

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



PLANTACIÓN TRUFERA EN BARRACAS
(CASTELLÓN, VALÈNCIA)

TRABAJO DE FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

ALUMNO: VICENTE FCO GARCÍA MORENO

TUTOR: SANTIAGO REYNA DOMENECH

COTUTORA: CARMEN VIRGINIA PALAU ESTEVAN

Curso académico: 2019-2020

Valencia, enero de 2020

TÍTULO

Diseño de una plantación trufera en Barracas (Castellón)

Resumen Trabajo Final de Grado (TFG)

Diseño de una Plantación trufera de 16,29ha en Barracas (Castellón, Valencia)

En el presente trabajo de final de grado se detallan los pasos necesarios para realizar una plantación dedicada a la producción de trufa negra en Barracas (Castellón).

La parcela está situada en el polígono 7, parcela 31, y tiene una superficie de 16,29ha. El marco de plantación utilizado es de 6x6, por tanto, habrá una densidad de 277 árboles/ha, es decir, un total de 4524 encinas. La especie elegida es *Quercus ilex* spp *Ballota* y el hongo hésped *Tuber Melanosporum* Vitt.

Además, se ha propuesto un cerramiento de la parcela para evitar daños por parte de animales, y se ha realizado un sistema de microaspersión para suplir las deficiencias hídricas, necesarias para obtener una producción de calidad de trufa negra. El cabezal de riego se introducirá en una caseta existente en la parcela, donde se insertarán el equipo de impulsión y los controladores, además de establecer la red de riego mediante laterales, tuberías primarias, y secundarias.

Por último, se detallan una serie de actuaciones que requiere la plantación, junto a su calendario de actividades para obtener unos rendimientos máximos.

Los ingresos obtenidos serán exclusivamente del cultivo y la posterior venta de la trufa negra.

La vida útil de la plantación será de 50 años, a partir de los cuáles se arrancarán los árboles.

Palabras clave

Trufa negra, plantación riego, género *Quercus*

Summary Final Degree Project (TFG)

Design of a truffle plantation of 16,29ha in Barracas (Castellón, Valencia)

The present work of end of degree details the necessary steps to realize a plantation dedicated to the production of black truffle in Barracas (Castellón).

The plot is located in the polygon 7, plot 31, and has an area of 16,29has. The plantation frame is of 6x6, therefore, there will be a density of 277 trees/ha, a total of 4524 oaks. The species chosen is *Quercus ilex* spp *ballota* and the host fungus *Tuber Melanosporum* Vitt.

In addition, an enclosure of the plot has been proposed to prevent damage by animals, and a micro-sprinkler system has been made to supply the water deficiencies necessary to obtain a quality production of black truffle. There is an irrigation booth built in the cropfield, where the driving equipment and controllers will be inserted, as well as establishing the irrigation network by laterals, primary and secondary pipes.

Finally, a series of actions required by the plantation are detailed, together with its calendar of activities to obtain maximum yields.

The income obtained will be exclusively from the cultivation and subsequent sale of black truffle.

The useful life of the plantation will be 50 years, from which trees will be uprooted.

Palabras clave

Black truffle, plantation, irrigation, Quercus genre

Resum Treball Final de Grau (TFG)

Disseny de una plantació trufera de 16,29ha en Barraques (Castelló, València)

En el present treball de final de grau es detallen els passos necessaris per a realitzar una plantació dedicada a la producció de trufa negra en Barraques (Castelló).

La parcel·la està situada en el polígon 7, parcel·la 31, i té una superfície de 16,29has. El marc de plantació utilitzat és de 6x6, per tant, hi haurà una densitat de 277 arbres/ha, és a dir, un total de 4525 alzines. L'espècie triada és *Quercus ilex* spp *ballota* i el fong hùésped *Tuber Melanosporum* Vitt.

A més, s'ha proposat un tancament de la parcel·la per a evitar danys per part d'animals, i s'ha realitzat un sistema de microaspersió per a suplir les deficiències hídriques, necessàries per a obtenir una producció de qualitat de trufa negra. Hi ha una caseta de reg construïda on s'insertaran l'equip d'impulsió i els controladors, a més d'establir la xarxa de reg per mitjà de laterals, canonades primàries, i secundàries.

Finalment, es detallen una sèrie d'actuacions que requereix la plantació, junt amb el seu calendari d'activitats per a obtenir uns rendiments màxims.

Els ingressos obtinguts seran exclusivament del cultiu i la posterior venda de la trufa negra.

La vida útil de la plantació serà de 50 anys, a partir dels quals s'arrancaran els arbres.

