$	< 25	No

Fuente: ÍNDICE DE MEIGS, 1942

➤ $I_m = I_h - (0,6 * I_a) = (100 * (0/862,11)) - (0,6 * (100 * 321,95/862,11)) = \underline{\underline{-22,40}} =$
SEMIÁRIDO

5.4. ÍNDICE DE CONTINENTALIDAD Y OCEANIDAD

Los índices de continentalidad valoran el grado de influencia marina u oceánica en un territorio. Para ello tienen en cuenta la oscilación térmica anual, si ésta es amplia suele corresponder a espacios continentales, mientras que si el valor es bajo suele representar áreas con influencia oceánica, puesto que los mares, lagos y océanos tienden a amortiguar el contraste de las temperaturas extremas.

Los índices más empleados para expresar la continentalidad/oceanidad se pueden agrupar en sencillos y compensados. Son sencillos aquellos que expresan únicamente la diferencia entre las temperaturas extremas (Supan, 1884), y compensados los que, a la amplitud u oscilación de la temperatura anual, se adiciona una cantidad en función de la altitud (Rivas Martínez, 2005) o de la latitud (Gorezynski, 1920; Conrad, 1946; Currey, 1974).

- **Índice de continentalidad simple, intervalo térmico anual o amplitud térmica.** Es la diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año ($T_{max}-T_{min}$). Su origen se halla en el primer mapa de oceanidad de la Tierra (Supan, 1884).

$$\circ I_c = T_{max} - T_{min}.$$

En donde T_{max} = temperatura media del mes más cálido del año ($^{\circ}C$);

T_{min} = temperatura media del mes más frío del año ($^{\circ}C$).

➤ $I_c (\text{Ontinyent}) = T_{max} - T_{min} (\text{Ontinyent}) = 25,7 - 8,9 = \underline{16,8}$

- **Índice de continentalidad sencillo ampliado.** Es la diferencia entre las temperaturas medias absolutas de los meses más cálido y más frío del año (Rivas Martínez, 2005). Su fórmula es:

$$\bullet I_{ca} = T_{amax} - T_{amin}.$$

En donde T_{amax} = temperatura media absoluta del mes más cálido;

T_{amin} = temperatura media absoluta del mes frío del año.

➤ $I_{ca} (\text{Ontinyent}) = T_{amax} - T_{amin} = 33,3 - 3,8 = \underline{29,5}$

- **Índice de continentalidad de Currey (1974).** Se obtiene dividiendo la amplitud térmica anual o diferencia entre la temperatura media de los meses más cálido y más frío del año entre el tercio de la latitud más uno. Por lo tanto, su fórmula es:

$$\circ \text{Índice de continentalidad de Currey} = (M_i - m_i) / (1 + 1/3 * Lat)$$

En donde M_i = Temperaturas medias del mes más cálido ($^{\circ}C$);

m_i = Temperaturas medias del mes más frío ($^{\circ}C$);

Lat = latitud en grados.

Según esta fórmula se establece la siguiente tabla:

Tabla 29: CORRESPONDENCIA DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE CURREY

IC	0; 0,6	0,6 ;1,1	1,1; 1,7	1,7; 2,3	2,3; 5
CLIMA	Hiper-oceánicos	Oceánicos	Sub-continenciales	Continenciales	Hiper-continenciales

Fuente: MARTÍNEZ, 2005

➤ **Índice de continentalidad de Currey (Ontinyent) = $(25,7 - 8,9) / (1+1/3*38,49) = 1,215 = \underline{\text{SUBCONTINENTAL}}$**

- **Índice de Rivas-Martínez (2005).** Este índice tiene en cuenta el índice de continentalidad simple y la altitud. Su fórmula es:

$$\circ \text{ Índice de Rivas-Martínez} = \text{índice simple} + [\text{altitud} \times 0.6/100]$$

➤ **Índice de Rivas-Martínez (Ontinyent) = $29,5 + [350 \times 0.6/100] = 31,6 = \underline{\text{EUCONTINENTAL ATENUADO}}$**

- **Índice de Daget (1977)** este índice es el más completo puesto que tiene en cuenta las temperaturas, la latitud y la altitud. Su fórmula es:

$$\circ \text{ Índice de Daget} = (1,7am / \text{sen}(\text{lat} + 10 + 9h)) - 14.$$

En donde am = amplitud térmica;

○ lat = latitud (en grados);

h: altura (en Km)

Tabla 30: ÍNDICE DE DAGET

Tipos según RIVAS MARTÍNEZ	Subtipos según RIVAS MARTÍNEZ	Valores según IC de RIVAS MARTÍNEZ	IC de CURREY	IC de DAGET
Hiperocéánico 0-11	1.1a. Ultrahiperocéánico acusado	0-2.0	Hiperocéánico (0-0,6)	Océánico 0 a 25
	1.1b. Ultrahiperocéánico atenuado	2.0-4.0		
	1.2a. Euhiperocéánico acusado	4.0-6.0		
	1.2b. Euhiperocéánico atenuado	6.0-8.0		
	1.3a. Subhiperocéánico acusado	8.0-10.0		
	1.3b. Subhiperocéánico atenuado	10.0-11.0		
Océánico 11-21	2.1a. Semihiperocéánico acusado	11.0-13.0	Océánico (0,6-1.1)	
	2.1a. Semihiperocéánico atenuado	13.0-14.0		
	2.2a. Euroceánico acusado	14.0-16.0		
	2.2b. Euroceánico atenuado	16.0-17.0		
	2.3a. Semicontinental atenuado	17.0-19.0		
	2.3b. Semicontinental acusado	19.0-21.0		
Continental 21-66	3.1a. Subcontinental atenuado	21.0-24.0	Subcontinental (1.1-1.7)	Continental 25 a 100
	3.1b. Subcontinental acusado	24.0-28.0		
	3.2a. Eucontinental atenuado	28.0-37.0	Continental (1.7 a 2.3)	
	3.2b. Eucontinental acusado	37.0-46.0		
	3.3a. Hipercontinental atenuado	46.0-56.0	Hipercontinental (mayor a 2.3)	
	3.2b. Hipercontinental acusado	56.0-66.0		

Fuente: ÍNDICE DE DAGET, 1977

➤ **Índice de Daget (Ontinyent) = (1,7*29,5/ sen (38,49 + 10 +(9*0,35))) – 14=63,082=CONTINENTAL**

6. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

Las diferentes clasificaciones climáticas determinarán el clima de la zona, utilizando para ello las siguientes clasificaciones:

6.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

En 1948, Thornthwaite propuso una clasificación climática cuya principal característica fue la utilización de la evapotranspiración potencial como parámetro fundamental para la delimitación de los distintos tipos climáticos.

Al igual que había hecho anteriormente otros climatólogos, Thornthwaite buscaba una clasificación climática basada en la distribución de las especies vegetales, al considerar que en ellas se conjugaban los diversos efectos de los elementos del clima. Las clasificaciones anteriores empleaban generalmente medidas directas de elementos meteorológicos (fundamentalmente temperatura del aire y precipitación) para establecer una correspondencia entre los valores de estas variables y el tipo de vegetación.

Una ventaja evidente de utilizar dichas variables es que son fácilmente medibles; sin embargo, en opinión de Thornthwaite, el empleo de cifras directas de temperatura y precipitación para definir las fronteras entre tipos climáticos era un procedimiento excesivamente rudimentario, y los valores de temperatura y precipitación observados en los límites de vegetación de una región difícilmente coincidían con los valores correspondientes en regiones distantes.

Thornthwaite consideró necesario emplear variables más complejas, que permitieran resumir la acción recíproca entre la vegetación y la atmósfera. Consideró la evapotranspiración como el proceso principal de intercambio de energía, humedad y momento entre la superficie terrestre y la atmósfera y su medida como variable fundamental para su clasificación climática.

La clasificación de Thornthwaite está desarrollada para cuatro dígitos o índices que en su conjunto expresan las características del clima de un lugar.

Antes de empezar con la clasificación se deberán determinar varios índices:

- a) Evapotranspiración potencial
- b) Índice de humedad
- c) Determinación de la variación estacional de la humedad
- d) Determinación de la eficacia térmica
- e) Determinación de la concentración térmica en verano
- f) Resumen

6.1.1. DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)

Se denomina evapotranspiración potencial a la cantidad máxima, teórica, de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación y constantemente abastecido de agua. En relación con las precipitaciones recogidas, la ETP se usa como un indicador de humedad o aridez climática.

Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en hidrología y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología en cuencas.

Para la obtención de la ETP se realizará el cálculo en base a una ETP estándar. Este cálculo se realiza para un mes de 30 días, con doce horas de insolación diarias (e) y corregida por un coeficiente de correlación, el cual varía con el número del mes del año y de las horas de insolación. Estas horas de insolación dependen a su vez de la latitud en la que se localiza la zona para el cálculo de la ETP.

- $ETP=K*e$
- e: $16*(10*tm/l)^a$
- a: $0,016*I+0,5$
- a=1,73
- I: índice térmico de la zona. I es un valor anual que se obtiene a partir del índice de calor mensual “i”, como suma de los doce índices de calor mensuales.
- $I=\sum i_j; j=1,\dots,12.$
- $I_j=(tm_j/5)^{1,514}$

Utilizando la Tabla 32 obtenemos los valores de i en función de la temperatura mensual sin necesidad de aplicar la fórmula anterior.

- i: temperatura media mensual en °C.
- K es un coeficiente de corrección que depende del número de días del mes y del número de horas de insolación teórica que depende de la latitud.
- Con la latitud N 38° los valores de K son:

Tabla 31: COEFICIENTE DE CORRECCIÓN

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
K	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLGÍA, 2017

Tabla 32: ÍNDICE TÉRMICO DE LA ZONA

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
tm	8,9	9,9	12,3	14,3	17,8	22,3	25,6	25,7	22,2	17,4	12,4	9,8	-----
i	2,39	2,81	3,9	4,9	6,83	9,61	11,85	11,92	9,55	6,60	3,95	2,76	77,07

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLGÍA, 2017

En la Tabla 33 se expresan los resultados de la ETP de cada mes:

Tabla 33: EVAPOTRANSPIRACIÓN MENSUAL

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
K	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83	-----
ETP	17,44	20,72	36,99	51,28	83,74	124,68	159,58	150,37	103,76	62,84	30,59	20,12	862,11

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLGÍA, 2017

Cabe desatacar que la ETP según este método es independiente de la vegetación, ya que se supone que en un suelo con poca vegetación la transpiración es menor y la evaporación es mayor, y en un suelo con abundante vegetación se da el caso opuesto.

6.1.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE HUMEDAD

Es necesario hacer un balance de agua del suelo en el que intervengan:

- P = precipitaciones medias mensuales en mm
- ETP = evapotranspiraciones medias mensuales en mm
- P – ETP = déficit o superávit entre precipitaciones y ETP
- R = reservas de agua del suelo
- VR= Variación de la reserva de cada mes
- ETR = evapotranspiraciones reales mensuales
- D = déficits mensuales de agua
- E = excesos mensuales de agua

Para poder aplicar la fórmula, sin incidir en particularizaciones concretas, se establecen las siguientes hipótesis:

- (A) La reserva del suelo varía entre 0 y 100 mm.
- (B) La evapotranspiración real (ETR) corresponde, en los meses en los que por falta de humedad no se alcancen las condiciones potenciales, a las precipitaciones del mes sumadas a la reserva del suelo del mes anterior.

$$ETR=P+R$$

- (C) En los meses suficientemente húmedos en que la evapotranspiración real es inferior a la potencial.

$$ETR=P+R-----ETR=ETP$$

- (D) Existe déficit de humedad en los meses en que la evapotranspiración real es inferior a la potencial.

$$D=ETP-ETR$$

(E) Existe exceso de humedad en los meses en los cuales, al acumular agua en las reservas del suelo, éstas superan el valor de 100.

$$P+R-ETP>100\text{-----}E=R+P-(ETP+100)$$

Tabla 34: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE HUMEDAD

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
P	60,1	52,9	51,7	56,6	55,9	26,3	11,6	17,9	65,4	59,7	64,9	46,9	569,9
ETP	17,44	20,72	36,99	51,28	83,74	124,68	159,58	150,37	103,76	62,84	30,59	20,12	862,11
P-ETP	42,66	32,18	14,71	5,32	-27,84	-98,38	-	-	-38,36	-3,14	34,31	26,78	-292,21
R	100	100	100	100	72,16	29,46	0	0	0	0	34,31	61,09	-----
VR	42,66	32,18	14,71	5,32	-27,84	-98,38	0	0	0	0	34,31	26,78	-----
ETR	17,44	20,72	36,99	51,28	83,74	124,68	11,6	17,9	65,4	59,7	30,59	26,78	546,82
D	0	0	0	0	0	0	147,98	132,47	38,36	3,14	0	0	321,95
E	42,7	32,18	36,99	5,32	0	0	0	0	0	0	0	0	117,19

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLGÍA, 2017

Es el primer dígito de la clasificación de Thornthwaite, está representado por una letra mayúscula y expresa el grado de humedad de un lugar.

El periodo de sequía en nuestra zona se extiende desde mayo hasta Octubre (ambos inclusive). Este déficit hídrico habrá que solucionarlo con aportes de riego por goteo.

El primer índice de Thornthwaite es el de humedad que representa la relación entre el excedente de agua y la necesidad de la misma:

$$I_E = E/ETP * 100 = 0/862,11 * 100 = \mathbf{0\%}$$

El segundo índice es el de aridez, I_D , que es el cociente entre el déficit hídrico anual y su necesidad:

$$I_D = D/ETP * 100 = 321,95/862,11 * 100 = \mathbf{37,34\%}$$

El índice hídrico anual, I_h , equilibra la influencia de los dos anteriores, dando menor peso a I_D ya que en ocasiones, aunque existe una falta de precipitación, las plantas subsisten gracias a que la humedad edáfica está por debajo del punto de marchitez:

$$I_h = I_E - (0,6 * I_D) = 0 - (0,6 * 37,34) = \mathbf{-22,40}$$

Una vez calculado el I_h podemos escoger entre nueve tipos o categorías climáticas que donen el grado de humedad del lugar. Estas 9 categorías se dividen en 6 para climas húmedos y 3 para climas secos.

Tabla 35: CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

CLIMAS HÚMEDOS		
Símbolos	Tipos de clima	Índice Hídrico
A	Súper húmedo	Mayor de 100
B4	Muy húmedo	80 a 100
B3	Húmedo	60 a 80
B3	Moderadamente húmedo	40 a 60
B1	Ligeramente húmedo	20 a 40
C2	Sub húmedo húmedo	0 a 20
CLIMAS SECOS		
C1	Sub húmedo seco	0 a -20
D	Semiárido o seco	-20 a -40
E	Árido	-40 a -60

Fuente: THORNTHWAITE, 1948

Según este índice el valor de I_h está comprendido entre -20 y -40, correspondiendo al tipo climático Semiárido, al que pertenece la sigla D.

6.1.3. DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA

El segundo dígito lo constituye una letra mayúscula con apóstrofe que indica la eficiencia térmica, del lugar considerado. Este se determina entrando directamente con el valor de la ETP anual en mm.

Thornthwaite utiliza el valor de la ETP como índice de la eficiencia térmica, ya que considera que ETP es función de la temperatura y la duración del día. Los tipos de clima según el índice de eficiencia térmica son:

Tabla 36: CLASIFICACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA DE THORNTHWAITE

SÍMBOLO	REGIÓN TÉRMICA	ETP (mm)
A	Megatérmica o cálida	1.140 y más
B ₄ '	Mesotérmica semi cálida	997 a 1.140
B ₃ '	Mesotérmica templada cálida	855 a 997
B ₂ '	Mesotérmica templada fría	712 a 855
B ₁ '	Mesotérmica semifría	570 a 712
C ₂ '	Microtérmica fría moderada	427 a 5710
C ₁ '	Microtérmica fría acentuada	285 a 427
D'	Tundra	142 a 285
E'	Helado o glacial	Menos de 142

Fuente: THORNTHWAITE, 1948

ETPanual (Ontinyent)=862,11 mm

(Datos obtenidos en la Tabla 34)

Según este índice el valor de ETP está comprendido entre 855 y 997, correspondiendo a la región térmica Mesotérmica Templada cálida, al que pertenece la sigla B₃'.

6.1.4. DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD

Una vez conocido el grado de humedad (primer dígito) procedemos a determinar el tercer dígito. Está representado por una letra minúscula que indica como es la variación estacional de la humedad en el lugar que se está clasificando.

Si dicho lugar presenta un clima húmedo se emplea la fórmula de índice de Aridez (I_a), ya que nos interesa caracterizar la magnitud y distribución de los periodos secos en el lugar estudiado. Por el contrario, si el lugar tiene un clima seco, utilizamos el Índice de Humedad (I_h), para saber cómo está distribuida la posible humedad que exista en el lugar y qué importancia tiene esta estación húmeda.

- I_a= (100D) / ETP
- I_h= (100E) / ETP
- D= deficiencia en el año
- E= excedente en el año

Como se puede observar los índices nos dicen a qué porcentaje de la ETP anual corresponden el déficit o el exceso. En un lugar muy árido el déficit puede llegar a igualarse con la ETP, ser igual al 100% de la ETP.

Tabla 37: CLASIFICACIÓN DE LA VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD DE THORNTHWAITE

SÍMBOLO	TIPO DE VARIACIÓN	ÍNDICE DE VARIACIÓN
Para climas húmedos (Índice de aridez (Ia))		
R	Nula o pequeña deficiencia de agua	0 a 0 16,7
S	Moderada deficiencia en verano	16,7 33,3
W	Moderada deficiencia en invierno	16,7 a 33,3
s ₂	Gran deficiencia en verano	Más de 33,3
w ₂	Gran deficiencia en invierno	Más de 33,3
Para climas secos (Índice de Humedad (Ih))		
d	Nulo o pequeño exceso de agua	0 a 10
S	Moderado exceso en verano	10 a 20
w	Moderado exceso en invierno	10 a 20
s ₂	Gran exceso en verano	Más de 20
w ₂	Gran exceso en invierno	Más de 20

Fuente: THORNTHWAITE, 1948

Los términos de verano e invierno se refieren a las estaciones astronómicas de cada hemisferio.

Para nuestro caso el clima es seco D, así que utilizaremos I_h. En nuestro caso I_h es igual a -22,40. Al estar entre el rango de 0 a 10, esto significa que estamos en un clima seco con nulo o pequeño exceso de agua d.

6.1.5. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA EN VERANO

El índice de la concentración de la eficiencia térmica en verano es el cuarto y último dígito de la clasificación de Thornthwaite. Se expresa con la letra minúscula con apóstrofe e indica como es el régimen térmico durante el verano en relación el resto del año, o lo que es similar, cual es el nivel de concentración de las temperaturas esa época del año. Dicho índice se determina sumando los valores de ETP de los tres meses de verano (junio,

julio y agosto para el hemisferio norte) y relacionándolos luego con la sumatoria de la ETP anual (12 meses).

○ Eficiencia térmica= $(ETP \text{ meses de verano} / ETP \text{ anual}) * 100$

○ ETP meses de verano= Suma de las ETP de junio a septiembre, ambos inclusive.

Obteniendo el valor en porcentaje se busca entre que límites se encuentra y que letra le corresponde.

Tabla 38: CLASIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA DE THORNTHWAIT

TIPO DE CLIMA	% VERANO / AÑO
a´	Menos de 48
b´4	48 a 51,9
b´3	51,9 a 56,3
b´2	56,3 a 61,6
b´1	61,6 a 68,0
c´2	68,0 a 76,3
c´1	76,3 a 88,0
d´	Más de 88

Fuente: THORNTHWAITE, 1948

○ ETPjunio= 124,68
 ○ ETPjulio= 159,58
 ○ ETPagosto= 150,37,
 ○ ETPseptiembre= 103,76

○ ETPmeses de verano= 538,39
 ○ ETPanual= 862,11

○ Eficiencia térmica= $(ETP \text{ meses de verano} / ETP \text{ anual}) * 100 = (538,39/862,11) * 100 = \mathbf{62,45}$

Según la tabla anterior nos encontramos con un tipo de clima b´1.

6.1.6. RESUMEN

Para la descripción del clima según Thornthwaite se utilizan 4 siglas que corresponden a:

- El índice de humedad: Semiárido *D*.
- La eficacia térmica de la zona: Mesotérmico Templada Cálida *B'₃*
- La variación estacional de la humedad: Nulo o pequeño exceso de humedad *d*.
- La concentración en verano de la eficacia térmica: Moderada concentración *b'₁*.
- Según Thornthwaite nuestra parcela se encuentra en un clima:

D B'₃ d b'₁

Esto quiere decir que nos encontramos ante un clima semiárido, según mesotérmico, con nulo o pequeño exceso de humedad en invierno y moderada concentración de la eficacia térmica durante el verano.

6.2. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO (1963)

La clasificación UNESCO-FAO realiza un agrupamiento por características térmicas y de aridez. Para éstas últimas se define un índice xerotérmico.

6.2.1. TEMPERATURA

La clasificación por temperatura define tres grupos, dos de los cuales tienen subdivisiones, según los valores de la temperatura media del mes más frío (el grupo 3 se define con la temperatura media del mes más cálido) y las siguientes condiciones:

Tabla 39: CLASIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA SEGÚN LA FAO

CLASE	CONDICIÓN
GRUPO 1	$tm_1 > 0$
Cálido	$tm_1 \geq 15$
Templado-cálido	$15 > tm_1 \geq 10$
Templado-medio	$10 > tm_1 > 0$
GRUPO 2	$0 \geq tm_1$
Templado frío	$0 > tm_1 \geq -5$
Frío	$-5 > tm_1$
GRUPO 3	$0 > tm_2$
Glacial: todos los meses del año con temperaturas mínimas negativas	$0 > tm_2$

Fuente: FAO, 1963

La temperatura media en Ontinyent para el mes más frío es enero con 8,9°C, por lo tanto, corresponde al GRUPO 1, Clima Templado-Medio.

Se concede importancia al rigor de la estación fría, por lo que se definen los siguientes tipos de invierno en función de la temperatura media de mínimas del mes más frío t_1 :

Tabla 40: CLASIFICACIÓN DE LOS INVIERNOS SEGÚN LA FAO

TIPO DE INVIERNO	CONDICIÓN
Sin invierno	$t_1 \geq 11^\circ\text{C}$
Cálido	$11 > t_1 \geq 7$
Suave	$7 > t_1 \geq 3$
Moderado	$3 > t_1 \geq -1$
Frío	$-1 > t_1 \geq -5$
Muy frío	$-5 > t_1$

Fuente: FAO, 1963

La temperatura media de mínimas en Ontinyent para el mes más frío es enero con 3,8°C, por lo tanto, corresponde al TIPO DE INVIERNO, Suave.

6.2.2. ARIDEZ

Las subdivisiones por aridez son distintas para los distintos grupos térmicos. Se recogen aquí los correspondientes al Grupo 1 y 2. El grupo 1 tiene las siguientes subdivisiones por aridez:

Tabla 41: CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR ARIDEZ SEGÚN LA FAO

Xéricos	Áridos	Período seco mayor de 9 meses
	Mediterráneo	Período seco de 1 a 8 meses. Coincidiendo con la estación cálida de días más largos.
	Tropical	Período seco de 1 a 8 meses. Coincidiendo con la estación de los días más cortos.
Bixérico		Período seco de 1 a 8 meses, sumando dos períodos diferenciados de sequía.
Auxérico		Ningún mes seco.

Fuente: FAO, 1963

El grupo 2 tiene las siguientes subdivisiones por aridez:

Tabla 42: SUBDIVISIÓN POR ARIDEZ PARA EL GRUPO TÉRMICO 2: TEMPLADO-FRÍO Y FRÍO.

TIPO	CONDICIÓN
Desértico frío	$12 > \text{Mhs}^* \geq 11$
Subdesértico frío	$10 \geq \text{Mhs} \geq 9$
Frío de estepa	$8 \geq \text{Mhs} \geq 5$
Subaxérico frío	$4 \geq \text{Mhs} \geq 2$
* Mhs es el número de meses afectados por heladas o por sequía	

Fuente: FAO, 1963

Cabe resaltar en estas subdivisiones por aridez, que cuando no hay un período seco las subdivisiones son por temperatura, y que en los climas fríos se considera una "aridez por helada" que se suma a la hídrica. En el resto de los casos la aridez viene definida por el índice xerotérmico anual. Los meses del año se pueden clasificar según su temperatura media y su precipitación en:

- Mes seco (S): la precipitación total de ese mes es inferior o igual al doble de la temperatura media. $P \leq 2T$
- Mes subseco (SS): la precipitación total del mes supera el doble de la temperatura, pero es inferior al triple de la temperatura $2T < P \leq 3T$
- Mes húmedo (H): la precipitación total del mes supera el triple de la temperatura media $P > 3T$

Tabla 43: DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CLIMA SEGÚN LA FAO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	60,1	52,9	51,7	56,6	55,9	26,3	11,6	17,9	65,4	59,7	64,9	46,9
T ^a	8,9	9,9	12,3	14,3	17,8	22,3	25,6	25,7	22,2	17,4	12,4	9,8
2T	17,8	19,8	24,6	28,6	35,6	44,6	51,2	51,4	44,4	34,8	24,8	19,6
3T	26,7	29,7	36,9	42,9	53,4	66,9	76,8	77,1	66,6	52,2	37,2	29,4
TIPO	H	H	H	H	H	SS	S	S	SS	H	H	H

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

En base a los datos obtenidos y registrados en la tabla, observamos que sólo existe un periodo seco por lo que se trata de un clima Xérico Mediterráneo.

6.2.3. ÍNDICES XEROTÉRMICOS

Para caracterizar la intensidad de la sequía, se utilizan los índices xerotérmicos. El índice xerotérmico mensual (x_m) señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos.

$$X_m = (N - (n + b/2)) * K$$

Para ello se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

N: número de días del mes

n: número de días de lluvia

b: número de días de rocío + número de días de niebla

K: coeficiente que depende de la humedad relativa del aire

Los valores de K según la humedad relativa son:

Tabla 44: ÍNDICE SEROTÉRMICO

K(Hr)	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Hr	< 40%	40-59,9%	60-79,9%	80-89,9%	90-99,9%	100%

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- La humedad relativa inferior al 40 % se considera día seco para las plantas, y si ésta alcanza el 100 %, solo es medio seco.

El índice xerotérmico de un periodo IP_x, es la suma de los índices mensuales correspondiente a la duración del periodo seco. Como hemos determinado anteriormente, el periodo seco va desde el mes de junio a septiembre, ambos incluidos.

Tabla 45: ÍNDICE XEROTÉRMICO

	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
N	30	31	31	30
n	5	3	4	7
b	8	7	7	8
Hr	51	52	56	63
K	0,9	0,9	0,9	0,8
X _m	18,9	22,05	21,15	15,2

Fuente: AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, 2017

- El valor del índice xerotérmico mensual se calcula por la expresión:

$$IP_x = \sum X_m = 18,9 + 22,05 + 21,15 + 15,2 = 77,3 \%$$

- Según el índice xerotérmico de un periodo seco, se clasifica como **Mesomediterráneo acentuado**.

7. TABLAS

Tabla 1: TEMPERATURAS CRÍTICAS Y EFECTO EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DEL OLIVO.

Tabla 2: TEMPERATURAS MEDIAS.

Tabla 3: TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÁXIMAS.

Tabla 4: TEMPERATURAS MEDIA MÁXIMAS ABSOLUTAS.

Tabla 5: TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÍNIMAS.

Tabla 6: TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS MÁXIMAS.

Tabla 7: FECHAS DE LA PRIMERA Y ÚLTIMA HELADA.

Tabla 8: NÚMERO DE DÍAS DE HELADA AL MES.

Tabla 9: CRITERIO DE EMERGENCIA.

Tabla 10: PRECIPITACIÓN MEDIA TOTAL.

Tabla 11: PRECIPITACIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS DEL PERIODO.

Tabla 12: NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE LLUVIA.

Tabla 13: FÓRMULA DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.

Tabla 14: INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.

Tabla 15: HUMEDAD REALATIVA MEDIA.

Tabla 16: DÍAS MEDIO DE NIEVE.

Tabla 17: DÍAS MEDIO DE NIEBLA.

Tabla 18: DÍAS MEDIO DE TORMENTAS.

Tabla 19: DÍAS MEDIO DE GRANIZO.

Tabla 20: DÍAS MEDIO DE ROCIO.

Tabla 21: DÍAS MEDIO DE ESCARCHA.

Tabla 22: VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO.

Tabla 23: CORRESPONDENCIA ENTRE EL ÍNDICE DE LANG Y EL CLIMA.

Tabla 24: VALORES DE ARIDEZ Y LA HUMEDAD SEGÚN EL ÍNDICE DE BLAIR.

Tabla 25: VALORES DEL SUELO.

Tabla 26: VALORES DEL ÍNDICE DE GIACOBLE.

Tabla 27: ÍNDICE DE MARTONE.

Tabla 28: ÍNDICE DE MEIGS.

Tabla 29: CORRESPONDENCIA DE LOS VALORES DEL ÍNDICE DE CURREY.

Tabla 30: ÍNDICE DE DAGET.

Tabla 31: COEFICIENTE DE CORRECCIÓN.

Tabla 32: ÍNDICE TÉRMICO DE LA ZONA.

Tabla 33: EVAPOTRANSPIRACIÓN MENSUAL.

Tabla 34: CÁLCULO DEL ÍNDICE DE HUMEDAD.

Tabla 35: CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAIT.

Tabla 36: CLASIFICACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA DE THORNTHWAIT.

Tabla 37: CLASIFICACIÓN DE LA VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD DE THORNTHWAIT.

Tabla 38: CLASIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA DE THORNTHWAIT.

Tabla 39: CLASIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA SEGÚN LA FAO.

Tabla 40: CLASIFICACIÓN DE LOS INVIERNOS SEGÚN LA FAO.

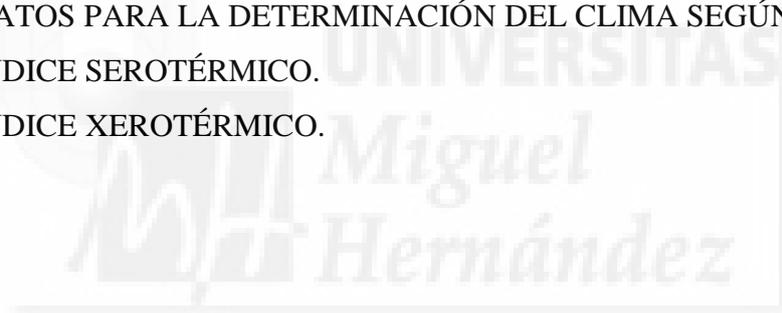
Tabla 41: CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR ARIDEZ SEGÚN LA FAO.

Tabla 42: SUBDIVISIÓN POR ARIDEZ PARA EL GRUPO TÉRMICO 2: TEMPLADO-FRÍO Y FRÍO.

Tabla 43: DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CLIMA SEGÚN LA FAO.

Tabla 44: ÍNDICE SEROTÉRMICO.

Tabla 45: ÍNDICE XEROTÉRMICO.





ANEJO 2: ESTUDIO EDAFOLÓGICO DEL SUELO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	83
2. TOMA DE MUESTRAS	84
3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	86
3.1. PROPIEDADES FÍSICAS	86
3.1.1. TEXTURA	86
3.1.2. CAPACIDAD DE CAMPO	87
3.1.3. PUNTO DE MARCHITEZ	88
3.1.4. AGUA ÚTIL	89
3.2. PROPIEDADES QUÍMICAS.....	89
3.2.1. pH	89
3.2.2. CIC	90
3.2.3. CARBONATOS CO ₃ CA.....	91
3.2.4. CALIZA ACTIVA	92
3.2.5. SALINIDAD	93
3.2.6. MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE	94
3.2.7. FÓSFORO	95
3.2.8. POTASIO ASIMILABLE	96
3.2.9. MAGNESIO ASIMILABLE.....	97
3.2.10. SODIO ASIMILABLE.....	98
3.2.11. CALCIO ASIMILABLE	99
3.2.12. RELACIÓN Ca ⁺² /Mg ⁺² y K ⁺ /Mg ²⁺	100
4. RESUMEN	102
5. TABLAS	103
6. ANÁLISIS.....	104



1. INTRODUCCIÓN

La perfección en la toma de muestras para realizar análisis de suelos tiene una importancia fundamental. Del resultado de los análisis se obtienen conclusiones que llevadas a la práctica conducen a un mejor aprovechamiento de las tierras Agrícolas. Ahora bien, una deficiente realización práctica de la toma de muestras proporcionará datos falsos sobre la calidad de la parcela a estudiar y por consiguiente el análisis de estos datos producirá resultados erróneos.

Debe tenerse en cuenta que una de las características del suelo es su heterogeneidad: sus propiedades pueden variar dentro de una misma parcela dando origen a rodales distintos. En el suelo agrícola, además, la capa superficial es siempre distinta de las más profundas. De ello se deriva la necesidad de una toma de muestras correcta. Es imposible el establecer un método generalizado para la toma de muestras del suelo. Los detalles del procedimiento a seguir deberán ser fijados de acuerdo con el fin perseguido.

Los problemas prácticos que normalmente se intentan resolver a través de la toma de muestras son los siguientes:

- a) Orientación en problemas de abonado de cultivos anuales.
- b) Orientación en problemas de abonado de cultivos frutales.
- c) Reconocimiento de la aptitud de un suelo para el establecimiento de una plantación frutal.

2. TOMA DE MUESTRAS

Habrán de enviarse por separado tantas muestras de tierra como rodales de diferentes tierras haya en la parcela, cuyas características interese conocer. La existencia de distintos rodales se nota por el color de la tierra, su compacidad, pedregosidad, rendimiento en cosecha, etc. Cuando la parcela sea homogénea, bastará con tomar una sola muestra media, formada por 20 ó 25 muestras individuales. Nunca deberá tomarse la muestra de un solo lugar, pues sería representativa de dicho lugar, pero no podría considerarse como muestra media representativa de la totalidad de la parcela. Como muestra media se considera la obtenida al mezclar 20 ó 25 muestras individuales extraídas en varios lugares del rodal y que habrán de tomarse recorriendo el campo o rodal en zigzag.

La técnica de toma de muestras de suelo en este caso será muy distinta a las indicada en los párrafos anteriores. El fin perseguido al estudiar la aptitud de un suelo para frutales es el de conocer si existe alguna característica química o física en el suelo, que pueda impedir el normal crecimiento de las raíces. Necesariamente el reconocimiento del suelo habrá de realizarse hasta las zonas más profundas que puedan llegar a ser alcanzadas por ellas.

La forma práctica de proceder será la siguiente:

A. Reconocimiento muy detallado de la homogeneidad del campo.

- Si es homogéneo: en su parte central abrir una calicata que tenga una profundidad de 1,50 m. Las dimensiones de la calicata serán aproximadamente de 1,25 cm. de largo por 60 cm. ancho. Cuando al cavar la calicata se encuentra una roca dura que dificulta el seguir profundizando, asegurarse de que la capa es de un grosor mayor de 10 cm. En este caso dejar de profundizar.

B. Observar detalladamente la pared del pozo. Pueden darse dos situaciones distintas

1. Que se observe la existencia de capas bien diferenciadas en cuanto a color, dureza, humedad, etc.
2. Que no existe más capa diferenciada que la correspondiente a la capa arable, y el resto está constituido por una capa aparentemente homogénea a la observación visual.

- En el caso correspondiente al apartado 1 se marcará con una navaja los límites de separación entre las capas diferenciadas.
- Cuando la situación sea la indicada en el apartado 2 se procederá a marcar unas capas arbitrarias; la primera estará constituida por la capa arable y seguidamente, cada 40 cm. se establecerá un límite de separación.



3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Los elementos gruesos corresponden a la fracción de tierra mayor de 2 mm. Este valor puede variar bastante si en el momento del muestreo se han tomado los cantos pequeños o por el contrario se han desechado. En general es conveniente no recoger éstos al realizar el muestro, y sin embargo es importante tomarlos en cuenta al realizar la descripción del suelo, es decir anotar el porcentaje de superficie que ocupan tanto en la superficie como en vertical en los horizontes del suelo. También es deseable describir su tamaño y si es posible sus características litológicas.

La presencia de grava o cantos es muy importante por permitir mayor infiltración o evitar la evaporación del agua del suelo. El porcentaje que dan los laboratorios corresponde a la cantidad de tierra mayor de 2 mm respecto al total de la muestra. Lo que quiere decir que restando de 100 este valor da el contenido en tierra fina, que es lo que se analiza.

3.1.1. TEXTURA

La composición granulométrica de un suelo se da en porcentaje de las diferentes fracciones que lo componen. En los estudios de suelos siempre se dan los contenidos en arena gruesa, arena fina, limo y arcilla. Según el método que se utilice el tamaño exacto de estas fracciones varía.

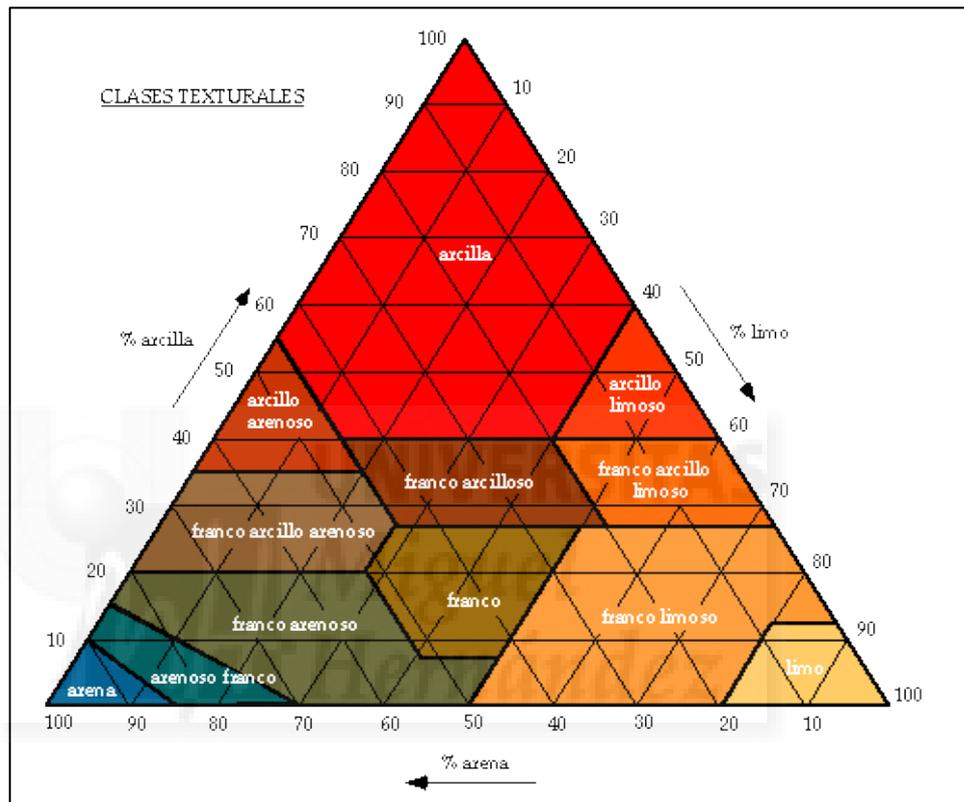
El método más extendido es el oficial del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Método USDA) que da las siguientes fracciones:

Para conocer el tipo de textura que tiene el suelo se introducen los porcentajes de arena (arena gruesa + arena fina), limo y arcilla en un gráfico de textura.

El tipo de textura del suelo tiene bastante relación con las propiedades hídricas. Como es sabido, los suelos más arenosos son muy permeables, los más arcillosos retienen más el agua y los más limosos más impermeables, pero dependiendo del grado y tipo de estructura las características hídricas pueden variar.

Es importante fijarse en la fracción arena fina + limo, ya que un contenido alto de ellas va a producir mayor impermeabilidad en el suelo.

Nuestro suelo presenta un porcentaje de 54% de Arena, 42% de Limo y 4% de Arcilla, según los datos del análisis realizado a nuestro suelo. El suelo presenta una estructura granular.



- TAMAÑO DE LAS PARTICULAS EN mm.
- < 0.002: Arcilla
 - 0.002 - 0.05: Limo
 - 0.05 - 2.0: Arena

3.1.2. CAPACIDAD DE CAMPO

La capacidad de campo de un suelo se define como la cantidad de agua que puede retener éste a drenaje libre. Su valor tiene relación con la textura y la estructura del suelo. El resultado se da en porcentaje, es decir, es la cantidad de agua que pueden retener 100g

de suelo. Esta medida es muy útil para calcular la dosis de riego de los cultivos, y además en general, da una idea muy real de las características hídricas del suelo.

Este análisis es muy adecuado cuando se presentan problemas de falta o de exceso de humedad en algunos momentos de desarrollo de los cultivos. En estos casos es importante valorar las posibilidades de retención de agua de todos los horizontes del suelo para poder conocer la capacidad total de retención de agua.

