



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales  
con riego localizado en el municipio de Graus  
(Huesca)

Installation of 26.5 ha walnut tree plantation with  
drip irrigation in Graus (Huesca)

Autor

José Antonio Lacambra Asin

Director/es

Joaquín Aibar Lete  
Pablo Martín Ramos

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Año 2019



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a mis directores del proyecto, Pablo Martín Ramos y Joaquín Aibar Lete, por el seguimiento y apoyo del presente Trabajo Fin de Grado.

A Viveros Galbis, por su asesoramiento e información acerca de variedades de nogal y funcionamiento de una plantación de nogales.

A los profesores de la EPSH que no han tenido inconveniente en sacarme de alguna duda, Antonio Garcés, Ernesto Perna de Mur, Ricardo Aliod, José Antonio Cuchí, Luis Pardos, sin olvidarme del resto.

A toda mi familia que me ha apoyado y ayudado para conseguir que este trabajo salga adelante.

A todos mis amigos y toda la gente por su apoyo y ayuda.

Gracias a todos.





**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)

## Documento 1: Memoria

Autor

José Antonio Lacambra Asin

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2019



## ÍNDICE

---

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 1     | ANTECEDENTES .....  | 1 |
| 1.1   | Objetivos .....   | 1 |
| 2     | SITUACIÓN ACTUAL DEL NOGAL .....  | 1 |
| 2.1   | Situación mundial .....   | 1 |
| 2.2   | Situación en España .....   | 1 |
| 3     | BENEFICIOS PARA LA SALUD .....  | 2 |
| 4     | ESTUDIO CLIMÁTICO .....   | 2 |
| 4.1   | Temperaturas.....   | 3 |
| 4.2   | Régimen de heladas .....  | 3 |
| 4.3   | Horas Frío .....  | 3 |
| 4.4   | Unidades de calor .....   | 3 |
| 4.5   | Precipitaciones.....  | 4 |
| 4.6   | Viento .....  | 4 |
| 4.7   | Humedad relativa.....   | 4 |
| 4.8   | Índices climáticos .....  | 4 |
| 4.8.1 | Índice aridez de Lang .....   | 4 |
| 4.8.2 | Índice de Martonne .....  | 4 |
| 4.8.3 | Índice de Dantín Cereceda y Revenga .....                               | 4 |
| 4.9   | Clasificaciones climáticas .....  | 4 |
| 4.9.1 | Clasificación climática de Köppen.....                                  | 4 |
| 4.9.2 | Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963).....                    | 4 |
| 4.10  | Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET <sub>0</sub> ) ..... | 5 |
| 5     | ESTUDIO EDAFOLÓGICO.....  | 5 |
| 5.1   | Propiedades físicas del suelo .....                                     | 5 |
| 5.2   | Propiedades químicas del suelo.....                                     | 5 |
| 6     | CALIDAD DE AGUA DE RIEGO .....  | 6 |
| 6.1   | Índices de primer grado .....   | 6 |
| 6.2   | Índices de segundo grado .....  | 6 |
| 6.2.1 | Relación de absorción de sodio .....                                    | 6 |
| 6.2.2 | Relación de sodio.....  | 6 |
| 6.2.3 | Relación de calcio .....  | 6 |
| 6.2.4 | Coeficiente alcalimétrico. Índice de Scout .....                        | 6 |
| 6.3   | CLASIFICACIÓN DEL AGUA .....  | 6 |
| 6.3.1 | Normas H. Greene (FAO) .....  | 6 |
| 6.3.2 | Normas Riverside.....   | 6 |
| 6.3.3 | Normas Wilcox.....  | 6 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 7      | MATERIAL VEGETAL .....  | 7  |
| 7.1    | Patrón elegido .....  | 7  |
| 7.2    | Elección varietal .....   | 7  |
| 8      | DISEÑO DE LA PLANTACIÓN .....   | 7  |
| 8.1    | Preparación del terreno .....   | 7  |
| 8.2    | Densidad de plantación .....  | 7  |
| 8.3    | Diseño de la plantación.....  | 8  |
| 8.4    | PLANTACIÓN DE LOS PLANTONES .....   | 8  |
| 9      | FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS.....  | 8  |
| 9.1    | Enmienda orgánica .....   | 8  |
| 9.2    | Enmienda magnésica .....  | 8  |
| 9.3    | Fertilización mineral.....  | 8  |
| 9.4    | Calculo instalaciones para fertirrigación.....  | 9  |
| 9.4.1  | Tanques de fertilizante .....   | 9  |
| 9.4.2  | Inyectores .....  | 9  |
| 10     | PLAGAS Y ENFERMEDADES .....   | 9  |
| 10.1   | PLAGAS.....   | 9  |
| 10.1.1 | Carpocapsa, <i>Cydia pomonella</i> .....  | 9  |
| 10.1.2 | Taladro de madera, <i>Zeuzera pyrina</i> .....  | 10 |
| 10.1.3 | Pulgones, <i>Callaphis juglandis</i> y <i>Chomaphis juglandicola</i> .....                                  | 10 |
| 10.2   | Enfermedades .....  | 10 |
| 10.2.1 | Bacteriosis, Necrosis Bacteriana o mal seco ( <i>Xanthomonas campestris pv juglandis</i> ) ..               | 10 |
| 10.2.2 | Chancro profundo de la corteza ( <i>Erwinia rubrifaciens</i> ).....   | 10 |
| 10.2.3 | Agallas del cuello ( <i>Agrobacterium tumefaciens</i> ).....  | 11 |
| 10.2.4 | Antracnosis ( <i>Gnominia leptostyla</i> – (forma perfecta)- Anamorfo: <i>Marssoniella juglandis</i> )..... | 11 |
| 10.2.5 | Tinta – Podredumbre del cuello de la raíz ( <i>Phytophthora</i> spp.).....                                  | 11 |
| 10.2.6 | Línea negra del nogal ( <i>Cherry Leaf Roll Virus, CLRV</i> ) .....   | 11 |
| 11     | MANTENIMIENTO DEL SUELO .....   | 11 |
| 11.1   | Mantenimiento de las calles .....   | 11 |
| 11.2   | Mantenimiento en las líneas.....  | 11 |
| 12     | PODA .....  | 11 |
| 12.1   | Sistema de formación .....  | 11 |
| 12.2   | Poda de producción .....  | 12 |
| 12.3   | Poda de rejuvenecimiento.....   | 12 |
| 12.4   | Herramientas de poda .....  | 12 |



|    |   |    |
|----|---|----|
| 13 | RECOLECCIÓN.....  | 12 |
|    | 13.1 Preparación para la recolección.....               | 12 |
|    | 13.2 Maduración del fruto .....                         | 12 |
|    | 13.3 Recolección mecanizada .....                       | 13 |
| 14 | DISEÑO AGRONÓMICO .....                                 | 13 |
|    | 14.1 Necesidades de agua .....                          | 13 |
|    | 14.2 Calculo de la evotranspiración del cultivo .....   | 13 |
|    | 14.3 Corrección de la ETC.....                          | 13 |
|    | 14.4 Necesidades netas de riego .....                   | 14 |
|    | 14.5 Necesidades totales .....                          | 14 |
|    | 14.5.1 Pérdidas por percolación profunda .....          | 14 |
|    | 14.5.2 Pérdidas por lavado de sales .....               | 14 |
|    | 14.5.3 Aplicación del coeficiente de uniformidad .....  | 15 |
|    | 14.6 Superficie regada por un emisor.....               | 15 |
|    | 14.7 Porcentaje de suelo mojado .....                   | 16 |
|    | 14.8 Número emisores por planta .....                   | 16 |
|    | 14.9 Separación entre emisores .....                    | 17 |
|    | 14.10 Dosis máxima .....                                | 17 |
|    | 14.11 Dosis práctica .....                              | 17 |
|    | 14.12 Espaciamiento entre riegos o turno de riego ..... | 17 |
|    | 14.13 Superficie regada al día (Sd).....                | 18 |
|    | 14.14 Caudal que se utilizara (Q) .....                 | 18 |
|    | 14.15 Duración del riego.....                           | 18 |
|    | 14.16 Número de sectores de riego.....                  | 19 |
| 15 | DISEÑO HIDRÁULICO .....                                 | 19 |
|    | 15.1 Diseño de las subunidades de riego.....            | 19 |
|    | 15.2 Diseño de la instalación .....                     | 19 |
|    | 15.2.1 Laterales portagoteros .....                     | 19 |
|    | 15.2.2 Tuberías terciarias .....                        | 19 |
|    | 15.2.3 Tuberías secundarias .....                       | 19 |
|    | 15.2.4 Tramo general.....                               | 20 |
| 16 | COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN .....                     | 20 |
|    | 16.1 Pozo.....  | 20 |
|    | 16.2 Bombas de agua.....                                | 20 |
|    | 16.3 Depósito regulador .....                           | 20 |
|    | 16.4 Caseta prefabricada .....                          | 20 |
|    | 16.5 Filtros .....                                      | 21 |
|    | 16.6 Contador .....                                     | 21 |
|    | 16.7 Programador .....                                  | 21 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 17     | ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....     | 21 |
| 17.1   | Costes explotación .....                 | 21 |
| 17.1.1 | Amortización de la plantación .....      | 21 |
| 17.1.2 | Costes de producción .....               | 22 |
| 17.1.3 | Ingresos de la plantación .....          | 22 |
| 17.2   | Análisis de inversión.....               | 22 |
| 17.3   | Análisis sensibilidad del proyecto ..... | 23 |
| 18     | BIBLIOGRAFÍA.....                        | 25 |

## 1 ANTECEDENTES

---

El presente proyecto consta de varios documentos que sirven para ejecutar la instalación y la plantación proyectada.