Paraules clau

Trufa negra, plantació, reg, gènere Quercus

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEXOS A LA MEMORIA

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

DOCUMENTO V: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO I: MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN
2. OBJETO DEL PROYECTO
3. ESTADO ACTUAL Y LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA
 - 3.1 ESTADO LEGAL
 - 3.1.1 LOCALIZACIÓN Y LÍMITES
 - 3.1.2 PROPIEDAD
 - 3.1.3 DELIMITACIÓN DE USOS IMPUESTOS POR LAS NORMAS SECTORIALES
 - 3.1.4 USO ACTUAL DE LAS PARCELAS Y DIMENSION
 - 3.1.5 ESTADO ACTUAL DE LAS PARCELAS
4. BASES DEL PROYECTO
 - 4.1 FINALIDAD DEL PROYECTO
 - 4.1.1 ESTUDIO DEL MEDIO
5. ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS Y DESCRIPCIÓN
 - 5.1 CERRAMIENTO
 - 5.1.1 CERRAMIENTO PERIMETRAL
 - 5.1.2 PUERTAS DE ACCESO
 - 5.2 PLANTACIÓN
 - 5.2.1 PLANTA MICORRIZADA
 - 5.2.2 PLANTACIÓN
 - 5.3 SISTEMA DE RIEGO
 - 5.3.1 EXTRACCIÓN DEL AGUA
 - 5.3.2 NECESIDADES HÍDRICAS DE LA PLANTACIÓN
 - 5.3.3 MARCO DE RIEGO
 - 5.3.4 ELECCIÓN DEL MICROASPELOR
 - 5.3.5 SECTORIZACIÓN DEL RIEGO
 - 5.3.6 CALENDARIO DE RIEGOS
 - 5.3.7 SUBUNIDADES DE RIEGO
 - 5.3.8 RED DE TRANSPORTE

5.3.9 CABEZAL DE RIEGO

5.3.10 CÁLCULO DE APERTURA DE ZANJAS

6. CUIDADOS CULTURALES DE LA PLANTACIÓN

7. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

8. PLAN DE OBRA

9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la zona de actuación.

Tabla 2. Análisis de suelo de la parcela.

Tabla 3. Temperaturas anuales de la zona de actuación (°C).

Tabla 4. Necesidades hídricas en los meses más desfavorables (L/m²).

Tabla 5. Calendario de riego.

Tabla 6. Resumen de las subunidades.

Tabla 7. Diámetros nominales de la red de transporte PVC PN6 y PVC PN10 UNE EN ISO 1452.

Tabla 8. Parámetros técnicos del equipo de bombeo.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Catastro de la parcela. Fuente: sede electrónica del catastro.

Figura 2. Aprovechamiento actual de la parcela. Fuente: sede electrónica catastro.

Figura 3. Presupuesto de la explotación.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN

El proyecto consiste en la realización de una plantación trufera para obtener beneficios económicos debido a que la parcela en cuestión se encuentra sin cultivar, anteriormente estaba destinada a la producción de hierbas aromáticas para la extracción de aceites esenciales. La zona de Barracas es una zona trufera, debido a las condiciones edafoclimáticas existentes, las cuales permiten la producción de trufa negra de forma óptima. Además, la zona presenta buenas condiciones climáticas para su producción, consiste en un clima de montaña con inviernos fríos y veranos calurosos. Por último, es frecuente la presencia de acuíferos permitiendo la extracción de agua mediante bombeo para contrarrestar la evapotranspiración y suplir las necesidades del hongo y del arbolado.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la realización de una explotación trufera, teniendo en cuenta todas las acciones a realizar para obtener una cosecha de calidad. Para ello se detallarán todas las medidas necesarias a realizar, y se realizarán estudios, tanto climáticos como edafológicos, para ver la viabilidad de la plantación en cuestión.

3. ESTADO ACTUAL Y LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA

3.1 ESTADO LEGAL

3.1.1 LOCALIZACIÓN Y LÍMITES

La parcela se encuentra en el término municipal de Barracas, a continuación, se muestran los datos del catastro:

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	12020A007000310000QR  
Localización	Polígono 7 Parcela 31 LAVANDA. BARRACAS (CASTELLÓN)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL	
	Localización Polígono 7 Parcela 31 LAVANDA. BARRACAS (CASTELLÓN)
	Superficie gráfica 162.865 m ²
	Participación del inmueble 100,000000 %

Figura 1. Catastro de la parcela. Fuente: sede electrónica del catastro.

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
a	C- Labor o Labradío secano	02	162.031
b	E- Pastos	00	834

Figura 2. Aprovechamiento actual de la parcela. Fuente: sede electrónica catastro.

Como se puede observar, la parcela estaba destinada a la producción de hierbas aromáticas, aunque actualmente se encuentra sin cultivar.

3.1.2 PROPIEDAD

La parcela es de Javier Monsalve, propietario y contratista para realizar la explotación de *Quercus Ilex* spp. *Ballota*, inoculado con *Tuber Melanosporum Vitt.* para la producción de trufa negra.