Tabla 1: CAPACIDAD DE CAMPO

CAPACIDAD DE CAMPO (%)	OBSERVACIONES
Menor de 7	Muy baja
De 7 a 12	Baja
De 12 a 20	Media baja
De 20 a 30	Media
Mayor de 30	Elevada

Fuente: USDA, 2015

➤ La Capacidad de Campo se calcula mediante la siguiente fórmula:

○ $CC = 0,48 \times \%AC + 0,62 \times \%L + 0,023 \times \%AR + 2,62$
 AC= Porcentage de Arcilla
 L= Porcentage de Limo
 AR= Porcentage de Arena

➤ $CC = 0,48 \times 4 + 0,62 \times 42 + 0,023 \times 54 + 2,62 = \underline{\underline{31,82 \%}}$

3.1.3. PUNTO DE MARCHITEZ

Es el grado de humedad del suelo que rodea la zona radicular de la vegetación, tal que la fuerza de succión de las raíces es menor que las de retención del agua por el terreno (fuerzas capilares de los poros más pequeños). Cuando la planta no puede absorber toda la demanda de agua se alcanza el punto de marchitez temporal, cuando ya no puede absorber agua del suelo alcanza el punto de marchitez permanente. El Punto de Marchitez Permanente se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\circ \text{ PM} = 0,302 \times \% \text{AC} + 0,102 \times \% \text{L} + 0,0147 \times \% \text{AR}$$

AC= Porcentage de Arcilla

L= Porcentage de Limo

AR= Porcentage de Arena

$$\text{➤ PM} = 0,302 \times 4 + 0,102 \times 42 + 0,0147 \times 54 = 1,208 + 4,284 + 0,7938 = \underline{\underline{6,2858\%}}$$

3.1.4. AGUA ÚTIL

El agua útil es el agua capilar retenida por fuerzas de tensión superficial. Esta agua se corresponde con la diferencia entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez.

$$\text{➤ Agua Útil} = \text{Capacidad de Campo} - \text{Punto de Marchitez} = 31,82\% - 6,2858\% = \underline{\underline{25,53\%}}$$

Estos son los valores en los que predomina un suelo Franco-Arcilloso.

3.2. PROPIEDADES QUÍMICAS

3.2.1. pH

Mide la actividad de los Hidrogeniones libres en la solución del suelo (acidez actual) y de los Hidrogeniones fijados sobre el complejo de cambio (acidez potencial). La acidez total del suelo es la suma de las dos, porque cuando se produce la neutralización de los Hidrogeniones libres se van liberando Hidrogeniones retenidos, que van pasando a la solución del suelo.

El pH puede variar desde 0 a 14 y de acuerdo con esta escala los suelos se clasifican en:

- Suelos ácidospH inferior a 6,5
- Suelos neutros.....pH entre 6,6 y 7,5
- Suelos básicos.....pH superior a 7,5

Los suelos tienen tendencia a acidificarse. Primero se descalcifican, ya que el calcio es absorbido por los cultivos o desplazado del complejo de cambio por otros cationes y emigra a capas más profundas con el agua de lluvia o riego. Después, lo

normal, es que los iones H⁺ ocupen los huecos que dejan el Ca²⁺ y el Mg²⁺ en el complejo.

Las plantas cultivadas en general presentan su mejor desarrollo en valores cercanos a la neutralidad, ya que en estas condiciones los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado.

➤ En nuestro caso el pH es **8,28**, es un suelo básico.

3.2.2. CIC

Las arcillas y la materia orgánica del suelo tienen la propiedad de comportarse como iones de carga negativa, aniones, de forma que son capaces de retener o adsorber cationes. Esta capacidad del suelo es lo que permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas, que de otra forma estarían en la solución del suelo fácilmente disponibles para su lavado en profundidad. Así, cuanto mayor sea esta «capacidad» mayor será la fertilidad natural del suelo. Cada tipo de arcilla y cada tipo de materia orgánica tienen una C.I.C. diferente, como se observa en el cuadro adjunto.

Tabla 2: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO CATIONICO

C.I.C TOTAL MEQ/100G	NIVEL	OBSERVACIONES
0-10	Muy bajo	Suelo muy pobre. Necesita aporte de importante de materia orgánica para elevar C.I.C.
10-20	Bajo	Suelo pobre. Necesita aporte de materia orgánica
20-35	Medio	Suelo medio
35-45	Medio alto	Suelo rico
Mayor de 45	Alto	Suelo muy rico

Fuente: FAO, 2015

En el caso concreto de las arcillas, estos valores dependen de su estructura química permitiendo la adsorción de cationes en lugares diferentes. Algunas tienen la posibilidad de adsorberlos tanto en su superficie exterior como entre las láminas de mineral (esmeclitas), mientras que otras por su estructura más pequeña y láminas más unidas sólo permiten hacerlo en su superficie (caolinitas), existiendo casos intermedios (illitas).

Normalmente en los suelos suele haber mezclas de arcillas y distintos tipos de M.O., por lo que es difícil poder conocer a priori su C.I.C. total. Los análisis de C. I. C. proporcionan su valor total en miliequivalentes por 100 g de tierra y los cationes de cambio principales: calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) también en meq. / 100 g. Es lo que ocurre en nuestro suelo puesto que la capacidad de intercambio catiónico es de **28,48 meq/100 g.**, con lo que es un **Suelo Medio**.

3.2.3. CARBONATOS CO₃CA

El carbonato cálcico (CO₃Ca) se mide normalmente por el método llamado del Calcímetro de Bernard y su resultado se da en porcentaje en peso de caliza en el suelo. Es un método sencillo y que da unos resultados bastante fiables. Sin embargo, debido a que los suelos calizos son en muchas ocasiones muy poco homogéneos, sobre todo si la caliza no se presenta en forma pulverulenta mezclada con el suelo, sino que está en forma de nódulos, láminas o enrejados, puede ocurrir que el resultado corresponda 25 a mayor o menor porcentaje que el que en realidad hay en el suelo.

Por ello es imprescindible conocer cómo se ha efectuado el muestreo y cómo era el horizonte en el suelo natural. Es importante anotar si existen nódulos, láminas o enrejados de caliza, siendo conveniente describir éstos, su porcentaje, su tamaño, espesor, etc. Se debe recoger la muestra fuera de ellos cuando representan un porcentaje pequeño o con ellos cuando estén muy extendidos en el horizonte.

Los porcentajes superiores al 35-40% de caliza total pueden ocasionar problemas de productividad en los cultivos, sobre todo si se trata de plantas anuales o árboles jóvenes y estos niveles se encuentran en el horizonte superficial. Pero no toda la caliza que hay en un suelo afecta a las plantas, sino que solamente aquella que es «activa», es decir, aquella que puede interponerse evitando la retención de otros catiónicos. Cuando el contenido en «caliza total» es superior al 15% se recomienda analizar lo que se llama la «caliza activa», que es la verdadera medida de la caliza que puede afectar a los cultivos.

Tabla 3: CARBONATOS

CaCO ₃	NIVEL
0-5	Muy bajo
5-10	Bajo
10-20	Normal
20-40	Alto
Mayor de 40	Muy alto

Fuente: FAO, 2015

Para nuestro caso el contenido en carbonatos en el suelo es del 5%, por lo que es un nivel muy bajo.

3.2.4. CALIZA ACTIVA

Los métodos para analizar la caliza activa intentan imitar las condiciones del suelo en la zona radicular donde la acción de ácidos débiles orgánicos mantiene la caliza en formas muy finas, de forma que pueden interceptar la absorción de hierro por las raíces de las plantas. A este efecto se le da el nombre de clorosis férrica. La presencia de algunos organismos del suelo, tales como nematodos, puede ayudar a incrementar este efecto.

Es difícil dar una referencia de las cantidades de caliza activa que son admisibles, ya que cada planta, cada variedad, y además dependiendo de las condiciones del suelo, humedad, temperatura, aireación, etc., se comportan de forma diferente respecto a este compuesto.

En general se suele considerar que pueden empezar a aparecer problemas en valores cercanos al 10%, aunque esto depende del cultivo, de la variedad y de las condiciones concretas del suelo (humedad, aireación, existencia de otras sales, etc.).

Tabla 4: CALIZA ACTIVA

CALIZA TOTAL (%)	OBSERVACIONES
Menor de 15	En general no se presentan problemas.
De 15 a 35	No afecta a muchos cultivos, pero se recomienda conocer el contenido en caliza activa, puede afectar a algunos casos.
Mayor de 35	Puede afectar a la productividad de muchos cultivos. Se recomienda conocer el contenido en caliza activa.

Fuente: FAO, 2015

- Para nuestro caso tenemos un contenido en caliza activa de 5%

3.2.5. SALINIDAD

Cuando la conductividad eléctrica de la muestra es elevada (más de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) es aconsejable realizar un extracto de saturación para determinar el tipo de sales que la producen, de forma que se puedan tomar las medidas necesarias en cada caso.

Esta técnica consiste en analizar las características de la solución del suelo en estado de saturación. Los datos que da el laboratorio son: humedad de saturación (%), pH del extracto, conductividad eléctrica del extracto, contenido en cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) y contenido en aniones (cloruro, sulfato, carbonato y bicarbonato).

Este análisis es necesario cuando se trata de calcular la dosis de riego en zonas con suelos salinos y/o cuando se emplean aguas salinas. En estos casos para que la salinidad del suelo no se eleve debe cumplirse que el aporte de sales del agua de riego sea igual o inferior a la cantidad de sales eliminada con el agua de drenaje. En cuanto a los efectos negativos de las sales en los suelos, se destaca el efecto que produce un alto contenido en sodio (Na) medido en el extracto de saturación. Este catión afecta negativamente a la estructura del suelo impidiendo la formación de agregados, de forma que, al disminuir la porosidad del suelo, éste se vuelve muy impermeable al agua y al aire.

Tabla 5: SALINIDAD

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 1:5 $\mu\text{S}/\text{cm}$	CLASIFICACIÓN
<350	No salino
350-650	Ligeramente salino
650-1.150	Salino
>1.150	Muy salino

Fuente: FAO, 2015

En nuestro caso tenemos una conductividad eléctrica de **126 $\mu\text{S}/\text{cm}$** . Es una conductividad eléctrica baja que no limitará el crecimiento de nuestro cultivo de olivos.

3.2.6. MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE

La materia orgánica (M. O.) se expresa en porcentaje. Se refiere a la cantidad de restos orgánicos que se encuentran alterados y que por lo tanto pueden dar lugar a aumentar el contenido en nutrientes del suelo. La materia orgánica tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico, esto es una gran capacidad para retener cationes en el suelo. Además, favorece la microestructura del suelo siendo un elemento muy positivo en la lucha contra la erosión de los suelos. Y en general favorece también el desarrollo de microfauna edáfica.

Todos estos factores hacen que este parámetro sea muy útil para conocer de forma indirecta la fertilidad de un suelo determinado. El contenido en M. O. es más elevado, en general, en los primeros centímetros del suelo (primeros 5 cm de profundidad en zonas naturales y unos 10 cm en zonas cultivadas), disminuyendo en profundidad primero drásticamente y después paulatinamente hasta llegar casi a desaparecer a los 30-60 cm. según el caso.

A la hora de realizar un muestreo con el objetivo de conocer el contenido en M. O. es necesario tener en cuenta lo anterior, es decir, tener cuidado en tomar la muestra lo más superficial posible, esto dará idea del contenido más elevado en materia orgánica que tiene el suelo.

Los suelos agrícolas españoles tienen en general contenidos bajos en materia orgánica a excepción de los que se encuentran en las zonas húmedas. En general es conveniente elevar el contenido en materia orgánica, sobre todo si la productividad es

baja o existe riesgo de erosión. Sin embargo, un abuso de ésta puede conducir también a situaciones de desequilibrio nutricional.

- En nuestro caso el contenido en Materia Orgánica es de **2,5%**

Tabla 6: MATERIA ORGÁNICA

pH	CONTENIDO EN ARCILLA (%)	MUY POBRE (%)	POBRE (%)	NORMAL (%)	ALTO (%)	EXCESIVO (%)
<5,8	Cualquiera	<2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	>3,5
5,8-8	<10	<1,75	1,25-2	2-3	3-4	>4
5,8-8	10-30	<1	1-1,75	1,75-2,5	2,5-3,5	>3,5
5,8-8	>30	<1,5	1,5-2,5	2,5-3,5	3,5-4,5	>4,5
>8,3	Cualquiera	<2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	>3,5

Fuente: FAO, 2015

3.2.7. FÓSFORO

Los análisis de fósforo intentan imitar la extracción que hacen las plantas mediante la acción de ácidos. Se emplean ácidos más fuertes para la extracción de fósforo total y ácidos débiles para la extracción del fósforo activo.

El fósforo activo es el fósforo que en teoría utilizan las plantas. Este es el fósforo que se encuentra en las sedes de intercambio y en la solución del suelo. Mientras que el fósforo en reserva (total-activo) se encuentra en el suelo en forma de fosfato insoluble.

En suelos básicos el fósforo se inactiva fácilmente en formas insolubles, por lo que suele encontrarse poco fósforo en forma activa. En este caso, tras realizar el abonado con el paso del tiempo el fósforo se va inactivando.

El cálculo de la fertilización fosfórica debe realizarse teniendo en cuenta el mantenimiento de un nivel de fósforo activo. Por lo tanto, será mayor el aporte en suelos básicos, ya que inactivan el fósforo y mucho menor en los ácidos. Nuestro suelo posee una cantidad de fósforo disponible Olsen de **39,2 mg/kg**. Tal y como se observa en la siguiente tabla el valor es medio.

Tabla 7: FÓSFORO

APRECIACIÓN DEL ESTADO DE FERTILIDAD	NIVEL DE FÓSFORO OLSEN EN MG/KG
Muy alto	> 62,5
Alto	45-62,5
Medio	25-42,5
Bajo	12,5-22,5
Muy bajo	<12,5

Fuente: FAO, 2015

3.2.8. POTASIO ASIMILABLE

El potasio se encuentra en el suelo en forma de catión intercambiable, es decir, adsorbido a las arcillas y a la materia orgánica en sus sedes de intercambio, pasando fácilmente a la solución del suelo por la acción de ácidos débiles.

Muchos suelos son ricos en potasio de forma natural, por contener arcillas del tipo de la Illita. Esto ocurre por ejemplo en zonas donde la roca madre es una pizarra. También son ricos en potasio los suelos que se abonan frecuentemente con estiércol.

Como en el caso del fósforo, la fertilización potásica también debe hacerse teniendo en cuenta el mantenimiento de un nivel de potasio activo. En la tabla siguiente se muestra la clasificación del K según la FAO (1984).

- Nuestro valor de K es de $1,89 \text{ meq/kg} \times 39 = 73,71 \text{ mg/kg}$

Tabla 8: POTASIO ASIMILABLE

TEXTURA	CIC	APRECIACIÓN DEL ESTADO DE FERTILIDAD	K EN MG/KG
Gruesa	Baja	Muy alto	>100
		Alto	60-100
		Medio	30-60
		Bajo	15-30
		Muy bajo	<15
Media	Media	Muy alto	>300
		Alto	175-300
		Medio	100-175
		Bajo	50-100
		Muy bajo	<50
Fina	Alta	Muy alto	>500
		Alto	300-500
		Medio	150-300
		Bajo	75-150
		Muy bajo	<75

Fuente: FAO, 2015

3.2.9. MAGNESIO ASIMILABLE

El magnesio es un nutriente esencial para las plantas. Es clave para una amplia gama de funciones en los vegetales. Uno de los papeles bien conocidos del magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, ya que es un componente básico de la clorofila, la molécula que da a las plantas su color verde. Además, contribuye al mantenimiento de la turgencia celular y aumenta la resistencia de la planta a las sequías y enfermedades.

Los suelos con altos contenidos en caliza pueden inducir a deficiencias de magnesio. La deficiencia de magnesio puede ser un factor importante que limita la producción de cultivos.

La cantidad de Magnesio en nuestro suelo es de 24,6 ppm, por lo que según la tabla n° nuestro nivel de magnesio es medio.

Tabla 9: MAGNESIO ASIMILABLE

TEXTURA	CIC	APRECIACIÓN DEL ESTADO DE FERTILIDAD	MG EN MG/KG
Gruesa	Baja	Muy alto	>60
		Alto	25-60
		Medio	10-25
		Bajo	5-10
		Muy bajo	<5
Media	Media	Muy alto	>180
		Alto	80-180
		Medio	40-80
		Bajo	20-40
		Muy bajo	<20
Fina	Alta	Muy alto	>300
		Alto	120-300
		Medio	60-120
		Bajo	30-60
		Muy bajo	<30

Fuente: FAO, 2015

3.2.10. SODIO ASIMILABLE

Los suelos sódicos contienen alta cantidad de sodio intercambiable y bajo nivel de sales solubles. El exceso de sodio intercambiable tiene efecto adverso sobre el crecimiento de plantas y estructura del suelo. Su resultado se traduce en reducción en los rendimientos de cultivos.

En los suelos sódicos, las partículas de arcilla tienden a separarse. Este proceso de disociación técnicamente se denomina dispersión. Las fuerzas que mantienen unidas a las partículas de arcilla se interrumpen por los iones de sodio.

Los suelos sódicos tienden a hincharse cuando se mojan, luego se endurecen y cuarteán cuando están secos. El suelo sódico una vez seco normalmente desarrolla y presenta una costra dura, seca, cuarteada y agrietada en su superficie.

El daño a la estructura del suelo reduce la disponibilidad de oxígeno y capacidad de oxigenación en la zona radicular limitando el crecimiento de las plantas.

Los suelos sódicos son susceptibles a erosión. Esta genera pérdida de suelo y nutrientes. La escorrentía contiene nutrientes y pesticidas que son adsorbidos por las partículas de arcilla. Al no ser absorbidos adecuadamente, pueden llegar a fuentes de agua potable contaminándolas (daño ecosistema local).

Nuestro suelo presenta una concentración de sodio de **8,23 ppm**, que es un valor normal, con lo que no presenta problemas.

3.2.11. CALCIO ASIMILABLE

La deficiencia de calcio en los cultivos no sólo es un problema de disponibilidad en el suelo, sino que también es debida a una deficiente distribución en la planta. El calcio se mueve en la planta con la corriente de transpiración, de modo que en condiciones o en órganos de baja transpiración se puede originar deficiencia de calcio, aunque la disponibilidad en el suelo sea correcta.

Suelos alcalinos o sódicos contienen cantidades excesivas de sodio en los sitios de intercambio (contenido mayor del 15% de la CIC). La mejor fuente de calcio para sustituir este sodio es el yeso (sulfato de calcio), pero también es imprescindible mejorar el lavado con riegos abundantes con agua de buena calidad y favorecer el drenaje.

Nuestro suelo presenta un contenido muy elevado de calcio, 968 ppm según la tabla siguiente, debido a que poseemos una textura gruesa y una CIC baja. Esto puede presentarnos algún problema ya que poseemos una concentración alta de caliza activa.

Tabla 10: CALCIO ASIMILABLE

TEXTURA	CIC	APRECIACIÓN DEL ESTADO DE FERTILIDAD	CA EN MG/KG
Gruesa	Baja	Muy alto	>800
		Alto	500-800
		Medio	10-25
		Bajo	5-10
		Muy bajo	<5
Media	Media	Muy alto	>180
		Alto	80-180
		Medio	40-80
		Bajo	20-40
		Muy bajo	<20
Fina	Alta	Muy alto	>300
		Alto	120-300
		Medio	60-120
		Bajo	30-60
		Muy bajo	<30

Fuente: FAO, 2015

3.2.12. RELACIÓN Ca^{2+}/Mg^{2+} y K^{+}/Mg^{2+}

Es muy importante tener en cuenta las relaciones entre los nutrientes a fin de poder corregir las posibles carencias de nuestro suelo. Para que no existan problemas de antagonismo, se deben de guardar las siguientes relaciones entre los nutrientes:

- Si Ca^{2+}/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) = 5-10 es correcto
- Si Ca^{2+}/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) >10 hay carencias de Mg^{2+}
- Si Ca^{2+}/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) <5 hay carencias de Ca^{2+}

La relación de Ca^{2+}/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) de nuestro suelo es 11,8, por lo que presenta carencias de Mg^{2+} .

- Si K^+/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) = 0,2-0,5 es correcto
- Si K^+/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) >0,5 hay carencias de Mg^{2+}
- Si K^+/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) < 0,2 hay carencias de K^+

La relación de K^+/Mg^{2+} (meq/100gr suelo) de nuestro suelo es 0,91, por lo que presenta carencias de Mg^{2+} .



4. RESUMEN

Una vez interpretados los datos del análisis de suelo, se observa que hay que realizar algunas correcciones.

Se debe aportar enmienda orgánica para enriquecer el suelo, con la finalidad de mantener los niveles óptimos. Hay que corregir las relaciones $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ y $\text{K}^{+}/\text{Mg}^{2+}$ con aportes de Mg^{2+} para mantener los niveles correctos.



5. TABLAS

Tabal 1: CAPACIDAD DE CAMPO.

Tabla 2: COEFICIENTE DE INTERCAMBIO CATIONICO.

Tabla 3: CARBONATOS.

Tabla 4: CALIZA ACTIVA.

Tabla 5: SALINIDAD.

Tabla 6: MATERIA ORGÁNICA.

Tabla 7: FÓSFORO.

Tabla 8: POTASIO ASIMILABLE.

Tabla 9: MAGNESIO ASIMILABLE.

Tabla 10: CALCIO ASIMILABLE.



6. ANÁLISIS



INFORME DE ENSAYO - SUELO



Los parámetros marcados con asterisco (*) están fuera del alcance de acreditación

Nº de Referencia:	S-16/45524	Registrada en:	AGQ España	Fecha Recepción:	16/11/2016
Análisis:	S-0001	Centro Análisis:	AGQ España	Fecha Fin:	24/11/2016
Tipo Muestra:	SUELO AGRICOLA	Fecha/Hora:	14/11/2016	Contrato:	5E16-4505-AG R
Muestreado por:	Cliente	Muestreo:	18/11/2016		
		Fecha Inicio:	18/11/2016		
Descripción:	SUELO AGRICOLA, PROVINCIA 46-VALENCIA MUNICIPIO 186-ONTINYENT	Cliente 3º:	---		
Cliente:	ENRIQUE TORTOSA BALLESTER	Domicilio:	CANTALAR DE SANT VICENT Nº 31 ONTINYENT 46870		

FERTILIDAD FÍSICA

Granulometría	Franco-Arenosa	Riesgo de Compactación
* Arcilla	4,00 %	Bajo
* Limo	42,0 %	Alto
* Arena	54,0 %	

FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
pH (Extracto 1/2,5)	8,28			6,50		7,50		Extrac Acuosa	PEC-001
Conductividad Eléctrica (I)	126	µS/cm a 20°C		200		400		Extrac Acuosa	PEC-002
Caliza Activa	5,0	% CaCO3		1,5		4,0		Oxalato Amónico 0.	PEC-014
Nitrógeno Total	1,352	mg/kg		1,000		1,500			PEC-034
* Fósforo Disponible Olsen	39,2	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PEC-004
* Calcio Disponible	24,2	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
* Magnesio Disponible	2,05	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
* Potasio Disponible	1,87	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
* Sodio Disponible	0,36	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH4	PEC-009
* Materia Orgánica	2,50	%							PECUSA-034

MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Hierro (DTPA)	< 4,00	mg/kg		4,00		10,0		DTPA	PEC-009
* Manganeso (DTPA)	< 1,00	mg/kg		1,00		5,00		DTPA	PEC-009
* Cobre (DTPA)	0,35	mg/kg		0,40		1,00		DTPA	PEC-009
* Zinc (DTPA)	0,35	mg/kg		1,00		2,00		DTPA	PEC-009

RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Relación C/N	10,7			10,0		15,0			PEC-041

RELACIONES CATIÓNICAS

% Cationes Disponibles

● Ca D(65%/85%) ● Mg D(25%/7%) ● K D(10%/7%) ● Na D(0%/1%)

Ideal

Real

Nº de Referencia:	S-16/45524	Tipo Muestra:	SUELO AGRICOLA
Descripción:	SUELO AGRICOLA, PROVINCIA 46-VALENCIA MUNICIPIO 186-ONTINYENT	Fecha Fin:	24/11/2016

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

OBSERVACIONES:
POLIGONO-4, PARCELA-53

FECHA EMISIÓN: 24/11/2016



Ana Quintanilla Velazquez
Resp. Lab. Inorgánico





ANEJO 3: ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

ÍNDICE

ANEJO 3: ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO.....	107
1. INTRODUCCIÓN.....	109
2. TOMA Y ANÁLISIS DE MUESTRA	110
3. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	111
4. CALIDAD DEL AGUA.....	112
4.1. ÍNDICES DE PRIMER GRADO	112
4.1.1 pH	112
4.1.2 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	112
4.1.3 CONTENIDO EN SALES DISUELTAS TOTALES.....	113
4.1.4. ESTUDIO DE IONES	113
4.2. ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO	114
4.2.1. RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO (S.A.R.)	114
4.2.2. DUREZA	115
4.2.3. ÍNDICE DE SCOTT O COEFICIENTE DE ALCALÍ.....	116
4.2.4. ÍNDICE DE KELLY	118
5. CLASIFICACIÓN DEL AGUA	119
5.1. NORMA DE RIVERSIDE	119
5.2. NORMA DE H. GREENE. FAO.....	120
5.3. NORMA DE WILCOX	121
6. CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LA PERMEABILIDAD DEL SUELO	122
7. CONCLUSIÓN	123
8. TABLAS	125
9. ANÁLISIS.....	126



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental del análisis del agua de riego es saber si es apta para el riego de la parcela y, en caso de serlo, determinar los parámetros que puedan influir en el suelo y la plantación.

Un agua será de buena calidad para el riego agrícola cuando, cumpliendo con sus funciones básicas hacia la planta de manera que garantice un rendimiento óptimo, no produzca efectos perjudiciales al suelo.

La calidad del agua para el riego por tanto está ligada a la terna suelo-agua-planta, porque, además de considerar el efecto sobre la nutrición de la planta, se debe de considerar el efecto que la calidad del agua produce en el equilibrio del suelo.

Los parámetros que un agua debe de reunir y los valores normales que debe de tener se obtienen de los numerosos estudios FAO sobre riego y drenaje, estudios que por otra parte están en continua revisión.

El olivo para su normal desarrollo exige una buena alimentación hídrica, coincidiendo la época de mayores necesidades con los meses de verano y dependiendo en gran medida de su correcto aporte el que se produzcan alteraciones de los frutos (pequeñez, falta de tamaño y arrugamiento de los frutos -agostamiento-, madurez anormal), frenado del desarrollo de las brotaciones, débil desarrollo floral y aborto del pistilo, vecería, etc.

Igualmente, y en lo referente a su calidad, a pesar de que el olivo es un árbol que presenta una buena tolerancia a las sales, el agua es un factor limitante para el desarrollo y producción de los árboles, ya que muchas veces contiene gran cantidad de éstas disueltas en la misma, que se incorporan al suelo con el riego y que según el predominio de una u otras producirán efectos más o menos nocivos para el arbolado.

Así, cuando en un agua de riego predominan sales de sodio en forma de cloruros o de sulfatos, hablamos de aguas salinas, mientras que si el sodio (Na^+) se encuentra asociado a formas carbónicas formando carbonatos y bicarbonatos (CO_3H^- y CO_3H_2^-), reciben el nombre de aguas alcalinas, que son inadecuadas para el olivo.

2. TOMA Y ANÁLISIS DE MUESTRA

El agua de la muestra ha sido tomada en la acometida situada en la parcela. Una vez realizado los análisis pertinentes, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 1: PARÁMETROS ANALIZADOS

NOMBRE DETERMINACIÓN	RESULTADO	MÉTODO
pH	7,89	Potenciometría pH
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0,465 milimhos/cm a 25°C	Electrometría
CLORUROS	0,561 meq/l	Analiz Flujo Segmentado
NITRATOS	0,17 meq/l	Analiz Flujo Segmentado
SULFATOS	0,48 meq/l	Espect ICP-OES
CALCIO	3,42 meq/l	Espect ICP-OES
SODIO	0,47 meq/l	Espect ICP-OES
POTASIO	<0,05 meq/l	Espect ICP-OES
MAGNESIO	1,09 meq/l	Espect ICP-OES

Fuente: INFORME DE ENSAYO-AGUA A-18/000498

3. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez obtenidos los resultados, se pueden realizar comprobaciones con el fin de comprobar la fiabilidad de los resultados obtenidos en la analítica:

1. La suma de los aniones debe ser igual a la suma de los cationes, en meq/L, aceptándose como válido una desviación de un máximo del 5% tanto por exceso como por defecto.

Tabla 2: CATIONES

CATIONES	meq/l	ANIONES	meq/l
Calcio	3,42	Cloruros	0,561
Sodio	0,47	Nitratos	0,17
Potasio	>0,05	Sulfatos	0,48
Magnesio	1,09		
TOTAL	4,98	TOTAL	1,211

Fuente: INFORME DE ENSAYO-AGUA A-18/000498

$$\text{Error} = \frac{\sum \text{Cationes (meq/l)} - \sum \text{Aniones (meq/l)}}{\sum \text{Aniones (meq/l)}} = \frac{(4,98 - 1,211)}{1,211} = \mathbf{3,11}$$

El valor obtenido no está permitido, ya que excede del 5 % de error establecido. La explicación a este resultado es que faltan los datos de los iones de carbonatos y bicarbonatos, los cuales no han sido analizados para este tipo de análisis de agua.

2. La segunda comprobación indica que la suma de los cationes en meq/l dividida entre la conductividad eléctrica debe de oscilar entre 80 y 110:

$$80 < \frac{\sum \text{Cationes (meq/l)}}{\text{C.E. (mmho/cm)}} < 110 \quad 4,98/0,465 = \mathbf{10,70}$$

El hecho de que no se cumpla ninguna de las comprobaciones realizadas, puede ser debido a que el análisis realizado al agua de riego no ha sido lo suficientemente exhaustivo; y se deberían haber analizado más parámetros (carbonatos o bicarbonatos), que nos permitiese determinar con mayor fiabilidad dichas comprobaciones.

4. CALIDAD DEL AGUA

4.1. ÍNDICES DE PRIMER GRADO

4.1.1 pH

Según los resultados obtenidos tenemos un agua alcalina, con un pH de 7,89, sin ocasionar ningún tipo de problema.

4.1.2 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Expresa la concentración total de sales solubles contenidas en las aguas de riego. La conductividad eléctrica nos indica la cantidad la facilidad con que se transmite la corriente por el agua, de modo que a mayor contenido de sales mejor se transmite el impulso y mayor será el valor.

Una conductividad eléctrica elevada hace que la presión osmótica sea elevada y la planta encuentre una gran dificultad a la hora de absorber agua con las consecuencias que ello implica.

La conductividad eléctrica se puede expresar en diferentes unidades (Siemens/cm, mhos/cm) y sus equivalencias son las siguientes: $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ milimhos/cm} = 1000 \text{ } \mu\text{S/cm}$.

Según Urbano Terron P. (1995): R.S Ayers y D.W. Westcot (1976 y revisión 1987) para los problemas de salinización, utilizando la conductividad eléctrica (CE) del agua, se propone la siguiente escala:

- $CE \leq \text{milimhos/cm}$: No hay problema
- $0,7 < CE \leq 3,0 \text{ milimhos/cm}$: Problema creciente.
- $CE > 3,0 \text{ milimhos/cm}$: Problema grave
 - Como la C.E. = 0,465 milimhos/cm. **No hay problema**

4.1.3 CONTENIDO EN SALES DISUELTAS TOTALES

El cálculo de las Sales Disueltas Totales expresadas en mg / l se realiza mediante la siguiente fórmula:

- $SDT = \sum \text{cationes (mg / l)} + \sum \text{aniones (mg / l)}$
 - $SDT = (136,8 + 10,81 + 1,95 + 26,16) + (19,88 + 10,54 + 23,05)$
 - **$SDT = 175,72 + 53,47 = 229,19 \text{ mg / l}$**

La salinidad de un agua para riego se puede evaluar atendiendo a dos factores, las Sales Disueltas Totales y la Conductividad Eléctrica.

Tabla 3: GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO DEL AGUA

PARÁMETRO A EVALUAR	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO DEL AGUA		
		Ninguno	Ligero a moderado	Elevado
CE	dS / m	<u>≤ 0,7</u>	0,7 - 3	> 3
SDT	mg / l	<u>≤ 450</u>	450 - 2000	> 2000

Fuente: UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS, 1974

Por lo tanto, se puede deducir de estos resultados que el agua que se va a utilizar para riego no va a repercutir prácticamente en nada en el desarrollo del cultivo.

4.1.4. ESTUDIO DE IONES

4.1.4.1 Sodio

El sodio es un ion que puede presentar problemas de toxicidad, pero el mayor de los problemas es que puede alterar la estructura del suelo al sustituir al calcio en el complejo arcillo-húmico. Se toma como valor límite entre 0,2 -0,3 g/l. Para nuestro caso:

- $Na^+ = 0,47 \text{ meq/l} \times 0,023 \text{ g/meq} = 0,010 \text{ g/l}$.
 - Nuestra agua no presenta problemas con el sodio.

4.1.4.2 Cloruros

El problema que se puede presentar por una alta concentración de cloruros es el aumento de la salinidad, debido a que los cloruros son muy solubles. La presencia de cloruros provoca un aumento del potencial osmótico del suelo con lo que ello conlleva. Se toma como valor límite 0,140 g/l. Para nuestro caso:

- $Cl^- = 0,561 \text{ meq/l} \times 0,03546 \text{ g/meq} = 0,019 \text{ g/L}$
 - Nuestra agua no presenta problemas con los cloruros.

4.1.4.3 Sulfatos

Los sulfatos pueden presentar problemas en las tuberías de riego debido a las bacterias sulfato-reductoras. El valor límite para los sulfatos se da entre los 0,3-04 g/l.

- $Sulfatos = 0,48 \text{ meq/l} \times 0,04802 \text{ g/meq} = 0,023 \text{ g/L}$
 - Como se puede observar en los resultados obtenidos, nuestra agua no presenta problemas por sulfatos.

4.1.4.4 Resto de iones

El resto de los iones (nitratos, calcio, magnesio y potasio), al no encontrarse en concentraciones elevadas y ser elementos beneficiosos para el suelo, no presentan ningún problema.

4.2. ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO

4.2.1. RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO (S.A.R.)

La relación de absorción de sodio es un parámetro que nos permite representar la posible influencia del ion de sodio, presente en el agua de riego, sobre el suelo en el que vamos a establecer nuestro cultivo.

Una elevada proporción relativa de sodio respecto a los iones de calcio y magnesio en el agua de riego puede inducir cambios de estos iones por los de sodio en los suelos, provocando la degradación del mismo con la consiguiente pérdida de estructura y permeabilidad.

- $S.A.R. = Na^+ / (\sqrt{((Ca^{2+} + Mg^{2+})/2)}) = 0,47 / (\sqrt{((3,42 + 1,09)/2)}) = \mathbf{0,31 \text{ meq/l}}$

Tabla 4: RESTRICCIÓN DE USO PARA RIEGO

RESTRICCIÓN DE USO PARA RIEGO			
	NINGUNA	MODERADA	ALTA
SAR	CE		
<u>0-3</u>	>0,7	<u>0,7-0,2</u>	<0,2
3-6	>1,2	1,2-0,3	<0,3
6-12	>1,9	1,9-0,5	<0,5
12-20	>2,9	2,9-1,3	<1,3
20-40	>5	5-2,9	<2,9

Fuente: UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS, 1974

- Dado que el valor de nuestro SAR es de 0,31 y la conductividad eléctrica es 0,465, tenemos una restricción moderada, pero sin importancia.

4.2.2. DUREZA

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio.

El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

La presencia de sales de magnesio y calcio en el agua depende fundamentalmente de las formaciones geológicas atravesadas por el agua de forma previa a su captación. Las aguas subterráneas que atraviesan acuíferos carbonatados (calizas) son las que presentan mayor dureza y dichos acuíferos están formados por carbonatos de calcio y magnesio.

Las aguas subterráneas procedentes de acuíferos con composición eminentemente silicatada (p.e. granitos) dan lugar a un agua blanda, es decir, con cantidades muy bajas de sales de calcio y magnesio.

La unidad de medida de la dureza que se utiliza más habitualmente son los grados hidrométricos franceses (° H F), y el cálculo de este parámetro responde a la siguiente fórmula:

- Grados hidrométricos franceses= $((Ca^{2+} \times 2,5) + (Mg^{2+} \times 4,12)) / 10$
- Calcio= $3,42 \text{ meq/l} \times 20 \text{ mg/meq} = 68,4 \text{ mg/l}$

- Magnesio= 1,09 meq/l x 12,16 mg/meq= 13,25 mg/l
- **Grados hidrométricos franceses= ((68,4 x 2,5) +(13,25x4,12)) /10= 22,5**

Tabla 5: CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE AGUA SEGÚN SU DUREZA

CLASIFICACIÓN	GRADOS FRANCESES
Muy Dulce	<7
Dulce	7-14
Medianamente Dulce	14-22
<u>Medianamente Dura</u>	<u>22-32</u>
Dura	32-54
Muy Dura	>54

Fuente: CUENCA, 1986

- En nuestro caso el agua es **Medianamente Dura**.

4.2.3. ÍNDICE DE SCOTT O COEFICIENTE DE ALCALÍ

El índice de Scott indica el riesgo de toxicidad debida a los iones cloruros y sulfatos aportados por el agua de riego y que permanecen en el suelo tras formar cloruro y sulfato de sodio, respectivamente.

Este índice se define como la altura en pulgadas que después de la evaporación dejaría en un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor, alcalinidad, es decir sodio, suficiente para imposibilitar el desarrollo de las especies vegetales más sensibles. Equivaliendo 1 pulgada a 2,45 cm y 1 pie a 0,3043 m.

La determinación de este índice se efectúa de la siguiente forma, expresándose todas las concentraciones en mg / l:

Tabla 6: ÍNDICE DE SCOTT

RESULTADO	EXPRESIÓN
$([Na^+] - (0,65 \times [Cl^-])) \leq 0$	$K = 2,040 / [Cl^-]$
$0 < ([Na^+] - (0,65 \times [Cl^-])) < (0,48 \times [SO_4^{2-}])$	$K = 6620 / ([Na^+] + 2,6 \times [Cl^-])$
$0 < ([Na^+] - (0,65 \times [Cl^-])) > (0,48 \times [SO_4^{2-}])$	$K = 662 / ([Na^+] (0,32 \times [Cl^-]) - (0,48 * [SO_4^{2-}])))$

Fuente: CUENCA, 1986

- Al ser para nuestro caso el valor de:
- $[Na^+] = 0,47 \text{ meq/l} \times 0,023 \text{ g/meq} = 0,01 \text{ g/l} = 10,81 \text{ mg/l}$
 - $[Cl^-] = 0,561 \text{ meq/l} \times 0,03546 \text{ g/meq} = 0,0198 \text{ g/l} = 19,8 \text{ mg/l}$
 - $[Na^+] - (0,65 * [Cl^-]) = ([10,81] - (0,65 * [2,21])) = 9,37$
 $0,48 \times SO_4^{2-} = 0,48 \times 140 = 67,2$
 - $K = 6620 / ([Na^+] + 2,6 \times [Cl^-]) = 6620 / ([10,81] + 2,6 \times [19,8]) =$
106,27

Tabla 7: CALIDAD DEL AGUA

VALOR DE K	CALIDAD
> 18	Agua buena. No es necesario tomar precauciones.
18 – 6	Agua Tolerable. Emplearla con precauciones.
6 – 1,2	Agua peligrosa. Utilizarla solo en suelos con muy buenas condiciones de drenaje.
< 1,2	Agua no utilizable.

Fuente: CÁNOVAS, 1986

- Por tanto, según esta clasificación nuestra **agua de riego** la evaluaríamos como **Agua buena**.

