



## **Trabajo Fin de Grado**

**Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural**

**Estudio agronómico y económico de la implantación del cultivo del almendro en parcelas agrícolas abandonadas en la Comarca Campo de Daroca**

**Autor**

**Javier Vicente Gracia**



**Universidad**  
Zaragoza

# Memoria

**Estudio agronómico y económico de la implantación del cultivo del almendro en parcelas agrícolas abandonadas en la Comarca Campo de Daroca**

**Autor**

**Javier Vicente Gracia**

INDICE

- 1. Introducción, antecedentes y objetivo de la plantación..... 1
  - 1.1. Introducción ..... 1
    - 1.1.1. Naturaleza de la transformación..... 1
  - 1.2. Antecedentes..... 1
  - 1.3. Emplazamiento..... 1
    - 1.3.1. Situación socioeconómica..... 3
  - 1.4. Situación actual del cultivo del almendro..... 3
  - 1.5. Objetivo, justificación y alineación con los ODS..... 3
- 2. Descripción del medio físico..... 3
  - 2.1. Introducción..... 3
  - 2.2. Análisis de suelo..... 4
    - 2.1.1. Toma de muestras..... 4
  - 2.3. Características físicas..... 4
    - 2.3.1. Textura.....4
    - 2.3.2. Estructura..... 4
  - 2.4. Características químicas.....5
    - 2.4.1. pH..... 5
    - 2.4.2. Salinidad..... 5
    - 2.4.3. Materia Orgánica..... 5
    - 2.4.4. Caliza total..... 5
  - 2.5. Relaciones agua/suelo..... 6
    - 2.5.1 Capacidad de campo..... 6
    - 2.5.2. Punto de marchitez permanente.....6
- 3. Estudio climático.....6
  - 3.1. Introducción.....6
  - 3.2. Temperatura.....6
    - 3.2.1 Descripción de la zona.....6
    - 3.2.2. Estimación de heladas.....7
    - 3.2.3. Necesidades de frío.....7
    - 3.2.4. Necesidades de horas de calor.....7
  - 3.3. Insolación.....7

3.4.	Viento.....	8
3.5.	Precipitaciones.....	8
3.6.	Humedad.....	8
3.7.	Nieve y granizo.....	8
<b>4.</b>	<b>Estudio agronómico del cultivo del almendro.....</b>	<b>9</b>
4.1.	Introducción.....	9
4.2.	Modelos productivos.....	9
4.3.	Plan productivo.....	10
4.3.1	Elección de la variedad.....	10
4.3.1.1	Criterios a tener en cuenta para la elección de la variedad..	10
4.3.1.2.	Principales variedades de interés.....	10
4.3.1.3.	Evaluación de alternativas.....	11
4.3.1.4.	Variedades elegidas .....	11
4.3.2	Elección del portainjerto.....	12
4.3.2.1	Influencias del portainjerto sobre la variedad.....	12
4.3.2.2.	Criterios a tener en cuenta para la elección del portainjerto....	12
4.3.2.3.	Evaluación de alternativas.....	13
4.3.2.4.	Análisis multicriterio.....	13
4.4.	Conclusión.....	13
<b>5.</b>	<b>Preparación del terreno, ejecución de la plantación y manejo.....</b>	<b>14</b>
5.1.	Preparación del terreno.....	14
5.1.1.	Triturado.....	14
5.1.2.	Subsolado.....	14
5.1.3.	Despedregado.....	14
5.1.4.	Volteo.....	14
5.1.5.	Desterronado.....	14
5.1.6.	Laboreo superficial.....	14
5.2.	Ejecución de la plantación.....	15
5.2.1	Recepción de la planta.....	15
5.2.2.	Replanteo.....	16
5.2.3.	Ejecución.....	16
5.2.4.	Actividades inmediatas a la plantación.....	16
5.3.	Manejo de la plantación.....	17
5.3.1.	Poda.....	17

5.3.2. Fertilización.....	18
5.3.3. Control de plagas y enfermedades.....	19
5.3.4. Manejo del suelo.....	20
<b>6. Análisis económico.....</b>	<b>20</b>
6.1. Introducción.....	20
6.2. Cobros ordinarios.....	20
6.3. Pagos.....	21
6.3.1. Pago de inversión: Adquisición de maquinaria y construcción de nave..	21
6.3.2. Pago de inversión: Coste de reacondicionar la parcela.....	22
6.3.3. Pago de inversión: Costes de plantación y costes derivados del manejo.....	22
6.3.4. Pagos ordinarios anuales: Seguro Agrario.....	23
6.3.5. Pagos ordinarios anuales: Canon para Agricultura Ecológica.....	23
6.4. Resultados del Análisis de inversión.....	23
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>24</b>