El conjunto de parcelas en las que se quiere llevar a cabo la plantación son de la propiedad de 4 vecinos del pueblo de Aguinaliu que se han unido en sociedad para llevar a cabo la plantación ya que estas parcelas por separado tienen una superficie muy pequeña cuya producción no sería significativa. Estas fincas están situadas en el municipio de Graus, cerca del embalse de Barasona, provincia de Huesca. El conjunto de estas parcelas suma una superficie total de 26,5 ha. En la actualidad estas fincas se destinan a la producción de cereales en secano.

### 1.1 OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es conseguir un mayor rendimiento económico a través de la producción y venta de nuez, así como tener un sustento distinto al cerealista, que es al que se dedica actualmente esta explotación.

Para la ejecución de este proyecto se estudiará el cultivo del nogal, abordando los parámetros de los que depende su producción y crecimiento. Para ello, será necesario realizar estudios del clima de la zona, de los tipos y características del suelo, de la calidad de agua, de las necesidades y manejo de la plantación, así como la elección de la variedad y el estudio de viabilidad económica.

En lo que a la instalación de riego por goteo se refiere, se dimensionarán dichas instalaciones en función de las necesidades del cultivo y se realizarán los planos de plantación e instalación.

## 2 SITUACIÓN ACTUAL DEL NOGAL

---

### 2.1 SITUACIÓN MUNDIAL

El cultivo del nogal está situado principalmente en Estados Unidos y China como mayores productores de nuez, también países mediterráneos como Francia (líder productor en Europa), Ucrania o Turquía con menor importancia.

El consumo mundial de nueces ha tenido un crecimiento constante durante los últimos 13 años, mostrando algunos cambios en las formas de consumo. Tanto en Estados Unidos, como en Europa ha aumentado la demanda por nueces sin cáscara, y además se ha visto una tendencia creciente hacia el consumo de productos naturales. En Latinoamérica, el consumo de producto sin cáscara presenta la misma tendencia, no así en cuanto al tratamiento de los productos.

### 2.2 SITUACIÓN EN ESPAÑA

El nogal es como un cultivo relativamente nuevo en España. Las primeras plantaciones intensivas comienzan a finales de los años 70 importando la experiencia californiana.

Debido a esto, en España la importación de nuez es más alta que la producción. Cada vez más importamos más nuez en grano que en cascara.

La tendencia de la superficie plantada con nogal en España es creciente, cada vez se realizan más plantaciones, situándose la mayor concentración de estas en la comunidad valenciana, Andalucía y Cataluña. La dimensión media de estas plantaciones esta entre 10 y 50 ha.

Perfil del promotor:

- Agricultor “capitalizado” preocupado por la falta de alternativas rentables
- Inversor ajeno a la agricultura motivado por la situación comercial de la nuez

Reciente están apareciendo medianos-grandes proyectos privados para la producción de nuez con criterios empresariales (superficies de 100 a 300 Has).

En cuanto al precio percibido por el productor, la tendencia en España es un aumento progresivo, pasando de 1,8 €/Kg en el año 2002 a unos 3 €/kg en el año 2013.

### 3 BENEFICIOS PARA LA SALUD

---

La nuez tiene una serie de beneficios para la salud, detallados a continuación, que son uno de los motivos por los que está aumentando su consumo, ya que la población está tomando consciencia y consumiendo cada vez más productos y alimentos con beneficios para nuestra salud.

- Son una importante fuente de lípidos (65,2%), proteínas (15,2%) e hidratos de carbono (13,7%).
- Mejoran el funcionamiento cardiovascular y reducen el colesterol malo o LDL (Low Density Lipoproteins).
- Contienen diversos minerales como calcio, cobre, zinc, magnesio, potasio y fósforo.
- Aportan cantidades importantes de vitaminas A, B1, B6 y folatos. Éstos ayudan al funcionamiento del cerebro y músculos.
- También aportan vitamina E que previene el envejecimiento y algunos tipos de cáncer.
- Son una fuente importante de proteína vegetal y fibra.

Por ello Los nutricionistas aconsejan el consumo diario (dos o tres nueces por persona y día) de la nuez en la alimentación, pues se permite reducir hasta un 50% el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, como el infarto de miocardio o la angina de peso, dado que reducen el colesterol en sangre, lo cual me lleva a pensar que, en el futuro, y tras las campañas de mentalización y de enseñanza nutricional adecuadas, su consumo aumentara de forma considerable.

Las ventajas para nuestra salud de consumir nueces de forma habitual son: Sus propiedades para combatir el cáncer de próstata y de mama. La salud del corazón por su contenido en el aminoácido l-arginina, por su contenido en grasas de origen vegetal omega-3 ácido alfa-linolénico. Las grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, que contienen las nueces, reducen el LDL “colesterol malo” y los niveles de lípidos en sangre.

### 4 ESTUDIO CLIMÁTICO

---

La instalación de riego en un cultivo siempre viene determinada por las características climatológicas de la zona y las características propias del cultivo. Por ello llevaremos a cabo un estudio climático sobre la parcela donde se llevará a cabo la plantación.

La estación meteorológica más cercana a la parcela está ubicada en la presa del embalse de Barasona, que pertenece a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Por ello, los datos climatológicos se han obtenido de dicha estación, con un clima y altitud muy similares.

La localización de la estación meteorológica es la siguiente:

- Datum: ETRS89
- Latitud: 42° 07' 27.36" N
- Longitud: 00° 18' 45.84" W
- Huso UTM: 31
- Altitud: 450 m.s.n.m.

La serie climática obtenida incluye datos desde el año 2008 hasta el año 2016.

#### 4.1 TEMPERATURAS

Temperaturas que pueden de interés:

- Temperatura media del mes más cálido (julio): 25,53 °C.
- Temperatura media del mes más frío (diciembre): 4,66 °C.
- Julio y agosto son los meses más cálidos con una temperatura media máxima de 33 °C.
- Diciembre y enero son los meses más fríos con una temperatura media mínima de 0,9 y 0,6 °C respectivamente.
- Temperatura media anual de las máximas diarias: 21,9 °C.
- Temperatura media anual de las mínimas diarias: 8,8 °C.
- Temperatura media anual: 14,58 °C.
- Temperatura máxima absoluta (julio 2015): 42,4 °C.
- Temperatura mínima absoluta (febrero 2012): -9,7 °C.

#### 4.2 RÉGIMEN DE HELADAS

A pesar de la resistencia a ciertas temperaturas bajo cero del nogal, es importante conocer el régimen de heladas, sobre todo en variedades de floración temprana en las que puede causar daños en las yemas, flores, brotes y frutos.

El mayor periodo de heladas está comprendido entre el día 10/11 al 16/3.

#### 4.3 HORAS FRÍO

Los arboles necesitan pasar por un período de reposo invernal, sometiéndose durante esta época a temperaturas frías, al objeto de que en el año entrante pueda desarrollarse con normalidad.

Se han calculado por medio de varios métodos:

- **Método de Weinberger: 1.540**
- **Método de Mota: 1.613,80**
- **Método de Tabuenca: 1.612,60**

#### 4.4 UNIDADES DE CALOR

Las unidades de calor acumuladas desde abril hasta septiembre son 4.092 UC. Este valor es determinante para la selección de la variedad a escoger.

#### 4.5 PRECIPITACIONES

La zona en la que nos encontramos presenta unas precipitaciones medias de 495,2 l/m<sup>2</sup>, siendo en los meses de verano la época de menor precipitación. En los meses de primavera y otoño son los más lluviosos, siendo abril el mes que mayores precipitaciones se registran.

#### 4.6 VIENTO

La velocidad media del viento en esta zona es de 2,5 m/s. Siendo los meses de primavera los que registran una velocidad de viento media algo superior.

#### 4.7 HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa media anual es de 65,7 %. Siendo los meses de verano la época de menor humedad. El mes de mayor humedad es diciembre.