4.2.4. ÍNDICE DE KELLY

El índice de Kelly evalúa la calidad del agua en función del porcentaje de calcio sobre el total de cationes. Se expresa en % y se calcula mediante la siguiente fórmula empírica:

$$\text{➤ IK} = [\text{Ca}^{2+}] / ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) \times 100$$

○ Donde: [] está expresada en meq /l

$$\text{➤ IK (\%)} = [3,42] / ([3,42] + [1,09] + [0,47] + [0,05]) \times 100 = \mathbf{67,99 \%}$$

Según la clasificación de Kelly:

Tabla 8: CALIDAD DEL AGUA

ÍNDICE DE KELLY	CALIDAD DEL AGUA
< 35 %	Mala
35 %	Dudosa
> 35 %	Buena

Fuente: ÍNDICE DE KELLY

➤ Nos encontramos con un **agua de riego buena.**

5. CLASIFICACIÓN DEL AGUA

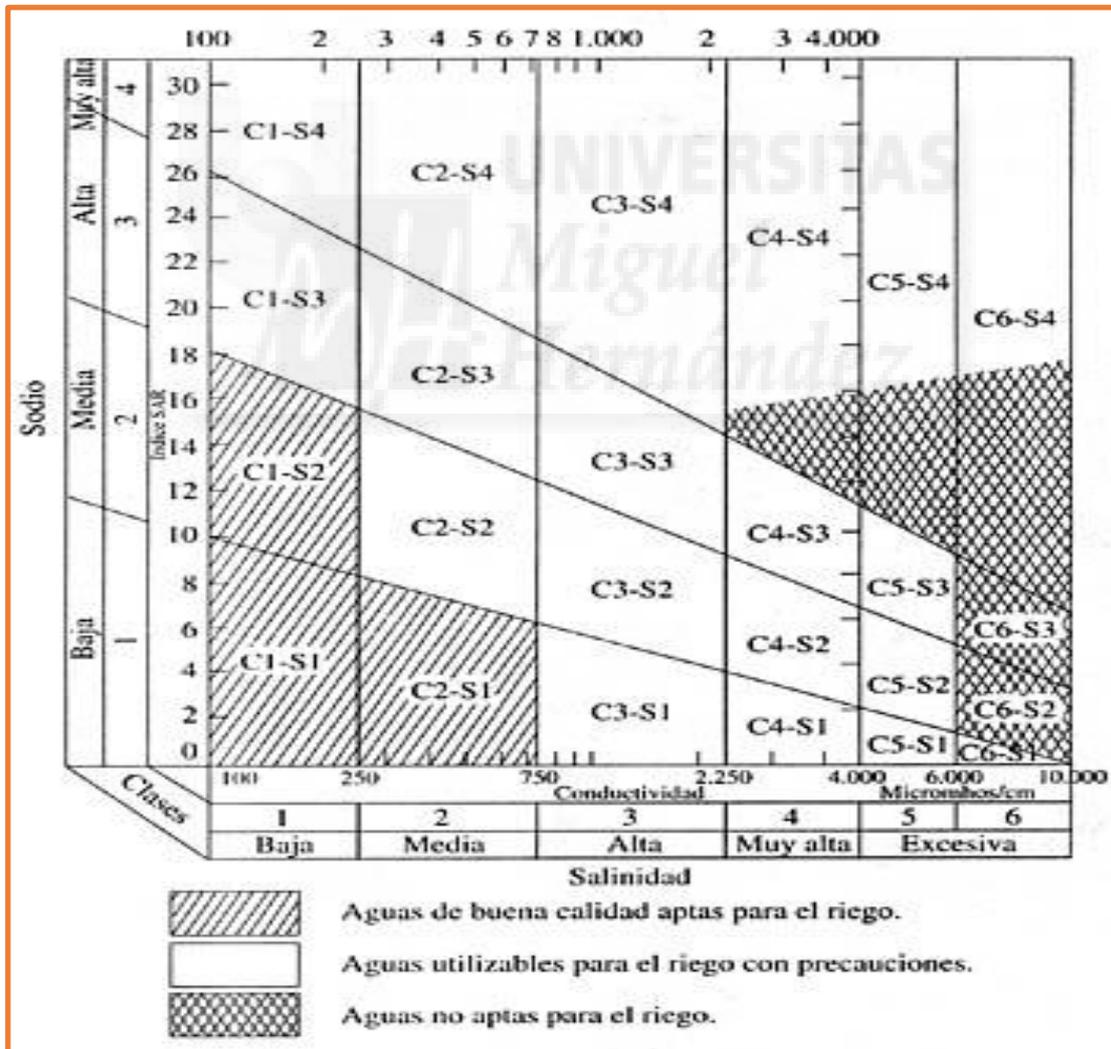
Para la clasificación del agua, se emplean unas normas que tienen en cuenta la combinación de algunos de los parámetros determinados anteriormente.

5.1. NORMA DE RIVERSIDE

Establecen una relación entre la conductividad eléctrica ($\mu\text{mhos/cm}$) y el índice S.A.R. Según estos dos índices, se establecen categorías o clases de aguas enunciadas según las letras C y S afectadas de un subíndice numérico.

- C.E. = $465 \mu\text{mhos/cm}$
- S.A.R. = 1,98

Tabla 9: NORMAS DE RIVERSIDE PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO



Fuente: BLASCO Y DE LA RUBIA (LAB. DE SUELOS IRYDA), 1973

Según el gráfico, la clasificación de nuestra agua es C2 S1, mediante la cual podemos decir que esta agua presenta:

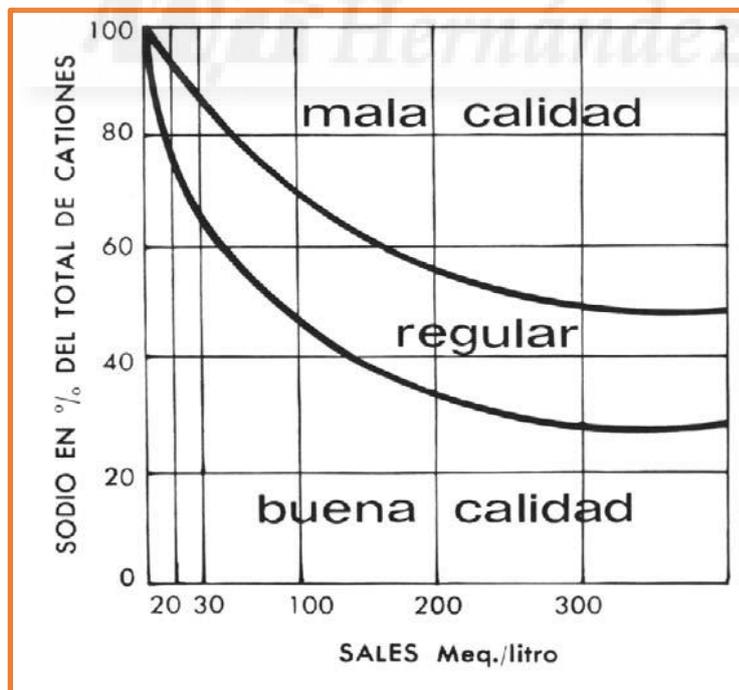
- Peligro de salinización **medio**.
- Peligro de alcalinización **bajo**.
- El agua es **apta para el riego**.

5.2. NORMA DE H. GREENE. FAO

En ellas se toma como base la concentración total de las aguas expresada en miliequivalentes/litro con relación al porcentaje de sodio, calculado respecto al contenido total de cationes expresados en meq/l.

- Contenido total de cationes = 4,98 meq/l
- Contenido total de aniones = 1,211 meq/l
 - $\sum \text{cationes} + \sum \text{aniones} = 4,98 + 1,211 = 6,191 \text{ meq/l}$
 - $R_{Na^+} = (Na^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+) \times 100 = (0,47) / (3,42 + 1,09 + 0,47) \times 100 = 9,43 \%$

Tabla 10: CLASIFICACIÓN DE AGUA DE RIEGO EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE SALES Y EL % DE SODIO



Fuente: CÁNOVAS, 1986

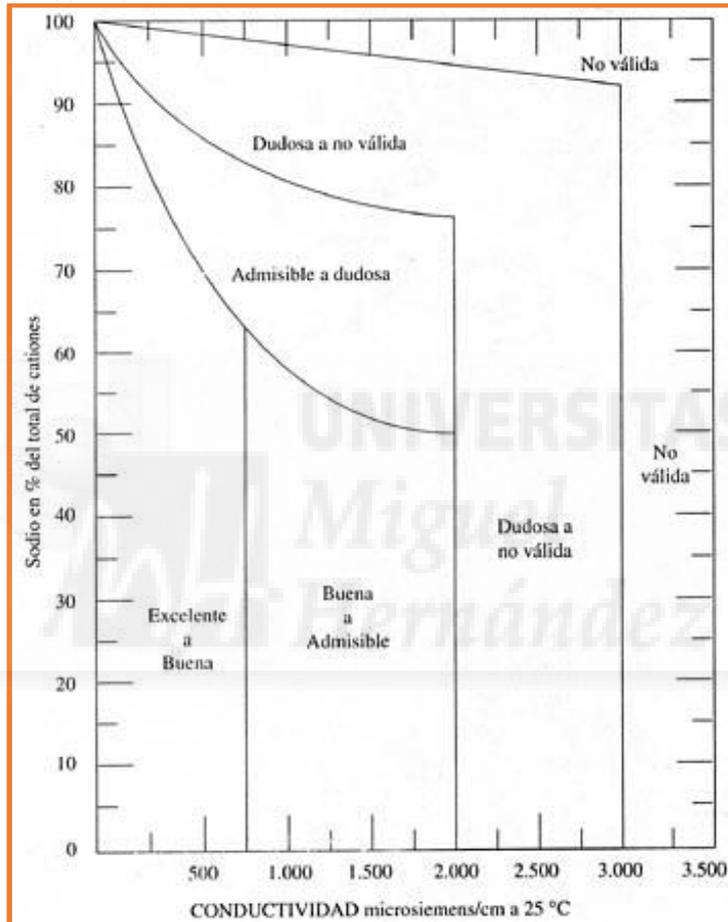
- Tal y como se observa en el gráfico, el agua es de **Buena Calidad**.

5.3. NORMA DE WILCOX

Considera como índices para la calificación de las aguas el porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica.

➤ %Na= 9,43 % y C.E.= 465 μ mhos/cm

Tabla 11: CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE RIEGO BASADA EN EL RIEGO DE SALINIDAD



Fuente: CÁNOVAS, 1986

➤ Como puede observarse en el gráfico, tenemos un **agua de excelente a buena.**

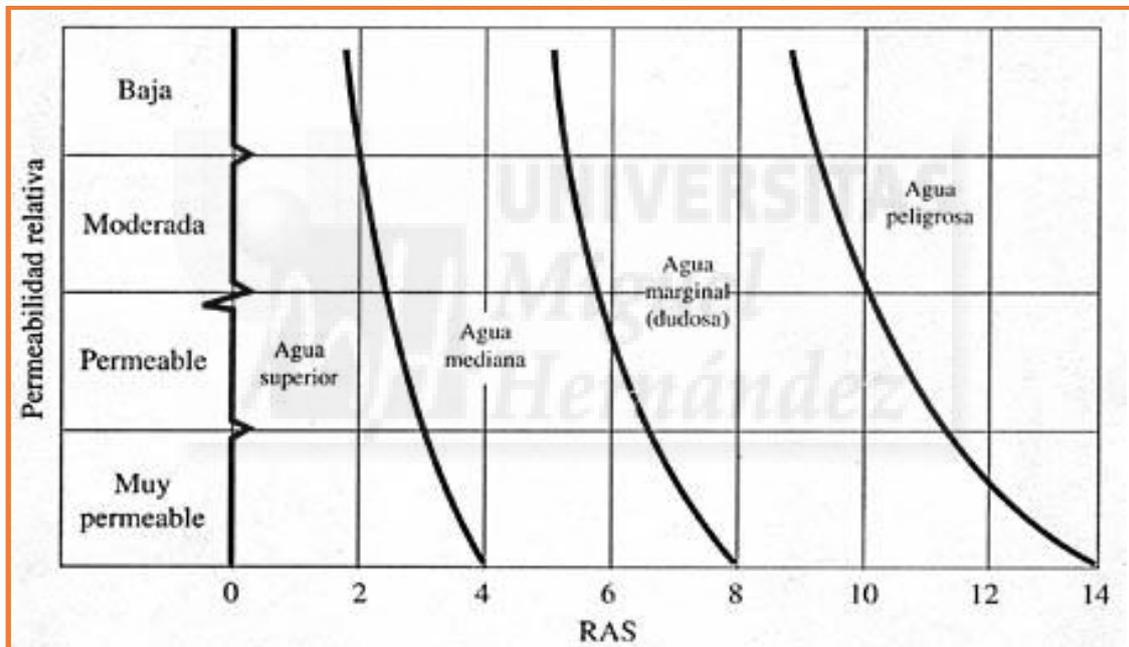
6. CALIDAD DEL AGUA SEGÚN LA PERMEABILIDAD DEL SUELO

La permeabilidad del sustrato influye de forma notable en la definición de la calidad del agua de riego, ya que es necesario conocer el suelo para determinar el riesgo de salinidad y de sodio.

También es aconsejable considerar el análisis de suelo, para prever la interacción del agua de riego, que va a ser determinante sobre la nutrición de la planta.

- $CE = 465 \mu\text{mhos/cm}$
- $SAR = 0,31 \text{ meq/l}$
- Suelo Franco-Arenoso

Tabla 12: NORMAS DE L.V. WILCOX. DIAGRAMA PARA LA INTERPRETACIÓN DE UN AGUA DE RIEGO



Fuente: CÁNOVAS, 1986

- Dado que nuestro suelo tiene una permeabilidad moderada y un valor de SAR de 0,31, la característica de nuestra agua es de **Alta Calidad**.

7. CONCLUSIÓN

Una vez analizados todos los aspectos concernientes al agua, determinamos que, según el Índice de Riverside el agua no presenta problemas de salinidad y es apta para el riego, siempre y cuando se riegue con un exceso de agua.

Según el método de H. Green, utilizado por la FAO, el agua estudiada es de buena calidad para el riego. Por tanto, determinamos que el agua es óptima para el riego.





8. TABLAS

Tabla 1: PARÁMETROS ANALIZADOS.

Tabla 2: CATIONES.

Tabla 3: GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO DEL AGUA.

Tabla 4: RESTRICCIÓN DE USO PARA RIEGO.

Tabla 5: CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE AGUA SEGÚN SU DUREZA.

Tabla 6: ÍNDICE DE SCOTT.

Tabla 7: CALIDAD DEL AGUA.

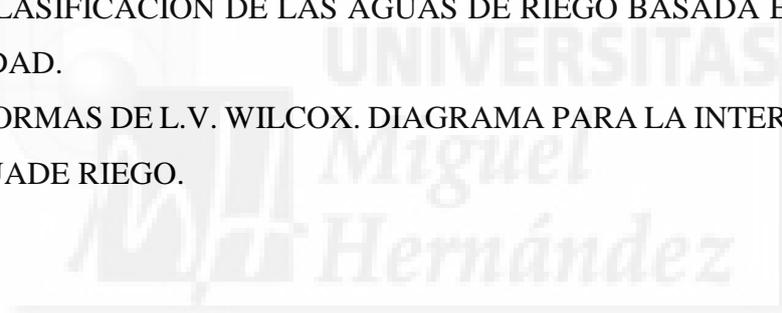
Tabla 8: CALIDAD DEL AGUA.

Tabla 9: NORMAS DE RIVERSIDE PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE RIEGO.

Tabla 10: CLASIFICACIÓN DE AGUA DE RIEGO EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO DE SALES Y EL % DE SODIO.

Tabla 11: CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE RIEGO BASADA EN EL RIEGO DE SALINIDAD.

Tabla 12: NORMAS DE L.V. WILCOX. DIAGRAMA PARA LA INTERPRETACIÓN DE UN AGUA DE RIEGO.



9. ANÁLISIS



INFORME DE ENSAYO - AGUA



Nº de Referencia:	A-18/000498	Registrada en:	AGQ España	Fecha Recepción:	04/01/2018
Análisis:	A-0001 (NS)	Centro Análisis:	AGQ España	Fecha Fin:	10/01/2018
Tipo Muestra:	AGUA RIEGO	Fecha/Hora Muestreo:	03/01/2018	Contrato:	SE18-0022
Muestreado por:	Cliente	Fecha Inicio:	09/01/2018	Cliente 3º:	---
Descripción:	Agua de riego, Pozo La Solana Ontinyent.	Domicilio:	CANTALAR DE SANT VICENT Nº 31 ONTINYENT 46870		
Cliente:	ENRIQUE TORTOSA BALLESTER				

RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Presión Osmótica	0,17	Atm		0,27		0,54		Calculado	PEC-038

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	465	µS/cm a 25ºC		750		1.500		Electrometría	PEC-002
Dureza	22,6	º F		14,0		32,0		Calculado	PEC-039
pH	7,89			6,50		7,50		Potenciometría pH	PEC-001

CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Calcio	68,6	3,42		2,00		5,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	13,3	1,09		0,50		2,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	< 2,00	< 0,05		0,00		0,25		Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	10,9	0,47		0,00		4,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Suma de Cationes	4,97	0,00						Calculado	PE-2080

ANIONES -

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Alcalinidad	270	4,43		0,50		3,00		Electrometría	PEC-011
Cloruros	19,9	0,561		0,00		4,00		Análiz Flajo Segmentado	PE-336
Nitratos (TON)	10,4	0,17		0,00		0,80		Análiz Flajo Segmentado	PE-336
Sulfatos	23,0	0,48		0,00		5,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Suma de Aniones	5,63	0,00						Calculado	PE-2080

RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
RAS	0,31			0,00		10,0		Calculado	PEC-040

METALES SOLUBLES EN ÁCIDO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	< 0,05	mg/L		0,00		0,80		Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Hierro	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Manganeso	< 0,01	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	0,07	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

Nº de Referencia: A-18/000498	Tipo Muestra: AGUA RIEGO
Descripción: Agua de riego. Pozo La Solana Ontinyent.	Fecha Fin: 10/01/2018

NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

OBSERVACIONES:

Toma de Muestra en la acometida del Polígono 4, Parcela 53 de Ontinyent.

FECHA EMISIÓN: 11/01/2018



Ana Quintanilla Velázquez
Resp. Lab. Inorgánico





ANEJO 4: ELECCIÓN DEL CULTIVO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	131
2. VARIEDADES DE OLIVO.....	132
2.1. ARBEQUINA.....	132
2.1.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.....	133
2.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS citas.....	134
2.1.3. ACEITE DE ARBEQUINA.....	135
3. ELECCIÓN FINAL DE LA VARIEDAD.....	136





1. INTRODUCCIÓN

Según Rapoport (1977) el olivo (*Olea europea* L.) pertenece a la familia botánica Oleaceae. En el género *Olea* hay unas treinta y cinco especies. Incluidas en la especie *Olea europea* L., están los olivos cultivados y asimismo los acebuches u olivos silvestres. Rapoport considera que los olivos cultivados pertenecen a la subespecie sativa y los olivos silvestres o acebuches a la subespecie sylvetris. *Olea europea* L. es la única especie de la familia Oleaceae con fruto comestible.

El cultivo del olivo tuvo su origen en Siria y el Irán, extendiéndose hacia Occidente por el mediterráneo. Más recientemente pasó a otras zonas tales como América, Australia, China y Sudáfrica.

Es una de las plantas cultivadas más antiguas. Se considera que su origen como cultivo es de unos 4.000-3.000 años A.C. Actualmente el 95% del área mundial cultivada se encuentra en el área Mediterránea.

La especie “olea europea” se subdivide en tres grandes subespecies:

- a) Euromediterránea
- b) La Perrini
- c) Cuspidata

La subespecie Euromediterránea comprende la serie oleaster y la sativa. La primera es la forma espontánea denominada comúnmente “acebuche”, que se distribuye por la cuenca mediterránea. La sativa es el olivo cultivado.

Las necesidades climáticas del olivo están relacionadas con su origen mediterráneo. Es un cultivo adaptado a inviernos suaves y veranos largos y calurosos.

Para nuestro caso podemos afirmar que estamos dentro de la zona geográfica de cultivo, ya que las heladas no son fuertes sobre todo en los primeros años de la plantación.

Sibbett y Osgood (1994) constatan que temperaturas aisladas de -10 °C en periodo de reposo pueden causar la muerte de ramas gruesas e incluso de toda la parte aérea. En crecimiento y maduración del fruto, temperaturas de 0° C pueden disminuir la cantidad y calidad de la producción.

2. VARIEDADES DE OLIVO

El olivar en seto estrecho o superintensivo se ha desarrollado a partir de 1994. La diversidad varietal utilizada es muy restringida hasta la fecha, ya que muy pocas variedades tradicionales se han adaptado a este nuevo sistema que necesita variedades de precoz entrada en producción, vigor reducido y porte compacto que permitan su cultivo sin necesidad de recurrir a podas muy drásticas.

Arbequina ha sido la variedad que mejor se ha adaptado a este nuevo sistema y ha supuesto más del 95% de la superficie plantada. Arbosana, una variedad local de Cataluña, también se está empleando con éxito en muchas plantaciones de olivar en seto debido a su escaso vigor y elevada productividad. También se ha ensayado la variedad griega Koroneiki, muy precoz y productiva, cuyo rendimiento graso y cuya calidad de aceite son satisfactorios, pero cuyo vigor y porte erguido obligan a podas severas para ajustar el volumen del seto al marco de trabajo de las cosechadoras cabalgadoras.

Investigaciones en diferentes países están evaluando la capacidad de adaptación a este nuevo sistema de plantación de olivar de sus variedades autóctonas. En general, el vigor excesivo, la lenta entrada en producción o la ramificación lateral vigorosa son características que impiden a sus principales variedades tradicionales utilizarse en plantaciones en seto.

2.1. ARBEQUINA

El olivo Arbequina es tradicional de Cataluña, siendo la variedad más extendida. Su nombre proviene de la localidad de Arbeca (Lleida), aunque realmente la variedad Arbequina, fue introducida desde Palestina en el siglo XVII. Constituye la masa de olivar en las provincias de Lleida y gran parte de Tarragona, extendiéndose también por Zaragoza y Huesca (Rallo et al, 2005).

El olivo Arbequina, en la actualidad se encuentra en expansión. Se adapta bien al olivar superintensivo en seto con producciones elevadas y constantes. En el año 2000, apenas había en España unas 1.000 hectáreas de olivar en seto y actualmente (2017) se superan las 70.000 hectáreas, lo que ha supuesto un incremento espectacular (4.000 ha/año).

2.1.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Aunque durante siglos, la variedad de olivo Arbequina, ha sido cultivada en olivar tradicional, su buena adaptación a los modernos sistemas de producción ha facilitado su expansión. Arbequina presenta buenas características para plantación en seto, elevada densidad de plantación, vigor bajo, alta producción, escasa vecería.

Tanto en España como en el resto del mundo, la agricultura se está modernizando y cada vez hay una mayor mecanización de las labores.

- Productividad: la variedad de olivo Arbequina, presenta una entrada en producción precoz y de productividad elevada. Su precocidad es comparable a Manzanilla Cacereña y mejora a Picual y Hojiblanca.
- Vecería: Arbequina es una variedad de producción constante (poco vecera). Además, se realiza recolección temprana para obtener aceites de buena calidad (el aceite Arbequina es poco resistente a la oxidación).
- Floración: la variedad de *aceituna Arbequina*, es autofértil y de floración media.
- Vigor y porte del árbol: el olivo Arbequina es de vigor bajo y de porte abierto. El vigor puede verse incrementado a un nivel medio-bajo en zonas con inviernos cortos.
- Hoja: la variedad *de olivo Arbequina* tiene la hoja de forma elíptica, corta y de anchura media.
- Enfermedades: Arbequina es considerada resistente al frío, tolerante a la salinidad, repilo y tuberculosis. Dependiendo de la fuente se la considera sensible o con cierta tolerancia al *Verticillium* (más tolerante que Picual). Es sensible a la mosca y a la clorosis en terrenos muy calizos. Cuando se cultiva en seto y se recoge mediante vendimiadoras, resulta fundamental aplicar tratamientos de cobre contra tuberculosis y repilo.
- Multiplicación: La planta de Arbequina tiene una capacidad de enraizamiento muy alta. Al multiplicarse fácilmente y con un elevado porcentaje de éxito, pueden comprarse plantas de olivo Arbequina en los viveros a buen precio.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Aunque en las zonas de cultivo tradicional la aceituna Arbequina se haya utilizado para aceituna de mesa, ésta no dispone de buenas características para aceituna de mesa, debido a su escaso tamaño y un hueso de tamaño relativamente grande (Rallo et al, 2005).

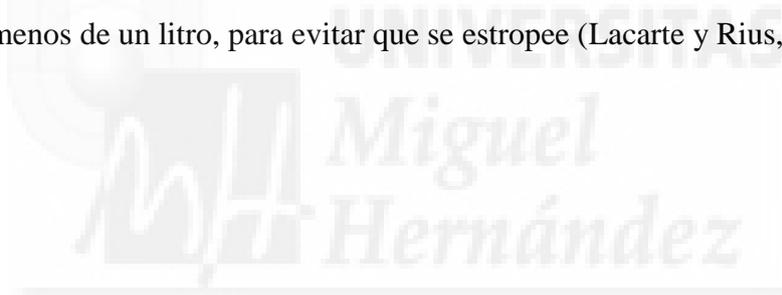
- **Maduración:** la variedad de aceituna *Arbequina* es de maduración temprana.
- **Tamaño:** la aceituna *Arbequina* es de tamaño pequeño, con apenas 1 o 2 gramos. Su escaso tamaño dificulta la recolección mediante vibradores, por ello se prefiere su plantación en seto (recogida de aceituna con vendimiadora).
- **Forma:** La *aceituna Arbequina*, tiene forma simétrica y esférica.
- **Color de la piel:** La *oliva Arbequina*, alcanza la madurez, cuando la piel presenta color negro. Sin embargo, la recogida debe realizarse con no más de 1/3 de las aceitunas maduras.
- **Pulpa:** *Arbequina* tiene una relación pulpa/hueso muy baja.
- **Pedúnculo:** el pedúnculo de la aceituna *Arbequina* es de tamaño medio. Y las olivas no tienen pezón.
- **Rendimiento:** la aceituna *Arbequina* tiene un rendimiento elevado de aceite en cultivo tradicional. Sin embargo, los cultivos super-intensivos con producciones de en torno a 15 toneladas/ha tienen rendimientos medios (14-17 %).
- **Recolección:** *Arbequina* tiene resistencia media al desprendimiento, esto unido a su escaso peso, hacen difícil su recolección con vibradores de tronco. Las grandes plantaciones de *Arbequina* han sido realizadas en seto y pueden ser cosechadas fácilmente mediante vendimiadoras.
- **Usos:** la variedad de aceituna *Arbequina* se utiliza para producción de aceite.

2.1.3. ACEITE DE ARBEQUINA

- **Sabor:** El aceite Virgen Extra de Arbequina es aromático, dulce y de sabor suave (escaso amargor y picor).

Es un buen aceite para el público menos acostumbrado al picor y amargor de variedades como Verdial o Cornicabra.

- **Propiedades:** el aceite Arbequina, es muy poco estable, siendo necesaria su conservación en depósitos de atmosfera controlada (nitrógeno). Su poca resistencia a la oxidación hacen aconsejable mezclarlo con aceites de alta estabilidad, como Picual, Cornicabra o Manzanilla Cacereña. Combina bien con estos aceites, ayudando a suavizar su sabor.
- **Curiosidades:** El aceite Arbequina apenas aguanta un año antes de enranciarse. Cuando se vende aceite 100% Arbequina, se hace en envases de menos de un litro, para evitar que se estropee (Lacarte y Rius, 2010).



3. ELECCIÓN FINAL DE LA VARIEDAD

La Arbequina es una variedad de olivo muy productiva, de precoz entrada en producción, calidad del aceite, muy buena adaptación al cultivo de alta densidad en regadío. Muy buena adaptación a plantaciones intensivas y de alta densidad (seto). Su porte semi-erecto facilita su formación en eje central, flexibilidad y buena respuesta a la recolección con vendimiadora. Se la considera rústica, resistente a heladas y adaptable a distintas condiciones de clima y suelo. Produce un aceite virgen de frutado medio, equilibrado en boca, donde destaca el atributo dulce, muy apreciado por los nuevos consumidores. Su comercialización puede ser monovarietal o en coupage con otros aceites.

Otro factor importante que se debe tener en cuenta es la almazara a la cual destinaremos nuestra cosecha, Cooperativa Vinícola Onteniense, Sección Almazara, la cual elabora y comercializa aceite monovarietal de Arbequina, con una creciente demanda.



ANEJO 5: MARCO Y PLANTACIÓN DEL CULTIVO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	139
2. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN	140
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN.....	140
2.1.1. MARCO DE PLANTACIÓN.....	140
2.1.2. ORIENTACIÓN.....	141
2.1.3. PENDIENTE.....	141
2.1.4. OLIVAR EN SETO.....	141
2.1.5. DISPOSICIÓN EN EL TERRENO DE LA PLANTACIÓN.....	142
3. REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN	143
3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	143
3.1.1. NIVELACIÓN.....	143
3.1.2. DRENAJE.....	144
3.1.3. SUBSOLADO.....	144
3.1.4. ABONADO DE FONDO.....	145
3.1.5. MULLIDO.....	145
3.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.....	146
3.3. REPLANTEO BÁSICO.....	146
3.4. PLANTACIÓN.....	148
3.5. ENTUTORADO Y ESPALDERA.....	149
3.6. ÉPOCA DE PLANTACIÓN.....	151
3.7. PODA DE FORMACIÓN.....	151
3.8. CUIDADOS FITOSANITARIOS.....	152



1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la olivicultura española ha experimentado importantes cambios tecnológicos destacando, entre otros, el aumento en la densidad de las nuevas plantaciones, asociado a una mejora de la mecanización de la recolección.

Se ha pasado de sistemas intensivos, con densidades entre 200 y 300 árboles/ha, buena productividad y recogida mediante vibradores de troncos con paraguas cónicos o planos (a partir de la década de los 70), a sistemas en seto, con densidades superiores a los 1.500 árboles/ha, y donde los olivos se cosechan en continuo mediante máquinas de tipo cabalgante, buscando disminuir los costes de recolección.

Este olivar denominado también superintensivo o de alta densidad, apareció a finales del siglo XX, y está pensado como inversión a corto plazo y para una mecanización total del cultivo (Tous, 2007).

Otras características que han incrementado su difusión son la rápida entrada en producción, la cosecha elevada durante los primeros años y la alta eficiencia de las máquinas de recolección en continuo.

Como inconvenientes de estas plantaciones se destacan los elevados costes de implantación (unos 8.000 €/ha), en comparación con las plantaciones intensivas (unos 3.000 €/ha), y la dificultad de controlar el vigor de los árboles para permitir el paso de la cosechadora; en efecto, el material vegetal disponible y con las técnicas de cultivo que se vienen aplicando actualmente, a partir del 6º-7º año empiezan a detectarse descensos de producción, debido a la falta de iluminación y aireación en el interior de las copas de los olivos, provocando también una mayor incidencia de algunas plagas y enfermedades (gliphodes y repilo principalmente).

El diseño de las plantaciones se ha de realizar teniendo en cuenta la radiación lumínica y la disponibilidad de agua para el cultivo.

Actualmente, datos del año 2017, España cuenta con una superficie de cultivo de aceituna Arbequina de 115.000 ha, repartidas principalmente entre Catalunya y Andalucía (Barranco, 2017).

2. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

El diseño de la plantación va dirigida a la consecución de tres objetivos importantes:

- a) La obtención de un producto aceptable por el consumidor.
- b) Reducir al máximo el periodo improductivo del cultivo.
- c) Mecanizar el cultivo al máximo, respetando el medio natural en el que se implanta.

La disponibilidad de riegos también determinará nuestro cultivo, más si cabe en una zona como la nuestra en la que la pluviosidad es irregular con periodos de sequía.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN

2.1.1. MARCO DE PLANTACIÓN

En este nuevo tipo de plantaciones los árboles se forman a un eje, con distancias entre olivos inferiores a 2 m, por lo que tras 2 o 3 años en campo forman un seto. En nuestras latitudes, la orientación N-S de las filas favorece la iluminación de las copas.

Actualmente, los marcos más utilizados oscilan entre 4-4,5 x 1,5-2 m. Es importante tener en cuenta la latitud y las horas de insolación de la parcela, para predecir el crecimiento potencial de los árboles.

También es aconsejable, para mantener la estructura del seto, utilizar tutores y alambres con algunos postes en las hileras, lo cual facilita la recolección por parte de la cosechadora.

El reducido marco de plantación empleado genera problemas de competencia lumínica y de escasa aireación en el tercio inferior de la copa, lo que da lugar, en nuestra zona, a una disminución de la inducción floral y del cuajado de frutos, así como una disminución de su calibre y su rendimiento graso.

Esto conlleva a que la producción se concentre básicamente en las zonas más apicales, mejor iluminadas y aireadas del árbol, pero que a la vez coinciden con las ramas que deberán ser cortadas para el paso de la máquina cabalgante.

2.1.2. ORIENTACIÓN

Una correcta orientación del cultivo nos permitirá evitar sombreamientos que reducirán el crecimiento y productividad de nuestra explotación. Para un mejor aprovechamiento de la radiación lumínica dispondremos nuestro cultivo con orientación Norte-Sur.

2.1.3. PENDIENTE

Cuando se trata de terrenos llanos o con muy poca pendiente, en las cuales las máquinas trabajan sin restricciones importantes, la distribución de los olivos a distancias regulares, según el marco de plantación elegido, facilita la mecanización de la explotación, así como combatir la erosión y la pérdida de agua por escorrentía.

Cuando la pendiente del terreno es importante la plantación se debe realizar siguiendo las curvas de nivel del terreno.

El inconveniente los encontramos con pendientes superiores al 10%, ya que las máquinas cosechadoras no pueden trabajar a esas pendientes.

En nuestro caso, la parcela donde se va a implantar el cultivo es prácticamente llana, con escasa pendiente.

2.1.4. OLIVAR EN SETO

Para este tipo de cultivo se utilizan marcos de plantación de 3-4 metros de anchura y separación entre árboles de entre 1,3 y 2 metros.

En el caso de nuestro trabajo elegimos un marco de plantación de 4 x 1,5 m, con lo que teóricamente tenemos una densidad de plantación de 1.666 árboles/ha.

Para el desarrollo de este tipo de cultivo utilizaremos variedades de crecimiento rápido y producción temprana. Nos interesa también que el tipo de variedad tenga porte reducido y la copa en forma piramidal, para que la formación del árbol tenga figura de monocono.

Nos interesa que los olivos alcancen una altura mínima de 70 cm, ya que por debajo de esta altura la máquina cosechadora no alcanza a cosecharlas bien.

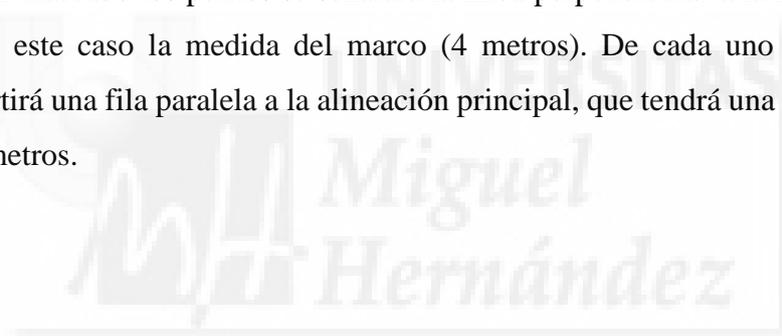
2.1.5. DISPOSICIÓN EN EL TERRENO DE LA PLANTACIÓN

Al diseñar la disposición del cultivo en la parcela se deberá tener en cuenta la distancia del cultivo al borde de la parcela, así como el acceso a la parcela desde el camino.

La parcela de plantación tiene una dimensión de 1,2 hectáreas cultivables. Para realizar el diseño y marcado de la parcela necesitaremos taquímetro, jalones, cuerda, estacas y cal.

Primero se realiza un replanteo sobre un plano. Posteriormente, en la parcela, con el taquímetro se marca la alineación principal. Sobre esta alineación se colocará una cuerda en toda su longitud. A continuación, con otra cuerda con la medida del marco (1,5 metros), se irán marcando los puntos donde luego se plantarán los olivos.

Una vez marcado los puntos se señalará la línea perpendicular a la línea principal, marcando en este caso la medida del marco (4 metros). De cada uno de los puntos marcados partirá una fila paralela a la alineación principal, que tendrá una distancia entre ellas de 1,5 metros.



3. REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Llegado el momento de la plantación de nuestro cultivo, describiremos cuales son las operaciones y trabajos a realizar en este trabajo de cultivo de olivo en alta densidad.

3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

En una primera fase se tendrá que acometer a la preparación del terreno con el objetivo de que las plantas dispongan de un adecuado sistema radicular y por tanto los olivos se puedan desarrollar correctamente. La preparación debe comprender los siguientes trabajos:

- a) Eliminar todos los posibles restos de vegetación anterior.
- b) Eliminar piedras y material rocoso, en caso necesario.
- c) Nivelar la tierra lo mejor posible.
- d) Eliminar las zonas de encharcamientos.
- e) Mejorar el perfil del suelo por desfonde o subsolado.
- f) Preparar el sistema de riego.
- g) Combatir parásitos del suelo.
- h) Realizar las labores complementarias finales antes del marqueo y plantación, para meteorizar las tierras, incrementar la flora microbiana y movilizar las reservas hídricas.

3.1.1. NIVELACIÓN

Para terrenos poco regulares o con pendientes elevadas, es aconsejable proceder a su nivelación, realizada con máquinas potentes; arrobaderas, tractor con pala, buldócer, etc.

Como ya hemos descrito anteriormente, necesitaremos terrenos con una pendiente suave para que pueda ser viable nuestra explotación en cuanto la mecanización.

Después de realizar la nivelación, se eliminarán los posibles restos vegetales que hayan aflorado, piedras gruesas y masas rocosas que pudieran existir.

En nuestro caso no es necesaria esta labor ya que se trata de una parcela con topografía prácticamente plana.

3.1.2. DRENAJE

El exceso de agua en el suelo es un problema grave ya que daña considerablemente a las plantas por asfixia radicular, y en casos no tan graves produce plantas débiles y endebles, cloróticas y propensas a enfermedades de las raíces.

Los drenajes pueden ser muy variados y casi siempre son costosos económicamente. Se abren zanjas de desagüe, o mejor rellenas con piedras; drenes cerámicos o de plásticos enterrados, e incluso terraplenes, taludes y caballones.

En nuestra parcela no será necesaria ninguna actuación de este tipo.

3.1.3. SUBSOLADO

Los desfondes o subsolados necesarios realizados al suelo tiene las siguientes finalidades:

- a) Permitir y facilitar el desarrollo de las raíces.
- b) Hacer más permeable el terreno al agua y al aire, hasta en las capas más profundas.
- c) Limpiar la tierra de raíces, piedras, larvas de insectos, etc.
- d) Movilizar las reservas fertilizantes.

El desfonde que mezcla las capas del suelo y el subsuelo solamente es realizable en aquellos terrenos en que la capa arable del suelo y la profunda del subsuelo tengan sensiblemente la misma composición, o mejor todavía cuando la estructura y composición de la tierra profunda pueda corregir la capa superficial.

Cuando no se presenten las anteriores circunstancias se debe realizar el subsolado que no mezcla el suelo y subsuelo, completándolo con una labor profunda que solamente afecta al suelo.

Las labores de desfonde o subsolado se deben realizar después de la nivelación, preferentemente en verano, con profundidades mínimas de 60 centímetros llegando hasta el metro.

En nuestro caso debido a que la capa arable y profunda del suelo poseen las mismas o similares características edáficas se procede a una labor de volteo con arado de vertedera monosurco.

3.1.4. ABONADO DE FONDO

La aplicación de estiércol y enmiendas orgánicas antes de la plantación mejorará la estructura y elevará la fertilidad del suelo.

Esta primera incorporación de estiércol será la más efectiva por localizarse a una cierta profundidad y la más fácil de realizar por ser previa a la plantación.

La cantidad de estiércol a aplicar oscilará entre 40.000 y 90.000 kg/ha dependiendo del análisis del suelo (textura, contenido en materia orgánica, pH, etc.)

El abonado de fondo también vendrá determinado por el análisis de suelo realizado, siendo imprescindible para corregir las posibles deficiencias del suelo y crear una reserva en profundidad de aquellos elementos que son menos móviles (fósforo y potasio).

El momento oportuno para su aplicación de estiércol y enmiendas orgánicas es cuando se realice el desfonde o subsolado.

Se aplicará un estercolado de fondo de 22,5 Tm de estiércol de oveja por hectárea (dado que es el tipo de enmienda orgánica que mayormente se encuentra en la zona), que se distribuirá con un remolque distribuidor arrastrado por el tractor.

3.1.5. MULLIDO

Tras la labor de desfonde la superficie suele quedar cubierta de terrones de mayor o menor tamaño, los cuales se endurecen al secarse.

Una correcta preparación del terreno para la plantación exige desmenuzar en lo posible los terrones. Esta labor fomenta la conservación de la humedad en el suelo.

La labor se realizará a unas profundidades de unos 20 centímetros con el suelo “a tempero” utilizando por ejemplo una grada de discos.

Es conveniente realizar una labor de rodillo tras el desfonde si el suelo se encuentra con escasa humedad.

3.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Antes de seguir con los trabajos de plantación conviene realizar la instalación de riego al menos de la parte enterrada (tuberías terciarias) de la red, dejando prevista en superficie las conexiones necesarias para empalmar los ramales portagoteros.

Conviene también instalar el cabezal de riego con sus filtros, programadores, conexiones y dispositivos proyectados, para poder aplicar un riego de asiento a medida que se vaya realizando la plantación y se vayan teniendo y conectando los ramales portagoteros.

La tubería terciaria se enterrará al menos a 1 metro de profundidad para que no sufra ningún daño por las labores y el paso de la maquinaria. Las zanjas se abrirán con retroexcavadora y tendrán una profundidad de 1,50 m y 1 m de anchura media. En la base se colocará una cama de arena fina para que la tubería asiente perfectamente y después se tapará también con arena fina los primeros 10-15 cm para evitar que piedras o bloques de tierra apelmazada puedan golpear y deteriorar la tubería.

Antes de tapar totalmente las zanjas y de aislar el terreno, se dejarán la distancia prevista (en este caso de 4 metros) las salidas desde la tubería terciaria hasta la superficie donde posteriormente se colocarán los portagoteros.

3.3. REPLANTEO BÁSICO

La superficie total de la parcela es de 1,2 hectáreas. Teniendo en cuenta que la densidad de plantación proyectada es de 1.666 plantas por hectárea, el número total de necesarias para la parcela será de 2.000 unidades.

