

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL



**“DESARROLLO DE UNA NUEVA PLANTACIÓN DE OLIVAR
CON RIEGO POR GOTEO”**

TRABAJO FIN DE GRADO

Enero – 2024

Autor: Javier Martínez Hernández

Tutor/es: Rafael Todos Santos Martínez Font



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Titulo

Desarrollo de una nueva plantación de olivar con riego por goteo.

A new olive grove cultivation under drip irrigation.

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo el desarrollo de una nueva plantación de olivar superintensivo con riego por goteo. La parcela donde se realizará el trabajo está situada en Yecla (Murcia). Es una parcela de mi propiedad. La parcela cuenta con una superficie de 1,2 hectáreas, que previo a la nueva plantación, se encontraba sin cultivo. Se pretende realizar todas las labores necesarias para convertir el terreno en un medio óptimo para el correcto desarrollo del cultivo.

Abstract

The objective of this final degree project is the development of a new super-intensive olive plantation with drip irrigation. The designated plot for this project is situated in Yecla (Murcia) and spans 1.2 hectares, owned by the author. Prior to the new plantation, the land was uncultivated. The goal is to execute all necessary tasks to convert the terrain into an optimal environment for the successful cultivation of olives.

Palabras Clave:

Parcela, olivo, *Arbequina*, superintensivo, desarrollo.

Keywords:

Plot, olive tree, Arbequina, super-intensive, development.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETIVO DEL TFG	9
3. LOCALIZACIÓN	10
3.1. Localización geográfica	10
3.2. Descripción de la parcela	11
4. CARACTERES EDAFO-CLIMÁTICOS DE LA ZONA	15
4.1. Estudio climatológico	15
4.2. Estudio edafológico	16
5. MATERIAL VEGETAL	17
5.1. Elección de la variedad	17
5.2. Selección del material vegetal	22
6. DISEÑO AGRONÓMICO	23
6.1. Antecedentes	23
6.2. Densidad y marco de plantación	23
6.3. Preparación del terreno	24
6.4. Enmiendas previas a la plantación	25
6.5. Instalación del sistema de riego	26
6.6. Sectores de riego	32
7. MANEJO DE LA PLANTACIÓN	33
7.1. Época de plantación	33
7.2. La plantación <i>per se</i>	33
7.3. Entutorado y protección de la plantación	34
7.4. Manejo del suelo	37
7.5. Formación y Poda del árbol	40
7.6. Fertilización	43
7.7. Maquinaria empleada	48
8. PREVISION DE EXPECTATIVAS	49
9. BIBLIOGRAFIA	50
10. ANEJOS	51
10.1. Análisis de suelo de la parcela	51
10.2. Diseño hidráulico	52
10.3. Presupuesto de la plantación	62

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Situación de la parcela donde se desarrolla el proyecto	11
Fotografía 2. Topografía original de la parcela.....	12
Fotografía 3. Estado inicial de la parcela antes de la permuta de superficie	13
Fotografía 4. Superficie permutada. Intercambio de superficie con parcela colindante.....	14
Fotografía 5. Resultado tras la permuta de superficie, obteniendo acceso directo desde la vía principal.....	14
Fotografía 6. Olivar variedad <i>Arbequina</i> en marco tradicional.....	17
Fotografía 7. Olivar arbequina en marco superintensivo, y en producción	18
Fotografía 8. Olivar arbequina en marco superintensivo, y en producción	18
Fotografía 9. Plantones de olivo arbequina en vivero	19
Fotografía 10. Planta de arbequina lista para plantación	20
Fotografía 11. Ficha varietal arbequina	21
Fotografía 12. Labor de subsolado del terreno	24
Fotografía 13. Labor de subsolado del terreno	24
Fotografía 14. Marcaje de la parcela	25
Fotografía 15. Aplicación de estiércol a ambos lados de la línea de plantación ..	26
Fotografía 16. Exterior del nuevo cabezal de riego.....	27
Fotografía 17. Interior del nuevo cabezal de riego.....	27
Fotografía 18. Parcelas irrigadas por el nuevo cabezal de riego.....	28
Fotografía 19. Detalle de tuberías de conexión desde la red general hasta el nuevo cabezal de riego.....	30
Fotografía 20. Detalle de distribución de tuberías terciarias en la parcela	31

Fotografía 21. Detalle de distribución de tuberías terciarias en la parcela.....	31
Fotografía 22. Detalle del marcado, distribución y plantación de hileras en la parcela.....	34
Fotografía 23. Detalle de atadora <i>rubangel</i> para entutorado de olivos.....	36
Fotografía 24. Entutorado de la planta.....	36
Fotografía 25. Protector de plántones	37
Fotografía 26. Cultivador de 4 metros con 13 brazos de Foncasur.....	38
Fotografía 27. Detalle de chasis porta intercepas	39
Fotografía 28. Mochila dosificadora para aplicar herbicidas.....	40
Fotografía 29. Máquina podadora de discos para <i>topping</i> y poda lateral	42
Fotografía 30. Máquina podadora de ramas bajas del olivar.....	42
Fotografía 31. Recibo de plantas de olivo, tutores y protectores para la plantación	62
Fotografía 32. Presupuesto de instalación del sistema de riego en parcela	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fertilidad mostrada por el suelo analizado.....	25
Figura 2. Distribución de tuberías terciarias y porta-goteros desde cabezal de riego	43
Figura 3. Principales parámetros físico-químicos del suelo de la parcela.....	43
Figura 4. Resultado de análisis de agua de pozo.....	46
Figura 5. Plan de abonado para olivo.....	47
Figura 6. Resultado de análisis de suelo en parcela.....	51
Figura 7. Longitud máxima de ramal a diferentes presiones de entrada.....	52
Figura 8. Presión de trabajo del gotero.....	53
Figura 9. Parámetros iniciales calculados.....	54
Figura 10. Resumen de parámetros obtenidos sobre los ramales portagoteros.....	55
Figura 11. Resumen de los parámetros estudiados sobre la tubería terciaria.....	57
Figura 12. Tabla resumen de presión inicial necesaria a la entrada de cabezal.....	58
Figura 13. Diagrama ombrotérmico.....	60
Figura 14. Tabla resumen de precipitaciones medias mensuales, evapotranspiración mensual del cultivo y necesidades hídricas mensuales netas.....	60
Figura 15. Presupuesto de plantación.....	62
Figura 16. Coste de plantas de olivo, tutores y protectores para plantación.....	62

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente Trabajo Fin de Grado (TFG) se diseña, proyecta y presupuesta una plantación de olivo súper intensivo en una superficie de 1,2 ha, con el correspondiente diseño e instalación de un sistema de riego por goteo de alta frecuencia, para incrementar la productividad agrícola optimizando los recursos disponibles.

Se trata de una plantación de olivar de la variedad “Arbequina”, con un marco de plantación súper-intensivo de 4 m x 1,5 m.

Uno de los aspectos más importantes a la hora de planificar una plantación es la disponibilidad de agua para poder suministrar los aportes hídricos requeridos. En este caso la finca obtiene el agua a partir del pozo de *Las Atalayas*. Se constituyó una comunidad de regantes en 1978 para suministrar agua a los socios mediante una red de tuberías parcelarias. Una vez creada la comunidad de regantes “Pozo de Las Atalayas”, cada participante recibe una cantidad de acciones de agua en función de las parcelas que vayan a ser irrigadas. A cada una de éstas le corresponden una cantidad de metros cúbicos de agua mensuales, que cada agricultor gestiona para su gasto sin superar dicha concesión. En el caso de la finca donde se va a realizar el proyecto, hay suficientes acciones de agua para establecer la nueva plantación en regadío mediante riego localizado.

Este enfoque de plantación súper intensiva permite aprovechar al máximo el espacio disponible y aumentar la densidad de árboles por unidad de superficie. El riego por goteo de alta frecuencia garantiza una distribución eficiente del agua y los nutrientes, asegurando un suministro adecuado para el desarrollo saludable de los olivos.

También se dispone de maquinaria propia para el manejo del cultivo, como pueden ser diferentes aperos para laboreo o un atomizador para aplicación de tratamientos fitosanitarios.

Los trabajos previos a la plantación, como pueden ser las labores de preparación del terreno o la propia plantación, se realizarán a cargo de empresas especializadas en trabajos agrícolas pues se requiere maquinaria muy especializada y, por consiguiente, de gran valor económico.

2. OBJETIVO DEL PROYECTO.

Como se ha mencionado con anterioridad, este proyecto se va a realizar en una parcela de la finca familiar.

En esta finca se han ido cultivando las especies frutales típicas de la zona, como puede ser la vid, almendro y olivo, cultivos bien adaptados a las condiciones edafo-climáticas de la zona. Y en los últimos años se ha procedido a la actualización de dichos cultivos para tener plantaciones más jóvenes y con mejores rendimientos.

En el año 2019 se desarrolló la primera plantación de olivo súper-intensivo con la variedad “Arbequina” y, dado sus resultados, se va a proceder a realizar una nueva plantación. Todo ello con la finalidad de obtener un elevado rendimiento, comparado con el olivar tradicional y, lo más importante, con menor mano de obra al estar lo más mecanizada posible para optimizar al máximo las horas de trabajo.

La segunda plantación de olivar súper intensivo con la misma variedad de aceituna estaba prevista para el 2022. El enfoque de la finca se centra en implantar cultivos con una alta rentabilidad y mano de obra lo más mecanizada posible. Asimismo, es muy importante para el buen desarrollo de la plantación que el material vegetal empleado sea de buena calidad, certificado y garantizado para evitar un incremento de costes a largo plazo.

El objetivo de llevar a cabo este proyecto en la parcela de la finca familiar es mejorar la productividad y rentabilidad de la explotación agrícola. Esto se logrará mediante la implementación de técnicas y cultivos más modernos y eficientes.

En concreto, se busca:

1. **Incrementar la productividad:** Al realizar nuevas plantaciones de cultivos como el olivo "Arbequina" en un sistema de alta densidad, se espera obtener una mayor cantidad de cosecha por unidad de superficie.
2. **Reducir la dependencia de la mano de obra:** La mecanización de los procesos agrícolas permite optimizar el tiempo de trabajo y reducir la necesidad de mano de obra, lo que puede traducirse en ahorros significativos.
3. **Actualizar la infraestructura agrícola:** La modernización de los cultivos implica también la actualización de la infraestructura y tecnología utilizada en la finca, lo que contribuye a una gestión más eficiente.
4. **Optimizar el uso de los recursos:** Al adaptar los cultivos a las condiciones específicas del terreno y clima, se maximiza la eficiencia en el uso de agua, nutrientes y otros recursos.

5. **Garantizar la sostenibilidad a largo plazo:** La elección de material vegetal certificado y de calidad contribuye a asegurar la salud y viabilidad a largo plazo de la plantación.

En resumen, el proyecto busca modernizar y optimizar la explotación agrícola para asegurar su viabilidad económica y sostenibilidad a largo plazo, manteniendo al mismo tiempo la calidad de los productos agrícolas producidos.

3. LOCALIZACIÓN.

3.1 Localización geográfica.

La parcela dónde se va a desarrollar la plantación pertenece a la finca familiar que se encuentra en la localidad de Yecla (Murcia), en el paraje de *Las Atalayas*. Dicha parcela tiene la siguiente referencia catastral: 30043A008000570000LG (Coordenadas UTM de la parcela: 38°39'36"N 1°13'25"W)

Se accede a dicha parcela por la carretera de Yecla a Montealegre del Castillo (MU-18-A), tomando un desvío en el km 8 para acceder a la carretera asfaltada (MU-404) que conduce a la parcela. Esta carretera es conocida como *La Travesía* de Jumilla a Almansa.

El acceso a dicha parcela también puede realizarse por la carretera de Yecla a Fuente-Álamo (MU-404). Esta carretera que conduce hasta la parcela se encuentra en muy buen estado, y permite el paso de vehículos de grandes dimensiones o gran tonelaje para transportar maquinaria pesada requerida en los trabajos a realizar en la parcela.