**INDICE DE TABLAS**

**Tabla 1.** Ingresos totales de la explotación.....21

**Tabla 2.** Precio de la maquinaria necesaria para la gestión de la explotación.....21

**Tabla 3.** Coste total de reacondicionar la parcela.....22

**Tabla 4.** Coste de la plantación.....22

**INDICE DE FIGURAS**

**Figura 1.** Evaluación del número de explotaciones agrarias en la Comarca Campo de Daroca.....1

**Figura 2.** Conjunto de parcelas que forman la finca.....2

**Figura 3.** Recorrido hasta la finca desde el municipio de Cubel.....2

**Figura 4.** Detalle de la fracción granulométrica del suelo.....4

**Figura 5.** Temperaturas mínimas anuales de los meses de Diciembre, Enero y Febrero.....7

**Figura 6.** Almendro con hoja y fruto.....9

**Figura 7.** Características de las principales variedades de almendra que se cultivan en España.....10

**Figura 8.** Almendra variedad ‘Vialfas’.....11

**Figura 9.** Almendra variedad ‘Mardía’.....12

**Figura 10.** Planta de almendro a raíz desnuda recién suministrada por el Vivero.....15

**Figura 11.** Almendro variedad Guara con protector de plástico y tutor de bambú.....17

**Figura 12.** Abonadora con localizador.....19

**Figura 13.** Manejo del suelo con rulo.....20

## 1. Introducción, antecedentes y objetivo de la plantación

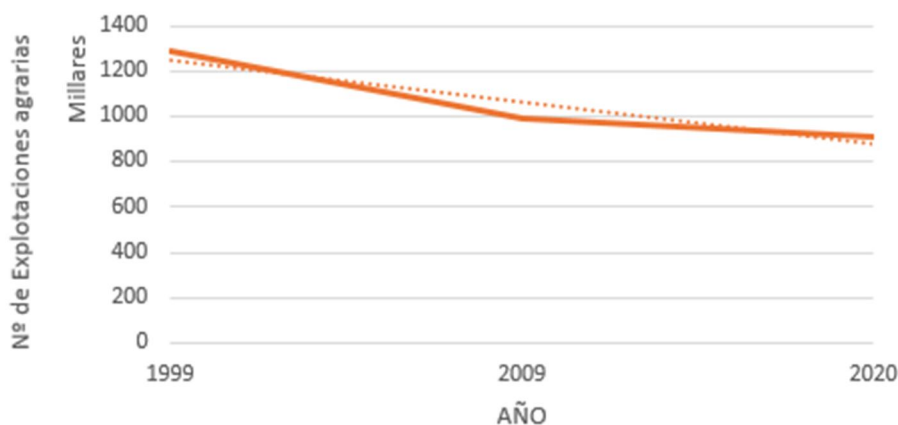
### 1.1. Introducción

#### 1.1.1. Naturaleza de la transformación

El proyecto pretende transformar tres parcelas abandonadas en la comarca Campo de Daroca (Zaragoza) categorizadas como Pasto Arbustivo (PR), realizando una plantación ecológica de almendro en secano, en un municipio exclusivamente cerealista.

### 1.2. Antecedentes

La comarca Campo de Daroca cuenta con 35 municipios y 5000 habitantes, siendo una de las comarcas aragonesas que más sufre el fenómeno de la despoblación. En la segunda mitad del siglo XX comenzó el éxodo rural hacia las ciudades más industrializadas lo que originó que los agricultores que quedaron en los municipios trabajaran más tierras en aparcería y aumentaron el tamaño de las explotaciones. En consecuencia, el número de explotaciones ha disminuido con el paso de los años (Figura 1), de modo que las parcelas más pequeñas, con difícil acceso o con pendientes pronunciadas fueron abandonadas.

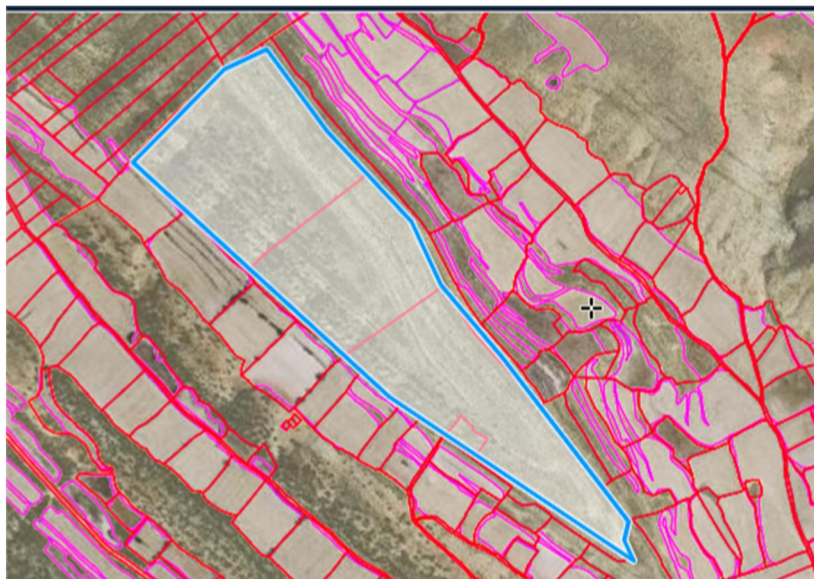


*Figura 1. Evolución del número de explotaciones agrarias en la Comarca Campo de Daroca. Fuente: INE*

### 1.3. Emplazamiento

La finca donde se va a realizar el estudio de la posible plantación se encuentra en Cubel (Zaragoza). Se trata de un municipio que se sitúa a 1111 metros, siendo su actividad económica principal la del cultivo de cebada, trigo, girasol, guisante y yeros.

La finca está formada por tres parcelas (Figura 2), teniendo una superficie total de 29,4 ha.



*Figura 2. Conjunto de parcelas que forman la finca. (Imagen de SIGPAC)*

Las parcelas en cuestión son de titularidad privada y se encuentran sin ningún tipo de aprovechamiento por parte de sus propietarios. Para llegar a la finca desde el municipio de Cubel, se toma la carretera A-2506 en dirección Nuevalos durante 1km. Después se toma el primer camino agrícola a la derecha y se continúa durante 1,5km, según se detalla en la figura 3.



*Figura 3. Recorrido hasta la finca desde el municipio de Cubel. Fuente: Google Maps*



### **1.3.1. Situación socioeconómica**

Cubel pasó de 726 habitantes en 1950 a 330 en 1970, lo que se traduce en un descenso del 45% de la población en tan solo 20 años. En la actualidad el municipio cuenta con 153 residentes, siendo tan solo 60 las personas que se encuentran en edad de trabajar.

### **1.4. Situación actual del cultivo del almendro**

En la actualidad, España se sitúa como segundo productor mundial de almendras con 121600 toneladas en 2020. Ha pasado de ser un cultivo marginal, a una alternativa rentable dentro de los cultivos leñosos. Esto se debe a diversos factores como son el desarrollo de nuevas variedades auto fértiles y de floración tardía que permite su adaptación a climas donde el riesgo de heladas es importante.

Además, el cultivo del almendro ha sufrido una revolución en cuanto a sistemas de formación y poda, posibilitando una producción más eficiente, y por tanto más rentable. La intensificación de las plantaciones, así como la mecanización de la poda y la recolección, facilitan las labores agrícolas, haciendo el cultivo más atractivo.

### **1.5. Objetivo, justificación y alineación con los ODS**

El objetivo general de este proyecto es el estudio agronómico de 3 parcelas abandonadas del municipio de Cubel, provincia de Zaragoza, para reacondicionarlas y ofrecer una alternativa agrícola en una zona exclusivamente cerealista.