3.1.3 DELIMITACIÓN DE USOS IMPUESTOS POR LAS NORMAS SECTORIALES

La zona donde se va a realizar la plantación no está delimitada como paisaje protegido, por tanto, es viable para llevar a cabo la plantación.

3.2 USO ACTUAL DE LAS PARCELAS Y DIMENSIÓN

La parcela se encuentra actualmente sin cultivar desde hace 2 años, anteriormente estaba destinada al cultivo de hierbas aromáticas para la extracción de aceites esenciales.

4. BASES DEL PROYECTO

4.1 FINALIDAD DEL PROYECTO

La finalidad del proyecto es la producción de trufa negra (*Tuber Melanosporum Vitt.*) con el fin de obtener unos ingresos elevados y así rentabilizar la parcela ya que actualmente está sin cultivar. Para ello se diseñará la plantación y se realizarán todas las medidas pertinentes para llevar a cabo el proyecto.

4.2.1 ESTUDIO DEL MEDIO

4.2.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Las coordenadas geodésicas y las coordenadas en la proyección U.T.M en el huso 30 para el Datum ETRS89 es la siguiente:

	U.T.M	COORDENADAS GEODÉSICAS
LATITUD	698000	40º 54' 5192" W
LONGITUD	4426500	57º 53' 2878"

Tabla 1. Coordenadas de la zona de actuación.

4.2.1.2 ACCESOS

El acceso a la parcela es mediante la carretera CV-240, saliendo de Barracas dirección sur y tomando un camino de tierra secundario, el cual guía hacia los molinos de viento. La parcela en cuestión es la última antes de llegar a los molinos.

4.2.1.3 FISIOGRAFÍA

La parcela se encuentra a 981m sobre el nivel del mar, pasado el ragudo. La pendiente de la parcela es suave, además presenta una fuerte insolación, presentando facilidad para el establecimiento del cultivo.

4.2.1.4 HIDROLOGÍA Y RESISTENCIA A LA EROSIÓN

Barracas está situado en el término del Alto Palancia, al Sur del término nace el río Palancia, principal sistema hídrico de la provincia de Castellón. La Sierra está llena de torrentes y cursos estacionales. Al ser un terreno carbonatado, se han desarrollado procesos de karstificación en las formaciones rocosas permeables. Por ello, los abundantes cursos de agua abastecen a las poblaciones y a los cultivos.

Los recursos hídricos necesarios para la plantación se obtendrán de un pozo ya existente en la parcela.

4.2.1.5 GEOLOGÍA

En el altiplano de El Toro-Barracas dominan los materiales cuaternarios de relleno, compuestos por materiales del jurásico, de origen carbonatado. Los materiales del triásico se encuentran rodeando el barranco de la cueva del agua y la Rambla Seca, que conduce al nacimiento del río Palancia. A continuación, se muestran los materiales de la zona:

- Fm. Buntsandstein (rodeno). Compuesta por arenisca roja u ocre.
- Fm. Muschelkalk. Dolomías (carbonatos de calcio y magnesio) que se encuentran por encima de los materiales anteriores.
- Fm. Keuper. Se compone de arcillas y limos de colores ocres, además de en pequeñas capas de yesos.

Los afloramientos jurásicos son los más abundantes, son materiales de origen marino, formados por margas (arcilla carbonatada) y rocas carbonatadas (calcáreas y dolomías). Es por ello que la sierra tenga abundancia de simas y sumideros, así como los deslizamientos entre estratos.

El cuaternario se compone de materiales de relleno, así como depósitos aluviales y fluviales junto a torrentes y ríos. Además, la estructura tectónica del término es de estilo germánico (bloques fracturados y elevados o hundidos unos respecto a otros).

4.2.1.6 EDAFOLOGÍA

En el término de Barracas abundan los suelos calcáreos integrados por calizas, margas y calizas margosas. Se trata de suelos predominantemente rojizos, con colores pardos o grisáceos, relacionados con arcillas y calizas respectivamente. La textura que abunda es areno-limosa.

Para este proyecto se ha realizado un análisis de suelo en distintas partes de la parcela, concluyendo que posee una textura franco-arenosa, según la clasificación textural del USDA. A continuación, se adjunta una tabla que recoge los valores de las principales propiedades químicas del suelo.

PARÁMETRO	VALOR
pH agua (1:2,5)	7,97
CE es (mhos/cm)	0,25
Caliza total (%)	29,53
Caliza activa (%)	8,54
Materia orgánica (%)	2,74
Relación C/N	7,85
Calcio intercambiable	0,67

Tabla 2. Análisis de suelo de la parcela.