#### 4.8 ÍNDICES CLIMÁTICOS

##### 4.8.1 Índice aridez de Lang

En el cálculo de este valor, tenemos que  $Pf=33,96$ , con lo que podemos afirmar que la clasificación climática de la zona donde se ubica el proyecto es **Zona árida**.

##### 4.8.2 Índice de Martonne

Conociendo el valor de  $Ia = 20,15$  podemos afirmar que nuestra la zona en estudio, según el índice de Martonne, es una **región de olivos y de cereales**.

##### 4.8.3 Índice de Dantín Cereceda y Revenga

Según el valor obtenido  $I_{DR}=2,94$ , podemos decir que la clasificación de la zona en estudio según este índice es **zona semiárida**.

#### 4.9 CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

##### 4.9.1 Clasificación climática de Köppen

La clasificación de nuestro clima según Köppen: **Clima templado y húmedo (Csa)**.

##### 4.9.2 Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963)

El mes más frío es diciembre, cuya temperatura media es de 4,66 °C, por lo tanto, se encuentra dentro del **grupo 1**, y más concretamente **Templado-medio**.

##### 4.9.2.1 Aridez

Para comparar estos dos parámetros se hace un diagrama ombrotérmico, donde la temperatura se representa en una escala de doble dimensión frente a las precipitaciones.

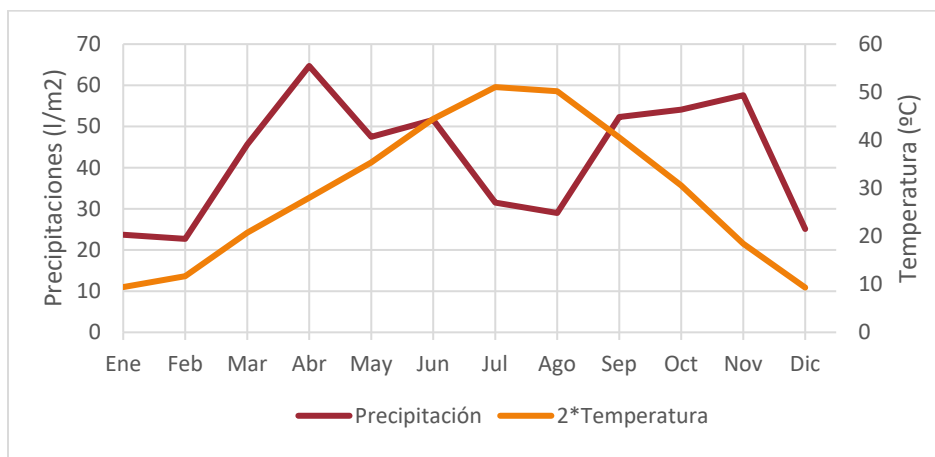


Figura 1. Diagrama ombrotérmico

Observando el diagrama ombrotérmico de la zona de estudio, diremos que el clima de esta zona se define según la aridez como **monoxérico**, puesto que la curva pluviométrica está por debajo de la curva de temperatura en un periodo, los meses de verano, marcando así este periodo como un periodo de sequía.

#### 4.10 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET<sub>0</sub>)

La ET<sub>0</sub> anual según el método de Blaney-Criddle FAO es de 1612,99 mm.

## 5 ESTUDIO EDAFOLÓGICO

### 5.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

La textura del suelo objeto de este estudio es **franco-limosa** a partir de los para las tres distintas profundidades de muestreo.

La capacidad de campo es de 111,6 mm de agua, mientras que el punto de marchitez permanente se sitúa en 41,72 mm. Queda así un agua útil de 69,88 mm.

### 5.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Las características de nuestro suelo hacen que este tenga un **pH de 8,7-8,9**, lo que implica que es un pH **ligeramente alcalino**, no causando graves problemas para el cultivo del nogal.

Según el análisis, se tiene que la conductividad eléctrica (C.E. 1:5 a 25°C) es de **0,2 dS/m** en los primeros 30 cm de suelo, de **0,1 dS/m** en el resto de muestras. Dado estos resultados tenemos un suelo no salino, no presentando problema para el desarrollo del nogal.

La cantidad de **carbonatos** en nuestro suelo es de un valor de **44%** (de 0-30 cm de profundidad) y **35%** (de 30-60 cm profundidad), lo que indica que hay un **alto** contenido de carbonatos, característico de los suelos básicos con pH superior a 8 como nuestro caso.

El análisis nos muestra que nuestro suelo tiene un **porcentaje de materia orgánica de 1,36% (0-30cm) y 0,97% (30-60cm)**, son niveles bajos siendo entre 1,7-2,5% niveles recomendables, necesitaremos enmiendas orgánicas para corregir este valor situándolo a niveles más normales.

## 6 CALIDAD DE AGUA DE RIEGO

---

### 6.1 ÍNDICES DE PRIMER GRADO

El intervalo óptimo de pH se suele encontrar entre 7 y 8, y en el caso del agua empleada para nuestro riego obtiene un **pH de 7,2**, que no debería causar problemas al ser un valor muy próximo al óptimo.

En cuanto a la conductividad eléctrica, en nuestro caso el agua empleada para el riego tiene un valor de 269,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual se considera un riesgo medio-bajo.

La cantidad de sales disueltas es de **0,1914 g/litro** en sales totales.

En cuanto a nitratos, como nuestra agua presenta  $< 1 \text{ mg/L NO}_3$ , se considera un agua apta para el riego.

Cloruros: En nuestro caso el agua tiene un contenido  $< 7,0 \text{ mg/L Cl}$ , es agua apta en ese aspecto.

### 6.2 ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO

#### 6.2.1 Relación de absorción de sodio

Cuando al analizar un agua nos encontramos valores de SAR superiores a 10, podemos decir que es alcalinizante, siendo mayor este riesgo cuanto mayor sea este valor. Por ello podemos afirmar que el riesgo es bajo con el valor de SAR obtenido (0,158), por ello es un agua óptima para el riego.

#### 6.2.2 Relación de sodio

Obtenemos que la relación de sodio es el 7,14%, por lo que se considera agua apta para el riego.

#### 6.2.3 Relación de calcio

El valor de la relación de calcio es un 92,8 %, lo que implica que es buena agua para el riego, puesto que supera el 35% que se establece como valor límite.

#### 6.2.4 Coeficiente alcalimétrico. Índice de Scout

Este índice se define como la altura de agua, en pulgadas, que después de la evaporación dejaría en un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor, álcali suficiente para imposibilitar el desarrollo normal de las especies vegetales más sensibles. Con el valor de  $k$  calculado ( $k_1=291,42$ ) tenemos que el agua de riego se considera un agua buena.

## 6.3 CLASIFICACIÓN DEL AGUA

#### 6.3.1 Normas H. Greene (FAO)

Con estos resultados obtenidos tenemos que nos da un agua de buena calidad para nuestro riego.

#### 6.3.2 Normas Riverside

Con los resultados obtenidos, en el eje de abscisas los 299,23 micromhos/cm y en el de ordenadas el valor de 0,158 del S.A.R. Obtenemos una calificación para el agua  $C_2S_1$ , que indica un riesgo medio de salinización del suelo y un riego bajo de alcalinización. El agua es de buena calidad y apta para el riego.

#### 6.3.3 Normas Wilcox

Primero calculamos el porcentaje de sodio, ya calculado en el apartado de normas H. Greene: 7,14%. Con este valor y el de conductividad eléctrica a 25°C (299,23 micromhos/cm) obtenemos un agua excelente a buena para el riego.



## 7 MATERIAL VEGETAL

---

### 7.1 PATRÓN ELEGIDO

En el cultivo del nogal tenemos un factor limitante que es el CLRV (virus línea negra del nogal). El modo más fácil de control de esta enfermedad es la utilización de patrones resistentes o tolerantes. Dado esto solo nos queda como patrón *Juglans regia*.

### 7.2 ELECCIÓN VARIETAL

Las tres variedades por las que me he decantado son:

- Principal: Howard (Californiana)
- Secundaria: Chandler (Californiana)
- Por último: Franquette (Francesa)

Polinizadores de las variedades:

- Variedad Howard: Fernette
- Variedad Chandler: Fernette
- Variedad Franquette: Meylannaise

## 8 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

---

### 8.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes de realizar la plantación se debe proceder a la preparación del terreno, aspecto que no se ha descuidar ya que una inadecuada operación del terreno podría suponer un problema en el desarrollo de la plantación.

- 1- Subsulado
- 2- Fertilización de fondo
- 3- Instalación del sistema de riego
- 4- Labores preparatorias

También será necesario eliminar algunos márgenes y lindes de algunas pequeñas parcelas dentro de la plantación, según corresponda con los sectores de riego posteriormente descritos en su anejo correspondiente.