De esta manera este trabajo colabora con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, buscando poner fin al hambre (objetivo 2, meta 2.3 y 2.4), promoviendo el crecimiento inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos (Objetivo 8, meta 8.2 y 8.3). También garantizando modalidades de consumo y producción sostenibles (Objetivo 12, meta 12.2). Por último, este trabajo trata de luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de tierras y detener la biodiversidad (Objetivo 15, meta 15.3)

## 2. Descripción del medio físico

### 2.1. Introducción

El estudio edafológico del suelo tiene una gran importancia ya que es el medio en el que se va a desarrollar la plantación. Se pretende evaluar y caracterizar el suelo de la parcela, con el fin de determinar su aptitud para el desarrollo del cultivo del almendro (Anejo 2). Los resultados obtenidos serán determinantes en el anejo 4 a la hora de elegir el porta-injerto de la plantación.

#### 2.1.1. Toma de muestras

Para realizar un correcto muestreo en primer lugar se realiza la inspección visual del terreno para detectar posibles diferencias que se pudiesen apreciar. Tras realizar esta inspección no se observan diferencias significativas por lo tanto se van a tomar 6 muestras recogidas en diferentes puntos de la parcela. Posteriormente se mezclarán y homogeneizarán, consiguiendo una muestra final de 1 kg.

### 2.3 Características físicas

#### 2.3.1. Textura

Los resultados del análisis realizado en el laboratorio se recogen en la siguiente figura 4

<b>DETERMINACIONES REALIZADAS</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
TEXTURA (CRITERIO U.S.D.A.) (Resultados sobre masa seca al aire)			
* Arena total (0,05 - 2 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	25,05
* Limo grueso (0,02 - 0,05 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	8,69
* Limo fino (0,002 - 0,02 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	30,00
* Arcilla (< 0,002 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	36,06

*Figura 4. Detalle de la fracción granulométrica del suelo*

Siguiendo el método del diagrama triangular que propone el USDA, nos encontramos ante un suelo cuya textura es franco-arcillosa de tipo fino.

En conclusión, podemos determinar que la parcela presenta una textura adecuada para el cultivo del almendro, pero será necesario realizar una labor profunda previa al momento de la plantación para descompactar el terreno y permitir a las raíces crecer, evitando la asfixia radicular.

### **2.3.2. Estructura**

Según Jiménez et al. (2010) la estructura es la capacidad del suelo para espontáneamente formar terrones que se dividan en fragmentos menores, sin la intervención del hombre. Es la manera en que los elementos constituyentes del suelo tienden a unirse entre ellos.

Para Garrido Valero (1993), el grado de estructura de un suelo da una idea de su permeabilidad y capacidad de aireación. Los suelos bien estructurados suelen tener unas mejores propiedades hídricas, mayor permeabilidad, mejor aireación y están mucho más defendidos contra la erosión.

En definitiva, la estructura no es un parámetro que determine la fertilidad de un suelo, pero si influye en la forma en que los árboles se benefician de esa fertilidad.

## **2.4. Características químicas**

### **2.4.1. pH**

El pH mide el grado de acidez de un suelo. Las plantas cultivadas presentan su mejor desarrollo en valores cercanos a la neutralidad (7). El resultado de pH obtenido en laboratorio es de 7.8, encontrándose en un rango considerado normal y por tanto no presentará problemas para el cultivo del almendro y los nutrientes esenciales estarán disponibles para las plantas.

### **2.4.2. Salinidad**

El almendro es un cultivo sensible a la salinidad del suelo y por ello es un aspecto muy importante para determinar la viabilidad de la plantación. Los suelos salinos impiden el buen desarrollo radicular de las plantas debido a la elevada cantidad de sales que contienen. Una forma indirecta de determinar la salinidad del suelo es mediante la conductividad eléctrica. Nuestro suelo presenta una conductividad de 1,4 dS/m lo que indica concentraciones de sales solubles superiores a lo normal. La acumulación de sales solubles en el suelo se atribuye a problemas de drenaje, por lo que será necesario realizar una labor subsolado profundo a la hora de preparar el terreno, para favorecer la aireación y la velocidad de infiltración, esto se tendrá en cuenta en el Anejo 5.

### **2.4.3. Materia Orgánica**

El contenido de materia orgánica está directamente relacionado con la fertilidad del suelo y la disponibilidad de los diferentes elementos nutritivos que en él se encuentran. En nuestro suelo

nos encontramos con un contenido de materia orgánica de 1,76%, un valor normal en la zona de estudio y correcto para el desarrollo del almendro.

#### **2.4.4. Caliza total**

Para determinar la caliza total que contiene un suelo, se determina la cantidad de carbonato cálcico. Porcentajes superiores al 35-40% de caliza total pueden provocar problemas en los cultivos. Nuestro suelo contiene un 31% de carbonato cálcico y un 10,98% de caliza activa. Esto puede ocasionar problemas en los cultivos agrícolas, por lo que se tendrá en cuenta a la hora de realizar la plantación.

### **2.5. Relaciones agua/suelo**

#### **2.5.1 Capacidad de campo**

La capacidad de campo da una idea real de las características hídricas del suelo y define la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener a drenaje libre. Nuestro suelo presenta un valor del 23.5%, lo que significa que su capacidad de campo es media.

#### **2.5.2. Punto de marchitez permanente**

Este parámetro indica la humedad mínima que debe tener el suelo para que la planta pueda extraer agua. Nuestro suelo presenta un 14,32%, un valor normal para una textura franco-arcillosa.

## **3. Estudio climático**

### **3.1. Introducción**

El cultivo del almendro se da en España principalmente en climas mediterráneos, puesto que sus exigencias climáticas han acotado las zonas en las que es posible su cultivo. En la actualidad, debido al desarrollo de nuevas variedades, este cultivo se desarrolla en nuevos territorios dentro del país. Por ello, el estudio climático es determinante a la hora de plantear la adaptación del almendro a la zona de estudio.