4.2.1.7 CLIMATOLOGÍA

El clima en Barracas es de montaña, con veranos calurosos e inviernos fríos, con vientos predominantes del norte-oeste. Es por ello que son frecuentes las heladas, procedentes del *cierzo*, debido a la acción del viento procedente de Aragón. Hay un elevado número de nieblas estivales cuando la humedad relativa es alta.

Se ha recurrido a distintas clasificaciones climáticas para obtener suficiente información como para que saber si las condiciones son óptimas para el establecimiento del cultivo. Además, la información climatológica ha sido extraída en series de 10 años de la estación termopluviométrica de El Toro y de Barracas, debido a la insuficiencia de datos existente.

En la siguiente tabla se pueden observar los valores anuales de las distintas temperaturas (°C).

MES	T ^a media	T ^a máxima absoluta	T ^o media de las máximas	T ^o mínima absoluta	T ^a media de las mínimas
ENERO	5,8	18,9	11,4	-5,8	0,6
FEBRERO	3,2	17,2	8,1	-8,5	-0,9
MARZO	7,2	22,6	12,3	-2,8	2,9
ABRIL	10	25,7	16,1	-0,1	4
MAYO	12,6	23,9	18,9	-1,3	6,5
JUNIO	17,1	29	23,4	6,6	10,8
JULIO	20,9	34,1	28,6	10,9	13
AGOSTO	20,1	33,2	27,4	11,4	14,2
SEPTIEMBRE	17,3	29,1	23,6	6,2	12
OCTUBRE	11,7	25,8	17,2	0,7	6,6

NOVIEMBRE	7,6	17,4	11,8	-2,4	3,3
DICIEMBRE	6,8	20,5	14	-4	0,9

Tabla 3. Temperaturas anuales de la zona de actuación (°C).

A continuación, se muestran los resultados de las distintas clasificaciones climáticas llevadas a cabo para la zona de actuación.

- Factor de pluviosidad de Lang: zona árida.
- Índice de aridez de Martonne: países secos mediterráneos.
- Índice termopluviométrico de Dantin-Revenga: zona semiárida.
- Clasificación climática de Thornwaite: clima semiárido.
- Clasificación bioclimática UNESCO-FAO: clima templado medio con inviernos moderados, aridez de tipo xérico subdesértico acentuado, grupo subdesértico acentuado.
- Clasificación climática de Papadakis: invierno de tipo avena fresca, av, verano de tipo arroz, régimen templado cálido, clima mediterráneo seco.
- Clasificación climática de Rivas-Martínez: región mediterránea, piso mediterráneo y subpiso inferior, y ombroclima semiárido.

5. ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

A continuación, se detallan las labores necesarias para el establecimiento de la plantación.

5.1 CERRAMIENTO

5.1.1 CERRAMIENTO PERIMETRAL

Para proteger la plantación de animales y posibles robos se va a instalar un vallado de tipo ganadera. Son frecuentes los problemas ocasionados por animales, como el jabalí, el ciervo, y los conejos. Además, la valla impedirá el acceso de personas ajenas a la plantación.

Materiales

- Malla galvanizada de 1,8m de altura con una luz o apertura de 14x15cm. La longitud necesaria es de 1780m.
- Postes para anclar la malla de perfil tipo T de 60 x 60 x 7 de acero galvanizado y de 2,2m de altura. La distancia entre los postes será de 5m, sobresaldrán 1,9m del suelo. No se utilizarán riostras puesto que la cimentación estará formada por zapatas de hormigón en masa, que por ser una valla separadora y no ofrecer apenas resistencia al viento, todos los momentos posibles serán absorbidos por la cimentación. Serán necesarios 356 postes.

- Postes para las riostras de perfil tipo L de dimensiones 40 x 40 x 4 de acero galvanizado, de 1,9m de longitud para mejorar la sujeción en cambios de dirección de la valla, o entre distancias que no superarán nunca los 100m entre los postes. Serán necesarios 24 postes de este tipo.
- Para una mayor estabilidad en los cambios de dirección, se utilizarán cables de acero a modo de cruces de San Andrés rigidizando ambos tramos de la intersección. .
- Los postes se introducirán en hoyos de 40 x 40 x 40cm, con 0,064m³ de cemento HM-20/P/20.

Antes de la colocación de los postes se deberá marcar mediante spray el punto exacto donde se introducirán. A continuación, se realizarán los hoyos con una retroexcavadora mixta hidráulica de 70/100CV, con ahoyador para cerramientos. Será necesario realizar 380 hoyos.

Por último, la malla se coserá a los postes en 6 puntos equidistantes mediante alambre de acero galvanizado, y se rigidizarán los cambios de dirección mediante los cables de acero a modo de cruces de San Andrés.

5.1.2 PUERTA DE ACCESO

Se dotarán dos puertas de acceso situadas junto al camino de tierra por el que se accede a la parcela para facilitar las labores a realizar en la plantación. El mapa NUMERO muestra la ubicación de la puerta en el plano de la parcela.