### 8.2 DENSIDAD DE PLANTACIÓN

En este caso se ha elegido **plantación intensiva**, con un marco de plantación para la variedad principal **Howard de 7x5**, esto nos da una densidad de **285 árboles/ha**, dado que esta variedad admite mayor densidad reduciendo el espacio entre los arboles debido a la conformación de eje semi-estructurado. Para la variedad **Chandler**, también se pueden adoptar marcos de plantación más densos, pero surgen problemas de manejo, así que junto con la variedad **Franquette** las pondremos con un marco de plantación de **7x7**, lo que nos da una densidad de **204 árboles/ha**.

### 8.3 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

Distribución de las variedades dentro de la parcela:

- Howard: se situará en las 11 ha con menor cota
- Chandler: se situará a continuación en las posteriores 8 ha
- Franquette: estará ubicada en las últimas 7 ha, las de mayor cota, ya que es una variedad más resistente a las heladas que pueda haber.

### 8.4 PLANTACIÓN DE LOS PLANTONES

La plantación del nogal no requiere de operaciones especiales, se realizarán las mismas operaciones que para cualquier otra, estas son:

- Replanteo. Consistirá en marcar los lugares donde deben ser plantados los árboles. Esta operación puede ser ayudada por medio de sistemas GPS que facilitará la tarea
- Plantación. Una vez marcados los lugares donde irán las plantas se procede a su plantación. Se harán uso de máquinas plantadoras, acopladas al tractor
- Puesta de tutores. Su función es la guiar el crecimiento de las plantas, sobre todo el primer año de plantación
- Riego. Una vez realizada la plantación, se procederá a la puesta de las mangueras y goteros. Así poder proceder a realizar los primeros riegos, para que se adapten mejor las plantas al nuevo entorno

## 9 FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS

---

### 9.1 ENMIENDA ORGÁNICA

Nuestra finca tiene un valor de 1,36% de materia orgánica, lo que supone un valor medio-bajo para un suelo en regadío y para el cultivo del nogal, que se recomienda para un nivel óptimo entre 2-2,5% mo.

La cantidad de estiércol de la que disponemos nos permite aportar 20 Tm/ha antes de realizar la plantación. Los años posteriores se realizarán aportes de 10 Tm/ha, cada año, hasta el año de entrada en plena producción.

### 9.2 ENMIENDA MAGNÉSICA

Contamos con una cantidad de 94 mg Mg/Kg suelo, bajo contenido, convendría elevar este nivel a un nivel medio de en torno a 500 mg Mg/kg suelo.

Esta enmienda magnésica se realizará aplicando **magnesita (MgCO<sub>3</sub>)**, que posee una riqueza del 60% de Mg. Por ello se calcula la cantidad necesaria de magnesita a aportar: **2.400 Kg Magnesita/ha**

### 9.3 FERTILIZACIÓN MINERAL

Primero, para calcular las dosis de fertilizantes que se utilizarán, empezaremos a ajustar las cantidades por el potasio. Para ello se utilizará nitrato potásico KNO<sub>3</sub>, y se aplicarán:  $122,74 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$  de KNO<sub>3</sub>

Seguidamente, para el fósforo se utiliza el Fosfato monoamónico H<sub>2</sub>NH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>. Con unas necesidades máximas de 103,24 kg/ha. Para suplir estas necesidades se aplicarán:  $169,24 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$  de H<sub>2</sub>NH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>

## 9.4 CALCULO INSTALACIONES PARA FERTIRRIGACIÓN

### 9.4.1 Tanques de fertilizante

Se colocarán dos tanques de fertilizante, uno para la variedad Howard y otro para Chandler y Franquette, ya que tienen necesidades diferentes. El tanque que se colocara: *tanque medida comercial de 1.500 l*

Concentración fertilizante en ambos tanques:

- Tanque Howard: 0,183 kg/l
- Tanque Chandler-Franquette: 0,216 kg/l

### 9.4.2 Inyectores

Para esta explotación se ha decidido instalar un inyector de fertilizante para cada tanque. Este inyector no deja de ser una bomba que introduce el fertilizante en la red de riego, sin provocar pérdidas de carga en la misma.

Tiempo de riego= 19,35 h =>  $19,35/3 = 6,45$  h tiempo de fertirrigación

150 l del tanque Howard

En el caso del resto de la plantación, variedades Chandler y Franquette:

150,19 l del tanque Chandler – Franquette

Se colocarán dos inyectores iguales, uno en cada tanque, que aporten un caudal de 23,28 l/h.

## 10 PLAGAS Y ENFERMEDADES

---

La aparición de plagas y enfermedades es un aspecto muy importante ya que conllevan una reducción en la producción y en algunos casos puede llevar a la pérdida total de la plantación, por ello la protección vegetal es un aspecto muy importante.

Conocer las diferentes plagas y enfermedades, como actúan, sus ciclos biológicos son fundamentales para tomar las medidas de control apropiadas. El manejo, como ya se ha comentado con anterioridad, será el propio de una explotación en producción integrada.

### 10.1 PLAGAS

#### 10.1.1 Carpocapsa, *Cydia pomonella*

Una herramienta fundamental monitorización de adultos mediante el uso de trampas de feromonas.

Considerar el número de trampas a colocar. Cada casa comercial tiene sus propias indicaciones. Mínimo se colocarán 2 trampas por parcela, y cada una puede llegar a cubrir 4 ha. A mayor número de trampas, densidad mayor, más fiabilidad de resultados, pero también hay que considerar el incremento en costes. Se realizarán conteos periódicos, recomendándose realizarlos cada dos días o como máximo cada tres.

Si no hay capturas o son muy escasas es señal de que apenas hay población de carpocapsa. Los tratamientos deben comenzar cuando las capturas superan un determinado umbral, llamado umbral de tratamiento y determinado por las casas comerciales para sus productos.

- o Superado el umbral se deben iniciar los tratamientos
  - Podemos hacerlo con dos tipos de productos químicos:
    - Ovicidas

- Larvicidas
- Confusión sexual
- Lucha biológica (Granulovirus)

### 10.1.2 Taladro de madera, *Zeuzera pyrina*

Tradicionalmente se ha combatido esta plaga introduciendo alambres en las galerías para extraer o destruir las larvas.

Si la plaga es importante se puede recurrir al control químico, teniendo en cuenta que el momento óptimo de tratamiento tiene que ser antes de la penetración en el interior del tronco.

#### 10.1.2.1 Medios de control no químicos

El hecho de que esta plaga pase casi toda su vida en el interior de los brotes dificulta su control, por lo tanto, se necesitan métodos alternativos. La feromona de esta especie se conoce y está disponible por varios proveedores, por lo tanto, la confusión sexual y el trampeo masivo son buenas estrategias.

### 10.1.3 Pulgones, *Callaphis juglandis* y *Chomaphis juglandicola*

La estrategia habitual de control del pulgón en agricultura ecológica se basa en aplicaciones de azadiractina, sustancia extraída del árbol de neem. Es un inapetente, inhibidor de la alimentación. En algunos casos, una sola aplicación de azadiractina es suficiente para el control de la plaga, pero se recomienda realizar un segundo tratamiento 10 días después.

#### 10.1.3.1 Control biológico

El díptero *Aphidoletes aphidimyza* es un agente de control biológico de esta plaga. La hembra fecundada hace la puesta de los huevos en los pulgones. Este depredador se comercializa por varias casas en forma de botes que contiene unas 1000 pupas.

Las crisopas son consideradas depredadores generalistas con un amplio rango de presas, incluyendo a los pulgones.

Los coccinélidos. Entre el gremio de los depredadores de pulgones, los más diversos y abundantes, destacan especies de los géneros *Adalia*, *Adonia*, *Coccinella*, *Oenopia*.

## 10.2 ENFERMEDADES

### 10.2.1 Bacteriosis, Necrosis Bacteriana o mal seco (*Xanthomonas campestris* pv *juglandis*)

Los productos que se muestran más eficaces son los cúpricos, en especial el hidróxido de cobre. Sin embargo, la repetición de los tratamientos cúpricos está provocando la aparición de resistencias en algunas cepas (Ninot, 1999).

La lucha contra la bacteriosis es preventiva y es importante la época de realización de los tratamientos. El primero se hará en los estados fenológicos de desborre, repitiéndose en primeras hojas y comienzo de floración femenina.

### 10.2.2 Chancro profundo de la corteza (*Erwinia rubrifaciens*)

La mejor opción para evitar el chancro es evitar las causas primarias que debilitan al árbol, y puesto que si estas causas desaparecen el chancro no aparece.

### 10.2.3 Agallas del cuello (*Agrobacterium tumefaciens*)

La forma de controlar esta enfermedad pasa por un correcto saneamiento del arbolado evitando prácticas que dañen a la raíz, en la parte basal del tronco.