Utilizaremos planta procedente de autoenraizamiento por nebulización, ya que es la que mejor resultados ofrece y se han constatado mediante ensayos técnicos y por una larga experiencia.

El material vegetal debe de tener un buen sistema radical, una altura de hasta 1 metro y una edad comprendida entre 1 y 1,5 años. El plantón debe ser formado en el vivero con un solo eje, eliminando las brotaciones bajas y vigorosas.

Se rechazarán las plantas que estén atacadas por acariosis, prays, glifodos o *tuberculosis*, así como las que puedan estar contaminadas por *verticillium dahliae kleb.*

Durante el traslado del vivero a la plantación se protegerán los plantones de la desecación causada por altas temperaturas o por el viento, y cuando se tengan que almacenar hasta el momento de plantarlas se hará al aire libre.

Al utilizar este tipo de planta lo importante es una buena preparación del terreno en toda la superficie de modo que el sistema radical no encuentre ningún obstáculo a su desarrollo.

Después de eliminar la bolsa de plástico que alberga el cepellón, debe de colocarse éste de tal manera que la superficie de la tierra que viene del vivero no quede a más de 5 cm por debajo del terreno circundante.

Al plantar, es necesario apisonar bien la tierra para eliminar bolsas de aire y lograr un contacto eficaz entre el terreno de asiento y el cepellón de la planta de vivero, teniendo cuidado de no pisar encima del cepellón para no romper las raíces.

Antes de elegir cuál ha de ser la planta a utilizar, se ha de saber que la plantación se va a realizar con una planadora semiautomática arrastrada, la cual se acoplará a un tractor que irá abriendo un surco en el terreno y un operario dejará la planta de olivo sobre una cazoleta.

El elemento distribuidor de la plantadora nos lo aloja en el fondo del surco, la tapa y finalmente apisona la zona colindante a dicho plantón.

Para nuestro caso utilizaremos planta procedente de estaquilla semileñosa de autoenraizamiento por nebulización formada con un solo tronco y de una altura aproximada de 70 cm. Si es más pequeña se retrasa el desarrollo en proporción y se hace más costoso el cultivo de los 2 primeros años por la mayor dificultad en controlar la hierba.

Se trata de una planta certificada de la variedad arbequina, en concreto clon IRTA ® i18 que viene en bandejas de donde se alojan los cepellones de 7 x 7 cm.

3.4. PLANTACIÓN

Para la plantación existen medios mecánicos que ahorran esfuerzos y abaratan los costes de implantación del olivar.

Es importante mantener lo más uniformes posible las distancias entre líneas y entre plantas de una línea. Las líneas de plantas deben quedar perfectamente rectas para facilitar todos los trabajos culturales a realizar durante el periodo productivo del cultivo.

Para este Proyecto se realiza una plantación mediante una trasplantadora semiautomática suspendida al tractor y una fila de trabajo.

Al plantar es necesario apisonar bien la tierra para eliminar las posibles bolsas de aire y lograr un contacto eficaz entre el terreno de asiento y el cepellón de la planta de vivero. Hay que tener en cuenta de no pisar encima del cepellón para no romper las raíces.

En nuestro caso esta labor está asegurada mediante las ruedas apretadoras. Se tratan de dos ruedas metálicas que forman un ligero ángulo con la vertical, se encuentran en la parte posterior del abresurcos de la plantadora y tienen como misión apretar la zona lateral donde se ha implantado el plantón.

También es necesario dar un riego después de plantar, para facilitar la unión del cepellón y el terreno de asiento y así evitar que la planta consuma toda el agua del cepellón y padezca situaciones de sequía.

A pesar de que un plantón con cepellón se puede plantar en cualquier época del año, si se aporta agua y los cuidados necesarios, los mejores resultados se obtienen plantando en otoño cuando no hay riesgo de helada o en primavera si existe riesgo de daños por fríos invernales.

En las plantaciones realizadas en otoño puede haber algún crecimiento antes de los fríos de invierno, lo que produce un ligero adelanto sobre las plantadas en primavera.

3.5. ENTUTORADO Y ESPALDERA

Para una correcta mecanización de nuestro cultivo, los olivos se deben formar con un eje central el cual debe poder mantenerse en posición vertical. Debido a que el tronco de los plantones es delgado y flexible será necesario el entutorado de los mismos.

El tutor debe ser lo suficientemente fuerte como para impedir que el tronco se mueva por efecto de los vientos y del peso de su propia copa, durante los primeros años.

El tutor será de madera y deberá tener como mínimo 5 cm de diámetro lo cual permite darle rigidez y resistencia. Se deberá proteger el tutor contra la humedad mediante un tratamiento adecuado, que permita la durabilidad de al menos 3 años sin pudrirse.

El tutor debe tener una altura suficiente, permitiendo enterrar 40 cm como mínimo y sobresalir hasta la altura donde se vaya a formar la cruz (100-120 cm), con el objeto de ofrecer un soporte eficaz a la planta.

Será necesario proteger a la planta de los rozamientos con el tutor, ya que éstos presentan el inconveniente de tener aristas cortantes que pueden crear heridas a la planta. Para ello se debe inmovilizar el tronco con un número suficiente de ataduras con materiales gruesos y flexibles hasta la altura de la cruz, evitando siempre los posibles estrangulamientos.

Los tutores se colocarán orientados hacia el viento dominante de tal modo que éstos no empujen al olivo contra el tutor para evitar rozaduras del tronco.

Se elige para nuestra plantación tutores de bambú frente a los de varillas de hierro utilizados en construcción, debido a su origen natural, alta resistencia y flexibilidad y bajo coste. En concreto se utilizarán tutores con punta de una altura de 180 cm y un diámetro de unos 14-16 mm.

Se introducirán en el suelo a una profundidad de 40 cm y se apoyarán en una espaldera compuesta por piquetes fuertes bien clavados en el terreno, que sostienen un alambre alto a 120 cm del suelo, tensado, al que se le sujetan firmemente el tutor de bambú. De esta forma el tutor tiene dos puntos de sujeción, el suelo y el alambre y soporta perfectamente esfuerzos laterales sin inclinarse.

La espaldera de apoyo se colocará a continuación de la plantación para proceder al entutorado lo antes posible, antes de que los plantones se doblen y adquieran vicios en su forma. Para su formación se utilizan postes metálicos galvanizados del tipo de los usados en viñedo. Se utilizan dos tipos de poste de acero galvanizado:

- Los intermedios con forma de omega y ranuras para encajar los alambres. Serán de 180 cm de longitud y 1,5 mm de espesor. Se clavarán 40 cm utilizando una máquina clavadora acoplada al tractor alquilada.
- Los de los cabeceros son más fuertes y se colocan en los extremos de la espaldera clavados 50 cm en el suelo de forma inclinada (15 grados). Son de 2 m de longitud y 2 mm de espesor con forma de omega y perforaciones para sujetar los tensores y los alambres.

Además, se necesitará:

- Alambre de acero galvanizado de 2,1 mm de diámetro. Se colocará un alambre en la espaldera a una altura de 1,2 m del suelo sobre el que se sujetarán los tutores. Este alambre soportará los esfuerzos sobre los tutores y la vegetación durante los primeros años hasta que los troncos de los árboles adquieran un grosor suficiente.
- Anclajes de tipo hélice y 2,2 m de espesor de acero galvanizado para afianzar los postes extremos que se colocarán a una profundidad mínima de 30 cm y a unos 80-90 cm del porte del cabecero al que se unirán en su parte superior mediante alambres galvanizados.
- Tensores en los extremos de los alambres para mantener la tensión de los alambres.

El primer y el último olivo de cada fila estará ubicado entre el poste cabecero y el anclaje, para que resulte protegido y a la vez facilite la mecanización, especialmente la recolección. Estos olivos extremos también tendrán tutor, que en este caso no se fijará al alambre horizontal de la espaldera sino al del anclaje, a la altura que coincida.

Hay que tener en cuenta que los olivos jóvenes tienen una corteza blanda y apetecible para los roedores o conejos que pueden causar la muerte de numerosas plantas en los primeros años de la plantación. Por ello se ha generalizado el uso de protectores de troncos, consistentes en cilindros de diversos materiales que, rodeando el tronco hasta

una altura de 50 cm, impiden que los conejos y otros roedores accedan a ellos. Al mismo tiempo este protector puede ser una excepcional barrera para que no se de contacto de la planta con algún herbicida que se pueda aplicar en el cordón de los olivos las primeras campañas de la plantación. Además, el propio protector puede proteger hasta un cierto punto de las heladas al pequeño plantón ya que la acumulación de frío dentro de ese protector donde se encuentra la planta es menor que en el exterior.

Se elige el protector A-5060. Se trata de un protector de entre 50-60cm, con un diámetro interno de 11 cm. Protege de herbicidas, roedores y rozamientos.

3.6. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La plantación de los olivos puede hacerse en otoño o a la salida del invierno, en los meses de febrero y marzo. La plantación en otoño presenta la ventaja de que adelanta la iniciación de la vegetación y la planta puede aprovechar las lluvias del invierno, pero tiene el inconveniente de que puede dañarse por las bajas temperaturas invernales.

En nuestro caso haremos la plantación en otoño, ya que las temperaturas del invierno son bajas, pero no críticas para el desarrollo de nuestro cultivo.

3.7. PODA DE FORMACIÓN

Debe ser objetivo prioritario el mantenimiento del tamaño de los olivos dentro de las dimensiones que agrónomica y mecánicamente son deseables, y durante toda la vida de la plantación.

Un complejo y costoso montaje de apoyos (tutores, postes de sujeción y alambres), cuya misión es mantener en posición totalmente vertical los olivos a medida que van creciendo, una adecuada formación de la plantación y el mantenimiento del tamaño de los árboles que obliga a continuas intervenciones de poda que deben realizarse manualmente y repetidas veces a lo largo del año.

Este tipo de poda demanda una gran cantidad de mano de obra especializada, tratando así de optimizar el trabajo de la máquina cosechadora cabalgante, lo que obliga a realizar continuas podas severas, podas no habituales en esta especie.

La necesidad de utilizar las máquinas cosechadoras cabalgantes para realizar la recolección de la aceituna impone unas determinadas dimensiones de los árboles: setos

de 1,5 m de ancho y 3,0 m de alto (siempre que las ramas altas sean muy flexibles), dejando sobre el suelo una altura libre de vegetación de al menos 0,6 m, motivo por el que es necesario realizar podas muy severas y frecuentes que posibiliten el tránsito de la maquinaria en la parcela.

Tengamos en cuenta que los problemas planteados derivan del excesivo vigor de la especie, ya que no se dispone de variedades de olivo realmente mucho menos vigorosas, y que tampoco se dispone de portainjertos enanizantes capaces de controlar suficientemente el crecimiento de los árboles injertados sobre ellos.

Solamente mediante intervenciones de poda severas y continuadas en el tiempo puede lograrse el control del desarrollo de la plantación, y es conocido por todos que, cuando no existen factores limitantes, a mayor intensidad de poda menor es la producción de la plantación.

3.8. CUIDADOS FITOSANITARIOS

Otro de los inconvenientes que plantean las plantaciones superintensivas es la defensa sanitaria. Debido a la intensificación, están apareciendo nuevos problemas fitosanitarios y agravándose algunos de los ya existentes. Esto es debido a que los tratamientos fitosanitarios tienen dificultades que se deben a la estructura de la propia plantación; como consecuencia, en este tipo de olivar son muy frecuentes los repetidos ataques de prays, glifoides, acariosis, abichado (*Euzophera pinguis*) que pueden comprometer seriamente la plantación, así como de repilo (*Spilocaea oleagina*), de repilo plomizo (*Pseudocercospora cladosporioides*) o de aceituna jabonosa (*Colletotrichum gloeosporioides*), en especial en años de primaveras y/o otoños lluviosos.

Son frecuentes, y a veces graves, los ataques de *Sitona lineatus*, cuyos adultos festonean las hojas, causando en ocasiones importantes daños.

No debemos olvidar otros ataques no específicos como ratones o conejos, abundantes en la zona del presente Trabajo, los cuales ya se ha prevenido con el uso de protectores.

También es importante controlar el estado de humedad del suelo y aplicar riegos cuando sean necesarios, especialmente a partir de la primavera y en el verano.

ANEJO 6: PODA DEL OLIVO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	155
2. BASES BIOLÓGICAS DE LA PODA	156
2.1. FISIOLOGÍA DE LA PODA	156
2.2. INFLUENCIA DEL CORTE DE PODA	157
2.3. LAS RAMAS Y SU ASOCIACIÓN.....	157
2.4. REACCIÓN DEL ÁRBOL A LA PODA	158
3. BASES AGRONÓMICAS DE LA PODA.....	160
4. ÉPOCA DE LA PODA.....	162
5. TURNO Y PERIODICIDAD DE LA PODA	163
6. PODA DE FORMACIÓN DEL OLIVO	164
6.1. PODA DE FORMACIÓN DE PLANTACIONES INTENSIVAS	164
6.1.1. FORMACIÓN A PARTIR DE PLANTONES FORMADOS CON UN TRONCO EN VIVERO	165
6.2. PODA DE PRODUCCIÓN DEL OLIVO.....	166
6.2.1. FORMA DE REALIZAR LA PODA DE PRODUCCIÓN	167
6.2.2. PODA MECÁNICA DE PRODUCCIÓN.....	168
6.3. PODA DE RENOVACIÓN O REJUVENECIMIENTO.....	170
6.3.1. PODA DE RENOVACIÓN CONTINUADA.....	171
6.3.2. PODA DE RENOVACIÓN DE LAS PLANTACIONES INTENSIVAS .	172



1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por poda la serie de operaciones realizadas sobre los árboles, por las que se modifica la forma natural de su vegetación, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas con el fin de darles forma y conseguir la máxima productividad, e incluso restaurar o renovar parte o la totalidad del árbol.

La poda es necesaria para mantener el equilibrio entre las funciones vegetativas y reproductivas. De este modo, se puede conseguir elevadas producciones sin que disminuya la vitalidad de los árboles, acortar el período improductivo en plantaciones jóvenes, alargar el período productivo y retrasar el envejecimiento del árbol (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).



2. BASES BIOLÓGICAS DE LA PODA

2.1. FISIOLOGÍA DE LA PODA

A lo largo de la vida de un árbol se pueden distinguir tres períodos. El primero de ellos está caracterizado por un intenso crecimiento vegetativo y por la ausencia de fructificación. En el segundo período, de reproducción y gran producción, se mantiene un adecuado crecimiento vegetativo. Finalmente, en el período de vejez, se produce un decaimiento tanto en el crecimiento vegetativo como en la producción.

La poda debe adaptarse a cada una de estas etapas. Para ello, en el período improductivo se debe podar con muy poca intensidad o nada. Durante el período productivo, podar ligeramente. Por último, en el período de vejez, las podas tienen que ser más severas, pero espaciadas en el tiempo (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

Para conocer las consecuencias que puede acarrear un determinado corte de poda hay que tener siempre presente las funciones que desempeñan en la planta cada uno de sus órganos. Sólo así sabremos qué puede ocurrir si eliminamos una parte del árbol. Asimismo, ejemplificamos:

- Relación hoja / raíz. Existe una relación óptima entre la cantidad de hojas y de raíces absorbentes del árbol.
- Relación hoja / madera. Existe una relación óptima entre la superficie total de hoja y la cantidad de madera.

Al realizar la poda, debemos actuar de forma que ambas relaciones se mantengan en valores altos, cercanos al óptimo. Durante la juventud y los primeros años del estado adulto existe una alta relación hoja / madera, que se va reduciendo a medida que el árbol envejece.

La poda debe tratar de mantener esta relación en valores altos durante toda la vida del árbol. Pero hay que tener en cuenta que algunas variedades tienen una mayor proporción de madera. Este es el caso de variedades como *Empeltre*, *Hojiblanca* y *Gordal*.

Es interesante tratar en este apartado los “cordones o venas” que se pueden observar en el tronco de los olivos viejos. Estos son conexiones directas que se establecen entre las

raíces y las ramas principales, de forma que existe poca comunicación entre los vasos conductores de savia de dos ramas diferentes.

De ello se puede deducir que, en estos olivos, cuando se suprime una rama principal el estado de las restantes mejora únicamente por disponer de una iluminación más adecuada y de más espacio para desarrollarse.

2.2. INFLUENCIA DEL CORTE DE PODA

Durante la poda podemos realizar dos tipos fundamentales de cortes:

- **Corte de aclareo:** consiste en eliminar una rama completamente por su inserción.
- **Corte de rebaje:** consiste en acortar o rebajar una rama.

Con el corte de aclareo mejora la iluminación de las ramas que quedan en el árbol y que estaban situadas cerca de la eliminada. Estas ramas, por tanto, mejorarán su nutrición y a la larga su floración y fructificación (Poda del Olivo. Moderna Olivicultura. Junta de Andalucía, 2006).

El corte de rebaje favorece la brotación de las yemas presentes en la parte conservada de la rama, con lo cual, disminuye la iluminación de las ramas próximas a la rebajada. Al realizar este tipo de corte, además, se eliminan muchas hojas, con lo que la relación hoja / madera disminuye. En consecuencia, no se debe abusar de este tipo de corte. Sólo se debe realizar cuando las ramas principales se alarguen demasiado, sombreando sus tramos bajos.

Por otro lado, podando largo, o lo que es lo mismo, suprimiendo poco, aumentamos el vigor de la rama; y podando corto lo disminuimos, pues eliminamos más yemas y hojas. El rebaje, por tanto, estimula la vegetación, pero retrasa la fructificación.

2.3. LAS RAMAS Y SU ASOCIACIÓN

La iluminación es determinante en el desarrollo de las distintas ramas de un árbol. Así, las ramas más centradas y verticales son las más iluminadas y las de más intensa vegetación. Por el contrario, las ramas más bajas y horizontales, que suelen estar sombreadas, tienen una fructificación abundante, pero se agotan antes. Finalmente, las

ramas interiores son las que producen menos fruto y las de vegetación menos vigorosa, dado que la luz llega hasta ellas con mucha dificultad.

En relación a esta argumentación Ortega (1943) comprobó que la calidad de los frutos variaba según su situación en el árbol. Así, observó que las aceitunas de la parte alta y exterior tenían un mayor contenido en aceite y eran de mayor tamaño; las de la parte media y exterior tenían un rendimiento graso y un peso intermedio; en cambio, las de la zona interna tenían menos aceite y eran las más pequeñas.

Todo esto hay que tenerlo en cuenta cuando se realiza la poda, y considerar que el árbol es una asociación de ramas que mantienen un equilibrio entre sí. Hecho que no se ha tenido en cuenta en ciertos sistemas de poda en los que, por ejemplo, se han conducido los árboles a formas en sombrilla, con ramas muy horizontales y maderas expuestas al sol. Estas están continuamente produciendo chupones para sombrearse y donde los crecimientos vegetativos son escasos. Estas prácticas que se realizan en algunas zonas de España e Italia son poco recomendables y suelen conducir a la desvitalización del árbol (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

2.4. REACCIÓN DEL ÁRBOL A LA PODA

La forma en la que intervengamos a la hora de realizar la poda determinará una u otra respuesta en el olivo. Esta respuesta está encaminada a asegurar primero, la conservación del individuo y segundo, la de la especie a través de la fructificación.

Consecuentemente, cuando en un olivo se ha realizado una adecuada poda de formación, durante el período de producción, apenas produce brotes adventicios y chupones, por consiguiente, se puede deducir que el árbol está equilibrado.

Por el contrario, cuando el árbol envejece, a pesar de que la poda de formación y producción hayan sido las idóneas, el árbol responde con la producción de chupones en los tramos de ramas más horizontales y con la emisión de brotes en el tronco y la peana.

Estos son síntomas de desequilibrio, vejez y amortiguamiento de la velocidad de la savia. Estas brotaciones se suelen eliminar en la llamada poda en verde que se realiza en agosto-septiembre (Poda del Olivo. Moderna Olivicultura. Junta de Andalucía, 2006).

Esta supresión es conveniente cuando afecta a los brotes bajos que surgen del tronco y la peana. En cambio, al eliminar los chupones o las ramitas fructíferas que aparecen en las partes altas del tronco y ramas principales, podemos estar actuando en contra de la tendencia natural de la especie, conjuntamente no aprovecharemos esta reacción del árbol para comenzar a renovar ramas con síntomas de decaimiento.

Específicamente, en el olivo son más convenientes las formas libres. Las formas preestablecidas, con una apariencia más o menos geométrica, reducen la vitalidad del árbol, y por tanto su productividad. Hay que tratar de respetar la tendencia natural del árbol, y esto es todavía más importante durante la etapa de renovación. También se debe considerar cual es la inclinación más adecuada de las ramas en función de la edad del olivar, para poder conseguir un óptimo aprovechamiento de la luz. Así, cuando los árboles son jóvenes sus ramas deben tender más a la verticalidad, pues si sus ramas estuviesen muy extendidas la excesiva iluminación determinaría que el olivo respondiera con la emisión de chupones vigorosos, causa que ocasionaría un despilfarro de savia elaborada en detrimento de la producción de aceitunas. Por el contrario, en árboles envejecidos las ramas han de tender a la horizontalidad, debido a que en este caso el poder de emisión de chupones es mucho más reducido (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

Por último, se debe huir de las copas excesivamente compactas, así como de las formas esféricas o de los árboles con porte erguido, pues en estos supuestos no se conseguirá una óptima utilización de la luz y, a igualdad de volumen de copa, con estas formas se consiguen superficies mínimas de fructificación iluminadas, lo que afecta de forma negativa a la producción (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

3. BASES AGRONÓMICAS DE LA PODA

Los principios básicos que debe cumplir la poda son:

- **Equilibrar el crecimiento y la fructificación.** De esta forma se reducirá la vecería. Este primer principio supone mantener una relación hoja / madera similar a la que existe en la fase adulta-joven de la vida del árbol.
- **Acortar al máximo el período improductivo.** Para conseguir este segundo principio las intervenciones de poda durante este período deben reducirse al mínimo indispensable, de forma que se consiga una aceptable formación del árbol.

En formación son siempre más aconsejables las intervenciones repetidas de poda, pero de escasa intensidad; durante la estación de crecimiento. De esta forma, se reducirían los desequilibrios en la relación hoja / raíz (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

- **Alargar el período productivo.** Para ello habría que comenzar a realizar la poda de renovación cuando se observen síntomas de envejecimiento en el árbol, es decir, cuando las ramas se carguen de madera. No hay que olvidar que estas renovaciones deben estar espaciadas en el tiempo, ya que de esta forma se aprovechará la máxima capacidad productiva de las nuevas brotaciones.
- **No desvitalizar o envejecer prematuramente el árbol.** Son desaconsejables aquellos sistemas de poda que dañen la anatomía de los árboles. Así, por ejemplo, no deben seguirse prácticas de poda que reduzcan en exceso la copa de los olivos. Los troncos deben conservarse sanos y el sistema radical debe estar bien nutrido.
- **Ser de coste económico.** En determinadas zonas son frecuentes las podas excesivamente costosas. Esto ocurre, por ejemplo, en el caso de la “poda Sevilla”, donde se realizan podas excesivamente meticulosas en las que se eliminan muchas hojas y brotes jóvenes dejando mucha madera, con la finalidad de aumentar el tamaño del fruto.

Juntamente con estas características también se debe tener en cuenta las disponibilidades de agua, ya que este es el principal factor limitante de nuestros secanos.

Una copa muy grande, posee una excesiva cantidad de hojas y de superficie de fructificación. En consecuencia, esta copa transpirará mucho y por tanto gastará mucha agua durante la primavera, en detrimento del posterior crecimiento del fruto durante el verano, que quedará pequeño y con poca pulpa, reduciéndose sensiblemente el rendimiento graso (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).



4. ÉPOCA DE LA PODA

En España, tradicionalmente la poda se realiza después de la recolección. Así, en las zonas del verdeo sevillano, con clima suave y poco riesgo de heladas es normal que la poda se lleve a cabo durante los meses de noviembre y diciembre. Por el contrario, la recolección de frutos para aceituna de almazara es mucho más tardía, por lo que en estos olivares la poda suele realizarse durante los meses de febrero, marzo y abril. Por otro lado, en zonas con riesgo de heladas fuertes se debe evitar podar durante el invierno. De esta forma, el árbol cuenta con una mayor masa foliar, que reducirá la radiación de calor del suelo a la atmósfera inmediatamente por debajo de la copa (efecto pantalla). Así, las temperaturas nocturnas descienden dentro de la copa en menor medida.

Hay que evitar podar cuando la savia está en movimiento y las cortezas se separan de la madera, pues las heridas no cicatrizan hasta el borde. Pero esto no es siempre posible, como ocurre en los años de grandes cosechas. En tal caso, en los cortes se debe dejar algo más de tocón y no debe realizarse con tijeras, hachas u otros instrumentos cortantes. Se deben utilizar sierras, bien mecánicas o bien manuales, que no separan la corteza de las maderas. De este modo, se facilita la cicatrización de las heridas, sobre todo si además se emplea un mástic (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

También se aconseja que, en los árboles afectados por *Pseudomonas savastanoi* (tuberculosis), la poda se realice en verano, ya que al ser éste un período seco se evita el movimiento de la bacteria con el salpiqueo de las gotas de lluvia y su llegada hasta las heridas de poda, que serían su puerta de entrada. Si los olivos están muy afectados, se debe utilizar un mástic desinfectante sobre las heridas de poda.

5. TURNO Y PERIODICIDAD DE LA PODA

Aunque en agricultura no se pueden dar recetas estrictas, parece claro que, durante el período adulto-joven, la poda bianual puede ser más adecuada que la anual. En tal caso, es aconsejable realizar el aclareo de las ramas de tercer y cuarto orden cuando se espere una gran cosecha el año siguiente.

Por el contrario, después de una cosecha abundante lo mejor sería no podar, ya que ese año habría un número reducido de yemas de flor. Así, conseguiríamos regularizar las producciones y, por tanto, reducir la vecería. Pero siempre habría que tener en cuenta el estado vegetativo del árbol.

En olivares de aceituna de almazara, parece más conveniente la poda bianual que la anual. Si están situados en terrenos fértiles y con adecuada pluviometría puede ser interesante, desde el punto de vista de la producción, aumentar los períodos transcurridos entre dos podas sucesivas. De esta manera, podría podarse cada tres o, incluso, cada cuatro años, sobre todo en aquellas zonas en las que los podadores tienden a realizar podas excesivamente severas o si no se dispone de suficientes podadores especializados. Así, se podrían aprovechar al máximo las brotaciones surgidas como consecuencia de la poda realizada (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

6. PODA DE FORMACIÓN DEL OLIVO

El objetivo de la poda de formación del olivo es la obtención de un esqueleto que sirva de soporte a los órganos vegetativos y a las cosechas durante toda la vida productiva del olivar. Estos armazones deben ser robustos y de amplitud compatible con el marco de plantación elegido, pues de ello dependerá la facilidad y economía de los cuidados culturales, así como la cantidad y calidad de las cosechas. Además, debe contribuir a facilitar la mecanización del cultivo. Para ello es muy importante la formación a un pie y la estructura de los árboles. Durante este período las intervenciones de poda deben ser las mínimas indispensables, ya que cuando se realizan intervenciones severas durante los primeros años, se alarga el período improductivo y disminuye la cuantía de las primeras cosechas (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

6.1. PODA DE FORMACIÓN DE PLANTACIONES INTENSIVAS

Los objetivos que se persiguen con este tipo de poda son que:

1. Los árboles produzcan lo más pronto posible y en la máxima cuantía.
2. Los árboles produzcan el mayor número de años, con una calidad de frutos satisfactoria, teniendo en cuenta las disponibilidades de agua en el suelo.
3. Su realización sea lo más económica posible.
4. Los árboles puedan ser recolectados mecánicamente cuanto antes y al coste más bajo posible.

Estos objetivos se consiguen cuando la formación de los olivos se realiza con un solo tronco. Así se facilita el empleo de vibradores de troncos, siendo rentable actualmente la recogida mecánica en España con una cosecha de 10 Kg/árbol. Para árboles de tres pies, se requieren más de 30 Kg/árbol para una recogida mecánica más barata que la manual. Pero, aunque optemos por la formación a un solo tronco, podemos partir de situaciones totalmente distintas, según se trate de olivos plantados con estacas de madera gruesa o si la plantación se realiza con plantas de vivero, formadas con un solo tronco (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

6.1.1. FORMACIÓN A PARTIR DE PLANTONES FORMADOS CON UN TRONCO EN VIVERO

En nuestro caso, a la hora de elegir el tipo de planta a utilizar, hay dos posibilidades:

1. Emplear plantas enraizadas a partir de estacas gruesas, criadas en bolsas de PE.
2. Emplear plantas enraizadas a partir de estaquillas semileñosas bajo nebulización.

Esta segunda posibilidad presenta grandes ventajas, ya que permite adelantar la entrada en producción y facilita enormemente la poda de formación. Como consecuencia, los costes de dicha poda se reducen. Cuando las plantas procedan del enraizamiento de estacas gruesas pueden venir del vivero con varios troncos. Lo más conveniente es que el propio agricultor antes de plantar seleccione el pie más vigoroso y elimine los demás. A partir de ese momento debe actuar como si se tratase de una planta de nebulización.

Una vez establecida la plantación nos limitaremos a eliminar las brotaciones o varetas emergidas directamente del tronco, no realizando en la plantación otro tipo de intervención hasta el principio del verano siguiente; observando siempre que las plantas estén bien sujetas al tutor y en posición vertical.

A la hora de eliminar las brotaciones del tronco, no se deben utilizar utensilios cortantes, lo que es posible cuando están muy poco desarrolladas y sin lignificar. De este modo, las heridas serán de mucha menor importancia. Si ya están lignificadas, hemos llegado demasiado tarde, pero habrá que eliminarlas cuanto antes.

A partir del verano, cada 1 ó 2 meses, se debe dar un rápido repaso de poda a la plantación, en el que se revisarán las ataduras del plantón al tutor y se eliminarán las ramitas bajas que surjan por debajo de la futura cruz (como mínimo a 0,8 metros de altura). Esta eliminación no debe ser drástica, sino que se debe hacer poco a poco, comenzando por las ramitas más vigorosas y con tendencia a la verticalidad. Por su parte, en la copa no debe realizarse ningún tipo de corte o pinzamiento favoreciendo la formación de una bola. Con el tiempo la propia planta nos indicará cuáles son las 2 o 3 ramas más vigorosas, que serán las futuras ramas principales.

Cuando la planta tenga aproximadamente 0,8-1,2 metros de altura se realizará la última atadura al tutor, punto a partir del cual se formará por sí sola la futura cruz del olivo. Al segundo o tercer año, una vez que los árboles han producido las primeras aceitunas, se puede realizar alguna intervención de poda que organice la copa del árbol,

pero siempre con una intensidad moderada. De este modo, conseguiremos una planta de un solo tronco, con la cruz formada a 0,8-1,2 metros.

La copa constará de tres ramas principales, como máximo, o de dos ramas bifurcadas dicotómicamente. Esta forma es libre y se conseguirá sin intervenciones drásticas que desequilibren la copa del árbol, con 2 ó 3 intervenciones muy suaves anuales. Probablemente obtendremos una cierta cantidad de árboles con un esqueleto distinto al anterior. Pero lo importante es que, por el contrario, tienen un tamaño de copa y una producción homogénea con los restantes olivos de la plantación. Cuando el tronco sea capaz de mantener la copa por sí mismo se eliminará el tutor, no permitiendo brotaciones de ningún tipo por debajo de la cruz (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

6.2. PODA DE PRODUCCIÓN DEL OLIVO

La poda de la que a continuación hablaremos, la poda de producción, es la que se realiza durante el período adulto-joven de la vida del árbol, en que los olivos mantienen de forma natural una alta relación hoja/madera. Durante este período es aconsejable intervenir en la poda con la menor intensidad posible, sobre todo en las plantaciones de regadío y en las de secano con buena pluviometría.

La poda de producción tratará de aumentar la cantidad de radiación solar captada por la copa. Así, se podrá mejorar la cantidad y la calidad de la cosecha. Además, por medio de la poda el olivarero conseguirá los máximos rendimientos económicos, ya que esto se suele lograr con cosechas más moderadas y regulares que no con cosechas altísimas, las cuales no permiten recoger frutos de gran calidad y que también favorecen la vecería. Por otra parte, no debemos olvidar que la mecanización del cultivo ha de ser un objetivo prioritario. En paralelo, la poda debe contribuir a su consecución de tal manera que lleguemos a tener árboles adaptados a la recolección mecanizada con vibrador.

Una poda de producción adecuada alargará el período productivo del árbol. Son desaconsejables los sistemas de poda que reduzcan excesivamente el volumen de copa de los árboles, que desequilibren la relación hoja / madera o que expongan las ramas a la acción directa de los rayos solares. Es de gran importancia que los olivos alcancen cuanto

antes el volumen de copa óptimo productivo por hectárea, característico del medio (suelo + pluviometría + clima) en el que vegeta la plantación.

Cuando la plantación ha alcanzado su óptimo desarrollo éste es constante e independiente de la densidad de plantación. Las máximas cosechas se obtienen cuando los olivos alcanzan el volumen de copa óptimo, y además serán de buena calidad. Si se supera este volumen de copa óptimo, el déficit hídrico estival se puede agravar, lo que acarreará:

- Mayor alternancia de producción.
- Disminución de la producción media de la plantación.
- Peor calidad y rendimiento graso de las aceitunas.
- En casos extremos, se pueden reducir drásticamente las producciones.

La poda debe tratar de mantener este volumen de copa óptimo y equilibrar el crecimiento y la fructificación en el árbol, lo que se suele conseguir cuando la relación hoja / madera es alta.

En las condiciones de Andalucía se alcanzan valores de 15.000 m³/ha en olivares de regadío mientras que, en olivares de secano sólo se llega a los 8.000-10.000 m³/ha. Pero que estos valores sean aproximadamente constantes en un medio determinado no significa que las producciones también lo sean para cualquier densidad. La producción depende de la superficie externa iluminada, y ésta aumenta con la densidad. Por tanto, dentro de ciertos límites, las producciones son más altas en las plantaciones intensivas.

Cuanto mayor sea la densidad de plantación antes se alcanzará el volumen de copa óptimo productivo y antes se conseguirán las máximas producciones. Pero en contrapartida, antes pueden aparecer los problemas de competencia entre olivos por la luz, el agua y los nutrientes (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

6.2.1. FORMA DE REALIZAR LA PODA DE PRODUCCIÓN

Al realizar la poda de producción serán preferibles los cortes de aclareo a los de rebaje. Deben eliminarse los chupones grandes, pues son poco productivos y deprimen la rama sobre la que han brotado debido a que absorben gran cantidad de savia. Además, son perjudiciales por sombrear las ramas inferiores.

No es conveniente eliminar todos los chupones, sino que se deben dejar los más débiles o las brotaciones poco vigorosas situadas en el interior del árbol para sombrear las maderas que conforman el esqueleto del olivo. Las ramas bajas con deficiente iluminación o que dificultan la realización de ciertas operaciones culturales se deben suprimir o acortar. Este tipo de ramas son las que producen los frutos de peor calidad y, además, cuando se mecaniza la recolección, en ellas se transmite mal la vibración. Con la poda se debe conseguir un máximo aprovechamiento de la luz, y esto se logra con grandes superficies de fructificación.

Por tanto, para un determinado volumen de copa la forma esférica sería la que proporcionaría una menor superficie externa, siendo ésta mucho mayor si la copa es lobulada. En consecuencia, son más interesantes los olivos con copas con muchos entrantes y salientes, pues en ellos la superficie externa de fructificación es mayor.

Se debe conseguir un equilibrio entre las ramas que componen el esqueleto del árbol, de forma que no exista dominancia de unas sobre otras, y cuidando que el interior de la copa esté correctamente iluminado. No deben realizarse aclareos excesivamente intensos de ramas finas, pues lo único que consiguen es disminuir la relación hoja / madera. Esto ocasiona la caída de la producción y la aparición de desequilibrios en el árbol, cuyos síntomas fundamentales son la formación de ramos de madera y chupones vigorosos con el envejecimiento prematuro de la rama sobre la que surgen (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

6.2.2. PODA MECÁNICA DE PRODUCCIÓN

El siguiente tipo de poda es un sistema en el que los cortes se realizan por medio de una máquina podadora, que consta de varios discos dentados de acero situados sobre un brazo rígido, que a su vez va montado sobre un tractor de mediana potencia. Dicha máquina se mueve a velocidad constante por el centro de las calles, cortando todas las ramas que encuentra a su paso.

Los cortes pueden realizarse con una disposición paralela, perpendicular o bien con cierta inclinación respecto a la superficie del suelo. A priori, el método podría parecer antifisiológico, pues elimina hojas y brotes y deja en el árbol grandes trozos de ramas de tercer y cuarto orden desprovistas de vegetación. Pero distintos ensayos han puesto de manifiesto que éste podría ser un método interesante a utilizar en el manejo de

plantaciones intensivas de olivar, en las que se ha sobrepasado el volumen de copa óptimo productivo ya que, pasado un año desde la poda, los árboles se rejuvenecen y muestran mayor vigor.

Cuando la poda mecánica se ha aplicado a olivos adultos sometidos al tradicional sistema de renovación continuada típico de Andalucía, los resultados no han sido buenos. Esto puede ser debido al escaso poder de brotación de estos olivos en los cortes realizados por la podadora sobre ramas excesivamente gruesas y, a veces, agotadas. Así, se originó una caída en la producción al reducirse la superficie productiva como consecuencia de los cortes.

Por lo tanto, si se va a aplicar este sistema de poda, no se debe esperar a que las ramas estén muy agotadas, pues se reduce el poder de brotación y la respuesta de los árboles no será tan positiva. Es aconsejable complementar la poda mecánica con intervenciones manuales cada 2 ó 3 años, para eliminar los tocones, madera muerta y chupones que aparecen en el interior de la copa. En caso contrario, la producción puede descender.

En cuanto a la severidad y periodicidad de la poda mecánica, las producciones son bastante similares cuando es muy severa y afecta a múltiples caras del olivo, dejando después los árboles varios años sin podar, o cuando la poda mecánica es poco severa se realiza anualmente y afecta a un reducido número de caras (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

Respecto a la forma de hacer el corte, parecen más adecuados los que tienen una cierta inclinación, pues se aprovecha mejor la luz que en el caso de los cortes verticales u horizontales. Resumiendo, la poda mecánica es un sistema aplicable a los tres casos siguientes:

1. En poda de producción de olivares, tanto tradicionales como intensivos, durante el período adulto, como sustituto de la poda manual de producción.
2. Para rejuvenecer olivares intensivos que, por las altas producciones, la edad o el exceso de volumen, han envejecido prematuramente.
3. Para ensanchar las calles en los olivares intensivos, haciendo posible el paso de la maquinaria y mejorando la aireación e iluminación.

6.3. PODA DE RENOVACIÓN O REJUVENECIMIENTO

A medida que el olivo va envejeciendo va disminuyendo la relación hoja / madera. Como consecuencia se observan los siguientes efectos (idénticos a los que aparecen cuando se sobrepasa el volumen de copa óptimo que el medio es capaz de mantener):

- Descenso en las cosechas medias de fruto.
- Aumento de la alternancia de producción.
- Empeoramiento de la calidad de las aceitunas.

El escaso crecimiento vegetativo de los brotes del año, las hojas pequeñas y de mal color, e incluso la defoliación en ciertos sitios indican al podador que una rama debe ser sustituida, por lo que debe comenzar el proceso de renovación total, escalonado y continuo de la copa. La poda de renovación del olivar se realiza con gran frecuencia y con bastante buen resultado. Esto se debe a la elevada capacidad de autorregeneración que tiene la especie, consecuencia de tener muchas yemas de madera latentes y adventicias en la madera vieja que, con técnicas adecuadas de poda, pueden utilizarse para la renovación de olivos viejos.

El envejecimiento de los olivos está determinado principalmente por la edad, pero también por la calidad del suelo, la pluviometría media, el riego, la fertilización, las podas de producción recibidas el marco de plantación, etc. Por tanto, no se puede afirmar que el envejecimiento del olivo se produce a una edad concreta. Lógicamente, no se debe esperar a que todo el árbol haya envejecido para comenzar la poda de renovación. Ésta se debe realizar a medida que las ramas empiecen a mostrar los primeros síntomas de decadencia, aprovechando para ello, las posibles brotaciones espontáneas que el olivo pudiera producir (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

Por último, hay que señalar que, en nuestros días, la poda de renovación más conveniente consiste en ir sustituyendo poco a poco el viejo olivar por un olivar intensivo. En consecuencia, tendríamos una plantación con una variedad, densidad y material de plantación que nos permitiría en poco tiempo obtener mayor producción y rentabilidad que con los viejos olivos. Por supuesto, en plantaciones intensivas no se debería realizar poda de renovación, sino que pasado el período productivo de la plantación el agricultor debería proceder a la replantación de su olivar o bien, cambiar a una actividad que en ese

momento ofreciera una mayor rentabilidad. De todas formas, la poda mecánica puede tener una aplicación interesante en este tipo de plantaciones como medio para alargar dicho período productivo y, debería realizarse al observar los primeros síntomas de decaimiento en los árboles.