Las características de la puerta son las siguientes:

- Puerta de 5m de anchura y 1,8m de altura de dos hojas de 2,5m con bastidor metálico de perfil en T 60 x 60 x 7cm para alojar la malla con sus respectivas bisagras.
- Malla soldada galvanizada de 14 x 15cm de luz (idéntica a la utilizada en el vallado).
- Dos postes sobre los que se montará la puerta de 100mm de diámetro y 2,1 m de altura. Los postes serán empotrados en el suelo a una profundidad de 30cm mediante una zapata de hormigón de las mismas características que la del vallado.
- La puerta llevará un cerrojo con candado y pasadores de anclaje inferiores.

Dada la proximidad entre el poste de la valla y el de la puerta, se ha optado por realizar una zapata combinada armada de doble dimensión que las del vallado, 40 x 80 x 40cm, mediante una retroexcavadora mixta hidráulica de ruedas de 70/100CV, con ahoyador para cerramientos. Como en el vallado, se utilizará cemento de HM-20/P/20 con gravas lavadas, empleándose 0,128 m³ por hoyo. Para el armado de la zapata se utilizará una malla electrosoldada de 10 x 10 x 0,8cm.

Finalmente se colocarán las dos hojas que forman la puerta.

En el plano número 8 se puede observar un detalle del vallado y de la puerta.

5.2 PLANTACIÓN

5.2.1 PLANTA MICORRIZADA

5.2.1.1 HONGO

El hongo que se desea producir es *Tuber melanosporum* Vitt., por ello se comprarán plantas de *Quercus Ilex* spp *Ballota* que estén micorrizadas con certificado de calidad. Es conocida por distintos nombres, según la zona y el país: trufa negra, trufa de Perigod (España), tartufo nero pregiatto (Italia), trufa d'ivern (valenciano) y trifola (piamontés), son los más destacados.

El hongo es de forma globosa e irregular, y de tamaño variable, y su recolección abarca desde mediados de noviembre hasta finales de marzo.

5.2.1.2 ÁRBOL HOSPEDANTE

Se ha decidido que la especie hospedante sea *Quercus Ilex. Spp ballota*, ya que es un árbol que habita el paisaje donde se sitúa la explotación, por lo que las condiciones son idóneas para su cultivo, y debido a que es una especie que produce trufas de forma natural.

5.2.1.3 VIVERO

La planta se encargará a un vivero especializado que produce plantas micorrizadas con un control adecuado y certificado de micorrización. Tras haber consultado distintos viveros, instalaciones de los mismos, y precios, se ha elegido a viveros INOTRUF S.L, los cuales suministran plantas micorrizadas a muchas explotaciones truferas de la zona.

Los plantones serán de una savia y se colocarán en contenedores individuales de 450ml, agrupados en bandejas de 20 para evitar problemas durante el transporte.

5.2.2 PLANTACIÓN

5.2.2.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Es imprescindible una adecuada preparación del terreno para garantizar el éxito de la plantación. El objetivo consiste en airear el suelo y mejorar su capacidad de infiltración para favorecer la expansión de las raíces y así la micorrización del terreno.

A continuación, se detallan las labores a realizar:

- 1: Labor profunda de 40-50cm tras las primeras lluvias de otoño. Para ello se utilizará un tractor de 180CV con doble tracción, al que se le acoplará un subsolador de 5 brazos separados 0,5m.
- 2: Labor con arado de vertedera a 30-40cm de profundidad. Para ello se utilizará un tractor de 120CV, al que se le acoplará un arado de vertedera trisurco reversible de tres cuerpos de 18 pulgadas cada uno.
- 3: Unos 20 días antes de la plantación se realizará una labor mediante un cultivador de 17 brazos de tipo golondrina, acoplado al mismo tractor descrito para la segunda labor.

5.2.2.2 SERVIDUMBRES A LA PLANTACIÓN

Se va a guardar una servidumbre de 4 metros alrededor de todo el vallado para impedir que la producción no se salga de la parcela, además de facilitar las labores mecanizadas.

5.2.2.3 MARCO DE PLANTACIÓN

Existen distintos tipos de marcos utilizados en función del tamaño de la parcela y de la densidad que se desee obtener. En la plantación se ha optado por utilizar un marco de 6x6m, obteniendo una densidad de 277 plantas/ha, ya que se trata de un marco con dimensiones iguales, facilitando la mecanización e impidiendo que se produzcan zonas con sombra.

5.2.2.4 REPLANTEO Y MARCAJE

El marcaje se realizará con maquinaria que disponga de GPS para garantizar la precisión. Se realizará tras la preparación del terreno, siempre y cuando no llueva o el suelo esté helado.