Fotografía 1: Situación de la parcela donde se desarrolla el proyecto.

3.2 Descripción de la parcela.

La parcela donde se va a realizar la nueva plantación tiene una superficie de 12.838 m² (1,3 ha aproximadamente). El total de la superficie ira destinado a la plantación del cultivo y los medios necesarios para su manejo, como pueden ser caminos y la instalación de un cabezal de riego.

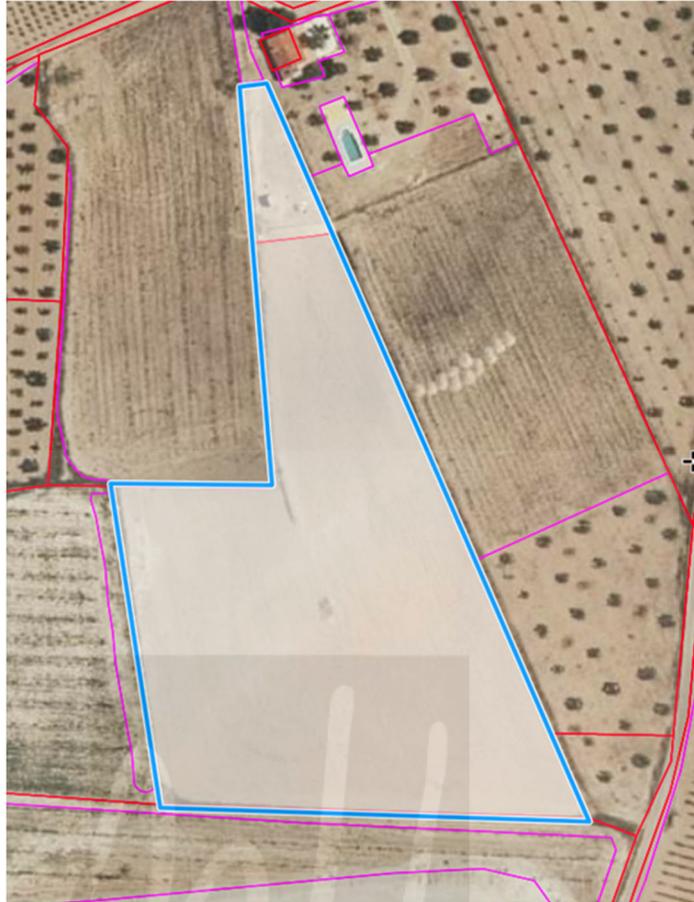
Antes de desarrollar el proyecto de la nueva plantación de olivar en el terreno, este no constaba de ningún cultivo anterior. La parcela se encontraba en blanco, por lo que no se tuvo que realizar ningún arranque ni trabajo extra al necesario para la nueva plantación.



Fotografía 2: Topografía original de la parcela.

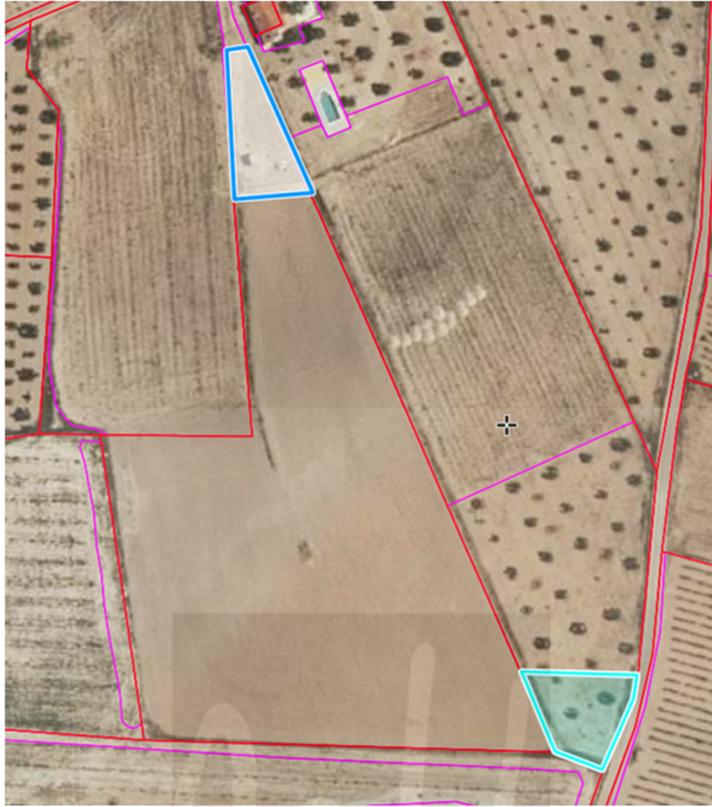
Originalmente la parcela carecía de acceso directo desde la carretera, como se puede observar en la fotografía 2. En lugar de tener una entrada o camino propio desde la vía principal, se accedía mediante un permiso de paso otorgado por el propietario de la parcela vecina. Este permiso permitiría cruzar la propiedad del vecino para llegar hasta la parcela.

Aun estando este permiso legalizado y formalizado mediante escrito, se propuso hacer una permuta de superficie para remediar la situación. Para ello se intercambiaron un total de 650 m², entre la parcela propia y la colindante, como puede observarse en la siguiente fotografía.



Fotografía 3. Estado inicial de la parcela antes de permuta de superficie.

UNIVERSITAS
Miguel Hernández



Fotografía 4: Superficie permutada. Intercambio de superficie con parcela colindante.



Fotografía 5: Resultado final tras permuta de superficie, obteniendo acceso directo desde la vía principal.

Para llevar a cabo este procedimiento, se decidió contratar a un ingeniero agrónomo especializado. Su tarea consistió en llevar a cabo mediciones precisas para garantizar que la transferencia de metros cuadrados entre las parcelas fuera completamente exacta. Además, se encargó de gestionar todos los trámites necesarios ante las autoridades administrativas. Esto se hizo con el propósito de que esta modificación se registrase adecuadamente en el Catastro y, como consecuencia, se reflejara en las escrituras notariales de ambas parcelas afectadas por la modificación.

4. CARACTERES EDAFO-CLIMÁTICOS DE LA ZONA.

Se realizó un estudio edafo-climático de la zona para conocer los principales factores que pudieran condicionar a la nueva plantación.

4.1 Estudio climatológico.

El estudio climático de la zona se realizó durante diez años, desde 2012 hasta 2021, a partir de los datos meteorológicos y geoposicionados facilitados por el Servicio de Información Agraria del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (SIAM - IMIDA). El registro de datos se extrajo de la estación *Las Moratillas* (JU42, Yecla). A continuación, se enumeran las principales variables climáticas:

- La temperatura media anual de la zona es de 14,64 °C.
- En cuanto a las pluviometrías registradas para el periodo de 10 años, se obtuvo una media mensual de 27,9 mm, y una media anual de 334,8 mm.
- Los meses más fríos del año son diciembre, enero y febrero, con unas temperaturas mínimas medias que rondan entre 1 y 3 °C.
- Por el contrario, los meses con las temperaturas más elevadas fueron julio y agosto, con temperaturas máximas medias de 28 °C.

Ambos extremos térmicos pueden ser muy perjudiciales para la planta. Las heladas en invierno pueden provocar daños graves en la organografía vegetal, mientras que las altas temperaturas pueden causar daños en épocas sensibles del cultivo, como puede ser la apertura de la flor.

En la zona donde se va a realizar la plantación las heladas no tienen gran importancia pues son infrecuentes, y la ubicación geográfica de la parcela le protege de éstas por encontrarse en las proximidades de la ladera de una montaña.

4.2 Estudio edafológico.

Sabido es que el suelo tiene una gran importancia para el buen desarrollo del cultivo. Así pues, se realizó un análisis de suelo previo a la plantación para conocer las principales propiedades físico-químicas que caracterizan el suelo de la parcela en cuestión. Y de esta manera poder determinar las características agronómicas para el manejo de la futura plantación.

El análisis de suelo adjuntado en los anejos muestra las siguientes características edáficas:

- La textura del suelo de cultivo es **franco-arcillosa**. No contiene rocas ni piedras de gran tamaño y, por tanto, se facilitarían las labores de manejo en la plantación.
- La profundidad del terreno no presenta ningún inconveniente para el correcto desarrollo de las raíces, teniendo en cuenta que se trata de una plantación súper intensiva con riego localizado.
- El **pH** obtenido en los análisis es de **8,03**, considerándose un valor ligeramente básico. El rango óptimo de pH para un crecimiento satisfactorio en olivar oscila de 5 a 7,5 y hasta un máximo de 8,5.
- La **CE** del extracto de saturación del suelo de la parcela es de **131** $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por tanto, no habrá problemas de salinidad relacionados.
- El porcentaje de **materia orgánica** presente es **1,41** %, un contenido bajo tal y como esperado. Será necesario realizar un aporte de materia orgánica para alcanzar las cantidades óptimas para el cultivo (2-2,5%).
- En cuanto a los microelementos hierro, magnesio, cobre y zinc, destacar que todos ellos se encuentran en cantidades óptimas en el suelo. Pero seguirían siendo necesarios aportes regulares para mantener sus niveles adecuados durante el ciclo anual de cultivo.

Una vez analizados los resultados del estudio edafológico, se puede afirmar que el suelo de la parcela a cultivar es óptimo para el correcto desarrollo del olivar en súper intensivo.

5. MATERIAL VEGETAL.

5.1 Elección de la variedad.

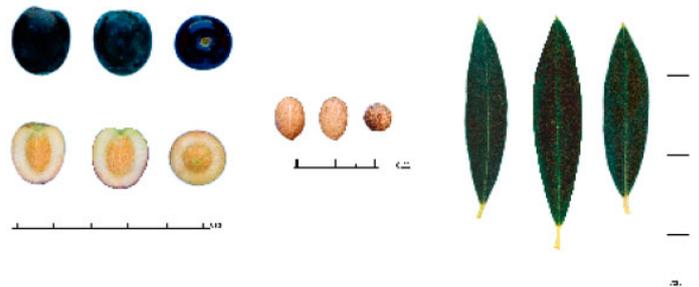
El material vegetal elegido es la variedad comercial de olivo *Arbequina*. Una buena elección del *cultivar* es una decisión crucial que influirá directamente en los ingresos finales de la finca, repercutiendo tanto en la producción como en los gastos y en la calidad y tipo de aceite obtenido. Se trata de una variedad cultivada en zonas tan importantes y representativas como Andalucía, Aragón y Cataluña, de dónde se dice que es originaria. En los últimos años su cultivo ha sufrido una gran expansión y desarrollo.

Los olivos “arbequinos” se han cultivado durante muchos años en plantaciones tradicionales.



Fotografía 6: Olivar variedad *Arbequina* en marco tradicional (elaboración propia).

Sin embargo, y gracias a su fácil adaptación a los sistemas de cultivo más modernos, su expansión se ha acrecentado significativamente. Además, cuenta con unas excelentes condiciones para su plantación en seto, por su limitado vigor y alta productividad debido a su escasa tendencia a la vecería. Asimismo, este *cultivar* de aceituna tiene un buen rendimiento graso y excelente calidad de aceite.



ARBEQUINA

Fotografías 7 y 8: Olivar de *Arbequina* en marco super intensivo en producción.

Detalles de fruto, hueso y hojas (elaboración propia).

Una de las características más importantes es su resistencia al frío. Factor que puede afectar negativamente a su correcto desarrollo en la zona donde se va a implantar. También hay que destacar su rápida y característica entrada en producción.

Se ha podido constatar *in situ* que se puede obtener una primera y no muy copiosa cosecha al segundo año de cultivo.

Como resumen de sus principales características varietales, se enumeran a continuación las más importantes:

- Variedad de referencia para sistemas súper intensivos.
- Alta productividad, con una gran facilidad de manejo en intensivo y súper intensivo gracias a su vigor medio-bajo.
- Se trata de una variedad con maduración precoz, con muy buena calidad de aceite y excelentes características organolépticas.
- El árbol posee buena resistencia al frío, así como buena tolerancia salinidad y enfermedades como repilo (*Cycloconium oleaginum* Cast.) y tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi* Smith).