6.3.1. PODA DE RENOVACIÓN CONTINUADA

Cuando una rama del olivo tiene síntomas de envejecimiento debemos pensar en sustituirla. Para ello podemos aprovechar los posibles chupones o brotaciones adventicias que dicha rama haya producido de forma espontánea, sobre todo si están bien situados. En tal caso, tendremos que proporcionar espacio y luz a estos brotes de sustitución para que se desarrollen adecuadamente. Cuando estos brotes estén suficientemente desarrollados será el momento de eliminar la vieja rama. De este modo, conseguiremos aprovechar al máximo la capacidad productiva de dicha rama y, además, nos habremos asegurado su sustitución por otra nueva. Pero no siempre se producen estas brotaciones espontáneas. En este caso adverso tendremos que realizar un corte de arroje, consistente en eliminar una rama principal unos centímetros por encima del punto de inserción con el tronco. Esto suele originar brotaciones que podremos utilizar para sustituir la rama agotada. Si es previsible que haya problemas para conseguir la brotación que nos permita sustituir la rama envejecida, aún nos queda otro recurso: realizar una incisión de 2 o 3 cm de profundidad en el tronco. Esta incisión que interrumpe el paso de la savia se realizará por encima de la zona de posible brotación (ymeros). Pero para que esta práctica tenga éxito, es necesario descargar de madera las partes altas para que la zona de emisión de brotes esté adecuadamente iluminada (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

En este sistema no se renueva la copa del olivo de una sola vez, sino que se hace de forma gradual. En árboles con varios troncos se renueva uno de ellos y posteriormente se sigue el proceso en los demás. En olivos de un pie la renovación se efectúa sobre las segundas cruces o bifurcaciones de las ramas principales, no directamente sobre el tronco.

Por supuesto, tras haber rejuvenecido el árbol, habría que comenzar de nuevo a realizar poda de renovación cuando el árbol mostrase otra vez síntomas de envejecimiento, y este proceso se repetiría cuantas veces fuese necesario. Pero para aprovechar al máximo la capacidad productiva de una rama las renovaciones sucesivas deben estar suficientemente separadas en el tiempo, pues en caso contrario estaríamos

reduciendo constantemente el volumen de copa y forzando a la planta a producir madera, en detrimento de la producción de fruto.

6.3.2. PODA DE RENOVACIÓN DE LAS PLANTACIONES INTENSIVAS

Como anteriormente hemos señalado, en nuestros días la realización de la poda de renovación sería una práctica cuestionable si lo que se pretende es conseguir beneficio a corto y medio plazo. Por otra parte, en plantaciones intensivas la poda de renovación tradicional es aún más cuestionable y lo más lógico sería sustituir poco a poco el viejo olivar por otro nuevo (o por otra actividad que ofreciera mayor rentabilidad en ese momento) una vez concluido su período productivo. Pero en estas plantaciones intensivas existe una alternativa para alargar la vida productiva de los olivos antes de llevar a cabo la replantación: la poda mecánica.

Con este tipo de poda se pueden revitalizar los árboles, siempre que se realice cuando se observen los primeros síntomas de envejecimiento. En este sentido se ha observado una respuesta muy positiva de los árboles a un rebaje en altura de la copa entre 0,75 y 1,00 metros. Además, es conveniente realizar un aclareo manual de las brotaciones interiores para mejorar la iluminación dentro de la copa (Agronomía y Poda del Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2010).

ANEJO 7: FERTILIZACIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	175
2. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES NUTRITIVAS DEL OLIVAR	176
3. ABONOS VERDES	179
3.1. FERTILIZACIÓN NITROGENADA	180
3.2. OTROS NUTRIENTES	182
4. NUTRICIÓN MINERAL	184
4.1. MACROELEMENTOS	184
4.1.1. NITRÓGENO	184
4.1.2. FÓSFORO	185
4.1.3. POTASIO	186
4.2. MICROELEMENTOS	187
4.2.1. CALCIO	187
4.2.2. MAGNESIO	187
4.2.3. HIERRO	188
4.2.4. MANGANESO	188
4.2.5. ZINC	189
4.2.6. COBRE	189
4.2.7. BORO	190
4.2.8. SODIO Y CLORO	190
5. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	191
5.1. ABONADO DE CONSERVACIÓN	191
5.1.1. LAS PÉRDIDAS DE MATERIA ORGÁNICA	191
5.1.2. GANANCIAS DE MATERIA ORGÁNICA	192
6. FERTILIZACIÓN MINERAL	194
7. TABLAS	199



1. INTRODUCCIÓN

La fertilización del olivo, al igual que la de cualquier frutal, depende de diferentes factores que conforman el sistema productivo de nuestra explotación agrícola. Las relaciones específicas entre suelo, agua, planta y clima determinarán finalmente la fertilización a aplicar.

La concentración óptima de macronutrientes, nitrógeno, fósforo y calcio en hojas en verano es inferior a otros frutales, indicando que la demanda de nutrientes minerales es menor que en otras especies, como por ejemplo la vid.

El olivo es una especie originaria de la zona mediterránea, que se caracteriza por desarrollarse en un ambiente moderadamente árido, con suelo de pH normalmente neutro a moderadamente alcalino. Si se compara con otros frutales, es un árbol que tolera y prospera bien en suelos marginales.

Desde el punto de vista físico del suelo, el olivo no es una planta exigente, aunque prefiere suelos de textura media a franco-arenosa.

Se adapta bien a contenidos moderadamente altos de salinidad, en la zona de las raíces. Además, tolera bien altos contenidos de carbonatos y una reacción del suelo, moderadamente alcalina, aunque su comportamiento agronómico será mejor a pH menor de 8,0.

2. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES NUTRITIVAS DEL OLIVAR

Las necesidades nutricionales contemplan la cantidad de elementos nutritivos que el olivo consume a lo largo de su ciclo vegetativo. En estas necesidades están incluidos los requerimientos para, producir la cosecha, desarrollar nuevos órganos vegetativos (raíces, tallos, brotes y hojas), y crecimiento de órganos viejos permanentes (tronco y ramas).

El suelo, normalmente, no puede suministrar a una planta perenne los nutrientes necesarios para su crecimiento y producción en el tiempo adecuado. Es por ello, que el agricultor, si quiere atender las necesidades nutritivas del olivar, tendrá que establecer un programa de abonado racional basado en las extracciones de nutrientes por el olivo en relación a la producción esperada, la fertilidad del suelo, el estado de nutrición del árbol y los nutrientes aportados por las reservas contenidas en tallos y hojas viejas.

Las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que el olivo extrae anualmente, por cada 1.000 kg de aceituna recogida, han sido estudiadas por varios investigadores, y pueden oscilar entre los siguientes valores:

- Nitrógeno = 15 a 20 kg/1.000 kg de aceitunas de producción
- Fósforo P₂O₅ = 4 a 5 kg/1.000 kg de aceitunas de producción
- Potasio K₂O = 20 a 25 kg/1.000 kg de aceitunas de producción

Tan importante como conocer las necesidades de nutrientes del olivo es conocer su ritmo de absorción a lo largo de las distintas fases vegetativas, que debe tenerse presente a la hora de aportarlos al cultivo.

Las mayores necesidades de nitrógeno se sitúan en la floración y el cuajado del fruto; las necesidades de potasio son más importantes a partir del endurecimiento del hueso y el engorde de la aceituna; y las necesidades de fósforo no presentan unas puntas tan acusadas y son más regulares a lo largo del ciclo.

El plan de abonado debe tener también presente la fertilidad del suelo y sus características físico-químicas. La realización de análisis de suelos puede orientarnos

sobre la capacidad de cada suelo para abastecer de nutrientes, de forma inmediata, a la plantación de olivar, sobre todo en lo que se refiere al suministro de fósforo y potasio.

Dado que el olivar se asienta en su mayor parte en suelos generalmente pobres en materia orgánica, el posible suministro de nitrógeno por su mineralización será escaso. La incorporación al suelo de las hojas viejas y otros residuos vegetales del árbol le aporta a medio y largo plazo materia orgánica.

En cuanto al fósforo, al ser los suelos donde vegeta el olivar, en una gran parte, ricos en carbonato cálcico, el fósforo está precipitado y por tanto no está disponible para el cultivo de forma inmediata.

En lo que se refiere al potasio, son frecuentes las deficiencias en los suelos arcillosos en que se asienta el olivar, ya que el potasio está fuertemente fijado a las arcillas y las condiciones de sequía, normales en el cultivo, impiden su absorción.

Con relación al estado nutritivo del olivar, el análisis foliar proporciona una referencia muy válida que nos puede servir de guía para el cálculo del abonado. El análisis foliar es útil no sólo para conocer el nivel de nutrientes antes de que aparezcan deficiencias nutritivas, sino también para conocer la proporción entre ellos, ya que si está desequilibrada puede ocasionar trastornos nutricionales al cultivo.

En el olivo se pueden encontrar hojas de tres edades al mismo tiempo, hojas del año en curso, hojas de un año y hojas de dos años, Los contenidos en nutrientes pueden variar, y como éstos también varían a lo largo del año, se debe realizar el muestreo de las hojas en la parada vegetativa del mes de julio y elegir las hojas con pecíolo procedentes de la parte central de la brotación del año.

Los órganos viejos permanentes, durante la brotación y floración, exportan nutrientes a otras partes del olivo. Como estos órganos, más adelante, recuperan del suelo los nutrientes exportados, esta aportación de nutrientes no debe considerarse en el plan de abonado. En cambio, las hojas viejas sí deben considerarse como aportadoras de nutrientes, pues desde ellas se produce un trasvase de elementos nutritivos hacia los nuevos órganos y estos nutrientes no pueden reponerse a lo largo del ciclo vegetativo porque, poco tiempo después, estas hojas se desprenden del árbol.

Las inflorescencias, botones florales y frutos pequeños recién cuajados, caídos al suelo durante el proceso de floración y cuajado, y las hojas viejas que se desprenden, suponen una reincorporación al suelo de nutrientes que, a medio y largo plazo, pueden ser aprovechados por el olivo.



3. ABONOS VERDES

Los abonos verdes o siderales son plantas cultivadas que se incorporan al suelo, generalmente durante el período de floración, con el fin de realizar una mejora agronómica. Se sitúan entre calles en las plantaciones frutales o entre dos cultivos principales en la rotación, cuando éstos están distanciados en el tiempo.

En ocasiones, el cultivo del abono verde acompaña durante una parte de su ciclo a un cultivo principal, solapándose. Los abonos verdes constituyen una práctica antigua en la agricultura mediterránea.

De este modo se sabe que lupinos y habas eran ya usados por los griegos como abono verde 300 años antes de Cristo. Incluso han perdurado hasta nuestros días, en zonas agrícolas marginadas, especies de leguminosas cuyo mayor interés es su uso como abono verde, nutriendo al cultivo principal. Es el caso de la "moruna" o "algarroba" (*Vicia articulata*) que se sigue incluyendo como abono verde en las rotaciones, antes del cereal, y entre calles de frutales (vid, almendro, etc.) en la Sierra de la Contraviesa (Granada) o el sur de Italia.

El interés de la moruna es alto por su adaptación a zonas semiáridas y suelos pobres, y por su valor forrajero, lo que ha hecho que se haya extendido su uso a Australia, Estados Unidos y oeste asiático.

En regiones de clima mediterráneo, la siembra de los abonos verdes suele realizarse a inicios del otoño, tras las primeras lluvias, incorporándose al suelo durante la primavera. Esta práctica común en la agricultura tiene su fundamento agronómico y ecológico, siendo de gran interés en agricultura ecológica.

Las cubiertas vegetales son un componente estratégico del olivar en relación a aspectos agronómicos (fertilidad del suelo, producción, promoción de los enemigos naturales de las plagas...), y económicos, ya que permiten abaratar los costes de producción.

El mantenimiento de cubierta vegetal entre calles del olivar hasta inicios de primavera es una alternativa de manejo del suelo que los olivareros progresivamente están adoptando (Guzmán y Alonso, 2004), lo cual supone una sustancial mejora tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

La mejora medioambiental tiene su base en que la cubierta vegetal entre calles manejada correctamente (sobre todo en lo que se refiere al contenido de humedad edáfica), protege frente a la erosión hídrica, aumenta la infiltración de agua, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas edáficas, y fija nitrógeno atmosférico, si incluye leguminosas en su composición. También se reduce el número de pases de labranza.

La disminución del laboreo, junto con el aporte del abono verde o, en su caso, de las heces del ganado ovino, en sustitución parcial del abonado químico, procuran un menor gasto de energía fósil, a la vez que se retira CO₂ atmosférico mediante el incremento de la materia orgánica en el suelo.

El beneficio económico se basa en la disminución de los costes de cultivo al reducir el número de pases con maquinaria realizados (en caso de la siega animal se reduciría a un solo pase con el objeto de realizar la siembra de la cubierta, en el caso de la incorporación o siega mecánica serían dos-tres las intervenciones) y el uso de plaguicidas; y en los ingresos derivados de la producción de alimento para el ganado ovino, bien propio, bien por arriendo de los pastos entre calle.

3.1. FERTILIZACIÓN NITROGENADA

El empleo de especies leguminosas (veza, guisante, haba, etc.) como abono verde tiene el objetivo principal de aportar nitrógeno extra a nuestro suelo y a los cultivos siguientes, ya que estas plantas son capaces de fijar este nutriente desde el aire, debido a su asociación simbiótica con unas bacterias denominadas rizobios (*Rhizobium spp*).

Estas bacterias forman habitualmente unos nódulos en la raíz de la leguminosa, y es donde se lleva a cabo la fijación de nitrógeno atmosférico. Dado que estos nódulos son la "fábrica", sin cuya presencia no se produce fijación de nitrógeno, es necesario que el agricultor extraiga de vez en cuando las raíces de varias plantas para observar si están presentes. También hemos de observar el color del interior de los nódulos, que debe ser rojo o rosa cuando están realizando la fijación de forma efectiva.

La ausencia de nódulos puede deberse a que la cepa de la bacteria que infecta la leguminosa no esté presente en nuestro suelo. En este caso, habrá que introducirla generalmente en el momento de la siembra, inoculando las semillas. También puede verse

afectada la formación de nódulos por la presencia de otros microorganismos en el suelo (hongos, actinomicetos, virus) que dañen a los rizobios.

La presencia de nitrógeno mineral en el suelo, principalmente nitratos, perjudica a la formación de nódulos y a la fijación de nitrógeno del aire, causando un rápido envejecimiento de los nódulos ya formados.

En agricultura ecológica este problema no es usual, ya que se emplean abonos orgánicos (estiércol, compost, etc.) que sufren una mineralización gradual, no dando lugar a gran concentración de nitrógeno mineral en el suelo. La fijación también se ve disminuida por la presencia de encharcamientos, ya que requiere la presencia de oxígeno.

Un cultivo de leguminosa empleado como abono verde puede aportar todos o parte de los requerimientos de nitrógeno del cultivo siguiente si la biomasa de la leguminosa es importante, y la fijación ha sido efectiva. Se consideran especies fuertemente fijadoras a las alfalfas, tréboles, altramuces, etc., cuya capacidad suele superar los 200 Kg de N/ha y año; medianamente fijadoras a habas, vezas, etc., que fijan entre 100-200 Kg de N/ha y año; y poco fijadoras a garbanzos, lentejas, guisantes, almortas, yeros, etc., con menos de 100 Kg de N/ha y año.

La biomasa producida por la leguminosa depende de la especie empleada, la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas que ha sufrido durante su crecimiento y el momento elegido para su corte e incorporación al suelo. Lo mejor es permitir su crecimiento hasta llegar a plena floración, donde es elevada la biomasa producida; y todavía no ha habido un desplazamiento de nutrientes hacia las semillas, por lo que éstos se encuentran en la parte vegetativa.

Por otro lado, tanto las leguminosas, como otras especies (avena, centeno, rábano, colza, etc.) empleadas como abono verde son capaces de absorber el nitrógeno mineral presente en el suelo entre los cultivos principales, evitando que se pierda y poniéndolo a disposición de los cultivos siguientes.

El empleo del abono verde supone un ahorro económico importante para el agricultor, que debe incorporar a la tierra menos fertilizante orgánico (compost, estiércol, etc.) para mantener su producción. Esta cantidad que ahorra es el valor de sustitución del fertilizante.

3.2. OTROS NUTRIENTES

Los abonos verdes incluidos en la rotación, a diferencia del nitrógeno, no enriquecen el suelo con fósforo (P), potasio (K) u otros nutrientes, pero sí evitan pérdidas de estos nutrientes. Esto ocurre a través de tres vías principalmente:

1. Bombeo de los nutrientes desde capas profundas hasta la superficie. Esto ocurre con todos los nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, etc.) cuando son empleadas como abonos verdes especies vegetales de raíz profunda, que abundan en el suelo y extraen nutrientes de capas inferiores. Estas especies al ser incorporadas ponen a disposición de los cultivos dichos nutrientes. Por ello, cuando los cultivos principales son especies de raíz superficial o media (menos de 40 cm), deben alternarse con abonos verdes de raíces más profundas, como son algunas leguminosas (la alfalfa, el altramuz, las habas, la esparceta, la zulla, la alholva o el trébol rojo), compuestas como el girasol o crucíferas como la colza. Debemos considerar que las distintas especies son más o menos eficientes para absorber determinados nutrientes. Así, en general, las leguminosas son capaces de absorber más calcio y fósforo; las crucíferas, como la colza, más azufre y potasio; y las gramíneas más nitrógeno.
2. La incorporación y posterior degradación de los abonos verdes aumentan el fósforo disponible para el cultivo siguiente. Esto es debido a que provocan un incremento de la cantidad de microorganismos en el suelo y de su actividad. Son capaces de disolver compuestos inorgánicos insolubles de fósforo a través de la producción que realizan de ácidos orgánicos, liberándolo en cantidades superiores a sus propias demandas nutricionales, por lo que queda a disposición de las plantas.
3. Disminuyen o anulan la erosión. La erosión significa la pérdida de la capa superficial del suelo sobre todo donde se encuentran buena parte de los nutrientes y la materia orgánica. Su destrucción implica la pérdida irreversible de la calidad del suelo y el aumento continuo de la aplicación de fertilizantes y agua para evitar la caída drástica de rendimientos. En zonas de clima mediterráneo, los abonos verdes se desarrollan principalmente en las estaciones habitualmente

lluviosas, es decir, entre el otoño y la primavera. De tal manera que, si no estuvieran presentes, el suelo quedaría desnudo y expuesto a la acción erosiva de la lluvia. Su presencia es muy efectiva en el control de la erosión ya que evitan el impacto directo de las gotas de agua, a la vez que lo sujetan con sus raíces y reducen la velocidad del agua ladera abajo, aumentando la infiltración de ésta en el suelo.



4. NUTRICIÓN MINERAL

4.1. MACROELEMENTOS

4.1.1. NITRÓGENO

Es el nutriente más deficitario en los suelos y más requerido por el olivo, junto al potasio. Un adecuado estado nutricional con nitrógeno se manifiesta en un mayor vigor de los árboles, y le entrega un color verde más intenso y mayor crecimiento de brotes.

Los árboles deficientes en nitrógeno presentan un color verde pálido y/o plomizo. El largo de brotes es escaso y en casos extremos las hojas basales de las ramillas se presentan de color amarillo, por falta de clorofila. Una carencia de riego puede producir la misma sintomatología debido a que el nitrógeno es móvil. Y es que, al faltar humedad en el suelo, la planta deja de absorber el nitrógeno suministrado por el suelo y genera deficiencia temporal del elemento.

Un adecuado suministro de nitrógeno permite tener árboles vigorosos, con buen crecimiento de brotes en la temporada, los cuales deben alcanzar los 25 cm. Un exceso de nitrógeno se manifiesta con largo crecimiento de brotes, aparición de ramillas basales llamadas “chupones” y un color verde intenso, oscuro, incluso brillante en algunas variedades. Esto puede generar un emboscamiento de los árboles. El exceso de nitrógeno, además, estimula la aparición de enfermedades, como el repilo, y de plagas. Esto debido a la menor ventilación del cultivo y la mayor succulencia del tejido vegetal.

El exceso de nitrógeno produce un adelgazamiento de las paredes celulares, lo que favorece la colonización del tejido, por las hifas de los hongos patógenos. El exceso de nitrógeno no es recomendable en cualquier tipo de cultivo. De hecho, es especialmente negativo en cultivos en alta densidad, debido a que el dosel se hace muy frondoso afectando el ingreso de luz, lo que determina una baja diferenciación de yemas reproductivas, afectando así el rendimiento de los árboles. Esta situación, además, obligará a realizar podas frecuentes, que incrementarán los costos del productor.

La eficiencia del uso del Nitrógeno es la cantidad de Nitrógeno absorbida por la planta dividida la cantidad total de Nitrógeno aportado en forma de abono. Este valor varía entre el 25% y el 50% dependiendo del cultivo, siendo el cultivo del olivo de los cultivos leñosos con un valor bajo. Este dato nos indica que la mayor parte del Nitrógeno

aportado como abono se pierde por lixiviación y contribuye a la contaminación de las aguas.

En la práctica de la fertilización hay que tomar medidas para mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno. Para ello habrá que tener en cuenta que la eficiencia del uso del nitrógeno disminuye en suelos que contienen cantidades adecuadas de nitrógeno disponible para las plantas. Al calcular la dosis de nitrógeno a aplicar hay que tener en cuenta otras fuentes de nitrógeno disponibles ajenas a los abonos como, por ejemplo, la que puede aportar el agua de riego.

Otra causa que afectaría a la eficiencia del uso de nitrógeno es la vecería. El año siguiente a un año de abundante cosecha, el árbol aprovecha para almacenar el nitrógeno en sus órganos de reserva para su utilización en posteriores años de carga.

La época de abonado también afecta a la eficiencia del uso de nitrógeno siendo menor en invierno, periodo en el cual el olivo está en reposo. En olivar de riego es preferible repartir el nitrógeno en varias aplicaciones, ya que aumenta la eficiencia de uso de nitrógeno y minimiza las pérdidas por lixiviación, mejorando la asimilación de este por el árbol.

En resumen, un exceso de nitrógeno disminuye la producción y calidad de la fruta producida, incluyendo la calidad y el rendimiento de aceite. Por lo tanto, un adecuado manejo del nitrógeno es de gran relevancia para lograr altas producciones y de calidad, disminuyendo además el añerismo del cultivo.

4.1.2. FÓSFORO

La deficiencia o carencia de fósforo suele ser poco frecuente en olivar. Sin embargo, en ocasiones pueden observarse bajos contenidos de fósforo en hoja en suelos ácidos, deficiencias que pueden ser debidas a bajos contenidos de fósforo asimilable en el suelo.

También se han encontrado niveles bajos de fósforo en olivares que vegetan en suelos calizos con niveles bajos asimilable, por lo que árboles muy productivos pueden acabar mostrando niveles bajos de este elemento en hoja cuando se realiza el análisis foliar, produciéndose finalmente intensas defoliaciones que empiezan a manifestarse en las ramas más viejas y en las zonas de las fincas en las que el suelo es de peor calidad (más calizo, menos profundo).

La manifestación de esta sintomatología es especialmente preocupante en los años secos, afectando incluso a los olivares de regadío, lo que hace que sea recomendable la adopción de medidas correctoras. Cuando se han observado niveles bajos de fósforo en hoja, es normal que simultáneamente se observen niveles relativamente bajos de nitrógeno.

La fertilización fosfórica se debería realizar cuando los análisis foliares (fósforo < 0,1 % sobre materia seca en muestreo en julio) y de suelo así lo aconsejen. La corrección a corto plazo de las deficiencias podría realizarse mediante aplicaciones foliares de fosfato monoamónico o fosfato monopotásico (1,25-2,0 %), teniendo la precaución de no mezclarlo con el cobre (formación de precipitados).

En terrenos calizos las aplicaciones convencionales de fósforo al suelo suelen ser poco eficaces, siendo su rentabilidad normalmente baja, y solo a largo plazo se obtienen resultados apreciables (Ferreira y col., 1986).

4.1.3. POTASIO

Tradicionalmente se ha recomendado que la fertilización potásica se realice solamente cuando el resultado del análisis foliar muestra unos contenidos en potasio en hoja inferiores al valor umbral 0,8% sobre materia seca en muestreo realizado en el mes de julio, fundamentalmente en olivares de secano (Navarro, 2003).

No obstante, en un trabajo realizado durante ocho años en Córdoba en un olivar de regadío muy productivo (Pastor y col., 2000), obtuvieron un aumento de producción superior al 20% como respuesta al abonado foliar con potasio realizado. Además, se observó que, con relación al control no tratado, los árboles abonados mantuvieron un mejor estado nutritivo en este elemento, superior el referido nivel umbral.

Por tanto, es fundamental mantener niveles de potasio en hoja más bien altos (> 0,8%), ya que la recuperación de los estados de deficiencia severa de potasio es difícil, especialmente cuando se producen años secos, o en suelos en los que: el contenido de potasio asimilable es bajo, el contenido en carbonato cálcico es alto (complejo de cambio saturado de calcio), el contenido en arcilla es muy alto, en los que existe un alto potencial de adsorción, por lo que existe una escasa cantidad de potasio disponible para ser absorbido por la planta.

Es especialmente importante prestar atención a los años de grandes cosechas, en los que se producen altas extracciones, por lo que en estos casos podría ser muy recomendable realizar un abonado potásico que permita mantener altos los niveles de potasio en hoja, lo que reducirá los riesgos de deficiencias.

Las aplicaciones foliares pueden ayudar a corregir las carencias de potasio en suelos calizos y arcillosos (tanto en riego como en seco), y contribuyen a aportar a la planta una parte importante de las necesidades. Dichas aplicaciones foliares suelen realizarse con nitrato potásico, cloruro potásico o sulfato potásico a concentraciones de 1,5 a 2,5% p/v aplicadas en primavera, verano y otoño aprovechando los tratamientos fitosanitarios (repilo y prays).

4.2. MICROELEMENTOS

4.2.1. CALCIO

El calcio es un elemento estructural, más requerido en etapas más avanzadas del desarrollo del cultivo. Es muy poco probable que su deficiencia ocurra debido a su abundancia natural en los suelos y en el agua de riego. Sin embargo, en riego localizado se puede producir una deficiencia inducida debido al exceso de nitrógeno amoniacal o exceso de sodio.

4.2.2. MAGNESIO

Son raros los casos en los que se ha descrito la carencia de magnesio en el olivo, manifestándose síntomas visuales para contenidos en hoja inferiores al 0,07 % en muestras tomadas en el mes de julio.

La deficiencia en magnesio puede ser inducida por altas concentraciones de potasio, calcio y amonio en suelo, al ser el Magnesio peor competidor que el resto de iones. Este elemento es igualmente poco móvil dentro de la planta.

En el caso de olivares de regadío, hay que considerar que muchas aguas lo contienen en cantidades más que suficientes como para asegurar la nutrición del olivar. No obstante, la corrección de la deficiencia en Magnesio puede realizarse mediante pulverización foliar con sulfato de magnesio (epsonita del 25%), por ejemplo, a la dosis de 0,5 – 0,7 %. El nitrato de magnesio (11 % N + 15,3 % MgO) a una concentración del 0,5 - 0,7 % puede ser igualmente eficaz.

4.2.3. HIERRO

La carencia de hierro es frecuente en algunas zonas de olivar, en particular en olivares cultivados sobre suelos muy calizos o en los regados con aguas con altas concentraciones de bicarbonatos. La sintomatología de esta carencia, clorosis férrica, es muy específica y se produce porque en estos suelos el hierro se encuentra en formas no asimilables para la planta, agravándose el problema por el exceso del ion bicarbonato en el sistema agua-suelo-planta.

El análisis foliar no es eficaz para diagnosticar la deficiencia en hierro, ya que es frecuente la acumulación de formas insolubles de hierro en hojas cloróticas debido a la escasa movilidad del Fe en la planta. Por tanto el diagnóstico de esta carencia deberá realizarla una persona experta en función de los síntomas visuales, o mediante medidas del contenido en clorofila en hojas o en su defecto mediante determinaciones del índice SPAD, índice muy fácil de medir que una vez calibrado nos puede dar una valiosa información sobre el contenido de clorofila en hojas y probablemente sobre la existencia de clorosis temporales, inaparentes en ciertas épocas del año, que también pueden afectar a la producción del olivar como se ha demostrado experimentalmente.

Las aplicaciones foliares con compuestos de hierro proporcionan unos resultados poco satisfactorios en general, debido a que son muy poco persistentes en el tiempo (descomposición por la luz), exigiendo continuas aplicaciones para mantener el árbol permanentemente verde, por lo que no son en general recomendables.

Para la rápida y eficiente corrección de la clorosis férrica se recomienda en empleo de quelatos de hierro, Fe-EDDHA aplicados en fertirrigación, en olivar de regadío, o inyectados al tronco o al suelo en las proximidades del tronco, en olivar de secano.

4.2.4. MANGANESO

Se conoce poco sobre las necesidades del olivo en este elemento, considerándose que con concentraciones en hoja por debajo de 20 ppm (análisis foliar en julio) debe recurrirse a su corrección. Este elemento es igualmente muy poco móvil dentro de la planta.

En determinados tipos de suelos es frecuente encontrar olivares con cierta deficiencia en este elemento. En la mayoría de estos casos se plantea este problema porque el suelo es muy pobre en este elemento.

La corrección de la deficiencia en Manganese se ha conseguido mediante aplicaciones foliares de sulfato de manganese a concentraciones de 0,15-0,20%, realizadas en otoño y primavera. Su mezcla con una sustancia húmica (lignosulfonatos, por ejemplo) o un quelato (EDTA o DTPA) puede ser interesante en este caso, ya que mejora la eficacia.

4.2.5. ZINC

Los suelos ácidos, sueltos y fuertemente lavados, así como los suelos alcalinos, en los que el cinc no se encuentra en forma asimilable, pueden ocasionar deficiencias de zinc.

Los excesos de fósforo y de nitrógeno en el abonado pueden llegar a inducir carencias de zinc, aunque éstas no suelen ser muy frecuentes porque este elemento suele encontrarse en el suelo en suficiente cantidad. La deficiencia de zinc se manifiesta por la pérdida de la dominancia apical en los brotes, en una reducción del tamaño de la hoja y acortamiento de entrenudos, clorosis internervial y reducción del crecimiento de la planta.

Es especialmente significativa la sintomatología descrita en las brotaciones producidas como consecuencia de los cortes de renovación efectuados en la poda. Dado que la deficiencia de zinc puede afectar al crecimiento, su corrección debe hacerse a principio de primavera, repitiendo después la aplicación en varias ocasiones.

La corrección de la deficiencia de zinc debe hacerse mediante aplicaciones foliares empleando zinc quelatado con EDTA o DTPA u otros agentes quelantes como ácido lignosulfónico, poliflavonoides, etc. La mezcla del ZnEDTA con el sulfato de zinc puede resultar muy eficaz empleando la dosis que recomienda cada fabricante.

4.2.6. COBRE

El cobre no suele presentar problemas en el cultivo del olivo ya que su aporte se realiza por medio de los tratamientos fitosanitarios aplicados al cultivo. Suele presentar niveles elevados en hoja ya que se aporta como fungicida, aunque en ocasiones también se realizan aportes en el agua de riego.

4.2.7. BORO

Se trata de un elemento esencial para la planta, pero puede resultar tóxico en cantidades relativamente pequeñas, por lo que conviene tener cuidado a la hora de realizar las aplicaciones. Es un elemento inmóvil en la planta, siendo la época de floración cuando la planta tiene unas necesidades máximas de boro, y su deficiencia se manifiesta en corrimiento de flores que se traduce en una excesiva producción de zofairones (frutos pequeños y redondos, sin valor comercial).

La corrección de la carencia de boro puede realizarse con aplicaciones foliares unos 30 días antes de la floración o al inicio de la brotación, a base de soluciones de una formulación comercial de borato sódico (20,8% B) al 0,5%.

En olivares de regadío, el agua aplicada lo contiene en cantidades que aseguran la nutrición en este elemento. En los suelos ácidos y/o los muy arenosos y pobres, sí que pueden presentarse con más frecuencia deficiencias en boro, lo que en gran medida puede limitar la producción del olivar.

4.2.8. SODIO Y CLORO

Un exceso de estos dos iones en la solución del suelo, al igual que ocurre con el boro, puede producir toxicidad en las plantas. El olivo es un cultivo que afortunadamente es tolerante a la salinidad, siendo posible su cultivo en zonas donde otros cultivos frutales no podrían crecer y ser regados con aguas cuyo contenido en Cloruro de sodio es limitante para el desarrollo.

Es recomendable controlar el contenido de estos iones en hoja cuando el cultivo se desarrolle bajo condiciones de estrés hídrico. Si al analizar las hojas encontramos altos contenidos en sodio y cloro, es necesario analizar el agua de riego y la solución de suelo con el fin de poder determinar el origen de la salinidad. Si el origen es el agua de riego, bastaría con cambiar el origen de esta agua. Por su parte si el problema está en la solución del suelo habría que realizar un lavado de este aumentando la cantidad de agua en el riego.

Los olivos sometidos al problema de salinidad no presentan síntomas visibles con facilidad, sino una reducción del crecimiento poco apreciable a simple vista. La reducción de la productividad asociada a la salinidad no es fácilmente relacionable a no ser que sea por la determinación mediante un análisis.

5. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

Como es sabido, en el suelo se produce actividad biológica la cual descompone la materia orgánica allí presente. Esta descomposición pasa por dos fases diferenciadas: en la primera fase la materia orgánica se degrada rápidamente en humus mientras que, en la segunda fase más lenta, el humus se convierte en elementos minerales, CO₂ y agua.

La materia orgánica en las diversas etapas de descomposición (especialmente como humus) es beneficiosa de muchas maneras. Mejora las condiciones del suelo, como la consistencia en suelos ligeros. También mejora la textura de los suelos pesados, ajusta el pH, mantiene la humedad del suelo, aumenta la capacidad del suelo, activa los microorganismos del suelo y aumenta la absorción de nutrientes. Por tanto, los fertilizantes orgánicos son la base de un programa racional de fertilización del olivo.

Durante el otoño, el abono puede ser proporcionado e incorporado al suelo. En los cultivos de olivos sin riego y sin precipitaciones frecuentes, muchos agricultores proporcionan de 10 a 20 toneladas de abono por hectárea cada dos años. En áreas bien irrigadas, esta acción correctiva se realiza cada 3 o 4 años.

Debido a la influencia favorable de la materia orgánica humificada sobre la fertilizada y sobre el comportamiento de los cultivos, a veces se sobreestima el contenido de la materia orgánica de los suelos cultivados. Contenidos como el 1,5% o 2% pueden ser suficientes para mantener una fertilidad adecuada en forma sostenible.

El nivel de materia orgánica del suelo en el que se realiza nuestro estudio es del 2,5 %, siendo un valor conforme a la media aceptable que va desde 1%-2% según se trate de suelos de secano o de regadío respectivamente.

5.1. ABONADO DE CONSERVACIÓN

5.1.1. LAS PÉRDIDAS DE MATERIA ORGÁNICA

Se pretende con el abonado de conservación que la materia orgánica aportada deberá compensar las pérdidas por mineralización. Estas pérdidas por mineralización equivalen a la materia orgánica presente en el suelo por la velocidad de mineralización, expresado en %. Las pérdidas de materia orgánica se calculan de la siguiente manera:

➤ $P = 10^4 \times p \times da \times (m.o.i./100) \times (V.m./100)$

- p = Profundidad de corrección donde se establece la fauna = 0,4 m
- da = peso específico aparente = 1,25 t/m³
- $m.o.i$ = Contenido en materia orgánica inicial = 2
- $V.m.$ = Velocidad de mineralización = 1,7

➤ $P = 10^4 \text{ t/ha} \times 0,4 \text{ m} \times 1,25 \text{ t/m}^3 \times 2/100 \times 1,7/100 = 1,7 \text{ t/ha}$

- Tal y como se ha calculado la pérdida anual por mineralización es de 2,5 t/ha.
 $1,7 \text{ t/ha} = 10^4 \text{ t/ha} \times 0,4 \text{ m} \times 1,25 \text{ t/m}^3 \times (mo/100)$
 $mo = 0,034\%$

Según el valor del cálculo determinado el nivel de materia orgánica disminuye 0,034% cada año. Se estudiarán a continuación las posibles ganancias de materia orgánica para calcular si es necesario el aporte.

5.1.2. GANANCIAS DE MATERIA ORGÁNICA

1. INCORPORACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL

Las calles de nuestra explotación estarán cubiertas con pradera arvense, la cual proporcionará materia orgánica al suelo.

➤ $H = RF \times (ms/100) \times k_1$

- H = cantidad de humus aportado en el enterrado
- RF = restos frescos sin regar, en este caso 10 t/ha
- ms = contenido en materia seca del cultivo = 18%.
- k_1 = coeficiente isohúmico = 0,25

➤ $H = 10 \text{ t/ha} \times (18/100) \times 0,25 = 0,45 \text{ t humus/ha}$

2. INCORPORACIÓN DE LOS RESTOS DE PODA

Los restos de poda se triturarán y se depositarán en el suelo de las calles de nuestro cultivo. Esta operación se realizará a partir del tercer año. A partir del tercer año el aporte de materia orgánica ya será representativo.

➤ $H = RF \times (ms/100) \times k_1$

- H = cantidad de humus aportado en el enterrado
- RF = restos frescos sin regar, en este caso 5 t/ha
- ms = contenido en materia seca del cultivo = 75%.
- k_1 = coeficiente isohúmico = 0,15

➤ $H = 5 \text{ t/ha} \times (75/100) \times 0,15 = 0,5625 \text{ t humus/ha}$

3. BALANCE HÚMICO

➤ Pérdidas – ganancias = Necesidades a aportar

➤ **Balance húmico** = $3,4 - (0,45 + 0,5625) = 2,3875 \text{ t humus/ha}$

Como se puede comprobar las pérdidas superan a las ganancias de humus, por lo que habrá que realizar aporte de materia orgánica todos los años para equilibrar el balance.

6. FERTILIZACIÓN MINERAL

Con el fin de poder conocer y diseñar un plan de abonado mineral de mantenimiento para nuestro cultivo, es necesario estudiar las extracciones del olivo. En la siguiente tabla se detallan las extracciones en kg/ha.

Tabla 1: EXTRACCIONES DEL OLIVO EN KG/HA.

Estado del cultivo (época del año)	Formación				Producción				Plena producción			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Inicio (marzo-abril)	3	18	3		6	24	6		12	24	12	
Floración (mayo)	6	6		2	12	12		3	16	18		4
Cuaje- engorde (junio)	6		6		12		12		16		16	
Endurecimi- ento hueso (julio)	6	3	4		10	6	10		12	12	16	
Engorde (agosto)	6	3	4		10	6	10		12	12	16	
Engorde- envero (septiembre- octubre)	3		3		6		18		10		24	
TOTAL AÑO	30	30	20	2	56	48	56	3	78	66	84	4

A partir de estos datos se estudia la liberación de nutrientes minerales a partir de la materia orgánica, para poder calcular la cantidad de fertilizante que se tiene que aplicar, en caso de ser necesario. Teniendo en cuenta que la vida útil del tipo de plantación que

vamos a implantar es de 25 años, se obtienen las siguientes tablas, para los macronutrientes esenciales (N, P, K).

La composición mineral del estiércol de oveja que aportaremos es:

➤ H₂O = 75 %, N=2,54 %, P₂O₅= 1,19 %, K₂O= 2,83 %

Según los cálculos de extracciones necesitaríamos:

- Nitrógeno = 78 kg N/2,54% * 75% H₂O= 4.094 kg estiércol de oveja.
- Fósforo = 66 kg P₂O₅/1,19 % * 75% H₂O= 7.394 kg estiércol de oveja.
- Potasio = 84 kg K₂O/2,83 % * 75% H₂O= 3.957 kg estiércol de oveja.

Por tanto, aportaremos 10.000 kg/ha de estiércol con el fin de asegurar las necesidades mínimas para nuestro cultivo.