5.2.2.5 PLANTACIÓN

5.2.2.5.1 ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La plantación se realizará en abril debido a que habrá menos riesgo de heladas.

5.2.2.5.2 ADQUISICIÓN DE PLANTONES

Se comprarán 4653 plantones de *Quercus Ilex. Spp ballota* de 1 savia en contenedores de 450cc, estriado, y servido en bandejas de 20 plantas para facilitar el transporte. Las características de los envases facilitan el crecimiento radicular para asegurar la buena micorrización.

5.2.2.5.3 APERTURA DE HOYOS

Los hoyos se realizarán con la azada y tendrán unas dimensiones de 30x30cm aproximadamente.

5.2.2.5.4 COLOCACIÓN DE LA PLANTA

Se retirará el contenedor con cuidado de no dañar el cepellón y se colocará en el hoyo de forma vertical. A continuación, se rellenarán los huecos y se pisará alrededor para compactar la tierra.

5.2.2.6 PROTECTOR INDIVIDUAL

Se utilizará un tubo protector de propileno de 60cm de altura para favorecer las condiciones de crecimiento y evitar daños por acción del viento o de mamíferos.

5.2.2.7 RIEGO DE ASENTAMIENTO

Tras la plantación se dará un riego de 10L de agua por planta. Para ello se utilizará una cuba de agua de 6000L de capacidad y un tractor agrícola de 120CV con doble tracción.

5.2.2.8 REPOSICIÓN DE MARRAS

Tan sólo tendrá lugar si alguna de las plantas no arraiga y muere, en ese caso se sustituirán las plantas dañadas por otra comprada en el vivero, con certificado de micorrización. Se considerará un 5% de reposición.

5.3 SISTEMA DE RIEGO

En este proyecto se ha optado por instalar un sistema de riego a presión de microaspersión, la instalación tendrá lugar en el séptimo año. Este sistema es el que mejor se adapta a la morfología de las plantas, además de garantizar una cobertura total del terreno. Las tuberías estarán enterradas para facilitar las labores mecanizadas.

5.3.1 EXTRACCIÓN DEL AGUA

El agua se extraerá de un pozo existente en la parcela con un nivel dinámico medio del acuífero de 110m aproximadamente, con un caudal máximo de extracción de 125m³/h.

5.3.2 NECESIDADES HÍDRICAS DE LA PLANTACIÓN

Se han tenido en cuenta las recomendaciones propuestas por distintos autores expertos en truficultura para el cálculo de las necesidades de riego a aplicar. Se recomienda regar cada 15-20 días que sumen, junto con las precipitaciones, volúmenes de 50l/m² y mes en los meses de junio y septiembre, y de 60l/m² y mes en julio y agosto, siendo julio el mes de máximas necesidades (Reyna, S).

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Precipitación (L/m²)	34,07	18,67	30,73	39	122,47
Necesidades (L/m²)	50	60	60	50	220
Riego (L/m²)	15,93	41,33	29,27	11	97,53

Tabla 4. Necesidades hídricas en los meses más desfavorables (L/m²).

Debido a la irregularidad de las precipitaciones, el riego se calculará en base al mes más desfavorable, julio. Teniendo en cuenta una eficiencia de aplicación del 85% la cantidad bruta a aplicar será de 48,62 l/m².

5.3.3 MARCO DE RIEGO

El marco de riego elegido es de 6x6m, colocando los emisores en el centro de la distancia entre árbol y árbol.

5.3.4 ELECCIÓN DEL MICROASPERSONOR

Se utilizarán microaspersores autocompensantes, recomendados para el riego subarbóreo, invernaderos y jardinería. Éstos proporcionan un amplio rango de aspersión y una mayor resistencia a la obturación. Además, permiten un riego uniforme aportando la cantidad necesaria a cada planta, aun cuando la topografía de la parcela es irregular. Los

microaspersores seleccionados poseen un caudal de 110 l/h, con una presión de trabajo de 2-4,5bar y un diámetro de acción de 8m

5.3.5 SECTORIZACIÓN DEL RIEGO

El periodo entre riegos será de 15 días y el número de sectores será de 5 debido a la geometría de la parcela. Mediante la sectorización se podrá regar toda la plantación sin necesidad de caudales excesivos.

5.3.6 CALENDARIO DE RIEGO

El tiempo entre riegos será de 15 días, con una duración de 7,94 horas.

Mes	Primer riego (días)	Segundo riego (días)
Junio	1 al 5	16 al 21
Julio	1 al 5	16 al 21
Agosto	1 al 5	16 al 21
Septiembre	1 al 5	16 al 21

Tabla 5. Calendario de riego.

5.3.7 SUBUNIDADES DE RIEGO

Se ha optado por diseñar 5 subunidades de riego con una superficie parecida, debido a la geometría de la parcela.