### **3.2. Temperatura**

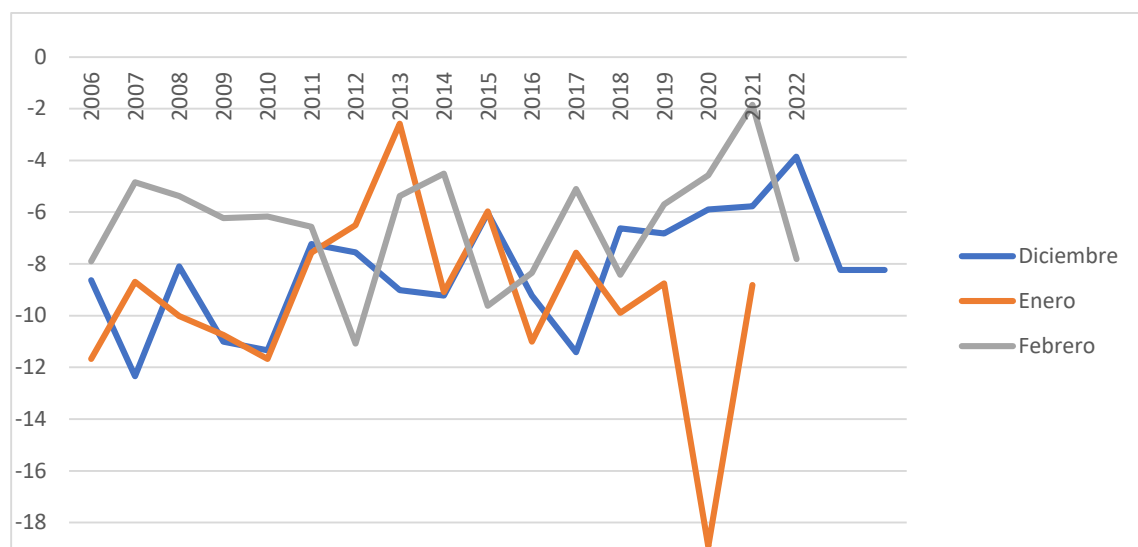
#### **3.2.1 Descripción de la zona**

El almendro se adapta bien a condiciones de alta radiación solar, sequías extremas y altas temperaturas, pero las heladas tardías ponen en riesgo la producción de almendras (Iannamico, 2015). Como consecuencia de ello, la mejora genética ha introducido variedades

de floración muy tardía, que permiten reducir el riesgo de heladas, haciendo posible introducir plantaciones de almendro en zonas donde tradicionalmente no se cultivan.

Según el Anejo 3, la zona objeto de estudio no es hasta el mes de marzo cuando se dan las condiciones necesarias de temperatura para el inicio de la vegetación. Esta fecha es adecuada pues los árboles no brotarán hasta esa fecha, escapando de las posibles heladas de finales de invierno.

Durante el periodo de reposo, el almendro puede resistir temperaturas muy bajas de incluso de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Esta resistencia depende de la duración de la helada. En Cubel se dan inviernos muy fríos y generalmente secos, alcanzándose temperaturas de incluso  $-18^{\circ}\text{C}$  en el mes de enero de 2020. (Figura 5).



*Figura 5. Temperaturas mínimas anuales de los meses de Diciembre, Enero y Febrero.*  
*Fuente: Oficina del Regante.*

### **3.2.2. Estimación de heladas**

En Cubel el riesgo de heladas es un factor determinante en la plantación pues de octubre a abril se da un periodo seguro de heladas según Emberger que puede poner en riesgo la rentabilidad de la explotación.

### **3.2.3. Necesidades de frío**

Todos los árboles caducifolios poseen un periodo en el cual la planta detiene su desarrollo. Este periodo comienza cuando el almendro ha perdido toda la hoja y finaliza con el inicio de

la floración. En la zona se da una acumulación media de horas de frío de 1387, suficiente para el cultivo del almendro, (Véase Anejo 3).

#### **3.2.4. Necesidades de horas de calor**

La acumulación de horas de calor es un parámetro que determinará la fecha de floración de cada variedad de almendro. Cada año la acumulación de horas de calor será diferente en función de cuando termine el periodo de endolencia (acumulación de horas de frío) así como de las temperaturas de cada año. Para nuestra zona de análisis elegiremos una variedad que requiera un número elevado de horas de calor, pues esto hace que se retrase el momento de la floración.

### **3.2. Insolación**

Se trata de un factor climático de importancia a la hora de valorar la plantación puesto que tanto la falta como el exceso puede suponer un problema de viabilidad para la plantación. Si hay una insolación insuficiente sobre el árbol pueden surgir deficiencias en el desarrollo de los almendros. Por el contrario, una insolación excesiva sobre todo en los meses de verano puede causar daños y quemaduras sobre las hojas y ramas. En la finca se da una radiación correcta debido a su situación geográfica, lo que beneficia el crecimiento y desarrollo de los almendros.

### **3.3. Viento**

Los vientos suaves tienen efectos beneficiosos sobre las plantaciones por que contribuyen a una correcta aireación de las copas y del suelo, reduciendo la incidencia de enfermedades fúngicas y asegurando la apertura de los estomas después de una lluvia. Además, los vientos de baja intensidad son importantes para la transmisión del polen. (Fischer, 2000).

En la finca objeto de análisis, según el Anejo 3, se da una velocidad del viento media adecuada para la implantación del almendro, donde las rachas máximas no son elevadas y por tanto el viento no será un parámetro a tener en cuenta.

### **3.4. Precipitaciones**

Para nuestras condiciones de secano, el agua es el único aporte hídrico para nuestra plantación. Para García (2006), el periodo de mayor requerimiento hídrico en el almendro es el comprendido entre el inicio del engorde de la almendra y la fecha en que esta alcanza su longitud máxima. En nuestra finca, este periodo se da en primavera.

El promedio anual de lluvia es de 359 l/m<sup>2</sup>, según el Anejo 3, una cantidad escasa que puede ocasionar estrés hídrico en el cultivo.

### **3.5. Humedad**

La humedad relativa no es un parámetro clave para el desarrollo del almendro, pero si tiene importancia para el desarrollo de enfermedades que afecten a la plantación.

### **3.6. Nieve y granizo**

En la zona las nevadas son frecuentes en los meses invernales y ocasionalmente también se dan en primavera. La nieve no es perjudicial para los almendros, si no beneficiosa ya que es una forma de aportar agua al terreno, que permanece durante varios días e manera que queda a disposición de los cultivos de manera gradual.

El granizo es un fenómeno meteorológico que se da ocasionalmente durante la primavera y verano. Suele venir acompañado a fuertes tormentas, generando daños en las ramas y hojas.

En conclusión, se determina que desde el punto de vista climático el almendro es viable para la zona estudiada, siempre y cuando se elijan variedades de floración muy tardía para evitar las heladas durante la floración.

## **4. Estudio agronómico del cultivo del almendro**

### **4.1. Introducción**

Según su clasificación botánica, el almendro pertenece a la familia de las rosáceas y a la especie *prunus dulcis*. Se trata de un árbol de porte generalmente erguido, caducifolio, de hojas alternas, estrechas y lanceoladas, de bode aserrado y brillante en el haz.