### 10.2.4 Antracnosis (*Gnomonia leptostyla* – (forma perfecta)- Anamorfo: *Marssoniella juglandis*)

Los tratamientos contra bacteriosis pueden ayudar a evitar el desarrollo del hongo, pero no son muy eficaces. Si las condiciones son favorables para el desarrollo de este hongo y hay fuertes ataques se pueden realizar tratamientos con fungicidas como mancozeb, miclobutanil y ziram.

### 10.2.5 Tinta – Podredumbre del cuello de la raíz (*Phytophthora* spp.)

Para evitar la aparición de esta micosis se deben evitar suelos pesados, mal drenados y los sistemas de riego por inundación.

### 10.2.6 Línea negra del nogal (*Cherry Leaf Roll Virus*, CLRV)

El control debe ser preventivo. Lo más fácil es utilizar *Juglans regia* como patrón como se observa en el anexo de material vegetal.

## 11 MANTENIMIENTO DEL SUELO

---

### 11.1 MANTENIMIENTO DE LAS CALLES

En los dos o tres primeros años de la plantación no es aconsejable la colocación de una cubierta viva por la competencia por los nutrientes. Debido a esto los dos primeros años de realizará laboreo en las calles, de esta forma obligaremos al sistema radicular a profundizar y se evitara problemas de competencia mientras las plantas sean jóvenes.

Al año siguiente se procederá a establecer una cubierta vegetal formada por *Onobrychis viciifolia*, de la familia de las Fabáceas, comúnmente denominada en la zona esparceta.

### 11.2 MANTENIMIENTO EN LAS LÍNEAS

En cuanto al mantenimiento de las líneas se procederá al laboreo. Este laboreo se puede realizar mediante un apero llamado intercepas, similar a un cultivador pero que mediante un brazo retráctil evita dañar los troncos de los árboles. Existen diferentes tipos de intercepas en el mercado según el tipo de brazo retráctil que lleve acoplado.

## 12 PODA

---

### 12.1 SISTEMA DE FORMACIÓN

Para esta plantación se han seleccionado 3 variedades, Howard, Chandler y Franquette. Dos de ellas, **Howard y Chandler**, son variedades de fructificación lateral por lo descartado el sistema de formación en vaso. Por otra parte, de los sistemas de eje libre y eje estructurado que nos quedan, el eje libre acorta el periodo improductivo antes de la plena producción y a la hora de implantarlo es más sencillo reduciendo los cortes de poda, por lo que el sistema elegido para estas dos variedades será de **eje libre**.

En cuanto a la variedad **Franquette**, ésta es de fructificación apical, por lo que el sistema idóneo es el de **vaso**. Además, la densidad de plantación encaja con la recomendada.

## 12.2 PODA DE PRODUCCIÓN

Esta poda se lleva a cabo cuando una vez la formación del árbol ya ha terminado o un poco antes. La poda de producción se lleva a cabo para cumplir con alguno de los siguientes objetivos:

- Controlar el tamaño del árbol.
- Mantener equilibrio entre vigor y productividad, de esta forma evitamos un exceso de vigor que disminuya la productividad.
- Mantener calibre y sanidad de los frutos.
- Estimular crecimiento de madera productiva por medio del despunte, que favorece el desarrollo de las yemas secundarias que dan lugar a brotes productivos.
- Eliminar ramas secas, muertas, en mal estado o molestas.

## 12.3 PODA DE REJUVENECIMIENTO

Este tipo de poda se lleva a cabo o es más frecuente a medida que la plantación va envejeciendo, hacia el final de la vida útil, con el fin de eliminar partes debilitadas y renovarlas con brotes nuevos.

## 12.4 HERRAMIENTAS DE PODA

En esta explotación se hará acopio de tijeras manuales, ya que su versatilidad permite realizar cualquier operación en cualquier momento. También se incorporarán motosierras que permiten realizar cortes más gruesos en poco tiempo. A la hora de realizar operaciones anuales de poda se realizarán mediante el uso de tijeras elécticas ya que su rapidez ayudará a bajar los tiempos destinados a esta operación.

# 13 RECOLECCIÓN

---

## 13.1 PREPARACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN

Para facilitar el movimiento de la maquinaria en el momento de la recolección, el suelo debe libre de vegetación, su presencia haría más lento el movimiento de la maquinaria. Para ello se debe proceder a segar la cubierta vegetal, en el caso de que fuera preciso.

Habrà que tener en cuenta la edad del árbol. A partir del 4º año los nogales ya pueden proporcionar fruto comercial. Los vibradores mecánicos pueden causar daños a los arboles jóvenes. Considero que es más conveniente posponer la entrada de vibradores a campañas posteriores.

## 13.2 MADURACIÓN DEL FRUTO

La madurez fisiológica de la nuez llega justo cuando el tabique central que separa las dos mitades cambia a una tonalidad marrón (Olson *et al*, 1998). Además, se debe apreciar que, en la parte externa, el pericarpio, ha adquirido la dehiscencia (de forma parecida al almendro), de esta forma se puede extraer sin dificultad. Sin embargo la maduración de estas dos partes no se produce de forma simultánea. De esta forma si el grano madura antes que la cascarà, habrá una pérdida en la calidad del grano por sobre maduración.

Otro problema asociado es que la maduración de la nuez no se produce de forma simultánea, sino escalonada. Esto hace que pueda ser necesario un segundo pase de recolección. Para considerar esta opción de un segundo pase hay que ver el punto de vista económico, el momento óptimo es aquel en el

que el 80% de los frutos pueden caer por vibración y en el que el 95% de ellos pueden despellejarse (Muncharaz, 2001).

### 13.3 RECOLECCIÓN MECANIZADA

La recolección mecanizada integral consta de los siguientes pasos:

- Derribo de la nuez mediante vibradores
- Barrido de los frutos caídos mediante sopladores o barredoras autopropulsadas o unidas al tractor, apilándolos en hileras.
- Recolección de los frutos apilados con elevadores mediante corrientes de aire o cintas mecánicas.
- Transporte de las nueces mediante remolques.

Hoy en día existen otras máquinas que combinan varios de estos pasos, de esta forma reducimos la inversión en maquinaria. Estas máquinas son vibradoras que llevan incorporado un paraguas que recoge los frutos caídos y los almacena hasta depositarlos en un remolque con mayor capacidad

## 14 DISEÑO AGRONÓMICO

---

### 14.1 NECESIDADES DE AGUA

Para conocer estas necesidades primero se calcula la evotranspiración de referencia, ETo, a partir de los datos climáticos, vista ya en el anejo de estudio climático. Debido a que este método de cálculo de ETo por Blaney-Criddle-FAO sobreestima las necesidades en verano, es preciso comparar estos resultados con otro método para poder ver si estas variaciones son muy importantes. Para ello se utiliza el método de Penman-Monteith utilizando en programa informático CropWat proporcionado por FAO.

- ETo anual Blaney-Criddle-FAO: **1.612,98 mm**
- ETo anual Penman-Monteith: **1.100,10 mm**

Las diferencias entre los dos métodos son sustanciales, debido sobre todo a que el método de Blaney-Criddle sobreestima las necesidades durante el verano, por este motivo decido quedarme con el método de Penman-Monteith para la realización del resto de cálculos necesarios.

### 14.2 CÁLCULO DE LA EVOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

El siguiente paso a la hora del cálculo de las necesidades de agua del cultivo es, a partir de la ETo, es calcular la evotranspiración del cultivo, ETC.

$$ETc = ETo \cdot Kc$$

donde Kc es un coeficiente propio de cada cultivo que se obtiene de tablas.

Total anual: **1051,73 mm**

### 14.3 CORRECCIÓN DE LA ETC.

En el riego localizado al mojar solo una fracción del suelo, las pérdidas son menores, lo que implica un menor gasto por ETo.

El efecto de la localización y la alta frecuencia tiene como consecuencia una disminución de la evotranspiración y un aumento de la transpiración.

$$ET_{real} = ETc \cdot Ka \cdot Kb \cdot Kc$$

donde:

- **Ka** depende del área sombreada, del marco de plantación y la relación entre ambos. Valor Ka tomado 0,71 para la variedad Howard y 0,52 para las otras dos variedades.
- **Kb** coeficiente variación climática. Se ha optado por un valor de **1,20**, situación más desfavorable.
- **Kc** por proximidad de otros cultivos. Obtenemos un valor de **Kc de 0,89**.

#### 14.4 NECESIDADES NETAS DE RIEGO

Para el cálculo de las necesidades netas de riego se toma la ETc real anteriormente calculada y se descuenta la precipitación efectiva, Pe, de la zona en que está situada la parcela. Para el cálculo de la precipitación efectiva de ha tenido en cuenta la precipitación media de la serie climática en estudio y mediante el método USDA, que es un método que tiene más en cuenta la precipitación de la zona.