El lateral elegido para este proyecto es de Polietileno de baja densidad (PE 32), con un diámetro nominal de 32, un espesor de 2,4mm, y con una presión de trabajo máxima de 4bar.

Las tuberías terciarias estarán enterradas y el material será de PVC según la UNE EN ISO 1452 con una PN6. Además, debido a que necesitan transportar caudales elevados, se ha optado utilizar tuberías telescópicas, de manera que las terciarias tengan diámetros diferentes para reducir costes y optimizar el funcionamiento. Para cada subunidad, el primer tramo posee un diámetro mayor que el segundo, satisfaciendo las necesidades y reduciendo costes.

Sector	Subunidad	L (m)	DN lat (mm)	L1 (m)	DN1 (mm)	L2	DN2 (mm)
1	1	96	32	54	90	42	75
	2	90	32	12	90	78	75
	3	90	32	12	90	78	75
2	4	108	32	42	75	66	63
	5	90	32	72	63	18	50
	6	84	32	48	63	36	50
3	7	114	32	66	75	48	63
	8	90	32	72	63	18	50
	9	96	32	12	75	84	63

4	10	114	32	66	75	48	63
	11	90	32	72	63	18	50
	12	96	32	12	75	84	63
5	13	108	32	12	75	96	63
	14	90	32	36	63	54	50
	15	90	32	36	63	54	50
	16	78	32	12	63	66	50

Tabla 6. Resumen de las subunidades.

Donde:

- L_{lat} : longitud total del lateral (m)
- DN_{lat} : diámetro nominal (mm) del lateral de PE PN4 (Norma UNE 53367)
- $L1$: longitud del primer tramo de terciaria (m)
- $DN1$: diámetro nominal (mm) del primer tramo de terciaria de PVC PN6 (norma UNE EN ISO 1452)
- $L2$: longitud del segundo tramo de terciaria (m)
- $DN2$: diámetro nominal (mm) del segundo tramo de terciaria de PVC PN6 (norma UNE EN ISO 1452)
- Q_i : caudal al inicio de la subunidad (L/h)
- P_i : presión requerida al inicio de la subunidad (m.c.a)

En el plano Dimensionado de las subunidades de riego, pueden observarse las subunidades con su diámetro de terciaria indicada en dos tramos, debido que se trata de tuberías telescópicas.

5.3.8 RED DE TRANSPORTE

La red de transporte es la encargada de suministrar el agua necesaria, extraída del pozo, a cada subunidad.

Las tuberías de la red irán enterradas, por ello serán de PVC PN6 y PVC PN10, cumpliendo ambas con la norma UNE EN ISO 1452, Sistemas de Canalización en Materiales Plásticos para Conducción de Agua y para Saneamiento Enterrado o Aéreo con Presión.

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Etiqueta nudo (-)	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo MPA
1	1	2	bomba		-	
2	2	3	filtrado	184,0	184,0	1,60
3	3	4	filtro		-	
4	4	5	Sub 1	184,6	184,6	0,60
5	5	6	Sub 2	147,6	147,6	0,60
6	6	7	Sub 3	101,6	101,6	0,60
7	4	8	Sub 4	166,2	166,2	0,60
8	8	9	Sub 5	129,2	129,2	0,60
9	9	10	Sub 6	83,0	83,0	0,60
10	4	11	Sub 7	166,2	166,2	0,60
11	11	12	Sub 8	129,2	129,2	0,60
12	12	13	Sub 9	101,6	101,6	0,60
13	4	14	Sub 10	166,2	166,2	0,60
14	14	15	Sub 11	129,2	129,2	0,60
15	15	16	Sub 12	101,6	101,6	0,60
16	4	17	Sub 13	166,2	166,2	0,60
17	17	18	Sub 14	147,6	147,6	0,60
18	18	19	Sub 15	115,4	115,4	0,60
19	19	20	Sub 16	83,0	83,0	0,60

Tabla 7. Diámetros nominales de la red de transporte PVC PN6 y PVC PN10 UNE EN ISO 1452.

5.3.9 CABEZAL DE RIEGO

El cabezal está formado por distintos dispositivos cuya función es filtrar el agua extraída del pozo, regular las presiones, y llevar a cabo la programación del riego. Por ello, estará formado por el equipo de filtrado y por los elementos de control y automatización.

5.3.9.1 SISTEMA DE BOMBEO

La altura manométrica de la bomba ha sido calculada en base al nudo más desfavorable de la red de transporte, NMD, aplicando la ecuación de Bernoulli.