*Figura 6. Almendro con hoja y fruto. Fuente: Elaboración propia*

El sistema radicular del almendro posee una gran capacidad para explorar el suelo. Por lo que se adapta bien a suelos pobres con precipitaciones no muy abundantes como es la zona de estudio, según Anejo 2. Proporciona un buen anclaje y su vigor depende del portainjerto de que se trata.

#### **4.2. Modelos productivos**

Según Cabetas y José (2018), los modelos productivos utilizados en las plantaciones de almendro vienen determinados por los marcos de plantación y se pueden resumir en:

- Sistema semi-intensivo
- Sistema intensivo
- Sistema tradicional

Debido a las condiciones de secano de la finca donde se va a llevar a cabo la plantación, el sistema tradicional será el que se implementará en la finca (Véase Anejo 4). En este sistema se utilizan marcos de plantación de 7\*7, 7\*6 y 6\*6. El modelo se basa en árboles individuales separados entre sí, realizando una formación libre en vaso.

#### **4.3. Plan productivo**

Una vez determinado el modelo productivo que se va a implementar en la finca, debemos seleccionar el patrón y la variedad que de forma a los árboles. Se debe elegir una variedad y un portainjerto que se adapte al suelo y al clima de la finca.



### 4.3.1 Elección de la variedad

La elección de variedades a la hora de plantear una nueva plantación de almendro es un aspecto muy importante pues de esta decisión dependerá la viabilidad futura de la misma. En España se cultivan diferentes variedades en función de la situación geográfica, pero a modo de resumen las principales variedades que se trabajan están recogidas en la Figura 7.

Variedad	Época de floración	Época de recolección	Productividad	Auto-compatibilidad	Rendimiento en pepita (%)	Peso de la pepita (g)
Marcona	Temprana	Media	Alta	No	25	1,3
D. Largueta	Muytemprana	Tardía	Media	No	26	1,3
Ferragnès	Media-tardía	Media	Alta	No	40	1,4
Ferraduel	Media-tardía	Temprana-media	Alta	No	28	1,3
Guara	Media-tardía	Temprana	Muy alta	Sí	35	1,3
Belona	Media-tardía	Media	Alta	Sí	33	1,3
Soleta	Media-tardía	Tardía	Muy alta	Sí	33	1,3
Mardía	Muy tardía	Media	Media-alta	Sí	24	1,2
Vialfas	Muy tardía	Media	Muy alta	Sí	25	1,2
Tarraco	Tardía	Temprana	Alta	No	31	1,6
Marinada	Tardía	Media	Muy alta	Sí	32	1,3
Constanti	Media-tardía	Media	Alta	Sí	28	1,2
Vayro	Media-tardía	Media-tardía	Muyalta	Sí	29	1,2
Penta	Muytardía	Temprana-media	Muyalta	Sí	29	1,0

Figura 7. Características de las principales variedades de almendra que se cultivan en España. Fuente: Alonso et al. (2015)

#### 4.3.1.1 Criterios a tener en cuenta para la elección de la variedad

Según Felipe(2000) los criterios que se deben tener en cuenta para la elección de las variedades son los siguientes:

- Criterios climáticos
- Criterios agronómicos
- Criterios comerciales

#### 4.3.1.2. Principales variedades de interés

Las variedades comerciales que tienen interés ya que cumplen con estos criterios son ‘Avijor-Lauranne’, ‘Makako’, ‘Vialfas’ y ‘Penta’.

#### 4.3.1.3. Evaluación de alternativas

Los factores que se consideran importantes a la hora de decidir una de estas variedades son los siguientes:

- Entrada en producción
- Vigor
- Porte y ramificación
- Época de floración
- Época de madurez
- Resistencia a heladas
- Resistencia a enfermedades
- Capacidad productiva
- Rendimiento al descascarado

#### 4.3.1.4. Variedades elegidas

Las variedades elegidas para la plantación son 'Mardía' y 'Vialfas', que son auto fértiles y no necesitan de ninguna otra variedad polinizadora.

Ambas variedades son de floración extremadamente tardía, porte erecto y presentan buenas características agronómicas (Véase Anejo 4).



*Figura 8. Almendra variedad 'Vialfas'. Fuente Alonso et al. (2015)*



*Figura 9. Almendra variedad 'Mardía' Fuente: Alonso et al. (2015)*

#### **4.3.2 Elección del portainjerto**

En España tradicionalmente el portainjerto más utilizado ha sido el franco de almendro, que se obtiene de la siembra de las propias almendras.

En el mercado actual, disponemos de una gran variedad de patrones, pero debemos elegir el que mejor se adapte a nuestro territorio.

##### **4.3.2.1 Influencias del portainjerto sobre la variedad**

Según Felipe (2000), las influencias que el patrón ejerce sobre la variedad son las siguientes:

- Sobre el vigor o desarrollo en tamaño del árbol
- Sobre la rapidez de entrada en fructificación
- Sobre la productividad
- Sobre el tamaño y calidad de los frutos
- Sobre la precocidad en la maduración
- Sobre la sensibilidad a determinados factores limitantes del suelo

##### **4.3.2.2. Criterios a tener en cuenta para la elección del portainjerto**

Las características agronómicas que debe presentar un buen patrón, según Felipe y Aparisi (1999), son las siguientes

- Capacidad de trasplante
- Vigor y tamaño definitivo de la planta
- Uniformidad en el desarrollo
- Longevidad de la planta
- Precocidad y productividad inducidas a la variedad
- Eficiencia en el uso de agua y nutrientes
- Resistencia a asfixia radicular
- Resistencia a patógenos
- Anclaje
- Serpeo

#### **4.3.2.3. Evaluación de alternativas**

En este momento existen multitud de posibilidades para el cultivo del almendro, por tanto, debemos elegir la mejor opción para las condiciones del suelo y el sistema de cultivo. Los patrones más utilizados son los siguientes:

- Patrones francos de almendro
- Patrones francos de melocotonero
- Patrones híbridos entre almendro y melocotonero
- Patrones híbridos de ciruelo

#### **4.3.2.4. Análisis multicriterio**

Una vez analizadas todas las opciones disponibles, en una primera valoración se seleccionan las que cumplen con uno de los principales condicionantes: adaptabilidad a las condiciones de secano. Estas variedades son 'Garrigues', 'GF-677', 'Adafuel' y 'Garnem'.