#### 14.5 NECESIDADES TOTALES

Para el cálculo de las necesidades totales a partir de las necesidades netas hay que tener en cuenta tres aspectos:

- Percolación profunda. Eficiencia de aplicación
- Lavado de sales
- Uniformidad de riego

##### 14.5.1 Pérdidas por percolación profunda

Es la relación entre el agua que el cultivo aprovecha y la cantidad total de agua aplicada al mismo, se define como eficiencia de aplicación Ef. A nivel de proyecto podemos fijar Ef por medio de tablas en función de la profundidad y del tipo de suelo.

Para nuestro caso con un suelo franco y una profundidad de 75-100 cm, podemos fijar un valor de **Ef=0,95**. Con ello obtenemos unas necesidades totales= Necesidades netas/ Ef.

##### 14.5.2 Pérdidas por lavado de sales

Con el fin de producir un lavado del terreno y evitar la acumulación de sales alrededor del bulbo húmedo, se ha de aumentar la dosis de riego, por lo tanto, el volumen aplicado para conseguir este efecto será:

$$Vl = \frac{Nn}{(1 - Lr)}$$

donde:

Lr para riego localizado es:

$$Lr = \frac{\text{Conductividad agua riego}}{2 \cdot \text{Conductividad suelo para que se produzca merma producción}}$$

siendo:

- conductividad del agua de riego 0,269 dS/m
- conductividad del extracto de saturación del suelo que produzcan mermas en la producción de 2 dS/m (dato tabulado)

Obtenemos unos requerimientos de lavado Lr de 0,06725 mm/día.



Una vez calculado las necesidades totales por medio de eficiencia de aplicación y por lavado de sales, el volumen de agua a aplicar será el máximo de ambos métodos, siendo en este caso por lavado de sales.

#### 14.5.3 Aplicación del coeficiente de uniformidad

Este coeficiente se aplica para que las plantas menos regadas les llegue la mínima cantidad de agua necesaria. Esto suele ser debida a que no todos emisores emiten la misma cantidad agua debido a diferencias de presiones en las tuberías que conlleva diferencias en caudales.

A nivel de proyecto podemos fijar el valor de este coeficiente, tabulado en función del clima, tipo de riego (emisores y cultivo) y pendiente. Para nuestro caso **Cu=0,9**, con él procedemos al cálculo las necesidades totales de agua.

$$Nt = \frac{NN'r}{Cu}$$

| Variedad               | Mes        | NN'r   | Nt     |
|------------------------|------------|--------|--------|
|                        |            | mm/día | mm/día |
| Howard                 | Marzo      | -0,02  | -0,02  |
|                        | Abril      | 0,22   | 0,25   |
|                        | Mayo       | 1,84   | 2,04   |
|                        | Junio      | 3,02   | 3,35   |
|                        | Julio      | 4,47   | 4,97   |
|                        | Agosto     | 3,99   | 4,43   |
|                        | Septiembre | 1,41   | 1,57   |
|                        | Octubre    | -0,22  | -0,24  |
|                        | Noviembre  | -1,03  | -1,14  |
| Chandler<br>Franquette | Marzo      | -0,40  | -0,45  |
|                        | Abril      | -0,39  | -0,43  |
|                        | Mayo       | 0,95   | 1,05   |
|                        | Junio      | 1,77   | 1,96   |
|                        | Julio      | 3,01   | 3,34   |
|                        | Agosto     | 2,67   | 2,97   |
|                        | Septiembre | 0,58   | 0,65   |
|                        | Octubre    | -0,61  | -0,68  |
|                        | Noviembre  | -1,30  | -1,44  |

Tabla 1. Necesidades totales obtenidas a partir de las necesidades reales corregidas y aplicando Cu.

#### 14.6 SUPERFICIE REGADA POR UN EMISOR

Definimos la superficie regada por un emisor, Ss, a la proyección horizontal del volumen mojado de suelo. Suponiendo circular esta superficie se define el diámetro mojado Dm.

La superficie máxima mojada se dará a una profundidad de 15-30 cm. Esta superficie puede obtenerse se tres formas diferentes: mediante el uso de tablas, formulas o pruebas de campo. En nuestro caso la obtendremos mediante fórmulas.

En función del tipo de suelo, en nuestro caso suelo franco, y del caudal de los emisores seleccionados (q), en este proyecto se ha escogido goteros con un caudal de 8 l/h, pueden usarse las siguientes fórmulas para el cálculo del diámetro mojado Dm, formulas experimentales de Kormeli (1985):

- $Dm = 0,3 + 0,12q$  suelos de textura arenosa
- $Dm = 0,7 + 0,11q$  suelos de textura franca
- $Dm = 1,2 + 0,1q$  suelos de textura arcillosa

En nuestro caso:

$$Dm = 0,7 + 0,11q = 1,58 \text{ m}$$

Por lo tanto, el área mojada por el emisor es:

$$Ss = \frac{\pi \cdot Dm^2}{4} = 1,96 \text{ m}^2$$

#### 14.7 PORCENTAJE DE SUELO MOJADO

El volumen de agua calculado anteriormente habría que aplicarlo solo en la zona ocupada por las plantas, no en todo el suelo, por ello se define el porcentaje de suelo mojado P.

Los valores de P recomendados son:

- Cultivos herbáceos -> 50%
- Cultivos leñosos -> 33%

En nuestro caso adoptamos el valor para cultivos leñosos de 33%. Con ello las necesidades totales referidas a toda la superficie del suelo serán:

$$N't = Nt \cdot P$$

#### 14.8 NÚMERO EMISORES POR PLANTA

Este parámetro se utiliza fundamentalmente en cultivos leñosos donde los marcos de plantación son amplios siendo necesarios más de un emisor por planta.

Se calcula mediante la expresión:

$$Ne = \frac{\text{Marco plantación} \cdot P}{100 \cdot Ss}$$

Se adopta el entero inmediatamente superior.

En nuestro caso tenemos:

- Marco plantación Howard =  $7 \cdot 5 = 35$
- Marco plantación Chandler y Franquette =  $7 \cdot 7 = 49$
- P = 33%
- Ss = 1,96

| Variedad              | ne   | ne real |
|-----------------------|------|---------|
| Howard                | 5,89 | 6       |
| Chandler y Franquette | 8,25 | 9       |

Tabla 2. Numero emisores por planta obtenidos

#### 14.9 SEPARACIÓN ENTRE EMISORES

Para establecer la separación de los emisores en el lateral es necesario tener en cuenta el solape mínimo entre los bulbos húmedos, ya que, si no puede ocurrir que los emisores colocados entre dos plantas no sean aprovechados por las raíces, desperdiciando así agua aplicada.

Se recomienda que exista un solape mínimo entre bulbos comprendido entre un 10-20 %.

Obtenemos una separación entre emisores de:

$$I = 1,46 \text{ m}$$

Adoptando valores normalizados:  $I = 1,5 \text{ m}$

#### 14.10 DOSIS MÁXIMA

Llamamos dosis máxima a:

$$D_{max} = \frac{CC - Pm}{100} \cdot da \cdot Zx \cdot P$$

Sustituyendo los valores en la ecuación obtenemos:

$$D_{max} = 524,16 \text{ m}^3/\text{ha riego} = 52,416 \text{ mm riego}$$

#### 14.11 DOSIS PRÁCTICA

A la hora de aplicar el riego, si dejamos que la humedad del suelo baje a niveles de punto de marchitez, la planta sufre estrés hídrico, lo que conlleva disminución del crecimiento, floración, rendimiento... Para que esto no ocurra aplicamos un déficit de humedad admisible,  $a$ , del 30 %.

$$Dp = a \cdot Dm = 15,72 \text{ mm}$$

#### 14.12 ESPACIAMIENTO ENTRE RIEGOS O TURNO DE RIEGO

Para ello se parte de la dosis practica de riego y se va descontando las necesidades totales de los árboles. De esta forma lo definimos como:

$$T_{max} = \frac{Dp}{Nt}$$

| Variedad               | Mes        | Nºt    | Tmax   | T real entre riegos | Dosis real |
|------------------------|------------|--------|--------|---------------------|------------|
|                        |            | mm/día | días   | días                | mm         |
| Howard                 | Abril      | 0,08   | 193,35 | 30                  | 2,44       |
|                        | Mayo       | 0,67   | 23,36  | 23                  | 15,48      |
|                        | Junio      | 1,11   | 14,22  | 14                  | 15,48      |
|                        | Julio      | 1,64   | 9,60   | 9                   | 14,75      |
|                        | Agosto     | 1,46   | 10,76  | 10                  | 14,62      |
|                        | Septiembre | 0,52   | 30,36  | 30                  | 15,54      |
| Chandler<br>Franquette | Mayo       | 0,35   | 45,38  | 31                  | 10,74      |
|                        | Junio      | 0,65   | 24,28  | 24                  | 15,55      |
|                        | Julio      | 1,10   | 14,26  | 14                  | 15,44      |
|                        | Agosto     | 0,98   | 16,04  | 16                  | 15,69      |
|                        | Septiembre | 0,21   | 73,54  | 30                  | 6,42       |