El equipo de bombeo seleccionado es una bomba de agotamiento sumergible, la cual se instalará en vertical. La tabla recoge las características de la bomba:

Parámetros técnicos	Valores
Velocidad nominal de la bomba	2900rpm
Caudal real calculado	153,9m ³ /h
Altura manométrica de la bomba	154,1m
Cierre mecánico del motor	SIC/SIC
Homologaciones en placa de características	CE,GOST2

Tolerancia de curva	ISO9906:2012 3B
Versión del motor	T30
Número de rodets	8

Tabla 8. Parámetros técnicos del equipo de bombeo.

5.3.9.2 SISTEMA DE FILTRADO

Se ha optado por utilizar filtros de discos automáticos, dado que garantizan una buena calidad de filtrado y consumen poca energía en el proceso de contralavado. Se ha seleccionado un equipo autolimpiable en línea con cuatro elementos filtrantes de discos maniobrados de 3”, con colectores de polietileno de alta densidad que garantizan una adecuada resistencia y durabilidad.

5.3.9.3 ELEMENTOS DE REGULACIÓN, CONTROL Y DISTRIBUCIÓN

En el proyecto será necesario instalar una serie de elementos que permitan un funcionamiento seguro. Dichos elementos son: válvula de mariposa, válvula de esfera, válvula de retención o antirretorno, ventosas, un contador volumétrico y manómetros para medir la presión.

Para la automatización se instalarán electroválvulas y un programador de riego.

5.3.10 CÁLCULO DE ZANJAS

Se ha optado por enterrar las terciarias, así como las tuberías de la red de transporte para evitar dificultar las labores culturales. Para ello, se realizarán una serie de zanjas de dimensiones adecuadas por donde se canalizarán las tuberías. Además, en la zanja se introducirá el cableado eléctrico que alimentará las electroválvulas.

Para la apertura se utilizará una retroexcavadora mixta, además, las uniones entre tubos y piezas se realizará fuera de las zanjas. La profundidad dependerá del tamaño de la tubería, del apoyo, la climatología y la topografía de la parcela.

Para cada terciaria se abrirá una zanja, ensanchándose en los puntos de unión entre terciarias y laterales, así como en los lugares donde se introducirán las arquetas. A continuación, se nivelará y refinará el fondo de la zanja, usando una cama de 10cm de arena. Las dimensiones de la zanja serán de 50cm de ancho y 60cm de profundidad.

Volumen total de tierra a excavar para las terciarias:

$$0,6 \times 0,5 \times 1524 = 457,2 \text{ m}^3$$

Cantidad de arena de lecho:

$$0,5 \times 0,1 \times 1524 = 76,2 \text{ m}^3$$

Las zanjas donde se introducirán las tuberías de la red de transporte tendrán las mismas medidas que las zanjas de las terciarias, 0,6 metros de profundidad y una anchura variable, en función del número de tuberías que contenga. De ésta forma, la anchura de la zanja será la suma de los diámetros de las tuberías que contenga, mas 25cm a cada extremo.

6. CUIDADOS CULTURALES DE LA PLANTACIÓN

A medida que la plantación va avanzando, será necesario realizar una serie de labores para controlar los árboles y mejorar la producción. A continuación, quedan detalladas las labores:

Periodo de colonización

Las labores comienzan tras el 5 año de la plantación:

- Laboreo y escarda: a final de primavera y al comienzo de otoño.
- Riego de apoyo con cuba. Entre 3 y 4 riegos entre junio y septiembre cada 20 días. Hasta el año 7, donde se implantará la instalación de riego.
- Poda manual. Desde el cuarto año tras la plantación, se realizará una vez al año, desde mitad a finales de invierno.

Periodo de asentamiento

Suele comprender desde el quinto año hasta el décimo.

- Laboreo superficial una vez al año, entre mitad del invierno y comienzo de primavera.
- Riego de apoyo con cuba hasta el año 7. A partir de la instalación del riego por microaspersión se realizarán riegos cada 15-20 días entre junio y septiembre.
- Poda manual. Una vez al año a partir de mitad del invierno.

Periodo de explotación

Este periodo comprende desde el décimo año de la plantación hasta el envejecimiento. Las labores a realizar serán las mismas que las citadas para el periodo de asentamiento.

7. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

En total los beneficios a lo largo de todo el periodo de explotación son 5.106.445,85€, lo que supone un total de 313.534,72€/ha, por lo que en primera instancia las perspectivas de la plantación son muy buenas.

8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Presupuesto de ejecución material

1 ZANJAS	4.296,92
2 RED DE TRANSPORTE	9.847,04
3 SUBUNIDADES	55.599,96
4 CABEZAL	53.657,86
5 PLANTACIÓN	54.049,24
6 INSTALACIÓN DEL VALLADO	7.976,69
7 GESTIÓN DE RESIDUOS	881,70
8 SEGURIDAD Y SALUD	1.200,00
Total	187.509,41

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS NUEVE EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.

Figura 3. Presupuesto de la explotación.