Tabla 2: CALCULO DE NITRÓGENO

Año	Tn estiércol/ha	Kg elemento /ha	50% mineralización año 1	35% mine. año 2	15% mine. año 3	Kg acumulado/ha	Extracción	Balance	Aporte
1	10	254	127	-	-	127	30	97	0
2	10	254	127	88,9	-	215,9	30	185,9	0
3	10	254	127	88,9	38,1	254	30	224	0
4	10	254	127	88,9	38,1	254	30	224	0
5	10	254	127	88,9	38,1	254	56	198	0
6	10	254	127	88,9	38,1	254	56	198	0
7	10	254	127	88,9	38,1	254	56	198	0
8	10	254	127	88,9	38,1	254	56	198	0
9	10	254	127	88,9	38,1	254	56	198	0
10	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
11	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
12	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
13	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
14	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
15	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
16	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
17	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
18	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
19	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
20	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
21	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
22	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
23	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
24	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0
25	10	254	127	88,9	38,1	254	78	176	0

Tabla 3: CALCULO DE FÓSFORO

Año	Tn estiércol/ha	Kg elemento /ha	50% mine. año 1	35% mine. año 2	15% mine. año 3	Kg acumulado/ha	Extracción	Balance	Aporte
1	10	119	59,5	-	-	59,5	30	29,5	0
2	10	119	59,5	41,65	-	101,15	30	71,15	0
3	10	119	59,5	41,65	17,85	119	30	89	0
4	10	119	59,5	41,65	17,85	119	30	89	0
5	10	119	59,5	41,65	17,85	119	48	71	0
6	10	119	59,5	41,65	17,85	119	48	71	0
7	10	119	59,5	41,65	17,85	119	48	71	0
8	10	119	59,5	41,65	17,85	119	48	71	0
9	10	119	59,5	41,65	17,85	119	48	71	0
10	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
11	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
12	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
13	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
14	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
15	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
16	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
17	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
18	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
19	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
20	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
21	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
22	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
23	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
24	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0
25	10	119	59,5	41,65	17,85	119	66	53	0

Tabla 4: CALCULO DE POTASIO

Año	Tn estiér col/ha	Kg elemento /ha	50% mine. año 1	35% mine. año 2	15% mine. año 3	Kg acumulado/ ha	Extracción	Balance	Aporte
1	10	283	141,5	-	-	141,5	20	121,5	0
2	10	283	141,5	99,05	-	240,55	20	220,55	0
3	10	283	141,5	99,05	42,45	283	20	263	0
4	10	283	141,5	99,05	42,45	283	20	263	0
5	10	283	141,5	99,05	42,45	283	56	227	0
6	10	283	141,5	99,05	42,45	283	56	227	0
7	10	283	141,5	99,05	42,45	283	56	227	0
8	10	283	141,5	99,05	42,45	283	56	227	0
9	10	283	141,5	99,05	42,45	283	56	227	0
10	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
11	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
12	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
13	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
14	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
15	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
16	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
17	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
18	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
19	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
20	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
21	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
22	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
23	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
24	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0
25	10	283	141,5	99,05	42,45	283	84	199	0

Como se observa en la tabla n°2, n°3 y n°4 los balances obtenidos son todos inferiores a las cantidades aportadas con lo que no es necesario realizar ningún aporte complementario. Con estas cantidades se cubren las necesidades de macronutrientes de nuestro cultivo con el aporte de estiércol. No obstante, en caso de detectarse una deficiencia durante el periodo productivo, ésta se corregiría de forma puntual una vez detectada.



7. TABLAS

Tabla 1: EXTRACCIONES DEL OLIVO EN KG/HA.

Tabla 2: CALCULO DE NITRÓGENO.

Tabla 3: CALCULO DE FÓSFORO.

Tabla 4: CALCULO DE POTASIO.





ANEJO 8: RECOLECCIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	203
2. PROCESO DE MADURACIÓN DE LA ACEITUNA	204
3. COMPOSICIÓN DEL FRUTO	205
4. MADURACIÓN	207
5. ÉPOCA DE RECOLECCIÓN	208
6. RECOLECCIÓN MECANIZADA	209
7. PRODUCCIÓN DE ACEITUNA.....	210
8. PAUTAS PARA LA RECOLECCIÓN Y EL TRANSPORTE A LA ALMAZARA.....	211
9. TABLAS	212





1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las labores y procesos que forman parte del cultivo del olivo, la recolección es uno de los que más peso tienen debido a su enorme influencia en los costes. En algunas ocasiones, la recolección puede sobrepasar el 50% del valor del producto, así como supone el 80% de la mano de obra necesaria para el cultivo. En la actualidad, la nueva olivicultura, con una adecuada implantación, realiza la recolección de una forma totalmente mecanizada.



2. PROCESO DE MADURACIÓN DE LA ACEITUNA

Una vez fecundadas las flores, la floración se ve culminada y sus flores se desprenden de sus pétalos, siendo por tanto el inicio de un nuevo fruto o aceituna. Este proceso se denomina también cuajado, al que le sigue inmediatamente después una caída natural de parte de esos nuevos frutos y dejando el olivo aquellos que será capaz posteriormente de alimentar. Pon cita

Esta “criba” que realiza el árbol sólo deja la mitad de los frutos recién cuajados sin desprenderse y asegura el equilibrio que todas las plantas deben asegurar entre su supervivencia y la reproducción. A partir de ese momento y desde junio hasta su completa maduración en noviembre, el fruto pasará por dos etapas de desarrollo: el crecimiento rápido y la acumulación de reservas, dos etapas perfectamente separadas por un momento clave, el endurecimiento del hueso que llegará aproximadamente en el mes de julio.

Paralelamente a la evolución de sus aceitunas, el olivo debe hacer crecer los brotes emitidos con hojas para que se conviertan en ramillas con nuevas hojas, crecimientos sobre los que el olivo volverá a florecer la primavera siguiente. Así, el olivo tiene que apresurarse y aprovechar el agua y nutrientes del suelo, pues una vez llegue el centro del verano las temperaturas tan elevadas dificultarán la actividad y el olivo entrará en una parada transitoria.

3. COMPOSICIÓN DEL FRUTO

Los frutos del olivo se llaman botánicamente drupas. Toda drupa posee un epicarpio (la piel fina que recubre la aceituna), un mesocarpo (la carne, donde además se acumulará el aceite) y un endocarpo (el hueso leñoso, que dentro contiene un embrión o futura semilla). En la primera etapa mencionada antes de endurecer el hueso se produce una multiplicación celular intensa, es ahí donde el árbol decide el tamaño final que debe tener el fruto, algo determinado por la genética y edad del árbol, pero a la vez influido por las condiciones del año y su cultivo. Si hay más humedad en el suelo, se multiplicarán más células en el fruto que darán una aceituna de un tamaño potencialmente más grande una vez que sus células se desarrollen y acumulando azúcares y otras sustancias de reserva.

Este periodo en el olivo necesita de unos cuidados especiales, sobre todo de ser vigilante con las posibles plagas. La falta de agua si podemos aportarla debe ser considerada, y ante todo no debemos causar interferencias innecesarias sobre los olivos como pueden ser podas o labores profundas en el terreno. El endurecimiento del hueso marcará el final de esta primera etapa y sólo será observable si tomamos un fruto y tratamos de atravesarlo con la uña o una navaja sin filo. Es ahí cuando el fruto ha llegado a la adolescencia tras un periodo de crecimiento rápido transitoriamente frenado por el endurecimiento de hueso, para retomar el fruto su desarrollo posterior de manera más lenta hasta su maduración.

Tras el endurecimiento del hueso, los frutos, con un tamaño parecido al definitivo y con un color verde intenso, irán acumulando reservas de manera paulatina hasta llegar a maduración. Las altas temperaturas y la falta de agua hacen que los olivos detengan su actividad durante la mayor parte de las horas del día, las centrales, de tal forma que tratarán de economizar al máximo el agua enviada por las raíces. Cuando las temperaturas y sequedad ambiental son elevadas, los estomas se cierran casi por completo y por tanto la actividad fotosintética queda muy reducida.

Por su parte el fruto, en un principio acumulará las reservas en forma de azúcares que posteriormente transformará en ácidos grasos que forman el aceite. El aceite no se forma directamente en el fruto, sino que se produce por transformación de las reservas azucaradas que previamente se han ido acumulando, y por ello la maduración es un

proceso alargado en el tiempo, que puede avanzar todo el otoño y llegar incluso al invierno.

Cuando el verano empieza a dar señales de agotamiento, el color verde intenso de los frutos empieza a apagarse, llega el envero, el cambio de color de los frutos, otro momento clave en el desarrollo del mismo.

Es al final del verano, con temperaturas altas y longitud del día en gradual descenso, cuando los frutos del olivo entran en una etapa final decisiva y marcada por el fenómeno del envero, es decir, el cambio de color del fruto. Este cambio de color que sufren las aceitunas en su proceso final de maduración se repite en los frutales, vides y en muchas de las plantas leñosas cultivadas por sus frutos. No es por tanto algo exclusivo de los frutos del olivo, y siempre tiene en común la destrucción de clorofilas verdes para dar lugar a otros compuestos coloreados que dan tonalidades desde rojas a violáceas, de manera progresiva en cada fruto y en la totalidad de los frutos del olivo.

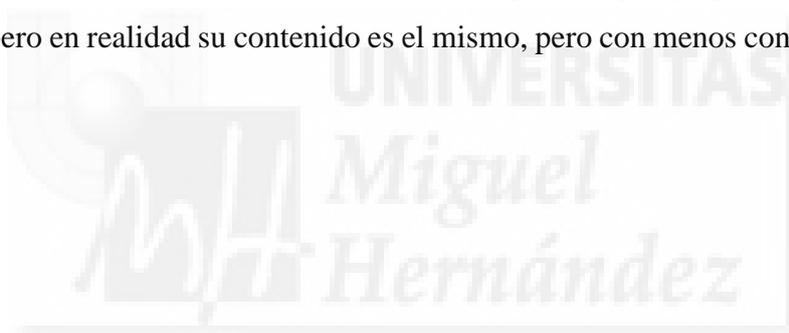
Por tanto, no es un proceso súbito, al principio encontraremos unas primeras aceitunas que van perdiendo el tono verde, pasando a aspecto amarillento o rosado, y de ahí hasta granates intensos que llegan a presentarse como negro azabache una vez completado el proceso. Se conoce muy bien que el momento final del envero coincide con la máxima concentración de aceite en los frutos, aunque la recolección tradicionalmente demore un tiempo en la creencia que ese aceite aún debe aumentar.

Cada tipo de olivo presenta una forma de envero distinta, incluso es cuando mejor podemos distinguir las variedades del olivo por las particularidades que se presentan. Algunos olivos enveran más temprano, como muchos tipos de Manzanilla, otros más tarde, como la Cornicabra de Toledo. El proceso puede ser rápido, como en Arbequina, o más gradual como la Hojiblanca. Aparte, dentro de cada fruto el envero puede progresar desde el ápice a la punta o al revés, o de modo gradual en todo el fruto, otra particularidad más. Los tonos también varían, quedándose algunos tipos de olivo en colores granates o llegando a tonos totalmente azabache.

4. MADURACIÓN

El final del envero marca la maduración total del fruto, la fase final, la culminación de un proceso en el árbol que comenzó en una yema que dio lugar a una flor, ésta fecundó y se formó un nuevo fruto, que fue poco a poco engrosando, formando un hueso en su interior que protegiera su semilla, y en la carne de ese fruto fue acumulando agua y azúcares que poco a poco en su recta final transformó en aceite anunciándolo mediante el envero. Es por tanto al finalizar el otoño y con el envero completado cuando la aceituna ya ha acumulado todo su aceite.

Todavía existe la creencia entre algunos cultivadores que la aceituna cuanto más tiempo permanezca en el árbol aún pasado el envero, más aceite contendrá, y eso tiene poco de cierto. El árbol avanzado el otoño detiene su desarrollo, la aceituna no acumula más aceite y el rendimiento en aceite sólo puede variar en función del agua que contenga el fruto. Avanzando hacia el invierno éste tiende a perder agua y aparenta así contener más aceite, pero en realidad su contenido es el mismo, pero con menos contenido acuoso.



5. ÉPOCA DE RECOLECCIÓN

El momento ideal para la recolección es, a ser posible, en cuanto haya finalizado por completo el envero, sin esperar más. Aunque esto habría que matizarlo. Cuanto más avanza la maduración, la aceituna se desprende con más facilidad. Además, los aceites pueden evolucionar a menos amargos y picantes. En principio todo es positivo, sin embargo, hay muchas cosas negativas que pueden suceder, como los fenómenos de oxidación que hacen perder calidad al aceite haciéndole menos estable. En Arbequina, que es nuestro caso, es muy importante y se recomienda su recolección cuando en todo el árbol hay un tercio de aceituna negra, otro de verde, y otro de aceituna en proceso de envero. Hay otros motivos para no retrasar la recolección, como son el riesgo de helarse la aceituna en el árbol y perder todas sus propiedades, o que los árboles produzcan menos al año siguiente por haber tenido mucho tiempo la cosecha sobre sus copas. Incluso en algunas variedades sucede que la aceituna cae muy fácilmente una vez madura y puede perderse antes de ser recolectada.

La aceituna enverada puede llegar a un 20-23 % de aceite medido en fresco y en algunas variedades o climas más cálidos ni siquiera pasar del 13%. La maduración se habrá completado y al olivo no le podemos pedir más. La recolección descargará de fruto al olivo que entrará posteriormente en un letargo invernal necesario, una parada de invierno donde el olivo retomará fuerzas y se preparará para el inicio de un nuevo ciclo a la salida del mismo. Es así como a esta etapa se la llama la parada invernal, donde la actividad se detiene al mínimo en espera de la nueva primavera que despierte otra vez todo el proceso.

6. RECOLECCIÓN MECANIZADA

Como se ha descrito desde el principio de este Trabajo la filosofía de este tipo de plantaciones es la máxima mecanización, sobre todo en las operaciones de poda y en la recolección; por tanto, se da por seguro que la recolección de nuestra cosecha será mecanizada.

Para la recolección se emplean máquinas vendimiadoras, diseñadas y concebidas para la recolección de uva conducida en espaldera. Disponen de un túnel de vareo con fondo de escamas retráctiles, por el que se hace pasar la línea de árboles sometidos a sacudidas que provocan la caída del fruto, el cual es recogido en cintas transportadoras y norias formadas por escalones flexibles y deformables que las conducen a las tolvas de la máquina. Cada una de las tolvas tiene una capacidad entre 1.200 y 1.500 kg con un sistema de vaciado trasero a remolque. La vendimiadora dispone de cuatro extractores, dos de ellos situados en la parte posterior e inferior de la máquina y otros dos situados al final de la cinta transportadora para realizar la eliminación de hoja.

Un inconveniente de la utilización de máquinas específicas para la recolección de la uva es que, con el transcurso de los años, el vigor alcanzado por la línea de olivos es superior al volumen del túnel de vareo, por lo que es necesario realizar podas exclusivas y severas para que la recolección sea viable.

Respecto al funcionamiento de estas máquinas cabe destacar que la cantidad de aceituna dejada en el olivo es de escasa consideración, y la variedad escogida para nuestro diseño tiene gran facilidad de desprendimiento, lo que aumenta el rendimiento. Además, la buena limpieza del fruto recogido mejora de la conservación de la aceituna y aumento de la calidad del aceite. En contra, pueden ocasionar daños de descortezado del pie del olivo a una altura de 30cm, producido por el sistema de ramas retráctiles del fondo del túnel.

Tal y como se ha descrito, se realiza la recolección mecánica con vendimiadora y no se realiza la recogida de la aceituna del suelo. Con este sistema de recolección la aceituna que queda en suelo es mínima y disminuye sustancialmente la calidad del aceite.

7. PRODUCCIÓN DE ACEITUNA

Consiste en realizar una estimación de la producción de aceitunas que nuestra parcela obtendrá ese año, recordamos, además, que el olivo es un árbol con mucha tendencia a la vecería y, por tanto, no se obtendrán las mismas producciones todos los años. Las diferencias pueden llegar a ser importantes.

Por eso es interesante realizar este paso cada año, con el fin de maximizar rendimiento y minimizar tiempo, equipo de trabajo, maquinaria, mano de obra y en definitiva costes. Para calcular la producción total estimada, seguimos los siguientes pasos:

- Se recolectan de 15 a 20 olivos por parcela.
- Se pesa toda la muestra y se determina la producción por olivo.
- Se calcula la producción/ha, puesto que se conocen la densidad de plantación y el número de olivos. Se sabe que tenemos una densidad de plantación de 1.670 olivos/hectárea.

En la siguiente tabla se presentan unas estimaciones de producción anual por árbol en kg y en producción total por hectárea. Desde el tercer año se comenzará a tener producción hasta el séptimo año que llegamos a plena producción. Los cálculos están hechos por hectárea, por tanto, para tener los datos totales hay que multiplicar por el número total de hectáreas de los lotes plantadas cada año.

Tabla 1: CÁLCULO DE PRODUCCIÓN

Año	Producción Kg/árbol	Producción Kg/ha
3	1,48	2.480
4	2,97	4.960
5	5,09	8.500
6	5,74	9.585
7	6,45	10.770
8	6,45	10.770
9	6,45	10.770
10...	6,45	10.770

8. PAUTAS PARA LA RECOLECCIÓN Y EL TRANSPORTE A LA ALMAZARA

Una vez recolectado el producto, la última fase es la del transporte hasta la almazara y por tanto deberá cuidarse la calidad del fruto teniendo en cuenta las siguientes pautas:

- La oliva se transportará a la almazara lo más rápidamente posible, desde su cosecha.
- Se evitará el trasvase de la oliva recolectada con el fin de evitar daños que empeoren el aceite.
- Intentar llevar la oliva con hojas eliminando únicamente los ramos grandes, hecho que favorecerá la conservación en el transporte y evitará la rotura de los frutos.
- Transportar en envases abiertos tipo remolques o contenedores no muy grandes, para evitar el aplastamiento de los frutos.

En lo referente al cálculo del transporte, este factor está directamente relacionado con el caudal de recolección, ya que está estrechamente relacionado el almacenamiento de la aceituna con la calidad del aceite. Se buscará siempre, un equilibrio entre el caudal y el transporte, para no detener la recolección, evitando el almacenamiento masivo, pero a su vez que no se detenga la recolección con el fin de optimizar los recursos.

Tabla 2: CÁLCULO DE TRANSPORTE

Año	Kg/ha	Caudal (h/ha)	Kg/h	Kg totales (Disponemos de 1,2 ha)	Nº Contenedores (14.000 kg)
3	2.480	3,3	752	2.976	1
4	4.960	3,3	1.503	5.952	1
5	8.500	3,3	2.575	10.200	1
6	9.585	3,3	2.904	11.502	1
7	10.770	3,3	3.294	13.044	1
8	10.770	3,3	3.263	12.924	1
9	10.770	3,3	3.263	12.924	1
10...	10.770	3,3	3.263	12.924	1

9. TABLAS

Tabla 1: CÁLCULO DE PRODUCCIÓN.

Tabla 2: CÁLCULO DE TRANSPORTE.



ANEJO 9: MANTENIMIENTO DEL SUELO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	215
2. SISTEMAS DE CULTIVO EN OLIVAR	217
2.1. LABOREO	217
2.2. NO-LABOREO CON SUELO DESNUDO.....	218
2.3. SEMILABOREO.....	218
2.4. MÍNIMO LABOREO.....	219
2.5. SISTEMAS DE CULTIVO CON CUBIERTA	219
2.5.1. CULTIVO CON CUBIERTA INERTE.....	219
2.5.2. CULTIVO CON CUBIERTA INERTE.....	220
3. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DEL SUELO	223
4. ELECCIÓN FINAL DEL MANEJO DEL SUELO	227



1. INTRODUCCIÓN

El suelo además de soporte físico constituye un almacén de agua y nutrientes para los cultivos. Esta capacidad de almacenar agua y nutrientes vara en función de sus características físicas y químicas, pero también se ve afectada por las prácticas agrícolas; por ello estas prácticas deben de ir encaminadas a mantener la estructura y la materia orgánica del suelo, fundamentales para favorecer la infiltración y el contenido de agua, que es un factor que influye mucho en la producción.

Pueden establecerse distintas clasificaciones de acuerdo a distintos criterios, nosotros los clasificamos de la siguiente forma:

- **Sin cubierta vegetal:** esta a su vez puede ser con laboreo o con mantenimiento químico
- **Con cubierta vegetal:** esta a su vez puede ser espontánea o sembrada de gramíneas, leguminosas o crucíferas.

Aun eligiendo uno de estos sistemas, como base del mantenimiento del suelo, lo normal es una combinación entre ellos, eligiendo un sistema en la línea de cultivo y otro en las calles. Lo más frecuente y recomendable es:

- **Línea de cultivo:** mantenimiento químico sin laboreo en la línea de plantación para una banda entre 0,5 m y 1,5 m, puesto que es la zona más costosa y difícil de acceder.
- **Calles:** mantenimiento con cubierta vegetal espontánea, segándola en los meses de déficit hídrico.
- **Labores puntuales para abordar problemas puntuales:** herbicidas o laboreo para controlar inversiones de flora; laboreo para incorporar restos o eliminar rodales o compactaciones; siembra de cubierta con especies puntuales para cubrir un suelo desnudo, utilizar leguminosas captadoras de N, crucíferas con efectos desinfectantes, etc.

Los sistemas de mantenimiento de los suelos en olivar han ido evolucionando en función del conocimiento adquirido y de los problemas derivados de cada uno de ellos. El manejo tradicional ha sido el laboreo que, debido a los graves problemas de erosión como consecuencia de la pérdida de estructura y de materia orgánica, ha ido dando paso

a otros sistemas como el no laboreo suelo desnudo, o la implantación de cubierta vegetal en las calles del olivar. En la actualidad, conviven los tres sistemas, aunque en el laboreo y el no laboreo suelo desnudo (mantenido con aplicación de herbicidas) están limitados por la normativa de la Política Agraria Comunitaria vigente, sólo a determinadas circunstancias.

Las técnicas utilizadas tendrán los siguientes objetivos fundamentales:

- Conservar, mejorar y proteger el suelo, su materia orgánica y su estructura.
- Conservar y proteger el agua.
- Minimizar los riesgos de fitotoxicidad y de contaminación.

Las herramientas que utilizemos son: laboreo, cubiertas vegetales y herbicidas.



2. SISTEMAS DE CULTIVO EN OLIVAR

2.1. LABOREO

El laboreo es el sistema de cultivo más ampliamente utilizado en olivicultura, hasta el punto de que se han considerado como sinónimos los términos labrador y agricultor, lo que indica la gran importancia histórica del laboreo en el conjunto de las técnicas de cultivo. El principal objetivo del agricultor cuando realiza las labores es aumentar las disponibilidades de agua para el cultivo.

En la actualidad el de uso más frecuente en España es el cultivador de brazos flexibles, empleado para realizar las labores de invierno y primavera, y cuya misión es preparar el suelo para infiltrar el agua de lluvia invernal y eliminar las malas hierbas cuando estas tienen un pequeño desarrollo. Esta labor se realiza con el terreno en tempero y alcanza una profundidad entre 15- 20 cm. La grada de discos es empleada fundamentalmente en primavera para eliminar las malas hierbas cuando estas alcanzan un cierto desarrollo. La profundidad de esta labor varía entre 15 y 25 cm. Este apero, al voltear el suelo, ocasiona grandes pérdidas de agua por evaporación, especialmente cuando se utiliza en primavera, época en la que la demanda evaporativa es grande, dando lugar también a la compactación del suelo en profundidad, formando suelas de labor poco permeables, lo que puede limitar la infiltración del agua en profundidad, aspectos ambos de los que no siempre es consciente el olivarero.

Finalmente, en verano, cuando la superficie del suelo está totalmente seca, se realizan frecuentes labores muy superficiales, empleando gradas de púas o rastras, cuya misión, según el olivarero, es pulverizar el suelo y tapar las grietas, intentando con ello romper la capilaridad y evitar así la evaporación de agua desde el suelo. No existen evidencias claras sobre la eficacia agronómica de este tipo de labores, ya que la apertura de grietas tiene lugar cuando el suelo ya se ha desecado.

La última de las operaciones de cultivo, que se realiza a final del verano, es la preparación del terreno para la recolección de la aceituna, utilizándose para ello un rulo compactador liso, siendo frecuente el empleo de un herbicida residual a dosis baja bajo la copa de los olivos, pretendiéndose con ello mantener el suelo libre de malas hierbas hasta el final de la recolección.

En los últimos años se observa una clara tendencia a reducir la profundidad y el número de labores, por lo que muchos agricultores están empleando el vibrocultivador como único apero de labranza, apero que consideramos muy idóneo en gran parte de nuestros olivares.

2.2. NO-LABOREO CON SUELO DESNUDO

Un sistema alternativo al laboreo aplicable al cultivo de olivar es el denominado no laboreo con suelo desnudo (NLD), sistema en el que se suprime totalmente el laboreo, eliminando las malas hierbas mediante la aplicación de herbicidas residuales en otoño y en preemergencia, dejando el suelo libre de vegetación adventicia durante todo el año. Antes de iniciar la aplicación de esta técnica es necesario preparar correctamente el suelo bajo la copa de los olivos, lo que facilitará la recolección rentable de los frutos caídos al suelo de forma natural, que suele ser frecuente en algunas variedades y años.

Es frecuente que el control de las malas hierbas no sea total con los herbicidas, recomendándose en primer lugar el cambio de herbicida, y en segundo lugar la mezcla de algunos de ellos, según el tipo de malas hierbas a controlar. Nunca debería abordarse una mejora en el control mediante un aumento de las dosis. Como consecuencia del empleo reiterado de un determinado herbicida es frecuente que aparezcan rodales de especies tolerantes/resistentes a los anteriores herbicidas. Estas especies, si no son correctamente controladas, acaban invadiendo las parcelas (inversión de flora).

Hay que tener en cuenta que la eficacia de la técnica de NLD va a depender en gran medida de la eficacia en el control de las malas hierbas, debido a los problemas de competencia por agua y nutrientes que estas pueden plantear. Normalmente son necesarias varias aplicaciones para mantener el suelo totalmente limpio durante todo el año.

2.3. SEMILABOREO

Se trata de un sistema mixto laboreo y no laboreo con suelo desnudo, sistema consistente en aplicar herbicida residual en la línea de árboles, o solamente bajo la copa de los olivos, dejando esta zona sin labrar, realizando el laboreo convencional en el centro de las calles. Esta técnica puede ser muy recomendable en suelos con marcada tendencia a la formación de costra superficial, ya que en NLD se produce una fuerte reducción de la infiltración.

2.4. MÍNIMO LABOREO

La técnica de mínimo laboreo (ML) es bastante parecida al semilaboreo, con la diferencia de realizarse solamente una o dos labores muy superficiales (5 cm) durante el año, cuya misión es romper la costra superficial que limita la infiltración, aplicándose herbicida a toda la superficie para poder mantener la vegetación controlada durante todo el año. Debe quedar claro que en este sistema el objetivo del laboreo superficial no es controlar las malas hierbas, sino mejorar la infiltración de agua en el suelo.

Las labores superficiales se realizarán cuando las pérdidas de agua como consecuencia del laboreo sean mínimas, y cuando además no dañemos el sistema radical del olivo, por lo que no es recomendable labrar durante la primavera. El mejor momento de realizar las labores sería a principio de verano, cuando la capa superficial está ya seca, siendo suficiente con esta única labor anual. Sin embargo, existen ciertos tipos de suelo cuya superficie se endurece excesivamente tras su desecación, especialmente cuando llevan varios meses sin ser labrada, por lo que en verano sería casi imposible el laboreo. En este caso deben realizarse dos labores muy superficiales anuales, la primera de ellas durante el invierno, labrando una segunda vez en verano, lo que preparará el terreno para recibir las lluvias otoñales.

2.5. SISTEMAS DE CULTIVO CON CUBIERTA

Desde el punto de vista del control de la erosión y tratando de mejorar la infiltración y fertilidad del suelo, el cultivo con cubierta vegetal puede ser la solución más eficaz. Sin embargo, el cultivo con una cobertura viva puede presentar, por diversos motivos, ciertas dificultades en un cultivo de secano como el olivar

Existen dos posibilidades para lograr la cobertura del suelo: las cubiertas inertes y las cubiertas vivas. Cualquier estrategia que permita de un modo económico cubrir el suelo, sin que se establezca competencia por el agua con el olivo, siempre es recomendable.

2.5.1. CULTIVO CON CUBIERTA INERTE

El cultivo con cubierta inerte (plásticos, paja, mantas porosas sintéticas o de origen vegetal, restos vegetales, etc.) parece una utopía en plantaciones adultas, ya que su coste, debido a la cantidad de material necesaria para cubrir el suelo hace inviable su uso en las condiciones actuales.

Pensamos que solamente las hojas desprendidas del propio cultivo y el material de poda troceado y repartido mecánicamente sobre la superficie del terreno, que tienen una gran persistencia en el suelo, parecen viables en olivicultura.

En suelos pedregosos, las piedras de pequeño y mediano tamaño constituyen también una excelente cobertura. Como es natural, en un cultivo con cobertura de piedras se impone la aplicación de prácticas de NL.

2.5.2. CULTIVO CON CUBIERTA INERTE

Pensando fundamentalmente en la resolución de los problemas de la erosión y en la mejora de la infiltración, puede plantearse el empleo de cubiertas vegetales en el centro de las calles, manteniéndolas vivas hasta el final del invierno, momento en que debe realizarse la siega de la cubierta, lo que evitará que esta siga consumiendo agua. Durante el invierno, el volumen de agua transpirado por una cubierta de hierba puede ser equiparable a la evaporación directa de agua que se produce desde un suelo desnudo de vegetación, que en esta época lluviosa se mantiene húmedo un gran número de días. Además, la presencia de la hierba aumenta la infiltración, por lo que en un suelo con cubierta vegetal puede haberse almacenado en invierno una mayor cantidad de agua que en un suelo desnudo labrado.

Los restos vegetales secos reducen la velocidad de evaporación de agua desde el suelo, por lo que en primavera el olivo cultivado con cubierta puede disponer de una mayor cantidad de agua para su consumo en transpiración, y por tanto para fabricar nutrientes.

La mayor dificultad que plantea el cultivo con este tipo de cubierta viva de invierno es el adecuado manejo de las malas hierbas, lo que podría plantear en muchos casos ciertos problemas al agricultor. Entre ellos podríamos destacar la inversión de flora, como consecuencia de un uso incorrecto de los herbicidas o del inadecuado manejo de la cubierta (Pastor et al., 1986), y la competencia por el agua y nutrientes entre las malas hierbas y el cultivo (Pastor, 1989), bien por un poco eficaz sistema de siega, o por realizar la siega cuando la cubierta ya ha consumido una buena parte del agua del suelo (Castro, 1993). Existen diferentes sistemas para la siega de la cubierta:

- Siega mecánica empleando segadoras convencionales o desbrozadoras accionadas por la toma de fuerza del tractor, que en determinados casos pueden

ocasionar ciertos problemas de manejo de tipo mecánico, especialmente en los suelos pedregosos o en los que tienen una cierta pendiente.

- Siega química pulverizando herbicidas de contacto o traslocación sobre las malas hierbas que constituyen la cubierta.

Intentando facilitar el manejo de la cubierta proponemos el empleo de coberturas en las que predomine una única especie, o una mezcla de especies de una única familia, lo que puede conseguirse, entre otras formas, haciendo evolucionar la flora natural mediante el empleo de herbicidas. Para ello deben dejarse sin segar determinadas zonas para la producción de semillas, procurando que la competencia que pueda establecerse con el olivo no comprometa su producción. Bandas estrechas en el centro de las calles es una solución adecuada. Las semillas así producidas deben esparcirse en verano por todo el terreno empleando una rastra o una desbrozadora.

2.5.3. CULTIVO CON CUBIERTA VIVA DE CEREAL O VEZA

Cuando utilizando los procedimientos ya descritos no logremos establecer la cubierta adecuada, lo que es frecuente en suelos poco fértiles, probablemente habrá que recurrir a la siembra de una especie vegetal de manejo sencillo en las interlíneas del olivar. Para ello se recomiendan especies rústicas adaptadas al cultivo en secano, tales como cebadas (*Hordeum vulgare*) o vezas (*Vicia sativa*), cuyas semillas son fáciles de conseguir, tienen un bajo precio, son de ciclo otoño-invierno, y su cultivo es muy bien conocido por los agricultores.

La siembra debe realizarse en los primeros días del otoño, para que las semillas germinen con las primeras lluvias, de modo que en poco tiempo y antes de la llegada de los fríos invernales se consiga una buena cobertura del terreno. La cubierta así obtenida debe dejarse crecer sin otro tipo de cuidado especial durante el periodo otoño-invierno.

Desde el punto de vista de persistencia de los restos vegetales sobre el terreno, aspecto de gran importancia para el control de la erosión, el cereal parece más interesante que la leguminosa, ya que los restos de veza, que tienen una baja relación C/N, son rápidamente degradados por los microorganismos del suelo por lo que la cantidad de residuos que quedarán sobre el terreno cuando se produzcan las primeras lluvias otoñales será muy escasa, y en consecuencia la protección del suelo puede resultar insuficiente. Una vez que hemos conseguido una buena cobertura del suelo (un 70 % podría ser

suficiente), debe realizarse la siega de la cubierta para evitar que continúe consumiendo agua, eliminando así la competencia con el olivo.

La siega puede realizarse mecánicamente, utilizando desbrozadoras, o químicamente, pulverizando herbicidas sobre la cubierta, lo cual permite dejar los restos vegetales unidos al suelo por sus propias raíces, lo que parece aumentar la persistencia de los residuos sobre el terreno. El cultivo con cubierta de cereal demanda un abonado complementario a la fertilización normal del olivar. Podemos cifrar estas necesidades en unos 50 kg/ha de nitrógeno (Van Huyssteen y Van Zyl, 1984), siendo muy importante esta práctica, ya que el bloqueo temporal de nitrógeno puede ocasionar problemas de deficiencia para el cultivo al principio de la primavera, coincidiendo con un momento de grandes necesidades para el olivo. Una solución a este problema podría ser el empleo de leguminosas como cubierta.

Una mezcla, veza más cebada, podría ser igualmente interesante, sin embargo, su manejo es más difícil ya que debido a la gran producción de biomasa podrían consumirse grandes cantidades de agua a lo largo de su ciclo vegetativo.

Con la finalidad de hacer viable el cultivo con cubierta, es necesario igualmente facilitar la recolección de las aceitunas, operación que representa el coste de cultivo más importante para el olivarero. Para ello, antes de iniciar la aplicación de esta técnica se recomienda la preparación meticulosa de la zona bajo la copa de los olivos, alisándola, despedregándola y aplicando anualmente a principio de otoño, un herbicida residual. Los problemas que la aplicación de esta técnica puede plantear al olivarero son la competencia por el agua con el olivo, si la siega no es eficaz, y el peligro de incendio provocado si en primavera y después de la siega no se produjeran lluvias. Sin embargo, una vez que la paja se ha mojado se producen alteraciones microbianas que la hacen poco combustible.

3. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANEJO DEL SUELO

Se estudiarán en este apartado los diferentes factores del presente Trabajo, que nos inducirán a elegir el sistema de cultivo específico que se llevará a cabo. En principio, se eliminarán las opciones que no nos interesan como sistema de cultivo para nuestro olivar. En concreto se desecha la opción de los sistemas de suelo cubierto de materiales inertes, excepto el cubrimiento del suelo con restos de poda, ya que sólo sería el único método económico factible. De esta forma, nos quedarían las siguientes opciones: laboreo total, no laboreo, laboreo reducido, cubierta vegetal viva o restos de poda triturados, como cubierta vegetal inerte sobre el suelo.

Nos encontramos ante un olivar en regadío, por lo que en principio el factor de disponibilidad de agua no nos afecta de la misma manera que lo haría en un olivar de secano. Pero el diseño de riego planteado en este Trabajo se basa en la capacidad almacenadora de agua del suelo. Por lo tanto, cuanto mayor sea el volumen de agua que podemos ser capaces de almacenar en el suelo, menores serán los riegos que tendremos que aportar, con una paralela reducción de gastos.

Para mejorar el balance, habrá que disminuir las salidas de agua del olivar, y aumentar, al tiempo, la capacidad de almacenamiento del suelo. Esto nos obliga a realizar una serie de actuaciones que permitan:

- Evitar las pérdidas por escorrentía
- Aumentar la infiltración
- Aumentar la capacidad de retención de los horizontes superficiales
- Evitar la evaporación directa
- Reducir o eliminar la transpiración de las plantas adventicias

Estas funciones se le han atribuido tradicionalmente al laboreo, con los distintos aperos (cultivador, grada de discos, rastra, etc.) y en diferentes épocas a lo largo del año (alzar, binar, terciar, rastreos de verano, etc.), pero, sólo las ha ejercido medianamente, y en la actualidad conocemos que su empleo presenta, además, un grave inconveniente que es la erosión.

Como se ha indicado en anteriores ocasiones, el laboreo no está en absoluto reñido con la agricultura. El valor del laboreo está en realizarlo razonadamente y con la

maquinaria adecuada. El suelo ejerce una doble influencia sobre la planta: habitabilidad y nutrición. Tanto las condiciones físicas como las químicas y biológicas son fundamentales para la planta, siendo ambas modificables por medio de las labores; de ello se deduce la importancia que para el olivo tiene el que éstas se efectúen de una manera racional y correcta.

Para que las labores se adapten a las circunstancias que en cada caso determinado existan y no se efectúen bajo el mandato imperativo de la rutina, el conocimiento del factor suelo en cada caso se hace imprescindible y esencial. Las finalidades que persiguen las labores se derivan de los efectos que producen, y son:

- Generación de una estructura grumosa en el suelo.
- Facilitar la penetración del agua en el suelo, favorecer su conservación y evitar que se pierda por evaporación.
- Ayudar a la penetración de las raíces.
- Airear el suelo para que se active la vida microbiana y especialmente las bacterias nitrificantes.
- Eliminación de plantas adventicias o "malas hierbas" y/o plagas del suelo.
- Enterramientos de residuos de cosecha y/o la incorporación de fertilizantes al suelo.
- Remediar la compactación subsuperficial creada por labores (suela de labor) y/o actividades previas (compactación superficial producida en la recolección).

Por lo tanto, se puede aplicar el laboreo, si además consideramos otras técnicas paralelas para evitar las pérdidas de suelo. A continuación, se llegará razonadamente a la solución más aconsejable.

Para evitar pérdidas por escorrentía existen dos formas, que no son excluyentes: aumentar la velocidad de infiltración y poner barreras físicas a la circulación del agua por la superficie.

Las características de estas barreras dependerán, fundamentalmente de dos factores: caudal de agua y pendiente del terreno (en nuestro caso la pendiente es inapreciable). En nuestra parcela, el caudal de agua de riego y lluvia no creará problemas de escorrentías ni arrastres debido a la topografía prácticamente plana del terreno.

La velocidad de infiltración de un suelo depende de muchos factores como el contenido inicial de humedad, la conductividad de los distintos horizontes, la textura, la pendiente, el grado de compactación, la rugosidad de la superficie, pero nos interesa remarcar dos sobre los que es posible intervenir; la estructura del horizonte superficial y la presencia o ausencia de cubierta herbácea.

La capacidad de almacenamiento de agua en el suelo radica, en cuanto a factores modificables, en la calidad de su estructura y en los niveles de materia orgánica. La evaporación del agua retenida en el suelo se disminuye al disminuir la radiación solar incidente sobre el mismo, de tal manera que se disminuya la temperatura en el horizonte superficial. Si se observa detenidamente, una cubierta adecuada, viva o cortada conseguirá todos los objetivos propuestos, actúa de barrera contra la escorrentía, favorece la infiltración, mejora la estructura superficial, aporta materia orgánica y, además, protege el suelo contra el golpeteo de la lluvia, aumenta la capacidad de retención de agua de los horizontes superficiales, al aumentar su contenido en materia orgánica, lo que también favorece la actividad biológica, evita la evaporación directa, cubriendo la superficie del suelo.

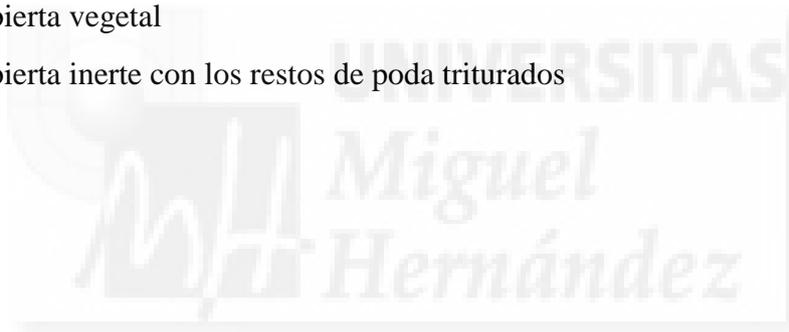
Por otro lado, una cubierta herbácea debe colaborar en la mejora del balance hídrico del suelo. Aunque en principio parezca un contrasentido, ya que en cualquier caso colaborará a aumentar la transpiración. Nos mejora la estructura de los horizontes superficiales y mejora y aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo. Nos aumenta la infiltración del agua de lluvia en los meses de invierno. Además, los restos vegetales secos y triturados reducirán la velocidad de evaporación del agua desde el suelo, por lo que en primavera el olivo cultivado con cubierta bien manejada (siega al salir del invierno) podrá disponer de una mayor cantidad de agua para la transpiración, y por tanto fabricar asimilados, lo que con toda probabilidad se traducirá en un aumento de la producción.

En resumen, la cubierta vegetal mejorará el balance hídrico y protegerá el suelo contra la erosión, siempre que se evite la competencia en las épocas de escasez. Esto significa que debemos eliminarla a principios de la primavera para evitar la competencia por el agua con el cultivo. Aunque en la determinación del momento preciso de eliminación esté una de las principales incógnitas de este sistema, la novedad no está en el momento de eliminar la hierba, sino en la forma de hacerlo. Si tradicionalmente se ha

hecho mediante el laboreo con distintos aperos, y en varias pasadas consecutivas, ahora se proponen sistemas que permiten que la hierba siga cubriendo el suelo después de cortada, para conseguir el doble efecto de acolchado y compostaje en superficie.