Tabla 3. Espaciamento entre riegos. También puede verse como un primer calendario de riegos y dosis de agua a aplicar

### 14.13 SUPERFICIE REGADA AL DÍA (Sd)

Viene dada por la división del número de hectáreas entre el espaciamento entre riegos:

$$Sd = \frac{n^{\circ} \text{ ha}}{T_{max}}$$

De esta forma obtenemos:

- Sd Howard= 1,22 ha/día
- Sd Chandler= 0,57 ha/ día
- Sd Franquette= 0,5 ha/día

### 14.14 CAUDAL QUE SE UTILIZARA (Q)

Se define como:

$$Q = (Sd \cdot Dr) / T_j$$

T<sub>j</sub>= jornada de riego, fijada en 20 h

Obteniendo así:

- Q<sub>how</sub> = 0,90 mm = 9,01 m<sup>3</sup>/h
- Q<sub>chan</sub> = 0,44 mm = 4,44 m<sup>3</sup>/h
- Q<sub>Fran</sub> = 0,39 mm = 3,89 m<sup>3</sup>/h

**En total = 17,34 m<sup>3</sup>/h**

### 14.15 DURACIÓN DEL RIEGO

Primero es necesario calcular la pluviometría media de cada emisor, para ello:

$$J = q / (I \cdot Sr) = 0,76 \text{ mm/h}$$

Con ello se define la duración del riego como:

$$Tr_{\text{máx}} = \frac{Dr}{J} = 19,35 \text{ h; Resultado inferior a la jornada de riego propuesta anteriormente.}$$

## 14.16 NÚMERO DE SECTORES DE RIEGO

En determinados casos, como el nuestro, el número de sectores vendrá dado por los diferentes cultivos o variedades a regar dentro de la plantación, ya que probablemente tendrán necesidades diferentes, tanto de agua como de fertilizantes.

Para nuestro caso, al tener una separación entre riegos de 9 días en la variedad Howard en la época de mayor demanda, opto por escoger 9 sectores de riego de 1,2 ha cada uno (la superficie regada al día Sd), para así regar un sector cada día.

Para el caso de las otras dos variedades, bajo el mismo criterio, al tener una separación entre riegos de 14 días, dividimos la superficie ocupada por estas variedades en 14 sectores de riego, comprendiendo 8 sectores y 7 sectores a la variedad Chandler y Franquette respectivamente, quedando así cada sector de alrededor de 1 ha y cada variedad con su respectiva superficie.

A la hora de poner en marcha el sistema de regadío, se regará la variedad Howard por un lado con un ciclo de 9 días, y por otro el de Chandler y Franquette con su ciclo de 14 días, regando así dos sectores a la vez (2 ha), uno de Howard y otro de Chandler o Franquette según toque.

## 15 DISEÑO HIDRÁULICO

---

### 15.1 DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

La plantación se divide en 23 sectores de riego, ya mencionados anteriormente, con una superficie y caudal similar. Para esta decisión se ha tenido en cuenta la capacidad de poder regar los 2 sectores simultáneamente, pero también cada sector individualmente.

### 15.2 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

#### 15.2.1 Laterales portagoteros

Los ramales portagoteros tendrán todos  $\varnothing$  16 mm, tubería de polietileno de baja densidad (Ver plano). Sobre esta tubería se colocarán los goteros de 8 l/h separados 1,5 m.

#### 15.2.2 Tuberías terciarias

Todas las tuberías terciarias de la finca tendrán un diámetro máximo de 63 mm, que irá disminuyendo conforme los alejamos del punto de inserción con la secundaria debido a que el caudal será menor y para mantener la velocidad del agua dentro de las tuberías entre unos límites establecidos hay que disminuir el diámetro de la tubería. Proporcionarán caudal y presión suficiente a los ramales portagoteros. El material será PE.

#### 15.2.3 Tuberías secundarias

La tubería secundaria parte desde el "hidrante" del sector (electroválvula controlada por el programador para distribución del riego). El diámetro de estas secundarias varía según el caudal del sector, pero generalmente tienen un diámetro de 63 mm. El material será PVC.

#### 15.2.4 Tramo general

La tubería que compone la red principal de esta instalación puede dividirse en dos tramos, un tramo que une el pozo y las bombas con el depósito regulador, y otro que distribuye el agua del depósito a cada uno de los sectores de riego. El primer tramo (del pozo y bombas al depósito) se instalará una tubería de diámetro 125 mm y presión nominal 10 bar. Para el otro tramo (depósito a sectores) se instalará una tubería de diámetro 75 mm, puesto que por cada ramal solo distribuirá agua a un sector a la vez.

## 16 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

---

### 16.1 Pozo

Como ya se ha comentado anteriormente, al agua para regar esta plantación procede un pozo (ver ubicación en planos) el cual tomara agua procedente de un manantial subterráneo.

Lo primero de todo, suponemos que este pozo tiene todo en regla y cuenta con todos los permisos de explotación.

Este manantial es de tipo confinado, por lo que el agua está a presión y supuestamente no haría falta bombearla, pero dado que últimamente se han realizado varias captaciones de este acuífero, el agua ya no saldría con tanta presión, por lo que lo primero de todo habría que realizar unos sondeos para conocer con seguridad su estado. A nivel de proyecto se ha optado por suponer que obtenemos el agua de este pozo a cota 0.

Las dimensiones de este pozo son los estándares, diámetro 25 cm, y cuenta con una profundidad de 400 m.

### 16.2 BOMBAS DE AGUA

Se instalan, en su caseta correspondiente, dos bombas para el bombeo del agua, capaces de suministrar al depósito regulador un agua necesaria para un día de funcionamiento. El funcionamiento de estas bombas será durante el periodo de menor coste eléctrico, 8 h. Con ello las características de estas bombas son:

- Caudal: 80 m<sup>3</sup>/h.
- Altura manométrica: 50 m.

### 16.3 DEPÓSITO REGULADOR

En el punto con mayor cota de la finca (497 m.s.n.m.) se instalará un depósito de chapa galvanizada. Este depósito garantiza el suministro de agua para dos días de riego. Para ello la capacidad será de 1.222 m<sup>3</sup>, con un diámetro de 19,73 m y una altura de 4 metros, altura formada por 4 cuerpos de aros que cada uno supone una altura de 1m.

### 16.4 CASETA PREFABRICADA

Se instalarán dos casetas prefabricadas, de dimensiones 4x4 metros. En una se instalarán las bombas y equipo necesario para su funcionamiento. En la otra se instalarán filtros, así como los automatismos necesarios y el equipo de fertirrigación.

## 16.5 FILTROS

Se instalarán filtros de mallas con el equipo de fertirrigación. También se instalarán a la salida del depósito de regulación.

Además de filtros de malla, se instalará un filtro de malla autolimpiable de 4" ubicado antes de las bombas y después del filtro cazapiedras.

## 16.6 CONTADOR

Se instalará un contador Woltman para conocer el consumo anual de agua del nogal.

## 16.7 PROGRAMADOR

Se instalará un programador de riego capaz de controlar los 23 sectores de riego, y que permitirá todo tipo de combinaciones, así como aplicación de fertilizante lavados de filtros.

# 17 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

---

El coste total de proyecto asciende a 440.286,44 €, beneficio industrial (6%), gastos generales (13%) e IVA (21%) incluidos.

Para hacer frente a esta inversión, se pide un préstamo financiero, cuyas características son:

| Préstamo de cuota mensual constante |              |
|-------------------------------------|--------------|
| Importe del préstamo                | 440.000 €    |
| Interés                             | 5,5%         |
| Amortización                        | 15 años      |
| Cuota mensual                       | 3.595,17 €   |
| Cuota anual                         | 43.142,01 €  |
| Total pagado                        | 647.130,10 € |

Tabla 4. Préstamo

## 17.1 COSTES EXPLOTACIÓN

### 17.1.1 Amortización de la plantación

Coste fijo que se obtiene al capitalizar los gastos de los años anteriores al año en entrada en plena producción, y si se diese el caso (como el nuestro) habría que restar el beneficio por venta de la madera en el caso que el valor de la madera superase al coste de arranque. En nuestro caso esto último no se daría puesto que hemos supuesto que el coste de arranque es igual al ingreso por venta de la madera.