Los factores que se consideran decisivos para poder seleccionar uno de estos patrones son los siguientes:

- Capacidad de trasplante
- Vigor
- Uniformidad
- Longevidad de la planta
- Resistencia a asfixia radicular
- Anclaje
- Resistencia a patógenos

Entre los portainjertos elegidos y analizados, el híbrido entre ‘Garfi’ y ‘Nemared’, ‘Garnem’ es el que mejores resultados a obtenido (Véase Anejo 4) y por eso es el patrón elegido para la plantación.

#### **4.4. Conclusión**

En la finca objeto de estudio se va a realizar la plantación de las variedades ‘Vialfas’ y ‘Mardía’ sobre el portainjerto ‘Garnem’.

Estas variedades han sido obtenidas en el CITA (Aragón), mediante el cruzamiento de las variedades ‘Felisia’ x ‘Bertina’. Su denominador común es la floración extremadamente tardía y la auto fertilidad.

El patrón elegido tiene un excelente comportamiento en seco, además de adaptarse perfectamente a suelos calizos.

### **5. Preparación del terreno, ejecución de la plantación y manejo**

#### **5.1. Preparación del terreno**

En este apartado se definen las labores previas a realizar la plantación (Véase Anejo 5). Estas labores son muy importantes tanto para asegurar la durabilidad de la plantación como para evitar las pérdidas en el momento de realizar el trasplante de los plantones provenientes del vivero.

##### **5.1.1. Triturado**

Esta operación consiste en triturar toda la vegetación existente en la parcela dejando únicamente 10 cm sobre el suelo.

##### **5.1.2. Subsolado**

Esta labor se realiza mediante subsolador acoplado a tractor para realizar una labor vertical de 80 cm. Se realizan varios pases cruzados perpendicularmente cuando el terreno se encuentre seco para que el suelo se des compacte correctamente.

##### **5.1.3. Despedregado**

Consiste en retirar los trozos de roca y piedras que afloran tras pasar el subsolador. Esta labor se realizará con máquina despedregadora arrastrada acoplada a tractor.

#### **5.1.4. Volteo**

Esta labor se realizará mediante un arado de mínimo laboreo que voltee únicamente los primeros 15 cm del suelo para enterrar las malas hierbas del suelo. Esta labor se realiza en perpendicular a la línea de máxima pendiente, para evitar la erosión en caso de que se produzcan lluvias muy intensas.

#### **5.1.5. Desterronado**

Cosiste en desmenuzar los terrones y dejar la tierra lo más fina posible. Además, realiza una leve nivelación del terreno. Esta labor se realiza con una rastra de púas con rulo para controlar la profundidad de trabajo.

#### **5.1.6. Laboreo superficial**

Se realizarán las labores superficiales necesarias mediante cultivador hasta el momento de realizar la plantación. La finalidad de estas labores es eliminar las malas hierbas que hayan emergido debido a las lluvias. En el momento de realizar la plantación el terreno debe estar libre de malas hierbas que compitan con los árboles.

### **5.2. Ejecución de la plantación**

Previamente a la plantación física de los árboles se debe encargarse con suficiente antelación la planta a un Vivero que vaya a disponer de la combinación patrón-variedad elegida anteriormente. Este vivero debe encargarse de producir plantas de calidad, que sean homogéneas y productivas. Según Urbina Vallejo (2015), las plantaciones pueden realizarse tanto a raíz desnuda como en maceta. Debido a las condiciones de secano de las parcelas donde se va a realizar la plantación se considera más apropiado realizar la plantación a raíz desnuda durante el mes de diciembre para aprovechar las lluvias invernales y se asegure el correcto agarre y enraizamiento de las plantas.

#### **5.2.1 Recepción de la planta**

El viverista debe servir la planta cuando sea solicitada por la explotación, con el fin de que permanezca el menor tiempo posible fuera de la tierra. Una vez recibida la planta se supervisan los albaranes y etiquetas, así como visualmente el estado en el que se encuentra la planta. Debe tener un tamaño adecuado: a 10 cm del punto de injerto el diámetro debe ser entre 10 y 20mm y de una altura superior a 1m.

Debe cuidarse en todo momento que las plantas permanezcan bien identificadas, separadas entre sí para evitar errores en el manejo y en el momento de la plantación.



*Figura 10. Planta de almendro a raíz desnuda recién suministrada por un Vivero, separada en lotes según variedades. Fuente: Elaboración propia.*

### **5.2.2. Replanteo**

Según Cambra Ruiz de Velasco (2004), el replanteo de árboles frutales puede realizarse de acuerdo a diversas modalidades de trazado: en marco real, en rectángulo y en tresbolillo. Según este autor a la hora de replantar una plantación se deben tener en cuenta tanto el vigor previsible como la anchura necesaria para circular con la maquinaria.

Por este motivo, el marco más apropiado es el rectangular (Véase Anejo 5). Se realizará la plantación a 7x5,5m, distancias suficientes para poder realizar las diferentes tareas de la plantación.

En toda la parcela serán necesarias 7614 plantas de almendro, de las cuales 3807 serán de 'Mardía' y 3807 serán 'Vialfas'

La labore de realizar las líneas donde se establecerán los árboles se realizará mediante tractor equipado con tecnología GPS. A este tractor se acoplará una plantadora de precisión, que mientras traza las líneas irá colocando los árboles a una distancia de 5,5m.

### **5.2.3. Ejecución**

La plantadora que va a realizar la operación de plantado colocará simultáneamente la planta de almendro junto a las cañas de bambú. Estas cañas hacen la función de tutor durante los primeros años de vida de la plantación. El punto de injerto debe quedar por encima de la línea de tierra, para evitar que se produzca el enraizamiento de la variedad. Los árboles deben



quedar correctamente rectos y el tutor suficientemente enterrado para que realice su función correctamente.

#### **5.2.4. Actividades inmediatas a la plantación**

Según se va plantando la finca, seguidamente se procede a atar los tutores al tronco mediante gomas. A la vez que se ejecuta esta operación, se realiza la primera labor de poda practicando un corte a una altura de 1m ligeramente en bisel. Seguidamente se procede a proteger los troncos, colocando un tubo de plástico y por último se realizará un riego de plantación mediante cuba arrastrada.