Tal y como se ha mencionado con anterioridad, es muy importante que la planta venga certificada. Se trabajará con el vivero de olivar perteneciente al grupo *Agromillora*, por los resultados tan satisfactorios obtenidos anteriormente. La planta vendrá directa del vivero a la parcela para su plantación.



Fotografía 9: Plantones de olivo *Arbequina* en vivero (www.agromillora.com).

UNIVERSITAS
Miguel Hernández



Fotografía 10: Contenedor con planta de *Arbequina* lista para su plantación.



5.2 Selección del material vegetal.

Para el buen desarrollo de la plantación es muy importante que los materiales empleados estén garantizados y sean de buena calidad. Si se emplease materia vegetal de calidad inferior para reducir costes, se podría obtener una gran pérdida a largo plazo.

Se dará especial importancia a:

- Que la variedad utilizada sea *Arbequina* y esté certificada y garantizada.
- Una buena preparación del terreno antes de la plantación.
- Y realizar una buena instalación de riego.

La combinación de estos tres factores hará que la plantación tenga un buen desarrollo. Y por ello se consideran tres factores esenciales en los que no se deberían reducir costes.

Se escogerá la mejor planta certificada, procedente de vivero, para así obtener la máxima rentabilidad potencial.

El olivo propagado en vivero procede del enraizamiento de una estaquilla semi-leñosa bajo condiciones de nebulización. Tendrá aproximadamente entre 40 y 60 centímetros de altura, y unos seis u ocho meses de edad para que tenga un buen desarrollo en tierra.

6. DISEÑO AGRONÓMICO

6.1 Antecedentes.

Uno de los aspectos más importantes a la hora de planificar una plantación es la disponibilidad de agua para poder suministrar los aportes hídricos requeridos. Como se ha mencionado en la introducción, la finca obtiene el agua a partir del pozo de *Las Atalayas*, acorde con las acciones concedidas. Para la nueva plantación se dispondrá de la siguiente dotación de agua: entre 2.000 y 2.500 m³ anuales.

También se dispone de maquinaria propia para el manejo del suelo y el cultivo. Una vez se realice la plantación, se procederá a realizar trabajos de laboreo mediante aperos apropiados y de tratamientos fitosanitarios usando un atomizador propio.

Los trabajos que se realizarán antes de la plantación, como pueden ser las labores de preparación del terreno o la propia plantación, se realizarán mediante empresas que se dedican a realizar trabajos agrícolas. Estas disponen de maquinaria más especializada y, por consiguiente, de un elevado valor inasumible para la propiedad de la finca.

6.2 Densidad y marco de plantación.

El marco de plantación puede venir definido por varios factores. Entre ellos, destacan la variedad escogida, disponibilidad de agua, nutrientes y luminosidad que va a recibir la superficie foliar del cultivo. Y puesto que la plantación se va a realizar en sistema súper intensivo tipo “seto”, el factor primordial para el buen desarrollo de la plantación es la óptima captación de la radiación solar, maximizando la fotosíntesis y, por ende, la productividad del cultivo.

Otro factor a considerar serán las labores agrícolas requeridas para este tipo de formación en seto. Habrá que dejar suficiente espacio de “retranqueo” para no dificultar las labores de mantenimiento o recolección.

La variedad a cultivar es otro condicionante fundamental para la elección del marco de plantación. En función del porte vegetativo mostrado por el cultivar se adaptará la densidad o marco de plantación. En este caso concreto, la variedad elegida, *Arbequina*, muestra un vigor medio-bajo, y por tanto habrá que favorecer la máxima captación posible de luz solar. Para ello se optará por un marco de 4 m x 1,5 m, obteniéndose una densidad de 1.666 árboles/ha, siendo la recomendada para el cultivo de esta variedad en súper intensivo. Además, se tiene la propia experiencia de la

primera plantación de olivar realizada en la finca familiar, obteniéndose buenos resultados y permitiendo una cómoda realización de los trabajos mediante la maquinaria agrícola requerida.

6.3 Preparación del terreno.

La preparación del terreno es un proceso muy importante para el buen desarrollo del cultivo. La parcela presenta un relieve homogéneo, por lo que no será necesario realizar movimiento de tierra; tampoco muestra presencia de piedras a eliminar. Así pues, los trabajos a realizar se centrarán principalmente en mejorar la estructura del suelo compactado, mejorándose su drenaje y facilitando el correcto desarrollo de la raíz.

Esta parcela ha estado sin cultivar los 10 últimos años. Únicamente se han realizado labores de labranza para mantenerla en buen estado. Además, al estar durante muchos años labrando con un mismo tipo de apero, y a profundidades similares, es muy probable que se haya formado una suela de labor. Y para subsanarlo, se realizó un subsolado el pasado mes de enero, cuando el terreno mostraba las condiciones propicias para su realización. La labor reseñada se realizó mediante un tractor de gran potencia para poder trabajar a profundidades de 60 y 80 cm (fotografías 12 y 13). Cuando se realiza el subsolado, el suelo queda bastante suelto facilitándose la penetración del agua y el correcto desarrollo de las raíces.

Una vez realizado el subsolado del terreno, se aplicaron labores de labranza. El suelo queda oxigenado hasta el momento de la plantación y las malas hierbas superficiales eliminadas.



Fotografías 12 y 13. Labor de subsolado del terreno (elaboración propia).

6.4 Enmiendas previas a la plantación.

Las propiedades físico-químicas de un suelo son fundamentales para un buen desarrollo del cultivo. Para conocerlas y analizarlas se realizó un análisis de suelo previo a la plantación. Y los resultados de éste mostraron, a grandes rasgos, que el contenido en materia orgánica era realmente bajo (1,41 % M.O.), precisando obviamente una enmienda orgánica previa a la plantación.

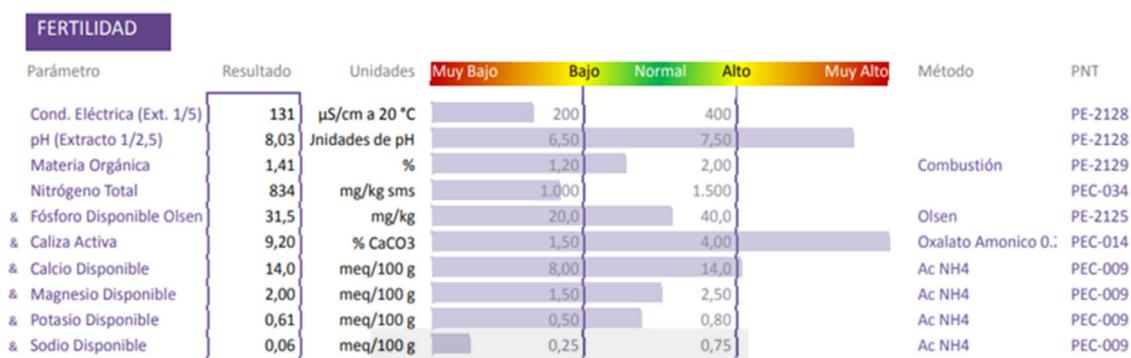


Figura 1: Fertilidad mostrada por el suelo analizado.

Primeramente, se realizó un marcaje de la parcela mediante coordenadas GPS para delimitar exactamente dónde se ubicarán las filas de plantación. Una vez realizado el marcaje, se aportaron un total de 25.000 kg de estiércol ovino compostado a ambos lados de las líneas de arbolado. Esta labor se realizó en el mes de diciembre de 2021, unos 5-6 meses antes de plantar los olivos.



Fotografía 14. Marcaje de la parcela (elaboración propia).



Fotografía 15: Aplicación de estiércol a ambos lados de la línea de plantación (elaboración propia).

6.5 Instalación del sistema de riego.

La parcela donde se va a realizar la plantación se ubica en las proximidades de otras dos parcelas pertenecientes a la finca (fotografía 18). Estas parcelas se irrigan mediante un pequeño cabezal de riego situado en una caseta en una de ellas. Esta caseta se construyó hace 20 años aproximadamente, cuando en dichas parcelas se implantó el cultivo de vid.

Con el paso de los años ésta ha quedado exigua para instalar nuevos equipos y facilitar así la fertirrigación requerida por el cultivo. Así pues, se ha reservado un espacio en la parcela a implantar para construir una nueva caseta de riego de mayores dimensiones; en ella tendrán cabida los nuevos sistemas de filtrado y fertirrigación, incluyendo nuevos depósitos para fertilizantes. Este nuevo cabezal de riego suministrará el fertirriego a las tres parcelas referidas (fotografía 18).



Fotografía 16: Exterior del nuevo cabezal de riego (elaboración propia).



Fotografía 17: Interior del nuevo cabezal de riego (elaboración propia).



Fotografía 18: Parcelas irrigadas por el nuevo cabezal de riego.

El sistema de riego de la parcela en cuestión se diseñará y planificará previamente a la plantación del nuevo olivar. Para de esta forma poder suministrar riegos de apoyo a los árboles recién plantados.

El diseño está condicionado por los cálculos del caudal requerido. Para ello hay que conocer con exactitud el número de árboles totales a plantar, y así poder determinar el caudal a suministrar en cada riego. A partir de aquí se diseñará la instalación en función de los materiales requeridos.

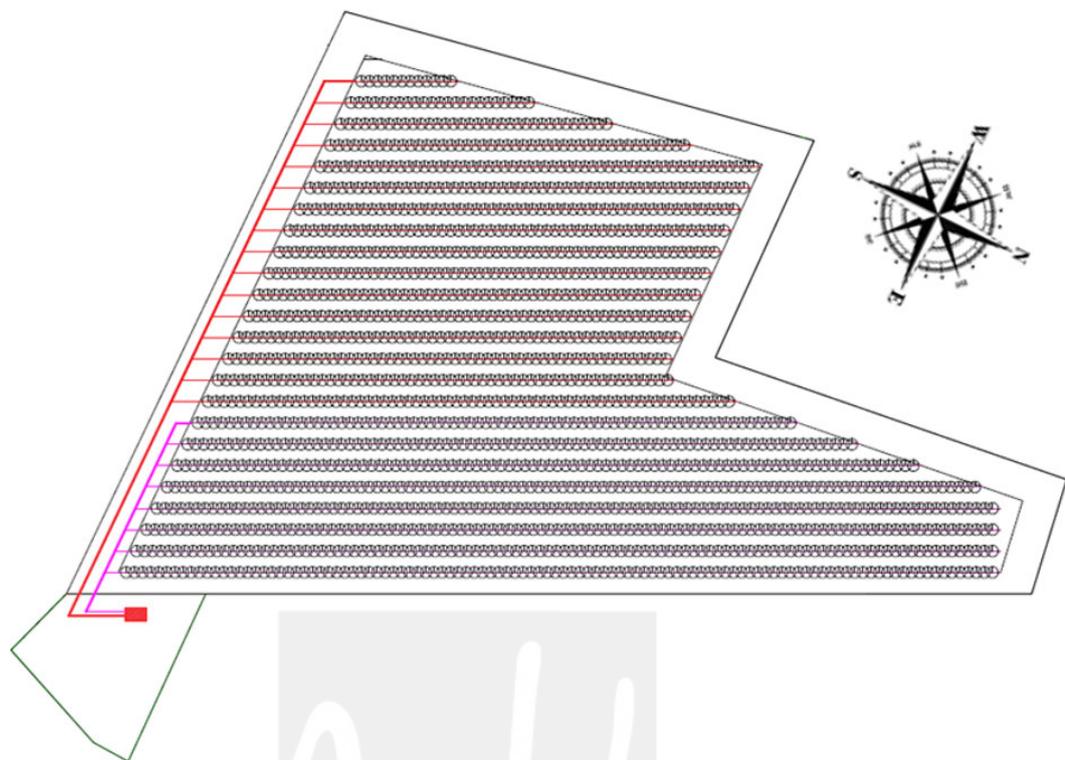


Figura 2: Distribución de tuberías terciarias y porta-goteros desde cabezal de riego.