En nuestro caso la **amortización anual es de 13.179,14 €/año.**

### 17.1.2 Costes de producción

Costes anuales totales esperados para el cultivo del nogal en toda la explotación:

| Año  | Total costes (€) |
|--|------------------|
| 0  | 39.781,04        |
| 1  | 30.379,27        |
| 2  | 33.175,57        |
| 3  | 39.322,92        |
| 4  | 57.900,35        |
| 5  | 59.291,78        |
| 6  | 65.935,21        |
| 7, 11, 15, 19, 23, 27  | 99.158,01        |
| 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30 | 84.985,93        |

Tabla 5. Costes anuales nogal

### 17.1.3 Ingresos de la plantación

Los ingresos totales obtenidos por la venta de nuez estimando producciones y precios son:

| Año | Nº de Nogales | Rendimiento por árbol (Kg.) | Total (kg) producción por Año | Precio (€ / kg) de venta NUECES | Total   |
|-----|---------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------|
| 1   | 6.200         | 0                           | 0                             | 3,50                            | 0       |
| 2   |               | 0                           | 0                             |                                 | 0       |
| 3   |               | 2                           | 10.540                        |                                 | 36.890  |
| 4   |               | 5                           | 26.350                        |                                 | 92.225  |
| 5   |               | 10                          | 62.000                        |                                 | 184.450 |
| 6   |               | 15                          | 93.000                        |                                 | 276.675 |
| 7   |               | 22                          | 136.400                       |                                 | 405.790 |
| >7  |               | 22                          | 136.400                       |                                 | 405.790 |

Tabla 6. Ingresos explotación

## 17.2 ANÁLISIS DE INVERSIÓN

Para conocer si una inversión es rentable o no, se utilizan unos parámetros indicadores que nos ayudan en esta labor. Estos indicadores son el TIR, el VAN y el *PayBack*.

A continuación, se muestran los valores obtenidos del TIR y VAN para este proyecto:



|                              |              |                          |
|------------------------------|--------------|--------------------------|
| <b>VAN</b>                   | 2.092.495,83 |                          |
| <b>TIR</b>                   | 17,64%       |                          |
| <b>Tasa de actualización</b> | 5,50%        |                          |
| <b>PayBack</b>               | 7,23         | 7 años 2 meses y 24 días |

Tabla 7. Resultados calculo VAN, TIR y PayBack

Como podemos apreciar, el cálculo del VAN al ser positivo superior a cero indica que la inversión es rentable. Por otro lado, el TIR también es superior a cero, por lo que la inversión es rentable y lo más importante, al ser superior a la tasa de actualización indica que la inversión es más rentable que si ese mismo capital estuviera a plazo fijo en un banco a un interés del 5,5%. Por último, la inversión inicial se recuperaría en el año 7, año de entrada en plena producción.

### 17.3 ANÁLISIS SENSIBILIDAD DEL PROYECTO

A continuación, se van a analizar varios escenarios posibles para determinar si la explotación continuaría siendo rentable en el caso de que nos ocurrieran.

Lo primero de todo es conocer el precio por debajo del cual la explotación ya no sería rentable. En nuestro caso este **precio mínimo es de 1,81 €/kg**.

Otro caso que podemos estudiar sería la producción mínima para que la explotación sea rentable. **Producción mínima** de toda la explotación para que fuera rentable la explotación sería de **64.800 kg**.

Por ultimo otro caso que podemos estudiar es suponer que cada 5 años sufrimos una helada primaveral que nos quita la producción de las variedades Howard y Chandler, pero recolectamos la variedad Franquette que es de desborre más tardío puesta y utilizada en este proyecto por esta casuística. En tal caso tendríamos en este año con helada:

| <b>Nº arboles</b> | <b>Rendimiento (kg/árbol)</b> | <b>Total producción (kg)</b> | <b>Precio (€/kg)</b> | <b>Ingresos (€)</b> |
|-------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|
| 1.428             | 22                            | 26.703,6                     | 3,50                 | 93.462,6            |

Tabla 8. Ingresos obtenidos el año de la helada

Una vez calculados los flujos de caja realizamos el análisis de inversión calculando el VAN y TIR para ver la rentabilidad de este caso.

|                              |              |                          |
|------------------------------|--------------|--------------------------|
| <b>VAN</b>                   | 1.409.511,19 |                          |
| <b>TIR</b>                   | 14,53%       |                          |
| <b>Tasa de actualización</b> | 5,50%        |                          |
| <b>PayBack</b>               | 7,81         | 7 años 9 meses y 25 días |

*Tabla 9. VAN, TIR y PayBack de la explotación para el caso en que sufrimos una helada cada 5 años*

Tenemos un valor del VAN positivo superior a cero, lo que nos indica que la explotación seguiría siendo rentable. Para el TIR, tenemos un valor de 14,53%, al ser superior a la tasa de actualización indica que la inversión es más rentable que si ese mismo capital estuviera a plazo fijo en un banco a un interés del 5,5%. Por último, el *PayBack* es de 7 años 9 meses y 25 días.

## 18 BIBLIOGRAFÍA

---

- Almorox, J. (2011). Métodos estimación de las evotranspiraciones ETP y ETr.
- Argumedo, F. (2014). El negocio de la nuez de nogal.
- Atanas G. Atanasova, S. M. (2018). Pecan nuts: A review of reported bioactivities and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 246-257.
- Barrena Blázquez, L. (Febrero de 2018). Proyecto de transformación en riego por goteo de olivar en la Finca "El Ariero", Término Municipal de Olivenza (Badajoz).
- Belio Calvo, P. (2015). Puesta en riego por aspersión en cobertura total enterrada de una parcela de 74 Ha. en el término municipal de Grañén (Huesca). Huesca.
- Beth L. Teviotdale, G. S. (1982). Midwinter irrigation can reduce deep bark canker of walnuts. *CALIFORNIA AGRICULTURE*.
- Canovas Cuenca, J. (1986). *Calidad Agronómica de las aguas de riego*. Madrid: Servicio de extensión agraria.
- Demdoum, S. (Enero de 2012). Caracterización agronómica, genética y composición química de una colección de variedades de esparceta. Lleida.
- Grau de Lacruz, L. (Noviembre de 2016). Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca).
- I. Delgado, C. A. (2002). La ESPARCETA o PIPIRIGALLO, un cultivo a potenciar. *PRODUCCIÓN AGRARIA*, 30-35.
- Iriarte Muro, J. (2014). Plantación de nogal en producción integrada con implementación de para incrementar la biodiversidad funcional.
- J. Salas-Salvado', P. C.-A.-H. (2011). Cultural and historical aspects of Mediterranean nuts with emphasis on their attributed healthy and nutritional properties. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 51-56.
- López Larrinaga, F. (2015). *La situación del nogal en España*. Lleida.
- Luna Llorente, F. (1990). *EL NOGAL Producción de fruto y de madera*. Mundi-Prensa.
- Maetro, M., Broca, A., Amella, A., & Ferrer, C. (1985). Rendimientos y calidad de esparceta en la Depresión Prepirenaica. *Instituto de Economía y Producciones Ganaderas del Ebro (CSIC - Univ. Zaragoza)*, 175-181.
- Muncharaz Pou, M. (2001). *El Nogal: Técnicas de cultivo para la producción frutal*. Madrid: Mundi-Prensa.
- N. Aletà Soler, M. R. (2008). Comportamiento agronómico y productivo de las principales variedades comerciales de nogal para fruto. *Fruticultura Profesional nº 172*, 20-26.

- Neus Aletà, M. R. (2014). El nogal para fruto en España. *FRUTOS SECOS*, 34-38.
- Romero González, P. (Noviembre de 2012). Instalación de riego por aspersión en una finca de 244,80 Has en el paraje de Moncalvo en el término municipal de Sariñena (Huesca).
- Ros, E. (2017). Eat Nuts, Live Longer. COMMENT.
- Sánchez San Román, F. (2016). *Hidrología Hidrogeología*. Obtenido de Departamento de Geología . Universidad de Salamanca (España): <http://hidrologia.usal.es>
- Seoane, P., Barbier, I., & Barrero, C. (2012, 2013, 2014, 2015, 2016). *Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos*. Madrid: Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.
- Soler, C., & Domínguez, J. (2007). Exportación de la nuez chilena. Análisis del mercado mundial. *Agronomía y forestal UC. Voz académica*, 11-16.
- Trinidad Santos, A. (1987). *El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola*. Mexico: Colegio de Postgraduados.
- Trinidad Santos, A. (s.f.). *Utilización de estiercoles*. México: Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación.
- Urbina Vallejo, V. (2000). *El sistema productivo en explotaciones frutales*. Lérida: Paperkite Editorial.
- Usúa Lafuente, A. (2016). Instalación de una plantación de pistachos con riego localizado en la localidad de Bolea (Huesca).
- Valero Galve, J. (Junio de 2016). Puesta en riego por goteo de una plantación de pistacheros en una parcela de 7,39 ha en Valmuel (Teruel).
- Villalobos, F. (2002). *Fitotecnia: bases y tecnologías de la producción agrícola*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Viveros Galbis. (2019). Obtenido de <https://www.viverosgalbis.com/cultivo-nogal/>
- W.T. Stamps, R. M. (2009). The ecology and economics of insect pest management in nut tree alley cropping systems in the Midwestern United States. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 4-8.