*Figura 11. Almendro variedad Guara con protector de plástico y tutor de bambú.  
Fuente: Elaboración propia*



### **5.3. Manejo de la plantación**

Para llevar a cabo la correcta gestión y mantenimiento de la explotación son necesarias una serie de labores que traten de conseguir árboles fuertes, sanos y duraderos en el tiempo.

#### **5.3.1. Poda**

La poda es una actividad muy importante en las plantaciones frutales al tener un gran impacto sobre la forma y el tamaño que adquieren los árboles. Mediante la poda los primeros años de vida de la plantación se delimita el volumen alcanzado por la ramificación y se asegura una buena estructura. Durante la vida productiva a través de la poda se persigue controlar la producción equilibrando la carga de los árboles, consiguiendo una buena iluminación, aireación y fácil penetración de los tratamientos fitosanitarios. (Urbina Vallejo, 2017)

Se diferencian tres tipos de poda:

- Poda de formación
- Poda de producción
- Poda de rejuvenecimiento

#### **5.3.2. Fertilización**

La correcta nutrición del almendro tiene una destacada importancia en algunos aspectos como la obtención de altas y constantes producciones o el incremento en la calidad de la almendra. Los elementos fertilizantes que se utilizan son los siguientes:

- Nitrógeno
- Fósforo
- Potasio
- Boro

Para la correcta utilización de estos nutrientes, es necesaria la elaboración de un plan de abonado que variará en función del desarrollo de la plantación:

- Durante el año 1 y 2.
- Durante el año 3
- Durante el año 4 y en adelante.

La aplicación de estos elementos fertilizantes necesarios para la planta se realiza mediante abonadora acoplada a tractor. Esta abonadora está equipada con un deflector para trabajar

en arbolados de forma que el abono cae en la línea de plantación del almendro, evitando que caiga en las calles.



*Figura 12. Abonadora con localizador. Fuente: Elaboración propia*

### **5.3.3. Control de plagas y enfermedades**

La agricultura actual con el avance de los monocultivos a gran escala ha provocado varios problemas en cuanto a enfermedades y plagas resistentes. Un buen manejo es crucial para conseguir luchar contra las principales plagas y enfermedades y poder obtener buenas producciones.

Algunas de las plagas más importantes son el Falso Tigre, Mosquito Verde o los Pulgones. En cuanto a enfermedades podemos encontrar diferentes patógenos como bacterias que afectan a brotes y ramas, enfermedades del tronco y otras enfermedades causadas por hongos que afectan tanto a la raíz como a las hojas y frutos (Véase Anejo 5).

Para llevar a cabo una estrategia en el control de plagas y enfermedades que hemos descrito se ha de seguir la Guía de Gestión Integrada de Plagas que elabora el Ministerio de

Agricultura. Esta estrategia es respetuosa con el medio ambiente y se basa en combinar dos o más métodos de control para obtener el máximo beneficio.

En el caso de la plantación objeto de estudio se deberán utilizar las materias activas autorizadas en producción ecológica según la Norma UNE 315500:2017 Insumos utilizables en la producción vegetal ecológica.

#### **5.3.4. Manejo del suelo**

Para realizar un correcto manejo del suelo debemos atender al PEPAC 2023-2027, que recoge las intervenciones que debemos realizar para cumplir con la condicionalidad y poder obtener las ayudas de la Política Agraria Común. Para mantener la cubierta vegetal se realizarán diferentes pasadas con un rulo adaptado.



*Figura 13. Manejo del suelo con rulo. Fuente: Elaboración propia*

6. Análisis económico

6.1. Introducción

La viabilidad de la plantación es un factor determinante a la hora de cumplir el objetivo principal del proyecto: poner en cultivo terrenos abandonados para añadir alternativas laborales en una zona despoblada.

Se estima que la vida útil de la plantación será de 18 años, por lo que el estudio de viabilidad será con dicho horizonte temporal.

6.2. Cobros

En este apartado se consideran los ingresos provenientes tanto por la venta de cosecha como por las ayudas de la PAC. Las ayudas de la PAC son constantes y se establecen en 12079,57€ cada año. (Véase Anejo 6)

La venta de cosecha se considera a un precio medio de mercado, según el Anejo 6, de 6,47 €/kg de pepita y se tiene que tener en cuenta que durante los 4 primeros años que hemos considerado de formación la producción será menor. De esta manera los ingresos totales anuales de la explotación son los siguientes:

Año	Cosecha(€/año)	PAC (€/año)	Total explotación
1	0	12.079	12.079
2	11.407	12.079	23.486
3	22.814	12.079	34.893
4	34.221	12.079	46.300
5	51.332	12.079	63.411
6 y siguientes	68.443	12.079	80.522

Tabla 1. Ingresos totales de la explotación. Fuente: Elaboración propia

6.3. Pagos

6.3.1. Pago de inversión: Adquisición de maquinaria y construcción de nave.

La maquinaria que será necesario adquirir para gestionar la explotación viene detallada en la siguiente tabla 2, junto con su precio.

MAQUINARIA	PVP (€)
Tractor 100 cv	80.000
Recolector	27.000
Rulo	2.500
Atomizador 1.500 litros	12.000
Abonadora	4.000
<b>Total</b>	<b>125.500€</b>

Tabla 2. Precio de la maquinaria necesaria para la gestión de la explotación (sin IVA).  
Fuente: Elaboración propia

Para la construcción de la nave se consideran necesarios 200m<sup>2</sup>, donde poder guardar la maquinaria y almacenar la almendra recolectada. El coste aproximado de una nave con estas características es de 50000€ (sin IVA).