Se realizaron los cálculos para ver que tuberías serían necesarias colocar. Y partiendo de las tuberías de la red general con las que se debe enlazar, se diseñará la distribución de las mismas hasta el cabezal de riego y, partiendo de aquí, se distribuirán las terciarias hasta la parcela.



Fotografía 19. Detalle de tuberías de conexión desde la red general hasta el cabezal de riego (elaboración propia).

Una vez calculado el diseño hidráulico requerido, se planificó la distribución y localización de las tuberías terciarias desde el cabezal hasta la parcela, y así poder dar comienzo a la instalación. Para ello se contrató el servicio de un tractor excavadora, abriéndose así las zanjas por dónde irán las tuberías.

La conexión desde la red general de tuberías hasta el cabezal de riego será de tubería de PE 40, de 50 mm de diámetro y 10 atm. La conexión de la tubería terciaria, que se distribuye a lo largo de la parcela desde el cabezal de riego, será de PE 32, de 50 mm de diámetro y 4 atm.



Fotografías 20 y 21. Detalle de distribución de tuberías terciarias en la parcela (elaboración propia).

Para la alimentación hídrica de los olivos se escogieron tuberías portagoteros de polietileno de baja densidad y diámetro 20 mm, con emisores autocompensantes integrados de 2,3 l/h de caudal, situados cada 0,75 m a lo largo de la tubería. Estas “mangueras de riego” se despliegan sobre la superficie del terreno siguiendo las líneas de plantación. El número total de emisores es el doble del número de árboles plantados. Es decir, dos emisores/goteros por árbol.

Por último, una vez extendidas las tuberías terciarias de los dos sectores de riego, se colocaron las uniones con las tuberías portagoteros, para así poder tapar las zanjas y dejar todo el sistema de riego terminado. De este modo, el día de la plantación únicamente habrá que realizar el despliegue de las tuberías portagoteros para suministrar el riego lo antes posible, quedando toda la instalación terminada con anterioridad.

Desde la nueva caseta dónde se ubica el nuevo cabezal se podrá controlar el riego y el sistema de abonado de las tres parcelas mencionadas, unificando así toda la instalación en una única caseta de riego.

Otra parte fundamental del nuevo cabezal de riego es la instalación del sistema de filtrado y abonado. Para ello se instalaron los equipos necesarios enumerados a continuación:

- La conexión desde la red general de agua hasta el sistema de distribución.

- Contador para el control del consumo de agua desde la comunidad de regantes.
- Sistema de filtrado: 1 filtro de anillas de 2" de limpieza manual.
- Sistema de abonado por inyección: 1 bomba dosificadora de pistón de 155 l/h 230V (DAMOVA).
- 3 electroválvulas Hunter PGV-200-B 2" 9v.
- Tanque de abonado: contenedor GRG de 1000 l.
- Programador TISU ICD-150.

6.6 Sectores de riego.

Al realizar los cálculos para diseñar y planificar el sistema de riego previo a la plantación, se determinó que las condiciones eran óptimas para poder realizar el riego del total de la superficie de la parcela sin ningún inconveniente, pudiendo realizar un único sector que abarcara toda la plantación.

Sin embargo, se tomó la decisión de realizar dos sectores independientes, cada uno de ellos abarcando el 50% del número total de árboles, por los siguientes motivos:

- El no tener suministro de riego desde un embalse propio que nos abastezca con un caudal continuo de agua, fue un motivo a tener en cuenta a la hora de realizar uno o dos sectores de riego, ya que el riego que se suministra a la parcela proviene de una comunidad de regantes de la que somos socios. De este modo queremos evitar futuros problemas, como pueden ser una falta de presión desde el embalse de la comunidad de regantes, una restricción de la concesión del agua del pozo o una reducción de presión en el cabezal de riego de la parcela, por haber vecinos pertenecientes a la misma red de tuberías regando al mismo tiempo, lo que disminuye la presión en el cabezal.
- A lo largo del ciclo de cultivo, en la finca se suelen desarrollar diversos ensayos para comprobar la efectividad de los productos con los que se trabajan, tantos abonados como fitosanitarios. De este modo, podemos realizar distintas aportaciones, cada una de ellas en un sector diferente, y poder comprobar y comparar la efectividad de cada uno de ellos para ver así los resultados obtenidos y el manejo que mejor resultados aporte.

- Por último, el incremento en el coste de instalación al diseñar un sector o dos no representaba un aumento notable, por lo que se decidió realizarlo en dos sectores.

7. MANEJO DE LA PLANTACIÓN.

7.1 Época de plantación.

La época del año es uno de los principales factores a tener en cuenta cuando se ha de realizar una plantación. La posibilidad de que ocurra una helada temprana es crucial cuando la planta es demasiado joven. Una opción sería plantar en otoño pues la plantación precisaría menores aportes hídricos; por contra, podría existir el riesgo de sufrir una helada temprana u otoñal que podría ser perjudicial para el crecimiento de la planta. Otra posible fecha de cultivo sería en primavera, requiriendo mayores aportes hídricos y evitando la posibilidad de sufrir daños por heladas tempranas.

A pesar de que en el área dónde se ubica la parcela a cultivar las heladas son poco probables, se ha decidido llevar a cabo la plantación en primavera para evitar cualquier riesgo posible, por improbable que sea. Esta decisión se basa en prevenir cualquier daño a las plantas durante su etapa inicial de crecimiento.

Al realizar la plantación en primavera se aprovecha el aumento gradual de las temperaturas y la presencia de condiciones más estables. Esto proporciona a las plantas un entorno propicio para arraigarse y crecer sin el riesgo de sufrir daños causados por temperaturas frías. Decisión que muestra la atención y cuidado por garantizar un inicio exitoso del cultivo, minimizando los posibles contratiempos y maximizando las oportunidades de obtener una cosecha próspera.

7.2 La plantación *per se*.

La plantación se llevó a cabo utilizando un sistema mecanizado altamente eficiente. Primeramente, se realizó el marcado de la parcela con el fin de proporcionar una referencia precisa para el sistema de coordenadas GPS utilizado por la maquinaria de plantación. Durante el proceso de marcado un tractor se posicionó en el primer surco donde se colocaron las plantas en la parcela, utilizando un implemento especial para marcar la distancia entre hileras de plantas (4 metros) acorde con el marco de

plantación. Así, cada uno de los surcos quedó registrado en el sistema GPS, asegurando una plantación precisa y uniforme.

Este sistema de plantación mecanizada con GPS permite optimizar la eficiencia del proceso, garantizando una distribución adecuada de las plantas en la parcela. Además, reduce la necesidad de intervención manual, lo que puede resultar en un ahorro de tiempo y recursos.



Fotografía 22. Detalle del marcado, distribución y plantación de hileras en la parcela (elaboración propia).

7.3 Entutorado y protección del plantón.

Con el objetivo de promover un rápido y óptimo crecimiento vertical de los plantones, se procedió al trasplante y entutorado de las mismas conjuntamente, como puede observarse en la fotografía anterior. Para ello se empleó maquinaria especializada para realizar ambas tareas a la vez, colocando la planta en el suelo y fijando el tutor.

El tutor tiene la función de proporcionar el soporte necesario para mantener el tronco en posición vertical durante los primeros años de crecimiento. Esto es especialmente importante mientras la planta desarrolla su sistema radicular y adquiere la fuerza suficiente para sostenerse por sí misma. Es fundamental que el tutor tenga la resistencia adecuada para cumplir su propósito. Debe ser lo suficientemente robusto para mantener la planta en posición vertical frente a condiciones climáticas adversas o posibles impactos externos. Al mismo tiempo, es esencial que no limite el crecimiento natural de la planta ni cause daños a su estructura. A medida que la planta se fortalezca y desarrolle un sistema radicular sólido, llegará el momento en que podrá

prescindirse del tutor. En ese momento se procederá a retirarlo cuidadosamente, permitiendo que la planta continúe su crecimiento de forma independiente.

El tutor seleccionado para la plantación es el mismo que se utilizó en la plantación de olivos realizada en 2019. Se trata de un tutor de plástico fabricado por una empresa local, con una altura de 1,60 metros. Este tutor es robusto y permitirá mantener los árboles en posición vertical hasta que completen su formación.

Aunque los tutores de bambú son también comúnmente utilizados en este tipo de plantación, y pueden ser ligeramente más económicos con una diferencia aproximada de 20 céntimos, se optó por el tutor de plástico debido a los buenos resultados obtenidos en la plantación anterior y a su mayor vida útil. Este tutor de plástico tiene un coste de 60 céntimos por unidad, pero su durabilidad permite su reutilización en futuras plantaciones, lo que a largo plazo resulta más rentable. La elección del tutor de plástico se basa en la experiencia previa positiva y en su relación calidad-precio a largo plazo. Además, al ser fabricado por una empresa local, también se apoya la economía y empleo en la región.

Una vez concluida la plantación y fijación del tutor, se procedió a la sujeción del plantel a sus tutores correspondientes mediante la cinta de entutorado *rubangel* (www.rubangel.com). Se trata de una cinta de polietileno que rodea el tronco de la planta y al tutor, dejándolos unidos mediante una grapa. Es un sistema eficaz y muy fácil y rápido de instalar. Una vez los plantones alcancen mayor vigor, se emplearán gomas ancla por ser más flexibles y resistentes.

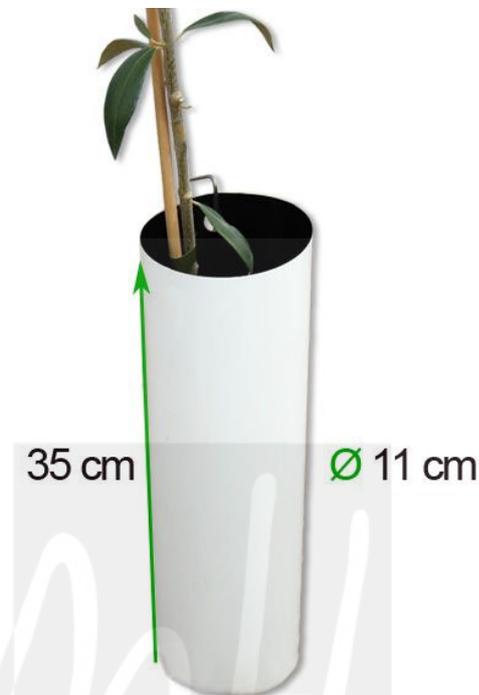


Fotografía 23. Detalle de atadora *rubangel* para entutorado de olivos (www.rubangel.com).



Fotografía 24: Entutorado de la planta (elaboración propia).

Una vez atada la planta al tutor, se procedió a colocar los protectores alrededor del tronco. Para ello se emplearon protectores de plástico microperforados fabricados con polietileno de baja densidad



Fotografía 25: Protector de plántulas (www.agriprotector.com).

Estos protectores cumplen con la función de resguardar el tronco de posibles daños causados por roces, impactos o el contacto con agentes externos. Al proporcionar una barrera de protección, se facilita un crecimiento saludable de la planta durante sus primeros años. Es importante reseñar que estos protectores plásticos tienen una durabilidad estimada de 2 a 3 años, lo cual coincide con el período en que la planta requiere de una mayor protección. Una vez transcurrido este tiempo, se procederá a retirar los protectores pues podrían limitar el crecimiento natural del tronco y obstaculizar su desarrollo.

7.4 Manejo del suelo.

Una vez establecida la plantación se realizarán principalmente labores de labranza con el propósito de controlar las malas hierbas y oxigenar el suelo. Estas tareas serán realizadas utilizando las herramientas propias de la finca.

La labranza desempeña un papel esencial en el mantenimiento de la plantación al ayudar a mantener un entorno propicio para el crecimiento de los árboles. La eliminación regular de las malas hierbas es especialmente importante, ya que tienden a proliferar en las áreas donde se aplican riegos y fertilizantes. Es el caso del espacio existente entre árboles pertenecientes a una misma hilera. Al eliminar las malas hierbas en estas áreas se evita la competencia por los nutrientes, el agua y la luz, permitiendo que los árboles se desarrollen de manera óptima. Esta labor se llevará a cabo de manera periódica para mantener un entorno limpio y saludable para el cultivo. Además de la eliminación de malas hierbas, la labranza también contribuye a la oxigenación del suelo, mejorando su estructura y promoviendo un ambiente favorable para el sistema radicular de los árboles.