Una consideración propia es que no hay ninguna razón para tener que establecer un sistema único en toda la explotación, para todas las parcelas, para todos los años. Para el manejo del suelo, son posibles muchas variaciones en el tiempo y en el espacio de la parcela. Según todos estos razonamientos de cubiertas vegetales, en combinación con otros sistemas de manejo del suelo como el laboreo, trituración de los restos de poda y el control de la cubierta con herbicidas, parece ser el sistema de cultivo más apropiado para nuestro olivar. Se utilizan los siguientes manejos de suelo:

- Laboreo en los primeros años de la plantación
- No laboreo y control de la cubierta con herbicidas en las líneas de cultivo de los olivos
- Cubierta vegetal
- Cubierta inerte con los restos de poda triturados



4. ELECCIÓN FINAL DEL MANEJO DEL SUELO

Durante los tres primeros años de plantación, no es aconsejable la colocación de una cubierta viva, puesto que provocaría demasiada competencia con los árboles todavía jóvenes. Por tanto, se realizará laboreo en las calles de los árboles y mediante la aplicación de herbicidas se conseguirá un suelo desnudo en la zona de las filas de los árboles. La colocación de un protector para la planta tras la plantación servirá de barrera para que no exista contacto entre los herbicidas y la planta. El calendario de laboreo puede ser el siguiente:

- **Noviembre - Diciembre** (después de la recolección): se abre el suelo con cultivador, y así se prepara para permitir la infiltración del agua de las lluvias de invierno. Se aplicará herbicida sobre la línea de cultivo de los árboles. Uno de los más usados es la materia activa Glifosato que elimina todo tipo de malas hierbas tanto gramíneas, como de hoja ancha, anuales y perennes. Se aplica en las hojas y penetra en la planta llegando hasta las raíces, siendo esta su principal cualidad por la que es capaz de acabar con las plantas perennes. Por tanto, con este tipo de herbicidas sistémicos se puede matar a las malas hierbas perennes, aunque no sean eficaces al 100%.
- **Primavera**: se realizarán 2 labores de cultivador muy superficiales para eliminar las malas hierbas, romper la costra y desmenuzar el terreno. Se completaría con aplicación de los herbicidas comentados anteriormente en las líneas de plantación, donde no llega el efecto del cultivador.
- **Verano**: se procurará no realizar ninguna labor, porque con las labores estivales se pierde mucha agua de la capa de suelo removida. En caso de hacer alguna operación realizarla de 5cm de profundidad.

La última labor se realizará al final del verano, antes de las lluvias de otoño. Después de esta labor, se podría realizar un rulado para facilitar la recolección. Pero esto sólo tendría valor para la recolección de las aceitunas del suelo. En nuestro caso con la recolección mediante vendimiadoras y en época muy temprana (esperamos que estas variedades, de por sí tempranas, alcancen la maduración técnica y de óptima calidad aceitera en la primera mitad de noviembre), no merece la pena, puesto que la cosecha que cae al suelo es despreciable. Además, adoptamos una filosofía de producción en la que

prima la calidad de la aceituna recolectada sobre la cantidad, influyendo directamente sobre la mayor calidad del aceite extraído, así que no nos interesa la recolección de la aceituna del suelo.

Hay que recalcar que este tipo de manejo del suelo se realiza durante los primeros tres años del cultivo y por otra parte la aplicación de herbicidas sobre las líneas de cultivo se realizará en las épocas descritas y si es conveniente en más ocasiones, si se observa la presencia de malas hierbas en las líneas de cultivo. A partir de la tercera campaña se llevará un manejo de suelo que consiste en la creación de una cubierta vegetal de las calles de cultivo controlada con una siega mecánica, la incorporación a la superficie del suelo de una cubierta inerte proveniente de los restos de poda triturados y el control de la flora adventicia de las líneas de cultivo utilizando herbicidas. La cubierta vegetal no ocupará toda la anchura de las calles del cultivo, sino que en la zona cercana a la línea de los olivos se realizará laboreo. Las calles por tanto quedarán con una zona de cubierta vegetal de dos metros de ancho en el centro de la calle de cultivo y a cada uno de sus lados hasta la línea de olivos un metro de zona laboreada será necesario modificar el cultivador para que realice el laboreo, pero respetando la zona de cubierta vegetal.

Ya hemos dicho que existen dos tipos de cubiertas vegetales, las vivas y las inertes. En cuanto a las cubiertas vivas se conocen los buenos resultados de la cubierta espontánea, como hemos explicado en los epígrafes anteriores, que, a la producción de biomasa, añade la ventaja de la diversidad, pero, en este caso, cuando la cubierta herbácea la forman especies adventicias o "malas hierbas", si no se aplica ningún cuidado adicional, será la dinámica propia de estas poblaciones la que determine la presencia y abundancia de cada una de las especies.

La creación de otras cubiertas vegetales vivas como pueden ser de cereales, gramíneas, leguminosas o crucíferas puede que tengan mayor capacidad de producir masa verde, condiciones de fijación de nitrógeno atmosférico (leguminosas), mayor resistencia a la descomposición una vez segadas, mayor capacidad de actuar como "bombas de nutrientes", etc.; pero su persistencia en el suelo es limitada (ciclo anual) y todas las campañas se debe realizar una siembra de la especie en las calles de cultivo con su correspondiente coste de semilla, labor y fertilización. Por esta razón se aplica una cubierta vegetal viva a base de "flora espontánea".

Optaremos por tanto por depositar todos los restos de poda y de esta forma picarlos y dejarlos sobre el suelo, aumentando las ventajas que da el uso único de cubierta vegetal viva. Además, será una fuente de incorporación de materia orgánica al suelo elevando la fertilidad del terreno.

El laboreo de las líneas de olivos se realizará en noviembre-diciembre para realizar una apertura de suelo cerca de la zona de olivos; en primavera (abril) con el fin de controlar la flora adventicia y enterrar los restos de poda; y al final del verano. Tanto la siega de la cubierta vegetal como la trituración de los restos de poda se podrán realizar a un mismo tiempo si se utiliza una desbrozadora-trituradora de martillos. Se realizarán uno o dos pases tras la poda en la primavera, preferentemente el principio de la misma. El control de las hierbas adventicias sobre las líneas de los olivos se controlará mediante la aplicación de los herbicidas anteriormente detallados y el laboreo.

Hay que tener muy presente que si el herbicida entra en contacto con el olivo este morirá, por lo que los tratamientos se realizarán preferentemente en días con ausencia de viento y utilizando maquinaria específica provista de campana que solamente proyecten y localicen el producto sobre la zona de aplicación. Al menos es conveniente realizar dos aplicaciones, una en otoño antes de la recolección sobre el mes de noviembre y otra en primavera. Su aplicación se realiza bien mediante “mochilas” manuales en las que en la boquilla se le acopla un difusor o campana; o bien mediante equipos suspendidos o arrastrados al tractor específicas para este tipo de labores.



ANEJO 10: PROTECCIÓN DEL CULTIVO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	233
2. PLAGAS DEL OLIVO	234
2.1. MOSCA DEL OLIVO (<i>Bactrocera</i> o <i>Dacus oleae</i>)	234
2.2. BARRENILLO (<i>Phaeotribus scarabeoides</i>)	236
2.3. PRAYS DEL OLIVO (<i>Prays oleae</i>)	237
2.4. COCHINILLA DE LA TIZNE (<i>Saissetia oleae</i>)	240
2.5. ALGODÓN DEL OLIVO (<i>Euphyllura olivita</i>)	243
2.6. OTIORRINCO (<i>Othiorrhynchus cribricolis</i>).....	245
3. ENFERMEDADES DEL OLIVO	247
3.1. REPILO DEL OLIVO (<i>Cycloconium oleaginym Cas</i>)	247
3.2. ACEITUNA JABONOSA (<i>Gloeosporium olivarum</i>).....	249
3.3. TUBERCULOSIS DEL OLIVO O VERRUGAS (<i>Pseudomonas savastoni</i>). 251	
3.4. VERTICILIOSIS (<i>Verticilium Dahliae</i>	252



1. INTRODUCCIÓN

Entre los factores que inciden negativamente en la producción vegetal se encuentran en un primer plano las plagas y enfermedades, que provocan pérdidas de hasta un 35% de la producción mundial. Entre las causas de estas cifras se encuentra el desorden que el hombre ha introducido en la naturaleza con la agricultura moderna, que favorece el desarrollo y propagación de los patógenos. Para luchar contra ellos es necesario conocer en profundidad su biología y posteriormente poner a punto métodos de lucha eficaces, que no alteren el medio ambiente y que sean factibles de ser transmitidos a los agricultores.

Los distintos métodos de control de plagas y enfermedades los podemos dividir en culturales, físicos, químicos y biológicos. Los métodos culturales consisten en la manipulación de las condiciones relacionadas con el cultivo, de modo que sean desfavorables al patógeno. La luz, el calor y el sonido eran los tratamientos físicos más usados en la antigüedad. Los procedimientos de control químico están basados en el uso de sustancias que provocan la muerte del patógeno. Su aplicación ha evolucionado desde una lucha sistemática, según un calendario de tratamientos preestablecido, hacia una lucha dirigida y lucha integrada. Actualmente los métodos biológicos están tomando mucha importancia. En sentido amplio, se entiende como método biológico, toda modificación del medio ambiente en el que se respetan las reglas ecológicas de estabilidad y equilibrio, y que lleva hacia el mantenimiento de los patógenos por debajo del umbral económico. Está basado fundamentalmente en el uso de entomófagos, métodos genéticos, hormonales, microbiológicos, reguladores del crecimiento y mediadores químicos, como pueden ser las feromonas.

En este apartado se describe cuáles son las plagas y enfermedades principales de los olivos y cuáles son las de más relevancia en nuestra zona (Tortosa, 2006).

2. PLAGAS DEL OLIVO

La Mosca del olivo, Barrenillo, Prays, Cochinilla y Algodón, son las plagas más frecuentes y con mayores efectos desfavorables para el cultivo del olivo. No obstante, no es descartable la aparición de otras plagas, pero los daños provocados sobre el cultivo son de poca importancia (Técnicas de Cultivo: Plagas y Enfermedades del Olivo. Conserjería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, 2017).

A continuación, se describen algunas características de cada plaga, así como los daños que puede producir en el cultivo y sobre la calidad del aceite de oliva obtenido.

2.1. MOSCA DEL OLIVO (*Bactrocera* o *Dacus oleae*)

Es un insecto díptero de la familia de los Tripétidos que se encuentra en el área mediterránea, en el occidente de Asia y en muchas zonas de África. Los factores climáticos, temperatura y humedad, influyen decisivamente en el desarrollo de la plaga, de manera que limitan su área geográfica, regulando incluso su amplitud del ciclo biológico. En España, la mayor intensidad de la plaga se da en el litoral, donde es endémica dada la elevada humedad relativa existente (Alvarado *et al.*, 1998).

Además de las condiciones climáticas, la variedad del olivo y los depredadores de la mosca son también factores influyentes en el desarrollo de la plaga. Los adultos, en sus primeras generaciones pican las aceitunas más adelantadas, por lo que las variedades tempranas son más atacadas al principio. En cambio, en las generaciones últimas, la mosca busca las aceitunas de variedades tardías, porque se conservan más tiempo verdes. Por otra parte, la acción parasitaria de los depredadores de la *Dacus* es fuerte en verano, pero en otoño disminuye porque en esta época se alimentan de otros insectos además de la larva de mosca.

A) CICLO BIOLÓGICO

Pasa el invierno en estado de pupa, bajo tierra y con menos frecuencia en estado adulto en sitios resguardados. En primavera (marzo - abril) aparecen los adultos e inician un período en el que se alimentan de sustancias azucaradas y nitrogenadas, necesarias para el desarrollo de los genitales, que encuentran en exudados de flores, frutos, lesiones o picaduras e incluso en excreciones de otros insectos (melazas de homópteros).

La puesta de huevos se realiza en las aceitunas, tres días después del acoplamiento, la hembra elige los frutos de manera que tengan 8 ó 10 milímetros de diámetro por lo menos y que no estén picados con anterioridad.

En las últimas generaciones la hembra selecciona incluso frutos cuyo estado de madurez permita sincronizar su desarrollo con la evolución de la larva. Normalmente tiene 3 generaciones al año, aunque puede llegar a 4 en circunstancias muy favorables. Las generaciones estivales completan su ciclo en 35 a 40 días, llegando hasta 60 días en las generaciones otoñales.

Los factores climáticos, temperatura y humedad, influyen decisivamente en el desarrollo de la plaga, de manera que limitan su área geográfica, regulando incluso su amplitud del ciclo biológico. En España, la mayor intensidad de la plaga se da en el litoral, donde es endémica dada la elevada humedad relativa existente.

B) DAÑOS

Dacus oleae se considera una de las plagas más importantes y temibles del olivo. La mosca adulta pone sus huevos en el fruto, y la larva se desarrolla en el interior alimentándose del mesocarpio, provocando en la aceituna una disminución considerable, tanto del peso del fruto (20%) como del rendimiento en kilos de la producción final. Los frutos atacados tienen zonas de la piel más claras que el resto y a medida que la aceituna va madurando se produce su caída al suelo. Pero lo más importante es el daño indirecto que provoca la mosca en la calidad del aceite de la aceituna atacada (Guerrero, 2003).

Se produce una subida de la acidez y un deterioro de las características organolépticas, pero esto no es debido al parásito en sí mismo, sino a que ese ataque produce la rotura de la epidermis del fruto, favoreciendo la implantación de un complejo de microorganismos patógenos (Uceda y Hermoso, 1998).

C) MEDIOS DE LUCHA

El procedimiento para combatir la mosca es distinto según la zona. En el litoral mediterráneo se empezará a tratar cuando la aceituna tenga de 8 a 10 mm de tamaño, mientras que más al interior donde los ataques son accidentales habrá que determinar el nivel de población para iniciar el tratamiento.

El control de los niveles poblacionales se realiza mediante mosqueros en los que se introduce una disolución de fosfato biamónico al 3 % o proteína hidrolizable al 1 %. Se colocan en el interior del olivo, con orientación sur y a media altura. En épocas de lluvia, se debe completar colocando en el exterior del árbol placas trampa amarillas con atrayente sexual.

Cuando el número de moscas recogidas por mosquero sea superior a 25, se deben iniciar los tratamientos. En general, para las primeras generaciones, se debe tratar cuando se observa la primera aceituna picada, coincidiendo con la fórmula mosca/trampa/día y larva viva. Para las generaciones últimas, se debe tratar cuando el coeficiente de mosca por mosquero y día sea superior a 0,6.

2.2. BARRENILLO (*Phloeotribus scarabeoides*)

Es un coleóptero de la familia de los escolítidos, muy común en todas las zonas olivareras de la cuenca mediterránea. El adulto se traslada a los árboles y abre galerías nutricias en las ramitas de uno a tres años, tanto en ramillas florales como en las que tienen fruto. Estas galerías cortan el paso de la savia y provocan la muerte del ramo

Independientemente del efecto en pérdida de cosecha que produce el barrenillo, los adultos de las últimas generaciones provocan la caída prematura de frutos influyendo en la elevación del índice de acidez del aceite, tanto mayor cuanto más tiempo permanezcan las aceitunas en el suelo, produciendo al aceite sabores no deseados (Alvarado *et al.*, 1998).

A) CICLO BIOLÓGICO

Pasa el invierno en estado de adulto y en primavera se dirige a la leña de poda, abriendo un orificio que se prolonga en una cámara donde tiene lugar el acoplamiento. Posteriormente la hembra abre una galería a ambos lados de la cámara y realiza la puesta. Una vez salen las larvas, estas hacen galerías perpendiculares a la materna, y en el extremo se convierten en ninfas.

Los adultos de la primera generación abren galerías nutricias en la base del brote o en una yema axilar y provocan su muerte. Esto suele ocurrir en el mes de junio. Los adultos de la segunda generación aparecen en septiembre, de manera que algunos

hibernan y otros se aparean para dar una tercera generación en noviembre y que hiberna en estado adulto. Excepcionalmente puede ocurrir una cuarta generación.

B) DAÑOS

Hay que tener en cuenta que el barrenillo se reproduce en las leñas procedentes de la poda del olivo, por lo que los ataques son mayores en zonas próximas a poblaciones a casas de campo donde se guardan las leñas de poda.

El adulto se traslada a los árboles y abre galerías nutricias en las ramitas de uno a tres años, tanto en ramillas florales como en las que tienen fruto. Estas galerías cortan el paso de la savia y provocan la muerte del ramo.

Independientemente del efecto en pérdida de cosecha que produce el barrenillo, los adultos de las últimas generaciones provocan la caída prematura de frutos influyendo en la elevación del índice de acidez del aceite, tanto mayor cuanto más tiempo permanezcan las aceitunas en el suelo, produciendo al aceite sabores no deseados.

C) MEDIOS DE LUCHA

El barrenillo es bastante difícil de combatir directamente ya que por su forma de vida pasa la mayor parte del tiempo en el interior de galerías. Lo más recomendable es la lucha indirecta enterrando las leñas de poda o tratando las leñeras para evitar la propagación de la plaga. Es aconsejable podar las ramas atacadas y quemarlas.

2.3. PRAYS DEL OLIVO (*Prays oleae*)

El adulto es una pequeña polilla gris plateada con manchas oscuras que mide 13-14 mm de envergadura alar y unos 6 mm de larga. Alas con flecos. El huevo lenticular, aplastado, mide unos 0,5 mm de diámetro, es de color blanquecino recién puesto y vira a amarillento a medida que se incuba. La oruga de 7-8 mm en su máximo desarrollo, es de color avellana, aunque puede variar y cabeza oscura (Alvarado *et al.*, 1998).

A) CICLO BIOLÓGICO

Esta plaga tiene tres generaciones al año sincronizadas con el cultivo del olivo:

- I. **Filófaga:** los huevos son puestos entre octubre y noviembre en el haz de las hojas y próximos al nervio central. Las larvas recién nacidas penetran directamente en el interior de la hoja realizando una galería sinuosa donde pasa el invierno. En los meses de febrero y marzo reanuda su actividad, realizando galerías circulares, ovals o rectangulares. En el estadio 5 sale y se sitúa en el envés de la hoja, alimentándose de las yemas terminales de los brotes. Forma un capullo sedoso de donde surge el adulto en abril.
- II. **Antófaga:** los adultos de la generación filófaga realizan la puesta en los botones florales. La larva penetra dentro y se alimenta de las anteras, estigmas y ovarios de la flor.
- III. **Carpófaga:** las mariposas de la generación anterior realizan la puesta en la aceituna recién cuajada (junio). Las larvas al nacer penetran en la inserción del pedúnculo provocando la caída de frutos. Se instalan en el interior del fruto, entre el hueso y la almendra, alimentándose de ella. La larva madura sale por donde entró y realiza la crisálida entre dos hojas, en el tronco o en el suelo.

B) DAÑOS

Según la generación del insecto se diferencian en:

- I. **Filófaga:** daños en las hojas. No son importantes en los árboles desarrollados, pero sí en los jóvenes ya que dañan las hojas y brotes.
- II. **Antófaga:** causa diversos daños en las flores según años, población de la plaga, destino del fruto (mesa o aceite), etc. Se disminuye el índice de cuajado de las flores.
- III. **Carpófaga:** son muy importantes ya que se produce una caída de frutos. Esta caída se da en junio cuando la larva penetra en el fruto y en septiembre cuando sale del mismo (Alvarado *et al.*, 1998).

C) MEDIOS DE LUCHA

Para el seguimiento de las poblaciones del insecto se pueden utilizar trampas cebadas con la feromona sexual específica (tetradecenal), observar los brotes de invierno en generación filófaga, brotes con inflorescencia en generación antófaga y aceitunas para la generación carpófaga. En la lucha contra el prays nos encontramos con posibles momentos de tratamiento:

- En la generación filófaga dado que el daño que produce el prays es prácticamente insignificante, solo se recomienda el tratamiento en aquellos olivares en formación, en los que pueden producir daños de consideración. El tratamiento debe iniciarse al aparecer las primeras larvas fuera de las hojas. Al inicio de la floración, con un 20 o 30 % de flores abiertas, por ser el momento en que la mayor cantidad de prays está fuera de las flores y en estado de larva los productos son más eficaces. Como inconveniente nos encontramos con que en una parcela tendremos árboles en estados fenológicos muy dispares y un periodo de tratamiento muy corto, aproximadamente una semana, además de no ser la generación que produce los mayores daños. Se recomienda tratar siempre que no se den las siguientes circunstancias:
 - Abundante floración
 - Bajo nivel de plaga

- El segundo periodo de tratamiento sería cuando las larvas recién avivadas están penetrando en el fruto, que suele coincidir con un 50 % de huevos eclosionados. En esta generación la eficacia de los productos es menor y hay que mojar muy bien el árbol, pero es la generación que produce más daño. Se estima que por encima del 20 % de aceitunas con prays en junio está justificado su tratamiento.

2.4. COCHINILLA DE LA TIZNE (*Saissetia oleae*)

Muy extendida por toda la cuenca mediterránea, afecta al olivo y a los cítricos, prefiriendo zonas sombreadas y ambientes húmedos. La cochinilla succiona savia y excreta numerosas sustancias azucaradas (melaza) que impregnan el olivo y que en periodos húmedos sirve de alimento a unos hongos negros (negrilla o fumagina) que recubren los tejidos vegetales como si fuese un filtro, disminuyendo la fotosíntesis y la respiración (Alvarado *et al*, 1998).

Los daños indirectos ocasionados por la *Saissetia oleae* se manifiestan por una reducción de la capacidad fotosintética del árbol, lo que repercute en una disminución en la brotación y en la producción de aceitunas. Por el contrario, los daños directos que afectan al cultivo no son importantes (Guerrero, 2003).

A) CICLO BIOLÓGICO

Las hembras adultas aparecen hacia el mes de abril, se reproducen por partenogénesis, depositando debajo del caparazón más de mil huevos, muriendo después de la puesta. El caparazón permanece adherido al olivo protegiendo los huevos. El periodo de incubación es variable según la época y la temperatura, dos semanas en pleno verano y tres en la primavera y el otoño. Si se levanta un caparazón antes de la avivación de los huevos se detecta un polvillo rosado, que se vuelve blanquecino después de la salida de las larvas.

De los huevos nacen las larvas de primera edad que no abandonan inmediatamente el caparazón sino que permanecen unos días bajo él, son móviles por lo que tras salir del caparazón se desplazan sobre las hojas y brotes, al final de esta edad las larvas se fijan por el aparato bucal y proceden a la muda pasando a larvas de segunda edad, que son también móviles durante unos días para después fijarse y transformarse en larvas de tercera edad o ninfas que se desplazan durante poco tiempo para posteriormente fijarse de modo definitivo. De forma general presenta dos generaciones al año que se adelantan o se retrasan dependiendo de las condiciones climáticas. Aproximadamente las generaciones aparecen en:

- Primera generación: de mayo a julio.
- Segunda generación: de agosto a noviembre.

Individuos de la primera generación se retrasan y otros de la segunda se adelantan, por lo que encontramos hembras durante todas las épocas del año. La segunda generación no suele completar su ciclo por lo que la mayor parte de los individuos pasan el invierno en estado de larva de tercera edad o ninfa. Se consideran condiciones favorables para el desarrollo de esta plaga:

- Ausencia de predadores naturales, normalmente debido al abuso de los insecticidas.
- Suelos profundos y fértiles que mantengan la humedad.
- Climáticas: lluvias abundantes, temperaturas suaves y ausencia de fuertes vientos.
- Microclima creado en lugares resguardados o en depresiones del terreno.
- De cultivo: plantaciones densas, copas poco aireadas e iluminadas, árboles vigorosos propios de plantaciones donde se abusa de los fertilizantes nitrogenados y la poda no es la adecuada.

Se consideran factores desfavorables para el desarrollo del insecto:

- Climáticos: las altas temperaturas del verano combinadas con vientos secos son capaces de provocar mortandades superiores al 95 % de los estados larvarios.
- De cultivo: aquellas medidas culturales que favorezcan la aireación adecuada del árbol facilitan que las inclemencias meteorológicas afecten en mayor medida a las cochinillas y por tanto reducen las poblaciones. Entre tales medidas podemos citar la poda, la nutrición equilibrada sin exceso de abonos nitrogenados, plantaciones que no sean excesivamente densas, etc.
- Bióticos: es esta una plaga que cuenta con numerosos insectos auxiliares que nos ayudan a mantenerla controlada.

B) DAÑOS

Directos: las larvas y los individuos adultos extraen la savia elaborada de las plantas por lo que su presencia masiva puede provocar una disminución de la actividad vegetativa y productiva de las mismas.

Indirectos: la melaza excretada por las cochinillas sirve de alimento, entre otros, a los hongos de la tizne del olivo, siendo los daños producidos por éste más graves que los

directos. La presencia de la negrilla se ve favorecida por las mismas condiciones que favorecen el desarrollo de la cochinilla.

C) MEDIOS DE LUCHA

Si bien la presencia de la cochinilla de la tizne no suele revestir importancia en sí, sin embargo, su clara relación con el desarrollo de la negrilla hace necesario su control y tratamiento.

Lucha indirecta es la lucha más interesante y económica es aquella que se realiza con carácter preventivo y que está dirigida a crear aquellas condiciones que no favorezcan el desarrollo de estas dos especies:

- Realizar plantaciones poco densas sobre todo en zonas de ambiente húmedo.
- Realizar buenas podas y aclareos que permitan una correcta aireación e iluminación del árbol.
- No abusar de los abonos nitrogenados.
- Favorecer el control biológico de las poblaciones de estas dos especies de tal modo que no lleguen a suponer un problema para el olivar. Existen un gran número de insectos, parásitos y predadores en el medio que actúan directamente sobre estas especies.

La lucha biológica supone favorecer su presencia:

- No abusar de los insecticidas.
- Lucha química: Sólo es recomendable cuando el nivel de ataque sea importante, ya que hay que tener en cuenta que es costosa y que también se verán afectados los insectos beneficiosos. Es fundamental antes de recurrir a la lucha química determinar el momento adecuado de su aplicación, para obtener resultados satisfactorios, el tratamiento debe de realizarse cuando las larvas ya han salido de la protección del caparazón de la hembra, pues en otro momento apenas tendrá efecto (las hembras adultas son muy resistentes a los tratamientos).

Para determinar la fecha de aplicación hay que proceder previamente al reconocimiento del momento del ciclo en el que se encuentran las cochinillas, procediendo de la siguiente manera: se toma una muestra de unas cien cochinillas y se comprueba si al menos en el 90 % de ellas ya han eclosionado los huevos y las larvas están fuera del caparazón. De esta forma, si bajo el caparazón se detecta un polvo rosado

o al apretarlo los dedos quedan ligeramente húmedos, esto indica que los huevos no han avivado o que las larvas aún no han abandonado la hembra adulta, respectivamente. Por lo tanto, no será todavía el momento para la aplicación del correspondiente insecticida

Si al realizar la anterior operación se desprende un polvo blanquecino es indicador de que las larvas ya han abandonado la protección. Este será el momento adecuado para iniciar el tratamiento

El periodo crítico de tratamiento suele coincidir con el verano. Se considera esencial para el control de la plaga mojar muy bien el árbol, zona externa y zona interna, además de hacer los tratamientos sin viento y con temperaturas no excesivas. La época de aplicación vendrá determinada por la intensidad del ataque y por los controles que efectuemos. Pero en general, se harán en primavera o en verano. Si no hay una población de cochinillas muy alta debemos esperar al otoño para ver si las condiciones climáticas han bajado la población de la plaga a niveles aceptables.

2.5. ALGODÓN DEL OLIVO (*Euphyllura olivita*)

Es un insecto muy común en todos los países mediterráneos, y afecta sólo al olivo. Los adultos son de pequeño tamaño, gruesos y de color verde. Los huevos son de forma elíptica de pequeño tamaño, 0,3 mm y llevan un pequeño pedúnculo que le sirve para fijarse al olivo. Las larvas globosas son de color amarillo ocre o pálido, aplastadas. Segregan una cera blanca que recubre totalmente las colonias larvarias y que le da el aspecto característico de algodón, por el que se conoce la especie

Esta plaga presenta de dos a tres generaciones al año, ocasionando diversos daños al cultivo dependiendo del ciclo biológico del árbol. Los efectos son producidos tanto en el estado larvario como en el adulto. Este es un insecto chupador de savia elaborada que produce una alteración del desarrollo normal del vegetal. Daña las yemas que comprometen el desarrollo del árbol y a las inflorescencias; afectando a la fertilidad y a la caída de botones florales, traducándose en una disminución de frutos cuajados (Alvarado *et al.*, 1998).

A) CICLO BIOLÓGICO

Pasa el invierno en estado de adulto, refugiándose en la base de las ramitas, hojas y yemas. Durante los meses de marzo y abril comienza la puesta de huevos en los brotes en crecimiento. Las larvas al nacer chupan del brote o de otras partes de la planta donde nacen y pronto segregan filamentos de cera a los lados del abdomen, que engloban también a los excrementos, constituyendo masas redondeadas. Esta generación dura alrededor de un mes.

La segunda generación se desarrolla básicamente en las inflorescencias, es frecuente que los individuos de ambas generaciones se solapen. Los adultos de esta generación entran en reposo durante el verano hasta comienzos del otoño en que darán lugar a una tercera generación menos numerosa que a menudo pasa desapercibida.

B) DAÑOS

Al chupar de los botones florales las larvas y las ninfas de la primera generación, los hacen abortar sin llegar a abrirse, y en los años de ataque intenso puede tener importancia, lo que sucede raramente. Indirectamente sobre la melaza que excreta el algodoncillo se desarrolla la negrilla o tizne, siendo este daño más importante que el daño directo.

C) MEDIOS DE LUCHA

En general no es necesario hacer tratamiento, aunque se vea borra algodonosa, ya que las lluvias primaverales la lavan o arrastran, y así al quedar sin este abrigo, desaparecen las larvas. Cuando el ataque es muy fuerte, se deberían iniciar tratamientos a base de dimetoato (Reglamento de producción integrada de olivar) en pulverizaciones de buena presión para romper la borra y que penetre el líquido.

2.6. OTIORRINCO (*Othiorrhynchus cribricollis*)

Se trata de un insecto perteneciente al orden de los coleópteros. En estado adulto se torna de color pardo oscuro a pardo rojizo. En los élitros tienen reflejos pálidos. Longitud de 6 a 9 mm. Este escarabajo no posee alas. El huevo es de color claro al principio, pasando a casi negro al final del periodo de incubación, la forma es ovalada con una longitud de aproximadamente 1 mm. La larva de forma arqueada de 8 a 9 mm en su estado de máximo desarrollo.

A) CICLO BIOLÓGICO

Los adultos, sólo se conocen las hembras por lo que la reproducción es por partenogénesis, se ven a finales de mayo. Tienen costumbres nocturnas. Durante el día están ocultos en el suelo y a una profundidad variable que depende de la humedad y de la temperatura. Salen a comer a primeras horas de la noche. El mayor número de adultos se observa durante septiembre y octubre. Ponen huevos desde septiembre hasta finales de noviembre, en el suelo a poca profundidad y formando grupos pequeños o aislados.

Cuando nacen las larvas, aproximadamente tras un periodo de incubación de unas dos semanas, se entierran y desaparecen rápido, para alimentarse de las raíces de las plantas espontaneas y seguramente también de las del olivo. Lo favorecen el rocío y la humedad atmosférica.

Así permanecen en el suelo hasta abril - mayo del siguiente año en que se transforman en pupa en el interior de una cápsula terrosa, de la cual nacerán los nuevos adultos, tiene pues una sola generación anual.

B) DAÑOS

Los adultos comen hojas (dejando el borde dentado), yemas, pedúnculos, e incluso frutos. Debido a la incapacidad para volar tienen la necesidad de subir tronco arriba para alimentarse, por lo que preferentemente ataca a las partes bajas de los olivos. La larva ataca a la raíz, aunque no se ha estimado la gravedad de estos daños en el olivo.

C) MEDIOS DE LUCHA

No suele ser plaga que ocasione daños graves, pero ocasionalmente se encuentran olivares atacados por un gran número de individuos que hace necesario buscar estrategias de control. Estas son:

- Trampas: fajas de papel fuerte, con liria o liga, en el tronco de los árboles, para que los insectos al subir queden aprisionados por el pegamento.
- Tratamientos: los tratamientos deben dirigirse contra los adultos en los dos periodos de año en que se produce su salida para alimentarse, junio y septiembre.



3. ENFERMEDADES DEL OLIVO

En cuanto a las enfermedades más importantes que suelen afectar al olivo cabe destacar el Repilo, la Aceituna Jabonosa, el Escudete, la Tuberculosis del olivo o Verrugas, la Verticiliosis y el Emplomado (Técnicas de Cultivo: Plagas y Enfermedades del Olivo. Conserjería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, 2017).

3.1. REPILO DEL OLIVO (*Cycloconium oleaginym Cas*)

El repilo es una enfermedad producida por el hongo *Cycloconium oleaginum* y está considerada como la micosis del olivo más extendida en todas las regiones de España y en el resto de los países olivareros. La consecuencia más importante la constituye la intensa defoliación del arbolado, con el consiguiente debilitamiento y la disminución de la productividad. El síntoma más característico es la aparición en el haz de la hoja de unas manchas circulares de tamaño variable y coloración llamativa. Son menos frecuentes las lesiones producidas por la enfermedad en el peciolo de las hojas, al pedúnculo del fruto y en el fruto. En este caso las manchas son de tonalidad pardo-oscura y de forma alargada. Como consecuencia de estas lesiones foliares se produce una caída importante de hojas, lo cual se aprecia claramente en el arbolado y, sobre todo, en las ramas bajas, que son las más afectadas por la enfermedad y que pueden quedar totalmente defoliadas. Cuando la lesión está localizada en la zona peduncular del fruto, lo cual no es muy frecuente, éste cae prematuramente, acompañado de un trozo de pedúnculo (Guerrero, 2003).

En referencia a la calidad del aceite de oliva obtenido de los frutos recogidos del suelo, se manifiesta una alteración de la calidad organoléptica y de los índices fisicoquímicos que la determinan (Uceda y Hermoso, 1998).

A) CICLO BIOLÓGICO

El ciclo evolutivo del repilo tiene cuatro fases bien determinadas:

- **Germinación:** necesita agua libre sobre la conidia o humedad superior al 98 % y sobre la zona de penetración en el tejido receptor y temperaturas comprendidas entre 0 y 27°C, con temperatura óptima de 15° C.
- **Infección:** las primeras infecciones coinciden con el periodo de lluvias del final del verano o principios del otoño, requiere agua libre sobre las hojas durante uno o dos días dependiendo de la temperatura 5– 25° C.

- **Esporulación:** la constituye la aparición al exterior de la hoja de los cuerpos fructíferos (conidias) constituyendo los síntomas visuales, que propagan la enfermedad. El periodo de tiempo que transcurre desde la infección a la aparición de los síntomas externos constituye el periodo de incubación, este periodo de incubación tiene una duración variable de 4 a 15 semanas. Un método para diagnosticar las infecciones ocultas que darán la cara tras pasar el periodo de incubación consiste en sumergir una muestra de hojas de olivo en una disolución de sosa cáustica al 5 % y esperar 15 - 25 minutos, transcurrido este tiempo aparecen en las hojas infectadas unas manchitas negras que corresponden a los tejidos afectados por el repilo.
- **Diseminación:** las conidias se dispersan casi exclusivamente por la lluvia, de aquí que las sucesivas infecciones tengan lugar preferentemente en sentido descendente en el árbol, y que las zonas bajas sean las más afectadas.

B) DAÑOS

El síntoma más característico es la aparición en el haz de la hoja de unas manchas circulares de tamaño variable y coloración llamativa. Inicialmente estas lesiones son de color oscuro, pero al poco tiempo se rodean de un halo amarillento y la zona central de la mancha toma una tonalidad también amarilla, en otoño – invierno el halo no suele aparecer mientras que es muy usual en primavera.

Posteriormente vuelve a oscurecerse, al desarrollarse sobre ella los cuerpos fructíferos del hongo. En ocasiones la lesión presenta un tono blanquecino, debido a la separación de la cutícula y la epidermis. Como consecuencia de estas lesiones foliares se produce una caída importante de hojas, lo que se aprecia claramente en el arbolado y, sobre todo, en las ramas bajas, que son las más afectadas por la enfermedad y pueden quedar totalmente desfoliadas, disminuyendo la productividad.

Cuando la lesión está localizada en la zona peduncular del fruto, lo cual no es muy frecuente, éste cae prematuramente, acompañado de un trozo de pedúnculo.

C) MEDIOS DE LUCHA

En general, son aconsejables aquellas medidas culturales que favorecen la aireación y reducen la condensación, como son las podas que eviten copas demasiado densas y muy pobladas. En zonas endémicas es recomendable la elección de variedades menos susceptibles a la infección. Los momentos óptimos para el tratamiento químico corresponden a los periodos clásicos de final de verano o principios del otoño y final del invierno.

En variedades sensibles o en zonas endémicas, con infecciones de repilo en verano elevado, es necesario tratar antes de que se produzcan las primeras lluvias de final de verano o principio de otoño y repetir este tratamiento en la primavera siguiente. Si la infección de verano fuera baja, el tratamiento puede retrasarse hasta la aparición de las primeras lluvias.

En variedades medianamente sensibles, etc., bastará con un tratamiento en otoño y sólo si hay una primavera muy lluviosa sería recomendable otro en esta época. Los tratamientos deben mojar bien toda la superficie foliar sobre todo las partes bajas donde se acumula la humedad.

3.2. ACEITUNA JABONOSA (*Gloeosporium olivarum*)

Esta enfermedad conocida también con los nombres de antracnosis, lepra, “vivillo” o momificado, está presente en muchos países olivareros, tanto de la cuenca mediterránea como de América y Asia. Es un hongo Deuteromiceto que ataca fundamentalmente al fruto, aunque en algunas ocasiones también puede aparecer en hojas, madera y brotes (Trapero y Blanco, 1998).

A) CICLO BIOLÓGICO

El ciclo de esta enfermedad no es muy conocido, parece que pasa el periodo desfavorable para su desarrollo en las aceitunas afectadas que permanecen en el suelo o las que pudieran quedar en el árbol. El desarrollo de las aceitunas jabonosas está muy ligado a las condiciones ambientales húmedas. Para que se produzca la esporulación requiere humedad relativa superior al 90 %, y para que las conidias se separen de las aceitunas y produzcan nuevas infecciones es necesaria la lluvia. En condiciones de

humedad propicias la infección se puede producir en un intervalo de temperaturas de 10–30° C con un óptimo entre los 20 – 26° C.

Por lo dicho anteriormente, son la primavera y el otoño las épocas más propicias para su desarrollo. Aunque las conidias son capaces de germinar con la piel de los frutos intacta, si esta se encuentra dañada por cualquier agente la penetración se facilita, por lo que los ataques son más severos, tal es el caso de las aceitunas atacadas por la mosca del olivo.

B) DAÑOS

Se detecta esta enfermedad por la aparición en las aceitunas de manchas circulares de coloración ocre que van creciendo y produciendo, en disposición concéntrica, los órganos reproductivos que albergando una agrupación de esporas de coloración del rosa al anaranjado. Sobre estas manchas se va concentrando una sustancia gelatinosa de color rosa - anaranjado que después se vuelve parda, de donde le viene el nombre de “aceituna jabonosa” (Uceda y Hermoso, 1998).

Posteriormente la piel de las aceitunas atacadas se seca y vuelve coriácea. También se seca la sustancia gelatinosa, quedando una costra anaranjada o parda. Si el ataque no prospera por las condiciones ambientales adversas, los frutos quedan arrugados y brillantes. Los daños de esta enfermedad pueden resumirse en:

- Caída de las aceitunas.
- Deshidratación de las aceitunas.
- Pérdidas de calidad del aceite: se debe al aumento del grado de acidez y a la coloración que adquieren los aceites cuando el ataque ha sido intenso (aceites colorados).
- Cuando afecta a las hojas se observan manchas cloróticas, que pueden producir defoliaciones.

C) MEDIOS DE LUCHA

Como sistemas de lucha indirecta citaremos aquellas medidas que favorezcan la aireación de las copas, la elección de variedades resistentes, evitar el encharcamiento y el exceso de humedad en el suelo, tratar contra la mosca del olivo, recoger o enterrar con las labores la materia vegetal afectada.

Como lucha química se recomiendan tratamientos de otoño que coinciden en fechas y materia activa aplicados contra el repilo del olivo.

3.3. TUBERCULOSIS DEL OLIVO O VERRUGAS (*Pseudomonas savastoni*)

La tuberculosis está producida por una bacteria del orden de las Eubacteriales. Se trata de una alteración muy extendida en el olivar español y depende mucho de la sensibilidad varietal, entre otras causas. La bacteria penetra en el olivo a través de heridas producidas generalmente por la poda, la recolección, el granizo o las heladas. Cuando se da alguna de estas circunstancias o la combinación de ellas y una variedad es sensible, la bacteria se extiende de un modo espectacular. La propagación se hace a través del agua de lluvia, los roces de las ramas por el viento, o los instrumentos de poda, principalmente (Guerrero, 2003).

A) CICLO BIOLÓGICO

La tuberculosis se caracteriza por la aparición de tumores que en un principio son pequeños, blandos, lisos y de color verde. Posteriormente se lignifican y endurecen presentando una superficie irregular, rugosa y agrietada. Su tamaño, una vez alcanzado el total desarrollo, es parecido al de una avellana, y pueden estar aislados o muy próximos unos a otros.

B) DAÑOS

Cuando el ataque es fuerte puede provocar el debilitamiento y secado de muchas ramas atacadas, incluso el propio árbol (Trapero y Blanco, 1998)

Los olivos atacados producen frutos de muy mala calidad, poca cosecha y con frecuencia la oliva cae al suelo por falta de nutrición. Los aceites obtenidos son de poco rendimiento y con sabores extraños (Uceda y Hermoso, 1998).