Estas labores de labranza y control de malas hierbas forman parte de las prácticas de manejo agrícola que son fundamentales para mantener la salud y el rendimiento de la plantación a lo largo del tiempo.



Fotografía 27: Cultivador de 4 metros con 13 brazos de *Foncasur* (elaboración propia).

Para llevar a cabo las labores de labranza entre árboles en una misma hilera, se desarrolló un apero agrícola especializado que cuenta con dos *intercepas*. Estos son aperos diseñados específicamente para trabajar en el espacio estrecho que se encuentra entre los árboles de una misma línea de plantación. El diseño de este utensilio se focalizó en optimizar las labores de labranza en las áreas donde las malas hierbas son más propensas a crecer; es decir, entre los árboles. Por contra, en las calles delimitadas por dos filas de árboles contiguas, la aparición de malas hierbas es menos frecuente.

La implementación de este apero especializado permite realizar labores de labranza de manera más eficiente y rápida, ya que no será necesario labrar constantemente las calles entre las hileras de árboles. Esto se traduce en ahorros significativos, tanto por un consumo menor de combustible del tractor como en los materiales de recambio necesarios para el apero.



Fotografía 27: Detalle de chasis porta *intercepas* (elaboración propia).

Al concentrar los esfuerzos de labranza únicamente en el espacio entre árboles, se logra maximizar la efectividad de las tareas y minimizar los recursos utilizados. Por tanto, se traduce en una gestión más eficiente de la plantación, permitiendo un mayor control sobre las malas hierbas y una mejor utilización de los recursos disponibles.

Las labores de labranza se combinarán con la aplicación de herbicidas para actuar contra las malas hierbas. Este plaguicida se aplicará al pie del olivo y entre los emisores de riego. Para ello se empleará una mochila dosificadora con la que se aplicará *Glifosato* (N-fosfometilglicina).



Fotografía 29: Mochila pulverizadora para aplicar herbicidas (www.iberagro.com).

7.5 Poda del árbol.

La poda se llevará a cabo durante la parada invernal, una vez finalizada la temporada de recolección. En esta etapa los árboles se encuentran en reposo vegetativo, lo que facilita la realización de la poda sin interferir en su crecimiento activo.

En el caso del cultivo del olivo, independientemente del sistema de producción seleccionado, se identifican tres tipos de poda distintos: la poda de formación, la poda de producción y la poda de renovación. La poda de formación se realiza durante los primeros años y tiene como objetivo dar forma y estructura al árbol. Durante esta etapa se busca establecer una buena estructura de ramificación, así como un buen equilibrio entre el crecimiento vegetativo y el desarrollo de ramas productivas. A partir del tercer año se inicia la poda de producción, la cual tiene como objetivo principal lograr un equilibrio adecuado entre el crecimiento vegetativo y la producción de frutos. Para alcanzar este equilibrio se pueden emplear técnicas específicas, como la poda de rebaje o "topping".

Esta técnica de poda mecanizada se utiliza para controlar la altura de los árboles y mantener una estructura adecuada del seto. Consiste en cortar o recortar la parte superior de los árboles para evitar un crecimiento excesivo en altura, promoviendo un equilibrio entre la producción de frutos y el crecimiento vegetativo, lo que favorece una buena calidad de los mismos. Asimismo, se facilita el manejo del árbol y su recolección. Es importante destacar que la aplicación de la poda de rebaje debe realizarse de manera cuidadosa y planificada, teniendo en cuenta las características individuales de cada olivo y las condiciones específicas de la plantación.

Además de la técnica de rebaje, también se realiza lo que se denomina poda lateral mientras el arbolado se mantenga productivo. Desempeña un papel crucial en el manejo del olivar, ya que cumple dos funciones principales. En primer lugar, tiene como objetivo mantener una anchura adecuada del seto para facilitar la recolección mecanizada de los frutos. Esto implica eliminar las ramas laterales que podrían dificultar el acceso de la maquinaria durante la cosecha. En segundo lugar, la poda lateral debe evitar un sombreado excesivo dentro de las plantas. Las ramas laterales densas y entrelazadas pueden bloquear la entrada de luz solar y afectar negativamente la salud y el rendimiento de los olivos. Al realizar la poda lateral se promueve una distribución uniforme de la luz en el interior de la planta, favoreciendo así una mayor fotosíntesis y un óptimo desarrollo vegetativo y productivo (www.agromillora.com).

Aunque la poda lateral se puede realizar de manera mecanizada, es importante señalar que también puede requerir un pase manual adicional. Este pase manual permite eliminar ramas de mayor tamaño que la podadora cortadora, además de eliminar aquellas ramas que pudieran haber quedado afectadas o dañadas durante el proceso mecanizado. La combinación de la poda lateral mecanizada y el pase manual garantiza un manejo efectivo del seto, manteniendo una estructura adecuada y promoviendo un crecimiento saludable de los olivos. Esta práctica contribuye a mejorar la calidad y la eficiencia de la recolección, así como a optimizar el aprovechamiento de la luz solar y los recursos disponibles para el cultivo del olivar (www.agromillora.com).

UNIVERSITAS
Miguel Hernández



Fotografía 30: Máquina podadora de discos para *topping* y poda lateral (elaboración propia).

Otra poda que se llevará a cabo será la de ramas bajas. Esta puede realizarse de forma manual mediante cortadoras de seto, o mediante máquinas recortadoras de bajos diseñadas actualmente para realizar estos trabajos de una forma más rápida y eficaz. En esta poda se eliminarán las ramas que estén a una altura de 50-60 cm sobre el suelo.



Fotografía 31: Máquina podadora de ramas bajas del olivar (elaboración propia).

Una vez finalizadas las operaciones de poda se depositarán los restos vegetales en los centros de las calles. Es decir, en el espacio entre las hileras de árboles. Y posteriormente se triturarán esos restos vegetales, evitando la quema innecesaria de los mismos.

El triturado de los restos de poda tiene varios beneficios. En primer lugar, evita la generación de humo y la contaminación asociada a la quema de los restos. Además, al depositar los restos en el suelo y triturarlos, se promueve la reincorporación de la materia orgánica al mismo. Y obviamente, el aumento del contenido en materia orgánica del suelo es beneficioso para la fertilidad y la estructura del mismo. La descomposición de los restos de poda aporta nutrientes al suelo y mejora su capacidad de retención de agua, favoreciendo así un ambiente propicio para el crecimiento y desarrollo de los árboles.

7.6 Fertilización

Para la elaboración de un correcto programa de fertilización, independientemente del cultivo arbóreo, es fundamental considerar los resultados del análisis de suelo realizado. Este análisis proporciona información detallada sobre las características y composición físico-química del suelo, incluyendo los niveles de nutrientes presentes en el mismo. En el caso específico de carencia de nutrientes en el suelo, como bajas concentraciones de materia orgánica y nitrógeno, es importante tomar medidas para compensar esas deficiencias y asegurar un buen desarrollo del cultivo.



Figura 3: Principales parámetros físico-químicos del suelo de la parcela.

La materia orgánica desempeña un papel esencial en la fertilidad del suelo. Mejora su estructura, la retención de agua y capacidad de intercambio catiónico. Para aumentar los niveles de materia orgánica se pueden aplicar enmiendas orgánicas,

como compost, estiércol o residuos vegetales descompuestos. Estas enmiendas ayudan a mejorar la calidad del suelo a largo plazo, aportando nutrientes de forma gradual.

En cuanto al nitrógeno, destacar que es un nutriente esencial para el crecimiento vegetativo y la producción de biomasa. Se pueden utilizar fertilizantes nitrogenados para compensar su deficiencia en el suelo. Es importante seguir las recomendaciones agronómicas y las dosis adecuadas de fertilización, evitando la aplicación excesiva de nitrógeno que pueda generar problemas ambientales, como la lixiviación y la contaminación de los acuíferos y aguas subterráneas.

Además de la materia orgánica y el nitrógeno, es necesario considerar otros nutrientes esenciales para el cultivo, como fósforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes. Estos nutrientes también deben ser evaluados mediante el análisis de suelo y, en caso de deficiencia, pueden ser suministrados mediante la aplicación de fertilizantes específicos. Es importante destacar que la fertilización debe ser realizada de manera equilibrada y basada en las necesidades reales del cultivo, evitando el exceso o la carencia de nutrientes. Un manejo adecuado de la fertilización contribuye al crecimiento saludable de las plantas, a la mejora de calidad de los productos y a la optimización de los recursos utilizados en la producción agrícola.

En el cultivo del olivo es muy importante tener en cuenta las necesidades nutricionales requeridas para el correcto desarrollo de la planta y sus frutos. En el abonado del olivo el papel de cada uno de los elementos es el siguiente (www.agromaticas.es):

- El nitrógeno es uno de los elementos más importantes en el abonado del olivo. Promueve la actividad vegetativa y el desarrollo de la planta, aumentando la capacidad de asimilar otros nutrientes e influyendo en la producción. Es un elemento poco estable en el suelo, motivo por el que hay que incorporarlo en los procesos de fertilización.
- El fósforo forma parte de los procesos bioquímicos de la planta. Acelera la maduración y mejora la floración y el cuajado.
- El potasio es muy importante para que la planta tenga una mejor resistencia a la sequía y a las heladas. Por otro lado, mejora el calibre y el rendimiento graso de la aceituna.

Por otro lado, los micronutrientes también tienen gran importancia en el cultivo del olivar (www.agromaticas.es):

- El boro es un microelemento de gran importancia para el abonado del olivo pues mejora los procesos de floración y cuajado.
- La carencia de hierro ocasiona clorosis férrica, produciendo amarillez en el follaje y constituyendo un problema nutricional que puede disminuir la producción y la calidad del fruto.
- El calcio es un elemento al que se le otorga menos importancia de la que tiene. Los suelos sobre los que suelen asentarse los olivos son calizos, pero ello no significa necesariamente que el olivo absorba el calcio que requiera. Por tanto, seguirá siendo necesario realizar aportes puntuales.
- La deficiencia de magnesio en el olivar puede ocasionar defoliación en las ramas jóvenes acompañada de necrosis en las partes terminales, así como una reducción general del crecimiento de la planta.

A la hora de realizar el plan de abonado del cultivo es importante tener en cuenta los elementos químicos disponibles en el suelo de cultivo y en el agua de riego.

En la figura 3 podemos ver el resultado del análisis de suelo y en la figura 4 el resultado de un análisis del agua que suministraremos para el riego del olivo. Ambos son muy importantes a la hora de planificar el abonado del cultivo.

Determinaciones (Parameters)	Resultado	Incertidumbre	Equivalencias (Equivalency)		LC (LQ)	Método (Method)
	(Result)	mg/l (Uncertainty)	meq/l	mmol/l		
Sodio (Na)	90.3	± 9.0	3.93	3.93	5.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Potasio (K)	6.0	± 0.6	0.153	0.153	1.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Calcio (Ca)	77.7	± 7.8	3.89	1.94	5.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Magnesio (Mg)	87.7	± 8.8	7.22	3.61	5.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Boro (B)	0.167	± 0.017	0.0154	0.0154	0.05 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
Cloruros (Cl-)	141	± 21	3.97	3.97	5.0 (mg/l)	IC-100
Sulfatos (SO4)	280	± 42	5.83	2.92	5.0 (mg/l)	IC-100
*Carbonatos (CO3 2-)	< 5.0	--	< 0.167	< 0.0833	5.0 (mg/l)	QUI0006
*Bicarbonatos (HCO3 -)	264	± 53	4.33	4.33	5.0 (mg/l)	QUI0006
Nitratos (NO3)	27.0	± 4.1	0.435	0.435	1.0 (mg/l)	IC-100
*Nitrógeno Amoniacal (NH4)	< 0.10	--	< 0.00556	< 0.00556	0.1 (mg/l)	QUI0009
Fósforo Total (Expresado como Fosfatos (H2PO4))	< 1.0	--	< 0.0103	< 0.0103	1.0 (mg/l)	QUI_1000_ICP_MS
DETERMINACIONES POTENCIOMÉTRICAS						
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)		LC (LQ)	Método (Method)
pH (a 20.7°C)	7.2		± 0.2		2.0	AGU0101
Conductividad Eléctrica (a 25°C)	1.31	(mS/cm)	± 0.13		0.15 (mS/cm)	AGU0201
OTRAS DETERMINACIONES						
Determinaciones (Parameters)	Resultado (Result)	(Unidades) (Units)	Incertidumbre (Uncertainty)		LC (LQ)	Método (Method)
*Sales Solubles Totales (TDS)	852	(mg/l)	± 85		--	

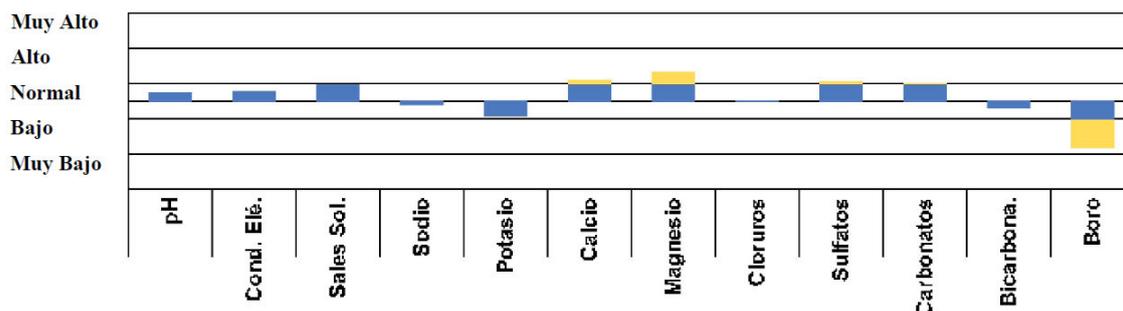


Figura 4: Resultado del análisis del agua de pozo.

Como podemos observar en la figura 4, destacan los valores de calcio y magnesio al encontrarse en cantidades altas en comparación al resto de elementos. Valores similares se encontraron en el análisis de suelo realizado (Figura 3). Pudiéndose así suponer que no será especialmente necesario aportar estos nutrientes con la fertirrigación del cultivo.

Así pues, es de especial importancia realizar periódicamente análisis de suelo y foliares para comprobar el correcto estado del medio y del cultivo. De esta manera se podrá realizar un abonado acorde a nuestras necesidades y no aportar unidades fertilizantes innecesarias, lo que supondría un gasto económico extra y un potencial impacto negativo en el suelo de cultivo.

En cuanto al aporte de fertilizantes al cultivo mediante fertirrigación, se desarrollará un plan de abonado acorde a las necesidades del cultivo. Para ello se establecerán unas necesidades acordes a las extracciones anuales que realiza el cultivo para, como mínimo, restituir las al suelo.

A continuación, se muestra un ejemplo de fertirrigación en olivar súper-intensivo con una producción media de 8.000 kg/ha (www.agromatica.es):

- Nitrógeno (N): 130 unidades fertilizantes (kg/ha).
- Fósforo (P₂ O₅): 35 unidades fertilizantes (kg/ha).
- Potasio (K₂ O): 180 unidades fertilizantes (kg/ha).

Además, es muy importante repartir la aplicación del fertilizante en diferentes épocas, según la fenología y necesidades del cultivo (Figura 5).



Figura 5: Plan de abonado para olivo.

Para aplicar las unidades de fertilizantes a través del sistema de fertirrigación, se seguirá un plan específico que se detalla en la figura 5. Este plan se ha diseñado considerando la fase actual de producción de la plantación, y se adapta según las necesidades específicas de nutrientes en cada etapa de desarrollo. La figura 5 proporciona información detallada sobre los aportes necesarios en diferentes momentos del ciclo de cultivo. Esto implica que, dependiendo de la fase de desarrollo de las plantas y de sus requisitos nutricionales específicos para cada momento, se llevarán a cabo las aplicaciones de fertilizantes mediante el sistema de fertirrigación. De esta forma se asegura que las plantas recibirán la cantidad óptima de nutrientes en el momento preciso para promover un desarrollo saludable y optimizar la producción.

7.7 Maquinaria empleada.

La mayoría de la maquinaria que se empleará para conseguir un buen manejo de la plantación pertenece a la propia finca. A continuación, se enumeran las más importantes:

- Tractor John Deere 6320 SE.
- Cultivador Foncasur de 13 brazos.
- Chasis porta *intercepas*.
- Atomizador Solano Horizonte 2.000 L.
- Remolque *Camara* 10.000 kg.
- Trituradora de restos de poda Cancela TVC 200.

Por otro lado, la maquinaria que sea necesaria, y no disponga la finca de ella, será alquilada o contratada para el desarrollo de la actividad en cuestión. Entre las que serían requeridas, destacan específicamente:

- Maquina recolectora de aceituna.
- Maquina podadora de discos.
- Podadora de ramas bajas por absorción.

Es preferible alquilar estas máquinas o contratar sus servicios para realizar los trabajos necesarios, ya que presentan un elevadísimo coste de compra y su amortización sería inasumible para una explotación de pequeña superficie.

8. PREVISIÓN DE EXPECTATIVAS.

El principal objetivo de esta plantación es la comercialización de la aceituna cosechada. Para su comercialización se cuenta con los servicios de Bodegas La Purísima, dónde se llevará la cosecha para su venta. Esta bodega se ubica en el municipio de Yecla, a 15 km de la parcela donde se va a realizar la plantación. Para el transporte de la cosecha de aceituna se emplearán el tractor y remolque propios de la explotación familiar.

La Bodega La Purísima tiene sus raíces en el siglo XIX, cuando fue fundada en 1946 por un grupo de agricultores locales apasionados por el cultivo de la vid. Estos agricultores se unieron para formar una cooperativa vitivinícola con el objetivo de producir vinos de alta calidad en la localidad de Yecla y sus alrededores. A lo largo de los años la bodega ha experimentado un crecimiento significativo, modernizando sus instalaciones para mejorar la calidad de sus vinos. Se ha centrado en la utilización de técnicas de vinificación tradicionales combinadas con tecnología moderna, para obtener vinos que reflejen la riqueza y el carácter del terruño yeclano.

Esta bodega siempre ha destacado por su compromiso con la calidad y la innovación. Han invertido en la plantación de variedades de uva adecuadas para el clima y el suelo de la comarca, lo que les ha permitido producir vinos distintivos y reconocidos. Sus vinos han recibido numerosos premios y reconocimientos a nivel nacional e internacional. Hoy en día, La Purísima es una bodega de renombre en Yecla y continúa elaborando vinos de alta calidad que reflejan la tradición vinícola de la región.

Por otro lado, para ampliar la oferta de servicios a ofrecer a sus socios agricultores cooperativistas, Bodegas la Purísima comenzó con la elaboración y comercialización de aceite de oliva. Para ello se realizó el diseño e instalación de una almazara dentro del recinto de la cooperativa, dónde los agricultores podrían llevar su cosecha de aceituna y venderla, ampliando de este modo los servicios ofertados a sus socios, además de la gama de productos elaborados a comercializar.

Por todo ello, el objetivo final será comercializar la aceituna producida, con el fin de obtener beneficios económicos destinados en primer lugar al mantenimiento de los cultivos ya presentes, y con previsión de futuro de poder invertir esos beneficios en adquirir nuevos terrenos, realizar nuevas plantaciones y comprar maquinaria para realizar los trabajos correspondientes para el buen manejo de estos cultivos.

9. BIBLIOGRAFIA

Barranco, D.; Fernández-Escobar, R. y Rallo, L. (2004). El Cultivo del Olivo. 5ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa Libros S.A., Madrid. 800p.

García Zamorano, F.; Ruíz Coletto, F.; Cano Rodríguez, J.; Pérez García, J. y Molina de la Rosa, J.L. (2010). Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente en el Olivar. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Servicio de Publicaciones y Divulgación, Sevilla. 190 p.

Muñoz Cobo, M. P.; Humanes Guillén, J.; Vega Macías, V. y Castro Rodríguez, J. (1998). Diseño y manejo de plantaciones de olivar. Monografías 22/98. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Servicio de Publicaciones y Divulgación, Sevilla. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 225 p.

Webs consultadas:

<https://www.agriprotector.com/es/tienda/protector-64093-detail>

<https://www.agromatica.es/abonado-del-olivo/>

<https://www.agromillora.com/es/>

<https://www.agromillora.com/es-cl/cultura-corporativa/>

<https://www.agromillora.com/olint/manejo-de-la-poda-de-produccion-en-plantaciones-de-olivar-en-seto/>

<https://www.bodegaslapurisima.com/>

<https://www.iberagro.com/pulverizadores/1357-pulverizador-pilas-herbicida-puro-micro-g-5l.html>

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Hort%2FHort_2004_177_34_41.pdf

<https://mundoriego.es/producto/tuberia-azud-premier-pc-o16mm-c75cm-23lhe1mm-r500m/>

<https://mundoriego.es/producto/tuberia-pe-32-agricola-50mm-6atm-100m/>

<https://mundoriego.es/producto/tuberia-pe-40-alimentario-50mm-10atm-100m/>

<https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/6824>

<https://www.sedecatastro.gob.es/>

<https://www.todolivo.com/>

<https://www.turiego.es/filtro-anillas-azud-helix-system-de-2-3-4-y-6-de-limpieza-manual.html>

UNIVERSITAS
Miguel Hernández

10. ANEJOS

10.1 Análisis de suelo de la parcela.



INFORME DE ENSAYO - SUELO



Nº de Referencia:	S-22/035004	Registrada en:	AGQ España	Fecha Recepción:	23/06/2022
Análisis:	S-ES-0001	Centro Análisis:	AGQ Internacional	Fecha Fin:	29/06/2022
Tipo Muestra:	SUELO AGRICOLA	Fecha/Hora:	21/06/2022	Contrato:	QMT-ES22010 0114
		Muestreo:			
		Fecha Inicio:	27/06/2022		
		Lote (*):	JUAN NICANDRO A L O N S O PACHECO		
Muestreado por:	*Cliente (*)	Cliente 3ª(*):	---		
Descripción(*):	JAVIER MARTINEZ HERNANEZ	Domicilio (*):	Calle Algeiras 59 YECLA (MURCIA) 30510		
Cliente (*):	FERTINAGRO AGROVIP S.L				

FERTILIDAD FÍSICA

Parámetro	Resultado	Riesgo de Compactación	Método	PNT
Clase Textural	Franco-Arcillosa		Densitometría	PE-2127
Arcilla	30 %		Densitometría	PE-2127
Limo	25 %		Densitometría	PE-2127
Arena	45 %		Densitometría	PE-2127

FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Cond. Eléctrica (Ext. 1/5)	131	µS/cm a 20 °C		200		400			PE-2128
pH (Extracto 1/2,5)	8,03	Unidades de pH		6,50		7,50			PE-2128
Materia Orgánica	1,41	%		1,20		2,00		Combustión	PE-2129
Nitrógeno Total	834	mg/kg oms		1.100		1.300			PEC-034
Fósforo Disponible Olsen	31,5	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
Caliza Activa	9,20	% CaCO3		1,50		4,00		Oxalato Amónico D.	PEC-014
Calcio Disponible	14,0	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
Magnesio Disponible	2,00	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
Potasio Disponible	0,61	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
Sodio Disponible	0,06	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH4	PEC-009

MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Hierro (DTPA)	7,14	mg/kg		4,00		10,0		DTPA	PEC-009
Manganeso (DTPA)	3,03	mg/kg		1,00		5,00		DTPA	PEC-009
Cobre (DTPA)	0,94	mg/kg		0,40		1,00		DTPA	PEC-009
Zinc (DTPA)	1,51	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	9,81			10,0		15,0			PEC-041

RELACIONES CATIÓNICAS

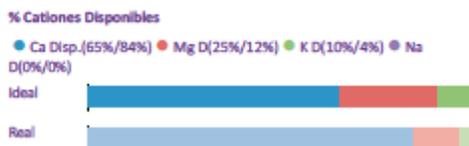


Figura 6: Resultado de análisis de suelo de la parcela.