C) MEDIOS DE LUCHA

Fundamentalmente la lucha contra la tuberculosis del olivo es preventiva, ya que el uso de bactericidas no proporciona los resultados esperados además de tener un alto coste. Así citaremos algunas medidas a tener en cuenta para no propagar la enfermedad:

- Eliminar los tejidos afectados.
- Hacer las podas en tiempo seco, periodo más desfavorable para el desarrollo de la enfermedad.
- Hacer la recolección produciendo el mínimo número de heridas.
- No recolectar con lluvias.
- Desinfectar las herramientas de poda.
- No utilizar estacas o injertos afectados.
- Empleo de variedades menos susceptibles.
- Hacer tratamientos contra aquellas enfermedades que produzcan la caída de las hojas.
- Mantener un abonado equilibrado, sin abuso de nitrogenados.

3.4. VERTICILIOSIS (*Verticillium Dahliae*)

La verticilosis del olivo fue descrita por primera vez en Italia en 1946 y años después en zonas olivareras de Estados Unidos. Esta enfermedad no se diagnosticó en España hasta 1975. En la actualidad en España la verticilosis es la enfermedad del olivar más importante después del repilo, y probablemente es la que más preocupa a agricultor y técnicos, ya que no se vislumbran soluciones que permitan resolver de forma eficaz este problema. Solamente el empleo de variedades tolerantes en las nuevas plantaciones, y especialmente en las de riego, se presenta como solución eficaz (Guerrero, 2003).

La verticilosis está causada por el hongo *Verticillium dahliae*, que se reproduce asexualmente por medio de conidias y produce microesclerocios adaptados a soportar condiciones ambientales muy adversas. La transformación en regadío de una importante superficie cultivada secularmente en secano es uno de los detonantes para el desarrollo y expansión de la enfermedad. Aunque los síntomas de la enfermedad no son siempre los mismos, se distinguen dos cuadros sintomatológicos diferentes: la muerte súbita, por lo que un pie o el árbol completo se seca totalmente y en un breve periodo de tiempo, incluidas ramas, ramitas, hojas, inflorescencias o frutos, lo que acontece principalmente en otoño y primavera; o el denominado decaimiento lento, síntoma caracterizado por la seca de ramas y ramitas finas, apareciendo la sintomatología a principio de la primavera (Trapero y Blanco, 1998).

A) CICLO BIOLÓGICO

El parásito puede perpetuarse sin interrupción, unas veces procedente de las plantas de la misma especie y otras pasando de un huésped a otro, bien sea en las plantas cultivadas o en las espontáneas. El hongo se reproduce de forma asexual mediante conidias que tienen una breve persistencia, y cuando se encuentra con condiciones ambientales adversas produce unos microesclerocios, gracias a los cuales persiste en el suelo durante muchos años hasta que encuentra la raíz de una planta susceptible de ser atacada, de 12 a 14 años. Es capaz de desarrollarse sobre una amplia gama de especies entre las que figuran una gran cantidad de malas hierbas de hoja ancha y especies cultivadas entre las que destacan: algodón, cártamo, girasol, remolacha y hortícolas (berenjena, tomate, patata, pimiento).

El hongo inicia normalmente el ataque, por las raíces o en la parte del tallo, aprovechando normalmente lesiones recientes, hechas por las labores, o por los seres vivos, como insectos, nematodos, etc. aunque es capaz de penetrar a través de la raíz intacta. La planta reacciona formando sustancias viscosas que taponan los vasos (traqueomicosis). Una vez el hongo penetra en el interior de la planta produce conidias que se trasladan vía xilema a las partes aéreas. Cuando la enfermedad está muy desarrollada comienza la formación de microesclerocios en todos los tejidos vegetales, que cuando se descomponen los dejan libres para nuevas infecciones.

Como medio de dispersión de la enfermedad tenemos los movimientos de suelos con microesclerocios, los aperos y herramientas, el agua de riego y el propio material vegetal. Dentro de la misma especie del patógeno nos encontramos con dos tipos que se diferencian por la capacidad de virulencia que tienen, así los patotipos defoliantes son más virulentos y tienen más capacidad para matar al cultivo, siendo los más comunes los no defoliantes que tienen una capacidad virulenta menor.

En el terreno la enfermedad no suele aparecer hasta transcurridos dos años desde la plantación, tras la aparición de los síntomas puede ocurrir la muerte de la planta o que ésta se recupere.

B) DAÑOS

La enfermedad no siempre se manifiesta de igual modo, si bien los distintos síntomas pueden agruparse en dos grupos denominados Apoplejía y Decaimiento lento.

El primero de ellos consiste en una muerte rápida de las ramas afectadas o de incluso de toda la planta, suele producirse durante el otoño – invierno, generalmente las hojas no se desprenden de los olivos afectados, sino que quedan adheridas. Este síntoma parece estar ligado a otoños lluviosos con temperaturas suaves. La corteza de las ramas afectadas adquiere una coloración morada o púrpura y a veces se observa una coloración oscura en los vasos del xilema.

El decaimiento lento aparece con preferencia en la primavera, los síntomas que presenta son una alta defoliación mientras las inflorescencias permanecen adheridas. Raramente se produce la muerte de la raíz, por lo que se produce un fuerte desarrollo de varetas que regeneran el árbol, si bien, transcurrido un tiempo la enfermedad puede volver a aparecer.

Dada la poca especificidad de los síntomas es difícil diagnosticar la enfermedad si no se aísla el patógeno en un cultivo de laboratorio. El hongo no se encuentra en las partes marchitas o secas. Para observaciones y estudios deben hacerse cortes en las partes próximas todavía verdes, donde puede verse un micelio algodonoso y blanco. Si el corte se hace en el límite de las zonas secas y verdes, generalmente se apreciará en la madera manchas pardas.

El daño puede ser grave, porque puede llegar a matar el árbol. Afecta siempre al rendimiento de la cosecha. Y en el caso de plantaciones jóvenes, especialmente en las intensivas, puede perjudicar tanto, que trastorne gravemente la marcha de la plantación.

C) MEDIOS DE LUCHA

En primer lugar, debemos tener presente que no existe ningún método efectivo de control de esta enfermedad, por lo que tendremos que recurrir a una serie de medidas que no son del todo eficaces. Entre las medidas preventivas están las siguientes:

- Evitar hacer plantaciones en terrenos que recientemente hayan estado plantados de patatas, tomates, algodón, melones, etc. y, por supuesto no hacerlas donde haya habido olivos atacados sin desinfectar previamente.
- Utilizar plantones libres de la enfermedad; frecuentemente los viveros de olivos se asientan sobre terrenos que anteriormente han estado cultivados con especies sensibles al hongo.

Si ya tenemos la enfermedad en la parcela deberemos limitar la expansión de la misma esmerando el control de las malas hierbas, la destrucción de los tejidos infectados, tratamientos químicos, siembra y enterrado en verde de cultivos antagonistas. Dado que la enfermedad se ve favorecida por la humedad en el suelo, se deberían restringir los riegos o regar en las épocas más desfavorables para el desarrollo del parásito (durante el verano), efectuar un abonado equilibrado.





ANEJO 11: ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	259
2. MAQUINARIA Y PROCESOS	261
2.1. PLANTACIÓN	261
2.2. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO	262
2.3. RECOLECCIÓN	263
3. COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN.....	264
3.1. PLANTACIÓN	264
3.2. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO	268
3.3. RECOLECCIÓN	270
4. CONCLUSIONES	271





1. INTRODUCCIÓN

La mecanización agrícola es un instrumento de gestión de la agricultura. El cambio de nivel o de tipo de mecanización o de industrialización producirá un aumento de los rendimientos de los cultivos, sólo si lo emplean los productores para eliminar o reducir las limitaciones concretas, para lograr el potencial de producción de sus recursos. Sin embargo, la producción viene determinada por muchos elementos individuales y por la forma como estos interactúan.

En términos generales la mecanización reduce el Trabajo físico humano; es menos extenuante conducir un tractor que cultivar el campo todo el día con un azadón u otra herramienta manual. Un tractor tirando un arado puede cultivar un área más grande que un hombre con una herramienta manual en el mismo tiempo, con el consecuente incremento de la productividad y reducción en los tiempos de operación. Integrando ciertas operaciones agrícolas, mediante procesos mecánicos, como sembrar y cosechar oportunamente, se aumentan los rendimientos considerablemente y se cubre una mayor área.

La mecanización depende de una serie de factores estructurales, agronómicos, técnicos y económicos, siendo un cultivo que no permite establecer unas soluciones de carácter general, sino que las técnicas a adoptar dependen de los factores que se detallan a continuación:

- **Factores estructurales:** el tamaño de la parcela, que determinará el tipo de maquinaria y su tamaño; la orografía, la presencia de pendientes afecta directamente a la potencia requerida y condiciona el tipo de máquinas a emplear por las medidas de seguridad ligadas con la estabilidad del tractor; el clima que afecta al desarrollo del olivo y a las condiciones del suelo a lo largo del tiempo y condiciona el tipo de máquinas y el tiempo de utilización de las mismas, su transitabilidad y su coste; y el tipo de suelo, que influye notablemente en la potencia requerida en las operaciones de laboreo y en la transitabilidad de las unidades de tracción.
- **Factores agronómicos:** el marco de plantación que condiciona los tipos de máquinas a utilizar y su tamaño; y el tipo de árbol ya que la estructura, sobre todo el número de pies tiene una incidencia decisiva. Los sistemas de recolección integrales sólo son aplicables a árboles de un solo pie.

- **Factores técnicos:** dependen de las tecnologías disponibles. El tipo de tractor y de maquinaria a un precio asequible y con un respaldo adecuado de repuestos y mantenimiento.
- **Factores económicos:** los más influyentes son la estructura de la propiedad y el coste y disponibilidad de mano de obra.

El objeto del Trabajo es la conversión de un cultivo de olivar tradicional en un cultivo de alta densidad. Los costes que se van a calcular en este apartado corresponden a la implantación del cultivo, ya que el objetivo del trabajo no es el diseñar un cultivo lo más eficiente posible.

No se busca la máxima rentabilidad de la explotación sino el mínimo coste de producción, (mano de obra, maquinaria, etc....).



2. MAQUINARIA Y PROCESOS

Partimos de la base de que la explotación no cuenta con maquinaria propia con lo que todas las actuaciones que se llevarán a cabo serán subcontratadas. En este apartado se detalla la maquinaria a utilizar durante las diferentes fases de implantación del cultivo:

- Tractor de 90 cv
- Tractor de 140 cv
- Vendimiadora de 180 cv
- Subsolador
- Arado de 4 surcos
- Semikchisel de 4 m
- Cultivador de 3 m
- Pulverizador H.
- Atomizador
- Desbrozadora
- Vertedera bisurco
- Barredora
- Picadora
- Podadora de discos
- Cortadora bajos
- Remolque de 10 t
- Remolque de 14 t

2.1. PLANTACIÓN

A. PREPARACIÓN DEL TERRENO:

- Subsulado: laboreo en profundidad de 75-80 cm
 - Tractor
 - Subsolador de una reja con 80 cm de profundidad de trabajo
- Abonado de fondo: abono orgánico se aportan 35 tn de estiércol de oveja por ha.
 - Tractor
 - Remolque esparcidor

- Labor de volteo y enterrado:
 - Tractor
 - Vertedera bisurco de 40 cm de profundidad y 1 m de anchura de trabajo

B. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

- Apertura de zanjas para tuberías
 - Retroexcavación

C. LABORES DE PLANTACIÓN

- Aperturas de surcos para realización de los hoyos de plantación:
 - Tractor
 - Vertedera bisurco de 40 cm de profundidad y 1 m de anchura de trabajo
- Reparto de plantas y material de plantación (postes y cables):
 - Tractor
 - Remolque de 9 Tm
- Entutorado:
 - Tutor de madera de bambú de 1,70 m de alto y 14/16mm de diámetro

2.2. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO

A. LABOREO DE MANTENIMIENTO DEL SUELO DURANTE 3 AÑOS

- Tractor
- Cultivador

B. MANTENIMIENTO DE LA CUBIERTA VEGETAL

- Tratamientos herbicidas
 - Tractor
 - Pulverizador
- Segado de la cubierta vegetal
 - Tractor
 - Segadora

C. PROTECCIÓN DEL CULTIVO

- Tratamientos fitosanitarios
 - Tractor
 - Pulverizador
 - Espolvoreador

D. PODA

- Poda Manual
 - Operarios
- Poda mecánica para la formación del seto
 - Tractor
 - Podadora de discos
- Picado de los restos de poda
 - Tractor
 - Picadora
- Fertilización
 - Tractor
 - Remolque esparcidor

2.3. RECOLECCIÓN

- Recolección
 - Tractor
 - Remolque
 - Vendimiadora

3. COSTES DE IMPLANTACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

El objetivo de nuestro Trabajo es la implantación de un cultivo superintensivo. Con este tipo de cultivo se pretende una obtención máxima de beneficios del cultivo, mecanizando los procesos y una reduciendo el tiempo y mano de obra a aplicar al cultivo. El cultivo, por la extensión de la parcela, no es la actividad primaria de sustento, sino un complemento.

Tal y como se ha descrito en el Trabajo, las parcelas sobre las que se implantará el cultivo, están plantadas de olivos. Es un olivar tradicional con marco de plantación de 6 x 7 m. Se procederá al arranque de dichos olivos. El arranque de dichos olivos no se considera un gasto, ya que dicho coste es canjeado por leña. Se acuerda el arranque y retirada de los olivos a cambio de la leña.

Calculamos los costes de implantación de la explotación por partes para las labores de plantación, mantenimiento del cultivo y recolección. Estos costes se calculan para el primer y segundo año de la explotación.

3.1. PLANTACIÓN

A. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Subsolado del suelo mediante acción mecánica, con subsolador tipo Topo a 75 cm de profundidad, con la finalidad de eliminar capes impermeables.

Precio por ha= 47,60 €

Importe total= 47,6 x 1,2 ha= 57,12 €

Abonado de fondo: abono orgánico se aportan 35 tn de estiércol de oveja por ha. Aplicación de estiércol maduro en superficie con ayuda de esparcidor de estiércol.

Precio por ha= 358,28 €

Importe total= 358,28 x 1,2 ha= 429,94 €

Labor de volteo y entorro. Pase de cultivador en superficie para disgregar agregados y homogeneizar la capa superficial.

Precio por ha= 23 €

Importe total= 23 x 1,2 ha= 27,6 €

B. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Excavación en apertura de caja y zanjas de tierras de consistencia media, realizada con medios mecánicos, incluso perfilado de fondo, hasta una profundidad máxima de 50 cm. Medida en perfil natural

Precio por m³= 3,58 €

Importe total= 36 m³ x 3,58 €= 128,88 €

Tubería de PEBD diámetro 16 mm con goteros integrados Tubería de diámetro interior 15,8 mm y diámetro nominal 16 mm. con goteros integrados cada 1,25 m con un caudal de descarga de 4L/h.

Precio por m= 0,21 €

Importe total= 1.723 m x 0,21 €= 361,83 €

Tubería de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Tubería de PEAD de diámetro nominal 75 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.

Precio por m= 2,62 €

Importe total= 61 m x 2,62 €= 159,82 €

Tubería de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 90 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.

Precio por m= 1,74 €

Importe total= 25 m x 1,74 €= 43,5 €

Tubería de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Tubo de PVC de diámetro nominal 110 mm, para una presión de trabajo de 6 atm.

Precio por m= 1,80 €

Importe total= 17 m x 1,8 €= 30,6 €

Electroválvula para la automatización del riego e instalación de la misma, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal.

Precio por unidad= 48,99 €

Importe total= 1 x 48,99 €= 48,99 €

Válvula de retención de diámetro nominal de válvula de 110 mm, construida en PVC con asiento de EPDM y muelle de acero inoxidable.

Precio por unidad= 65,30 €

Importe total= 1 x 65,30 €= 65,30 €

Codo 90° de PVC de diámetro exterior 110 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90°, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.

Precio por unidad= 4,50 €

Importe total= 1 x 4,5 €= 4,50 €

Codo 90° de PEAD de diámetro exterior 75 mm, 6 atm. Elemento de unión en ángulo de 90°, usado para unir tuberías de PEAD, con diámetro nominal de 110 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.

Precio por unidad= 3,08 €

Importe total= 1 x 3,08 €= 3,08 €

T de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm. Elemento de unión en T, fabricado en PVC, con diámetro nominal de 90 mm, para un trabajo de presión de 6 atm.

Precio por unidad= 2,85 €

Válvula de ventosa. Válvula de ventosa trifuncional, con rango de trabajo en presiones de 0,2-10 bar y 2"

Precio por unidad= 57,25 €

Filtro de malla de 200 micras autolimpiantes. Filtro de malla de 200 micras, autolimpiante, con proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red, con soporte de acero inoxidable

Precio por unidad= 295,60 €

Programador electrónico. Suministro e instalación de programador electrónico de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.

Precio por unidad= 167,24 €

Arqueta de riego. Arqueta de riego rectangular, en plástico, para instalación de Electroválvulas.

Precio por unidad= 4,26 €

Montaje de equipo de riego. Montaje de equipo de riego por personal cualificado.

Precio por hora= 16,80 €

Bomba dosificadora. Bomba dosificadora de pistón cerámico, de 0,37 Kw, con un caudal máximo de 200 L/h.

Precio por unidad= 847,00 €

Tanque de fertilización fabricado en poliéster. Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad 1000 L.

Precio por unidad= 373,60 €

Caseta de hormigón modelo Andalucía-1, de medida 300 cm x 200 cm x 220 cm, con puerta de plancha galvanizada de dos hojas con cerradura y con solera.

Precio por unidad= 1.900 €

C. LABORES DE PLANTACIÓN

Aperturas de surcos para realización de los hoyos de plantación del olivo. Plantación con del olivo con plantadora guiada por GPS. La máquina abrirá un hoyo, un operario depositará un olivo y un tutor, y la máquina cerrará el hueco.

Precio por unidad= 0,7 €

Unidades= 2.000

Total= 0,7 €/planta x 2000 plantas= 1.400 €

Plantón de olivo en bolsa de 0,50-1,00m en bolsa de variedad Arbequina certificada.

Precio por unidad= 1,6 €

Unidades= 2.000

Total= 1,6 €/planta x 2000 plantas= 3.200 €

Protector de olivos negro G/1000 60x20 fabricado en PVC negro con agujeros. Medidas 60x20; garga 1000.

Precio por unidad= 0,25 €

Unidades= 2.000

Total= 0,25 €/planta x 2000 plantas= 500 €

Tutor de madera de bambú de 1,70 m de alto y 14/16mm de diámetro.

Precio por unidad= 1,89 €

Unidades= 2.000

Total= 1,89 €/planta x 2000 plantas= 3.780 €

3.2. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO

Para los cultivos de riego y fertirrigación, se distribuyen las materias fertilizantes entre el nº de riegos anual para poder realizar el áculod e costes. Se considera un coste de mentenimineto de un 4% del valor de la instalación, aunque existe un coste fijo de amortización e intereses para la instalación que va a parte el cula también se distribuye por el nº de riegos.

A. PRIMER AÑO

Aplicación de herbicida en la línea de cultivo.

Precio por ha= 214 €

Importe total= 214 x 1,2 ha= 256,8 €

Aplicación de herbicida en la calle.

Precio por ha= 390 €

Importe total= 390 x 1,2 ha= 468 €

Fertirriego.

Precio por ha= 195 €

Importe total= 195 x 1,2 ha= 234 €

Tratamiento fitosanitario.

Precio por ha= 65 €

Importe total= 65 x 1,2 ha= 78 €

Atado de planta.

Precio por ha= 120 €

Importe total= 120 x 1,2 ha= 144 €

Reposición de cañas.

Precio por ha= 15 €

Importe total= 15 x 1,2 ha= 18 €

Replantación.

Precio por ha= 15 €

Importe total= 15 x 1,2 ha= 18 €

B. SEGUNDO AÑO Y SIGUIENTES

Aplicación de herbicida en la línea de cultivo.

Precio por ha= 210 €

Importe total= 210 x 1,2 ha= 252 €

Aplicación de herbicida en la calle.

Precio por ha= 390 €

Importe total= 390 x 1,2 ha= 468 €

Fertirriego.

Precio por ha= 195 €

Importe total= 195 x 1,2 ha= 234 €

Tratamiento fitosanitario.

Precio por ha= 65 €

Importe total= 65 x 1,2 ha= 78 €

Atado de planta.

Precio por ha= 120 €

Importe total= 120 x 1,2 ha= 144 €

Poda.

Precio por ha= 50 €

Importe total= 50 x 1,2 ha= 60 €

Reposición de cañas.

Precio por ha= 15 €

Importe total= 15 x 1,2 ha= 18 €

Replantación.

Precio por ha= 15 €

Importe total= 15 x 1,2 ha= 18 €

3.3. RECOLECCIÓN

Cosecha.

Precio por ha= 400 €

Importe total= 400 x 1,2 ha= 480 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

ACTIVIDAD		EUROS	% DEL PROYECTO
Plantación	Plantación	514,66	3,05
	Sistema de Riego	4.511,1	26,74
	Labores de plantación	8.880	52,63
Mantenimiento del cultivo	Primer año	1.216,8	7,21
	Segundo año y siguientes	1.272	7,54
Recolección	Cosecha	480	2,83
		16.870,56	100

➤ SUMA DE GASTOS= 16.870,56 €

➤ IVA 21%= 3.144,65 €

➤ **COSTE TOTAL DE LA II MPLANTACIÓN= 20.413,37 €**

4. CONCLUSIONES

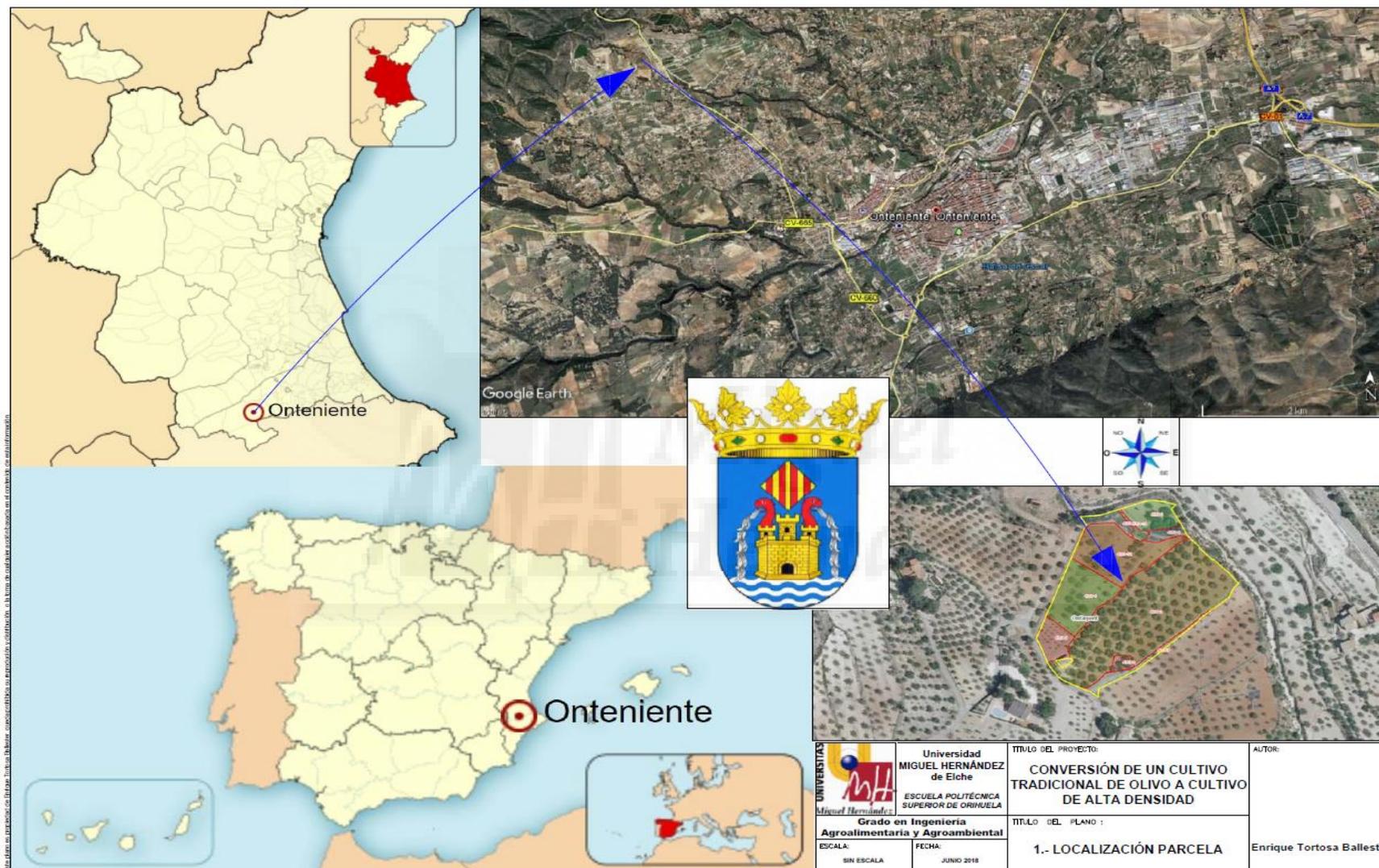
Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, con este tipo de cultivo se pretende una obtención máxima de beneficios del cultivo, mecanizando los procesos y una reduciendo el tiempo y mano de obra a aplicar al cultivo. No obstante, se trata de una segunda actividad. La agricultura no es la principal fuente de ingresos. Se pretende minimizar los costes por mano de obra, mecanizando las actividades y optimizar las producciones por unidad de superficie (ha).

Se ha calculado los costes mínimos de implantación de la explotación. Se asumen en su totalidad por parte del propietario, sin necesidad de solicitud de crédito, ya que considera razonable la inversión y dispone de dicho capital para su implantación.



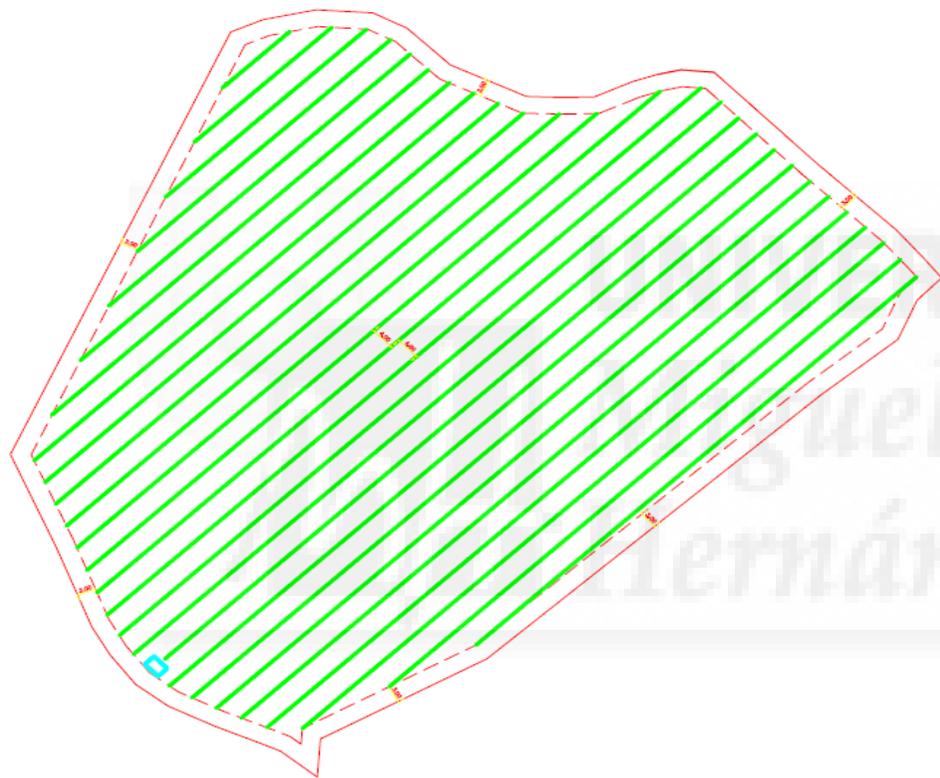


8. PLANOS





Este documento es propiedad de Enrique Tortosa Ballester. Queda prohibida la reproducción o distribución de este documento sin el consentimiento expreso del autor.

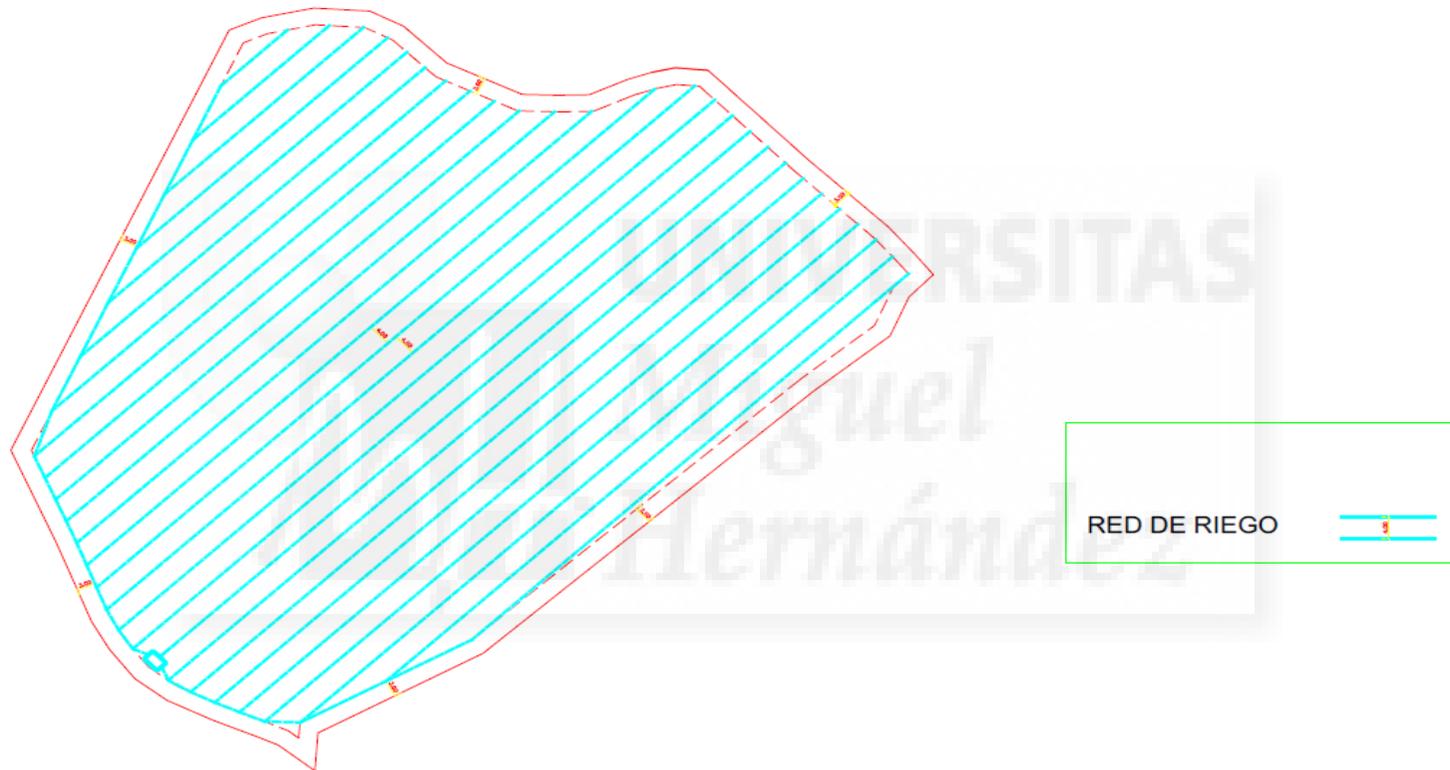


OLIVOS

 UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ Miguel Hernández	Universidad MIGUEL HERNÁNDEZ de Elche ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA	TÍTULO DEL PROYECTO: CONVERSIÓN DE UN CULTIVO TRADICIONAL DE OLIVO A CULTIVO DE ALTA DENSIDAD	AUTOR:
	Grado en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental	TÍTULO DEL PLANO : 2.- PLANO DE PLANTACIÓN	Enrique Tortosa Ballester
ESCALA: 1:1000 	FECHA: JUNIO 2018		



Este documento es propiedad de la Universidad Miguel Hernández. Toda su reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de la Universidad Miguel Hernández quedan expresamente prohibidos.



 UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA Grado en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental	Universidad MIGUEL HERNÁNDEZ de Elche ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA	TÍTULO DEL PROYECTO: CONVERSIÓN DE UN CULTIVO TRADICIONAL DE OLIVO A CULTIVO DE ALTA DENSIDAD	AUTOR:
	ESCALA: 1:1000 	FECHA: JUNIO 2018	TÍTULO DEL PLANO : 3.- SISTEMA DE RIEGO



9. BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGIA (2017).

ANTÓN GAMERO, M.L., ARANDA MEDINA, E., BARTOLOMÉ GARCÍA, T. (y otros) (2017). *La agricultura y la ganadería extremeñas 2016*. Capítulo 5, págs. 91 – 238.

ARJONA CARPINTERO, M.D., BEJARAMO ALCÁZAR, J., CABANES FUESTES, M. (y otros) (2005). *Cultivo del Olivo con Riego Localizado. Diseño y manejo del cultivo y las instalaciones. Programación de riegos y fertirrigación*. 783 págs.

Asociación española de municipios del olivo (2010). *Aproximación a los costes del cultivo del olivo*. Cuaderno de conclusiones del seminario AEMO. 54 págs.

Asociación española de municipios del olivo (2012). *Aproximación a los costes del cultivo del olivo*. Cuaderno de conclusiones del seminario AEMO. 54 págs.

BARRANCO NAVERO, D., FERNÁNDEZ-ESCOBAR R. Y RALLO ROMERO, L. (2017). *El cultivo del olivo*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 7ª edición, 994 págs.

CAPEL MOLINA, J., (1981). “Los climas de España”, oikos-tau s. a., Barcelona, 429 págs.

CASTRO RODRÍGUEZ, J., GARCÍA-ORTIZ, A., MARTÍNEZ, C. J. (y otros) (1996). *Manejo del olivar con riego por goteo*, Informaciones Técnicas nº 41/96, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, 132 págs.

Consejo Oleícola Internacional (2015). *Estudio internacional sobre costes de producción del aceite de oliva*. 41 págs.

CORTÉS MARÍN, E.A., ÁLVAREZ MEJÍA, F., GONZÁLEZ SÁNCHEZ, H.A. (2009). *La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo*. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, vol. 4, núm. 2, julio-diciembre, 2009, Universidad CES, Medellín, Colombia, págs. 151-160.

DE LOS ÁNGELES MEGÍA, P.J. (2007). *Diseño de parque municipal en Santa Cruz de los Cáñamos*, anejo 9: “Calidad del agua de riego”, págs. 331 – 340.

ESPADA CARBÓ, J.L. (2004) *La fertilización razonada del olivar*, Dirección General de Desarrollo Rural, nº 140, 8 págs.

FERNÁNDEZ VÁZQUEZ, M. (1997). *Abonado del olivo. Análisis de los fertilizantes más adecuados*, Vida Rural nº49, págs. 46 - 47.

FERREIRA, J., GARCÍA-ORTIZ, A., FRÍAS, L., FERNÁNDEZ, A., (1986). *Los nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar*. Olea, 17: págs.141-152.

FORASTER PULIDO, L., RODRÍGUEZ SALVADOR, P., G. GUZMÁN CASADO, G. Y PUJADAS-SALVÁ, A. (2006). *Ensayo de diferentes cubiertas vegetales en olivar ecológico en Castril (Granada)*, VII Congreso SEAE Zaragoza 2006, nº16, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales de la Universidad de Córdoba, 11 págs.

GÓMEZ DEL CAMPO, M. Y CONNOR, D. (2011). *Diseño y manejo del olivar en seto: avances y retos*. Congreso de Olivicultura SECH, Sevilla, 5 págs.

GÓMEZ DEL CAMPO, M., TRENTACOSTE, E. Y CONNOR, D. (2012). *Diseño y manejo del olivar en seto: efecto en la producción y calidad del aceite*. Revista de Fruticultura, nº24, págs. 66 – 73.

GUERRERO RIVERO, R. Y JIMÉNEZ VIUDEZ, MANUEL (1999). *Fertirrigación del olivar*, Hojas Divulgadoras nº2099 HD, 44 págs.

GUZMÁN CASADO, G., FORASTER PULIDO, L. (2007). *Manejo de la cubierta vegetal en el olivar ecológico en Andalucía: siembra de leguminosas entre calles*, informe anual 2007, Centro de Recursos *on line* para la Agricultura Ecológica en Andalucía, Dirección General de Agricultura ecológica, 78 págs.

GUZMÁN CASADO, G.I. Y FORASTER PULIDO, L. (2008). *Cultivo del Olivar. Buenas Prácticas en Producción Ecológica*. 29 págs.

HIDALGO MOYA, J.C., HIDALGO MOYA, J., VEGA MACÍAS, V. (2014). *Corrección de deficiencias nutricionales en olivar mediante aplicaciones foliares*, IFAPA. Centro de Córdoba, 8 págs.

ILLA GÓMEZ, F.J. (2014). *Aproximación a los Criterios de Calidad para el Agua de Riego*, Comunitat valenciana agraria, págs. 48 – 55.

MOLINA DE LA ROSA, J.L., JIMÉNEZ HERRERA, B., RUIZ COLETO, F. (y otros) (2010). *Agronomía y poda del olivar*, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Consejería de agricultura y pesca. Servicio de publicaciones y divulgación, 67 págs.

PASTOR MUÑOZ-COBO, M., HIDALGO MOYA, J., VEGA MACÍAS, V. (2005). *Ensayos en plantaciones de olivar superintensivas e intensivas*. Revista Vida Rural 1133-8938, Dossier Olivar, págs. 30 – 40.

PASTOR MUÑOZ-COBO, M., HIDALGO MOYA, J., VEGA MACÍAS, V., (y otros) (2001). *Programación de riesgos en olivar*, Olivicultura y elaiotecnia, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, 108 págs.

PASTOR MUÑOZ-COBO, M., HUMANES GUILLÉN, J., VEGAS MACÍAS, V. Y CASTRO RODRÍGUEZ, M. (2001). *Diseño y manejo de plantaciones de olivar*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, capítulo 3, págs. 37 – 56, capítulo 6, págs. 89 – 128.

PASTOR MUÑOZ-COBO, M., NIETO CARRICONDO, J., FERNÁNDEZ ONDOÑO, EMILIA Y SORIA HERRERA, L. (1998). *Abonado del olivar*, Agricultura: Revista agropecuaria nº795, págs. 816 – 822.

PAVÓN CHOCANO, A.B. (2003). *Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz*, Trabajo fin de carrera, Escuela Universitaria de ingeniería técnica agrícola de Ciudad Real, anejo IV: “Análisis de agua”, págs. 59 – 67.

RALLO, L., MARINO UCEDA, M., GIMÉNEZ Y GABRIEL BELTRÁN, A. (2005). *Variedades de olivo y aceituna. Tipos de Aceite*.

RIVAS MARTÍNEZ, S. (2005). *Impactos sobre la biodiversidad vegetal*, págs. 183-247.

ROYO, A., GRACIA, M. S. Y ARANGÜES, R. (2005). *Influencia de la salinidad edáfica sobre la calidad del aceite de oliva cv. Arbequina*. Grasas y Aceites, Vol. 56. Fasc. 1, págs. 25 – 33.

RUIZ BAENA, N. (2008). *La salinidad del agua de riego y del suelo*, Sistema de Asistencia al regante (SAR), IFAPA Centro Alameda del Obispo, Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, 6 págs.

SAAVEDRA, M., HIDALGO MOYA, J., PÉREZ MOHEDANO, D. Y HIDALGO MOYA, J.C. (2015). *Guía de cubiertas vegetales en olivar*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de agricultura, pesca y desarrollo rural de la Junta de Andalucía, 32 págs.

SIERRA BERNAL, C. (2009). *Seminario manejo agronómico industrial olivícola*, Instituto de investigaciones agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones Intihuasi, págs. 23 – 49.

TAPIA CONTRERAS, F., ASTORGA P, MARIO, IBACACHE GONZÁLEZ, A., (y otros) (2003). *Manual del cultivo del olivo*, Boletín INIA n°101, La Serena, Chile. Editorial Instituto de Investigaciones Agropecuarias, capítulo 8, págs. 85 – 94.

VEGA MACÍAS, V., FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M., RAPOPORT GOLDBERG, H., SALAS GÓMEZ, J. Y SANTOLALLA FRAGERO, M. (2005). *Influencia del riego con aguas salinas en plantaciones jóvenes de olivo en condiciones de campo (CAO-01011)*, 3 págs.

RALLO ROMERO, L., BARRANCO NAVERO, D., CABALLERO REIG, J.M. (2005). *Variedades del olivo en España*.

THORNTHWAITE, C.W. (1948). *Geographical Review* Vol. 38, No. 1 (Jan., 1948), “An Approach toward a Rational Classification of Climate”, págs. 55-94.

LACARTE PEÑA, J.M., RIUS GARCIA, X., (2010). *La revolución del olivar. El cultivo en seto*.