10.2 Diseño hidráulico.

Los aspectos cruciales que necesitábamos determinar eran principalmente si los materiales ya existentes en la finca eran apropiados para llevar a cabo la nueva instalación. Para diseñar la red de riego se realizaron los cálculos necesarios para verificar la viabilidad del sistema de riego que se planeaba implementar.

Como se mencionó previamente, el riego de la plantación se llevará a cabo mediante un sistema de riego por goteo utilizando tuberías en la superficie. Este sistema de riego destaca por su elevada eficiencia en comparación con otros métodos. Permite la fertirrigación, reduciendo las necesidades de mano de obra y posibilitando la completa automatización del sistema.

Los datos requeridos para poder realizar el diseño hidráulico fueron:

- Superficie total de cultivo.
- Marco de plantación y número total de plantas.
- Numero de emisores por planta y cuantía total.
- Características de la tubería portagoteros elegida para la instalación.

Se considera la colocación de un solo ramal porta-goteros en cada línea de árboles. Cada árbol va a disponer de dos emisores separados por 0,75 m.

Las características de los emisores a instalar se muestran en las figuras 5 y 6:

AZUD PREMIER PC 16 / 2.3L - 2.3 l/h

Presión de entrada		Separación de emisores*																					
bar	psi	0.20 m 8"		0.25 m 10"		0.30 m 12"		0.33 m 13"		0.40 m 16"		0.50 m 20"		0.60 m 24"		0.75 m 30"		1.00 m 39"		1.25 m 49"		1.50 m 59"	
		m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies
1	14.5	39	128	48	157	57	187	62	203	74	243	91	299	106	346	126	413	159	522	191	627	218	714
2	29	57	188	70	230	83	272	91	299	107	351	131	430	153	502	185	607	233	764	279	915	322	1056
3	43.5	68	223	83	272	99	325	108	354	128	420	155	509	182	597	220	722	278	912	333	1093	383	1257
4	58	76	251	93	305	110	361	119	390	139	456	174	571	205	673	244	801	306	1004	374	1226	431	1414

Figura 7: Longitud máxima de ramal a diferentes presiones de entrada (www.mundoriego.es).

Modelo AZUD PREMIER PC		Ecuación característica AZUD PREMIER $q = K \cdot h^x$		Presión de trabajo	
Modelos		q (l/h) - h (mca)	q (gph) - h (psi)	bar	psi
AZUD PREMIER PC	1L	$q = 1.00 \cdot h^0$	$q = 0.26 \cdot h^0$	0.5 - 4.0	7 - 58 psi
AZUD PREMIER PC	1.6L	$q = 1.60 \cdot h^0$	$q = 0.42 \cdot h^0$	0.5 - 4.0	7 - 58 psi
AZUD PREMIER PC	2L	$q = 2.00 \cdot h^0$	$q = 0.53 \cdot h^0$	0.5 - 4.0	7 - 58 psi
AZUD PREMIER PC	2.3L	$q = 2.30 \cdot h^0$	$q = 0.61 \cdot h^0$	0.5 - 4.0	7 - 58 psi
AZUD PREMIER PC	3L	$q = 3.00 \cdot h^0$	$q = 0.79 \cdot h^0$	0.5 - 4.0	7 - 58 psi
AZUD PREMIER PC	3.5L	$q = 3.50 \cdot h^0$	$q = 0.92 \cdot h^0$	0.5 - 4.0	7 - 58 psi

Figura 8: Presión de trabajo del gotero (www.mundoriego.es).

Los objetivos principales a llevar a cabo fueron los siguientes:

- Comunicar el nuevo cabezal de riego a la red general de suministro de agua.
- Adecuar el diseño hidráulico a dos sectores de riego.
- Colocar un ramal portagoteros por cada línea de árboles, con emisores autocompensantes de 2,3 l/h cada 0,75 m.

Para poder comprobar la viabilidad de la instalación, inicialmente se determinaron los siguientes valores:

- Longitud de cada una de las líneas de plantación.
- Número total de plantas por línea de plantación.
- Número de emisores por cada ramal porta-goteros.
- Caudal demandado por cada ramal porta-goteros.

RAMAL	LONGITUD (m)	PLANTAS	GOTEROS	CUADAL (L/H)
1	164,2	110	220	506
2	162,3	109	218	501,4
3	160,4	108	216	496,8
4	158,5	107	214	492,2
5	153,32	103	206	473,8
6	140	94	188	432,4
7	126,6	85	170	391
8	113,3	77	154	354,2
9	100	68	136	312,8
10	86,6	59	118	271,4
11	84,35	57	114	262,2
12	84,25	57	114	262,2
13	84,16	57	114	262,2
14	84,06	57	114	262,2
15	84	57	114	262,2
16	83,9	57	114	262,2
17	83,78	57	114	262,2
18	83,7	57	114	262,2
19	83,6	57	114	262,2
20	83,5	57	114	262,2
21	68,8	47	94	216,2
22	52,45	36	72	165,6
23	36,06	25	50	115
24	19,7	14	28	64,4
		1612		7415,2 L/h

Figura 9: Parámetros iniciales calculados.

Tomando como base los valores clave presentes en la figura 7, se llevó a cabo un proceso exhaustivo para verificar si el caudal y la presión suministrados por el nuevo cabezal de riego serían adecuados para satisfacer las demandas de la nueva parcela.

El análisis consideró tanto el caudal, que es la cantidad de agua que puede suministrar el sistema en un tiempo determinado, como la presión, que es la fuerza con la que el agua se distribuye en la red de riego. Estos dos factores son críticos para asegurar que el sistema de riego pueda operar eficientemente y proporcionar la cantidad necesaria de agua de manera uniforme a lo largo de la parcela. La consideración de estos valores es fundamental, ya que el éxito del sistema de riego depende en gran medida de la capacidad del cabezal para proporcionar de manera efectiva el agua necesaria a lo largo de la parcela.

Este enfoque proactivo en la evaluación técnica garantiza que el sistema esté dimensionado de manera óptima para cumplir con las necesidades hídricas específicas de la nueva parcela, contribuyendo así al éxito general del proyecto de riego.

RAMAL	LONGITUD (m)	CAUDAL (L/H)	Ht (mca)	P. INICIO (mca)
1	164,2	506	6,37	16,37
2	162,3	501,4	6,19	16,19
3	160,4	496,8	6,02	16,02
4	158,5	492,2	5,86	15,86
5	153,32	473,8	5,30	15,30
6	140	432,4	4,12	14,12
7	126,6	391	3,14	13,14
8	113,3	354,2	2,36	12,36
9	100	312,8	1,68	11,68
10	86,6	271,4	1,14	11,14
11	84,35	262,2	1,04	11,04
12	84,25	262,2	1,04	11,04
13	84,16	262,2	1,04	11,04
14	84,06	262,2	1,04	11,04
15	84	262,2	1,04	11,04
16	83,9	262,2	1,04	11,04
17	83,78	262,2	1,03	11,03
18	83,7	262,2	1,03	11,03
19	83,6	262,2	1,03	11,03
20	83,5	262,2	1,03	11,03
21	68,8	216,2	0,61	10,61
22	52,45	165,6	0,29	10,29
23	36,06	115	0,11	10,11
24	19,7	64,4	0,02	10,02

Figura 10: Resumen de parámetros obtenidos sobre los ramales portagoteros.

En la figura 8 se presentan los resultados derivados de los datos recopilados a partir de la figura 7. Estos resultados proporcionan los siguientes valores clave:

- Caudal requerido por ramal porta-goteros.

Se determinó el caudal necesario para cada uno de los ramales portagoteros. Este valor es esencial para asegurar que cada sección del sistema de riego pueda suministrar la cantidad precisa de agua requerida por las plantas.

- Pérdida de carga de cada ramal (H_t).

Se calculó la pérdida de carga correspondiente a cada uno de los ramales. La pérdida de carga es un factor crucial que influye en la eficiencia del sistema, y conocer estos valores es vital para garantizar un flujo uniforme y adecuado de agua a lo largo de los ramales.

- Presión demandada por cada ramal (P_i).

Se determinó la presión necesaria para cada uno de los ramales. Este dato es esencial para asegurar que la presión del agua sea suficiente para llevar a cabo un riego efectivo en cada sección del sistema.

Todos estos cálculos se realizaron bajo la condición de lograr una presión de trabajo de 10 metros de columna de agua ($mca = 0,97 \text{ atm.}$) en el último emisor de cada ramal. Esta condición es fundamental para garantizar una entrega precisa de agua a lo largo de cada ramal, satisfaciendo de manera óptima las necesidades hídricas de las plantas.

Estos resultados son esenciales para dimensionar y configurar el sistema de riego de manera que cumpla eficientemente con los requerimientos hídricos de la plantación, asegurando así un suministro adecuado de agua en toda la extensión de los ramales.

RAMAL	CAUDAL TRAMO TERCIARIA (L/h)	LONGITUD TRAMO (m)	PERDIDA DE CARGA DEL TRAMO (mca)	PRESIÓN DEMANDADA EN CABECERA (mca)	PRESIÓN REAL AL INICIO DE RAMAL (mca)
1	3647,8	20	0,181	16,548	16,367
2	3141,8	4	0,028	16,403	16,340
3	2640,4	4	0,020	16,252	16,319
4	2143,6	4	0,014	16,099	16,305
5	1651,4	4	0,009	15,551	16,297
6	1177,6	4	0,005	14,380	16,292
7	745,2	4	0,002	13,393	16,290
8	354,2	4	0,001	12,619	16,289
9	3767,4	48	0,460	12,141	16,088
10	3454,6	4	0,033	11,628	16,055
11	3183,2	4	0,028	11,562	16,027
12	2921	4	0,024	11,586	16,002
13	2658,8	4	0,020	11,605	15,982
14	2396,6	4	0,017	11,621	15,965
15	2134,4	4	0,014	11,634	15,951
16	1872,2	4	0,011	11,643	15,940
17	1610	4	0,008	11,650	15,932
18	1347,8	4	0,006	11,655	15,926
19	1085,6	4	0,004	11,658	15,922
20	823,4	4	0,002	11,659	15,919
21	561,2	4	0,001	11,238	15,918
22	345	4	0,001	10,923	15,917
23	179,4	4	0,000	10,738	15,917
24	64,4	4	0,000	10,653	15,917

Figura 11: Resumen de los parámetros estudiados sobre la tubería terciaria.

En la figura 9 se detallan los resultados obtenidos a partir de los datos recopilados en las figuras 7 y 8. Estos resultados son fundamentales para la planificación y operación del sistema de riego, y comprenden los siguientes valores significativos:

- Caudal requerido en cada tramo de tubería terciaria.
Se determinó el caudal necesario en cada segmento de la tubería terciaria.
- Distancia desde el cabezal de riego hasta los ramales portagotos fijados en las tuberías terciarias.

Se calculó la distancia desde el cabezal de riego hasta los ramales portagotos ubicados en las tuberías terciarias. Información vital para lograr una distribución equitativa y eficiente del agua a lo largo de la plantación.

- Pérdida de carga originada en cada tramo de la tubería terciaria por cada uno de los ramales.

Se evaluó la pérdida de carga generada en cada tramo de la tubería terciaria para cada uno de los ramales. Este valor es crucial para garantizar que la presión del agua se mantenga en niveles adecuados durante todo el recorrido de las tuberías.

- Presión demandada en cabecera de tubería terciaria.

Se determinó la presión necesaria en la cabecera de la tubería terciaria. Este dato es fundamental para asegurar que la presión del agua sea suficiente para satisfacer las demandas de presión en cada uno de los ramales y, en última instancia, en los emisores.

La observación crítica del ramal más desfavorable, el número 1, que abarca una mayor longitud, un mayor número de plantas y, por ende, más goteros y caudal requerido, reveló que demanda una presión en la cabecera de 16,54 metros de columna de agua (mca = 1.60 atm). Esta presión se estableció como la presión inicial necesaria para abastecer toda la plantación de manera eficaz. Este enfoque garantiza que todas las secciones del sistema reciban la presión adecuada para un riego óptimo en toda la extensión de la plantación.

	MCA	ATM
PRESIÓN NECESARIA EN SALIDA DE CABEZAL	16,55	1,60
PÉRDIDA DE CARGA EN CABEZAL DE RIEGO	7,20	0,70
PRESIÓN DEMANDADA A LA ENTRADA DEL CABEZAL	23,75	2,30

Figura 12: Tabla resumen de presión inicial necesaria a la entrada de cabezal.

Considerando las pérdidas de carga a lo largo de la instalación de riego en la parcela, y las originadas en el cabezal debido a diversos accesorios como filtros, válvulas, tuberías e inyector, se puede concluir que, según muestra la figura 10, para cubrir las necesidades de la plantación se requerirá una presión en la entrada del cabezal de riego de 23,78 metros columna de agua (mca = 2.30 atm).

El cabezal de riego de la comunidad de regantes Las Atalayas, dispone de una presión de entrada al cabezal de 40 metros columna de agua (mca = 3.87 atm). Dado que esta presión es mayor que la requerida para el correcto manejo de la instalación, la presión de entrada a la instalación diseñada será más que suficiente para garantizar

un funcionamiento óptimo de todo el sistema de riego, asegurando así el suministro adecuado de agua a la plantación.

En el ámbito agrícola, la gestión eficiente del agua a través de sistemas de riego desempeña un papel crucial para optimizar la producción y garantizar la sostenibilidad a largo plazo. Un componente clave de este proceso es el cálculo preciso de las necesidades hídricas.

Los sistemas de riego son pilares fundamentales en la agricultura moderna, permitiendo la entrega controlada de agua a los cultivos. La elección del sistema de riego adecuado, y el entendimiento y determinación de las necesidades hídricas específicas, son aspectos críticos para optimizar la utilización del agua en la producción agrícola. Calcular con precisión las necesidades hídricas de los cultivos permite una aplicación más eficiente del agua a través de sistemas de riego. Con la cantidad exacta de agua suministrada en el momento adecuado, se minimiza el desperdicio y se mejora la eficacia del riego. Lo que es esencial en regiones con recursos hídricos limitados.

El cálculo exacto de las necesidades hídricas ayuda a prevenir la lixiviación de nutrientes y la salinización del suelo, problemas comunes asociados con prácticas ineficientes de riego. Además, al utilizar solo la cantidad necesaria de agua, se contribuye a la preservación de los recursos hídricos locales y se evita la sobreexplotación de acuíferos (www.mapa.gob.es).

Para manejar correctamente la plantación, se realizaron los cálculos de las necesidades hídricas del cultivo. Este cálculo detallado se focaliza en adaptar el suministro de agua a las demandas específicas de la plantación a lo largo del año, considerando tanto las características del cultivo como los patrones de lluvia estudiados en la región.

La figura 11 ofrece una visión detallada de las necesidades hídricas identificadas para nuestro cultivo. Estos datos son esenciales pues complementarán al plan de abonado mostrado en la figura 4, permitiendo conjuntamente un manejo preciso en la fertirrigación del cultivo. El objetivo principal es optimizar al máximo los recursos disponibles, asegurando así una evolución adecuada y saludable de nuestra plantación.

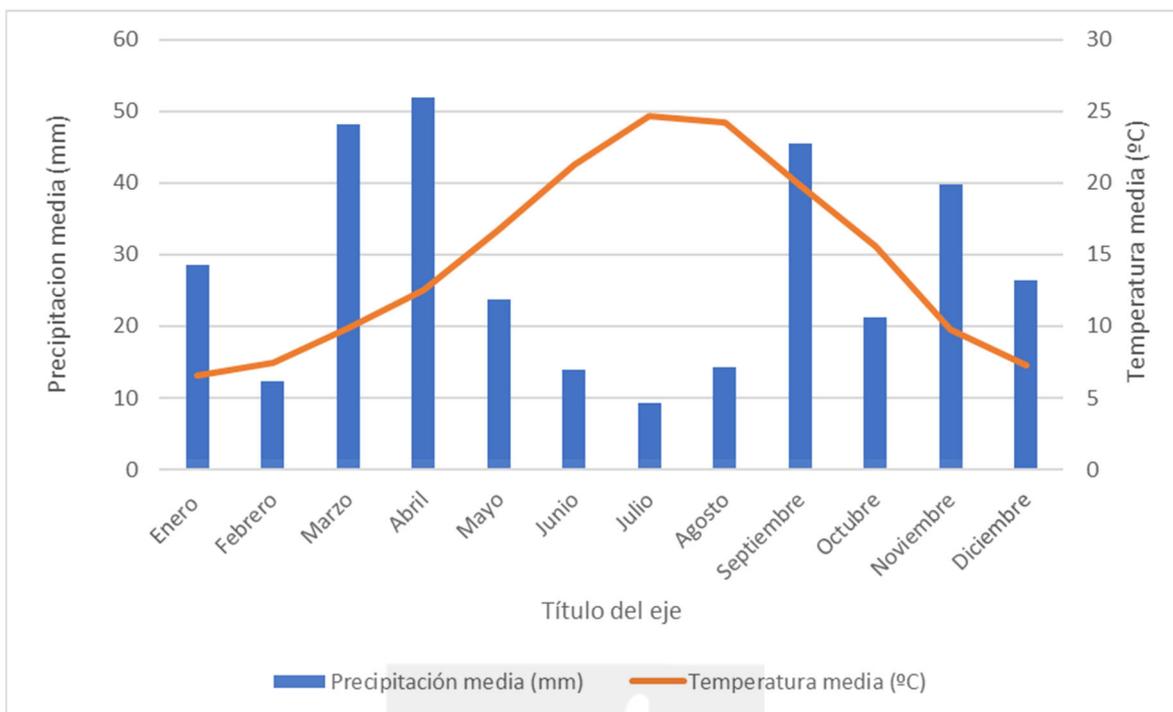


Figura 13: Diagrama ombrotérmico.

	Etc (mm/mes)	P	Nn (m3/Ha)	
ENERO	10,196	28,600	41,133	m3/Ha
FEBRERO	13,129	12,341	177,906	m3/Ha
MARZO	25,738	48,184	92,517	m3/Ha
ABRIL	31,492	51,824	140,891	m3/Ha
MAYO	46,388	23,763	570,864	m3/Ha
JUNIO	54,012	13,830	731,876	m3/Ha
JULIO	59,059	9,298	800,254	m3/Ha
AGOSTO	50,661	14,295	686,469	m3/Ha
SEPTIEMBRE	33,370	45,428	218,331	m3/Ha
OCTUBRE	22,095	21,145	262,983	m3/Ha
NOVIEMBRE	13,280	39,698	-7,306	m3/Ha
DICIEMBRE	7,846	26,420	0,000	m3/Ha
			3715,917	m3/Ha

Figura 14: Tabla resumen de precipitaciones medias mensuales, evapotranspiración mensual del cultivo y necesidades hídricas mensuales netas.

Esta estrategia permite ajustar el suministro de agua acorde con las variaciones estacionales en las necesidades del cultivo y los niveles de precipitación en la zona. A continuación, se especifican los 5 periodos baremados:

- **Enero - Marzo:**

Durante estos meses, caracterizados por condiciones invernales, se ajustó el riego para satisfacer las necesidades mínimas del cultivo, ya que la demanda es relativamente baja y las precipitaciones suelen ser más frecuentes.

- **Abril - Mayo:**

A medida que nos adentramos en la primavera los árboles muestran un desarrollo más activo y, por ende, se aumentará gradualmente el suministro de agua para satisfacer las demandas en aumento, especialmente si las lluvias disminuyeran.

- **Junio - Agosto:**

Durante los meses de verano, cuando las temperaturas son más altas y la demanda hídrica del cultivo alcanza su punto máximo, se implementarán las estrategias de riego para garantizar un suministro adecuado de agua.

- **Septiembre - Noviembre:**

A medida que nos acercamos al otoño se reajusta de nuevo el riego, para reducir los caudales acordes con las menores demandas del cultivo y teniendo en cuenta las posibles lluvias de la temporada otoñal.

- **Diciembre:**

En este mes se reevalúa de nuevo el riego, según las condiciones invernales y cerrando el ciclo anual para ajustar y programar el próximo año.

10.3 Presupuesto de la plantación.

A la hora de realizar el presupuesto se han tenido en cuenta todos los procesos necesarios llevados a cabo para poder realizar la plantación.

Preparacion del terreno	500 €
Cabezal de riego	2.300 €
Trabajo retroescavadora	300 €
Instalacion sistema de riego	2.860 €
Planta de olivo	2.401 €
Tutores	1.005 €
Protectores	240 €
Plantación	600 €
TOTAL	10.206 €

Figura 15: presupuesto de plantación.

El presupuesto total de ejecución asciende a **DIEZ MIL DOSCIENTOS SEIS (10.206 €)**.

NOTA DE ENTREGA N° _____

25 de Mayo de 2022

CLIENTE: Lucas C.I.F. & D.N.I. _____
 DOMICILIO: _____ POBLACION: _____

CANTIDAD	CONCEPTO-REFERENCIA	PRECIO	TOTAL
1.656 p.	Plantas olivos Hernández	1,45€	2.401,20€
1.675	Tutores	0,60€	1.005 €
1.600	Protectores -100	0,15€	240 €
			3.646,20€
	plantar olivos		40
			3.686,20€
			-15
			3.670,20€

CONFORME CLIENTE: _____ OBSERVACIONES: _____

Fotografía 16: Recibo de plantas de olivo, tutores y protectores para plantación.

Antonio P. Jiménez Rubio y otro C. B.

E-73062721

Instalación: Riego, Aspersión, Goteo,
Tuberías, Depuradoras y Jardinería.

Teléfono: 966 79 18 46
Móvil Carmelo: 673 960 159
Móvil Antonio (Hijo): 676 483 960

Avenida de la Paz, 131
30510 YECLA (Murcia)
riegosjimenez@gmail.com



Núm. Hoja 1

Valido 15 días

21 de Febrero de 2022

Cliente D. Lucas N.I.F./C.I.F.

Calle Finca. (Atalayas) Nº Teléfono

Ciudad Yecla Murcia

Pago Presupuesto Riego por Goteo en olivos y cañeral.

Cantidad	Concepto	Prodo	TOTAL
56	Embragues de 16f para goma.		
56	latiguillos de 16f de 1'5" largo		
56	Protectores de 32f o 50 largo		
3.200.	metros de 16f con goteo o 150 de 2" de tubo	0,17	
400	metros de tubo de 50f para manguera		
70	Espalmeres de 16f Seguridad		
4	" " 56f para goma		
2	Codos 50f PVC y válvula desagué.		
3	Electroválvula de 50f Selenoide 9v		
6	Terminales PVC 50f Eucolado		
1	Codo PVC latón 50f y válvula 3/4"		
60	Metros de tubo 50f latón de Alimentación		
1	Salida para grifo 3/4" y mangera en		
2	Salida para abonadora 1" collarín, válvula		
1	manguito union de 50f latón.		
2	Válvulas esfera PVC 63f eucolado		
5	Tap. PVC 63f eucolado		
12.	Codos PVC 63f		
2	Filtros Super Anilla 2" vitoní con Microciclón		
3	Codos de 50f para manguera		
2	manómetros de 0 a 10 bares		
200	metros de cable de 8mm en mando Hidráulico		
			Sigue

TOTAL IMPORTE	DTC, DPO PAGO % IMPORTE	TOTAL NETO	I.V.A. % IMPORTE	RECARGO EQUIV. % IMPORTE	TOTAL FACTURA