### 6.3.2. Pago de inversión: Coste de reacondicionar la parcela

Para la realización de estas labores se contratará a una empresa de servicios de la zona, que disponga de la maquinaria necesaria para realizarlas. No será necesario adquirirla en la explotación ya que solo se utilizará una vez. Los costes de reacondicionar la parcela y dejarla preparada para realizar la plantación se detallan en la tabla 3

Concepto	Horas de trabajo	Coste unitario	Total
Triturado	40 horas	20 €/hora	800
Subsolado	59 horas	60 €/ hora	3540
Despedregado	15 horas	30 €/hora	450
Volteo	45 horas	60 €/hora	2700
Desterronado	30 horas	40 €/hora	1200
Laboreo superficial	30 horas	40 €/hora	1200
Mano de obra	249 horas	10€/hora	2490
<b>Total</b>			<b>12380 €</b>

Tabla 3. Coste total de reacondicionar la parcela. Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.3. Pago de inversión: Costes de plantación y derivados del manejo

Los costes de plantación y derivados del manejo se resumen en la siguiente tabla 4

Concepto	Total
Coste de realizar la plantación	49987,6€
Coste anual durante los tres primeros años de formación	12948€ cada año
Coste anual desde el año 4 hasta el año 18	24828€

*Tabla 4 Coste de plantación y derivados del manejo. Fuente: Elaboración propia*

### 6.3.4. Pagos ordinarios anuales: Seguro Agrario.

Para el cultivo del almendro, Agroseguro nos permite asegurar un rendimiento garantizado, que tiene limitada la producción al histórico de cada agricultor que fija el MAPA en base a producciones entregadas a OPFH y producciones aseguradas históricamente. En caso de no disponer de esta producción individualizada se asignan rendimientos zonales para cada Comarca Agraria. A cada productor se le asigna una tarifa de riesgo individual, que depende del histórico de siniestros que se hayan producido en su explotación. En definitiva, el coste total de Seguro Agrario es de 76,51€/ha (Véase Anejo 6), lo que en el total de la explotación asciende a 2241,74€ cada año.

### 6.3.5. Pagos ordinarios anuales: Canon para Agricultura Ecológica

La Agricultura Ecológica en Aragón se organiza a través del Comité Aragonés de Agricultura Ecológica que se creó en 1995. Este comité establece una cuota para el Registro de Operadores de Producción Ecológica y una tarifa para el Control y Certificación. Ambos son anuales, corresponden al año natural y es aplicable a todos los Operadores de Producción Vegetal.

En resumen, el canon que se tiene que pagar es de 677€ el primer año y 477€ el resto de los años (Según Anejo 6).



#### **6.4. Resultados del Análisis de Inversión**

La cuantía necesaria para la puesta en marcha del proyecto asciende a 237868 €, Iva incluido, según Anejo 6. Se considera una vida útil de la plantación de 18 años.

Para realizar la evaluación financiera se emplean los indicadores Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa de Rendimiento Interno (TIR) y Payback.

- El VAN (tasa de actualización 5%)= 543.532,44€ >0
- El TIR= 12,31%
- Pay Back (tasa de actualización 5%)= 10 años

Una vez analizados los factores económicos, se puede determinar que el proyecto expuesto de plantación de almendros en Cubel es viable y rentable económicamente.

Dado que la inversión es rentable en las condiciones analizadas, si se solicitaran ayudas a la Modernización de Explotaciones Agrarias dentro del Segundo Pilar de la PAC (Orden AGA/220/2024, de 4 de marzo del Gobierno de Aragón), y dado que se contemplan para plantaciones y adquisición de maquinaria, la rentabilidad de la inversión aumentaría.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cabetas, R., & José, M. (2018). El cultivo del almendro: sistemas de manejo y nuevas variedades. *Centro de investigación y tecnología agroalimentaria de Aragón*. [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4378/1/2018\\_148.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4378/1/2018_148.pdf)
2. Cambra Ruiz de Velasco, M., & Cambra Ruiz de Velasco, R. (2004). *Diseños de plantación y formación de árboles frutales* [Consejo superior de investigaciones científicas].
3. Felipe, A. J. (2000). *El almendro. El material vegetal*.
4. Felipe, A. J., & Aparisi, J. G. (1999). El concepto del ideotipo en la mejora de patrones para el almendro. *ITEA. Producción vegetal*, 95(3), 209-217. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=153242>
5. Fischer, G. (2000). Ecofisiología en frutales de clima frío moderado. *Biblioteca Agropecuaria de Colombia*
6. García, R. (2006). Evolución y tendencias de las precipitaciones estacionales en la cuenca del Guadaleín (Murcia-Almería). Posibles efectos en la práctica agrícola de secano. *Universidad de Murcia*.
7. Garrido Valero, M. S. (1993). Interpretación de análisis de suelos. *Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 5/93.
8. Jimenez, A., Serrano, J., Planes, F. M., Rodríguez, A. C., Garcia, M., Paredes, J. R., Molina, A., & González, O. N. (2010). *FUNDAMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE SUELOS TROPICALES*. <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/1981>
9. Urbina Vallejo, V. (2015). Establecimiento de una plantación frutal. *Monografías de Fruticultura*, 10.





## Anejos a la Memoria

**Estudio agronómico y económico de la implantación del cultivo del almendro en parcelas agrícolas abandonadas en la Comarca Campo de Daroca**

**Autor**

**Javier Vicente Gracia**

## **Anejos a la memoria**

### **RELACIÓN DE ANEJOS**

- Anejo 1: Introducción, antecedentes y objetivo de la plantación.
- Anejo 2: Estudio edafológico y descripción del medio físico.
- Anejo 3: Estudio Climático.
- Anejo 4: Estudio agronómico del cultivo del almendro.
- Anejo 5: Preparación del terreno, ejecución y manejo de la plantación.
- Anejo 6: Análisis económico

**ANEJO 1**

**INTRODUCCIÓN, ANTECEDENTES Y  
OBJETIVO DE LA PLANTACIÓN**

## **ÍNDICE**

- 1 INTRODUCCIÓN
  - 1.1. Naturaleza de la transformación
- 2 ANTECEDENTES
- 3 EMPLAZAMIENTO
  - 3.1 Situación socioeconómica
- 4 SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DEL ALMENDRO
- 5 OBJETIVO, JUSTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN CON LOS ODS

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Naturaleza de la transformación

El proyecto pretende transformar tres parcelas abandonadas en la comarca Campo de Daroca (Zaragoza) categorizadas como Pasto Arbustivo (PR), realizando una plantación ecológica de almendro en secano, en un municipio exclusivamente cerealista.

## 2. ANTECEDENTES

La Comarca Campo de Daroca está formada por 35 municipios y cuenta con 5000 habitantes, repartidos por toda su geografía. Es una de las comarcas aragonesas que más sufre el fenómeno de la despoblación. El éxodo rural hacia las ciudades comenzó en las primeras décadas de la segunda mitad del siglo XX (Figura 1) como consecuencia de la mayor oportunidad de trabajo y mejores salarios que allí se proporcionaban. Emigraron principalmente jornaleros y pequeños propietarios que no podían afrontar el auge de la mecanización en el sector agrario y que pusieron sus tierras en aparcería para marcharse a otras zonas más industrializadas como Zaragoza (Pinilla & Sáez, 2017).

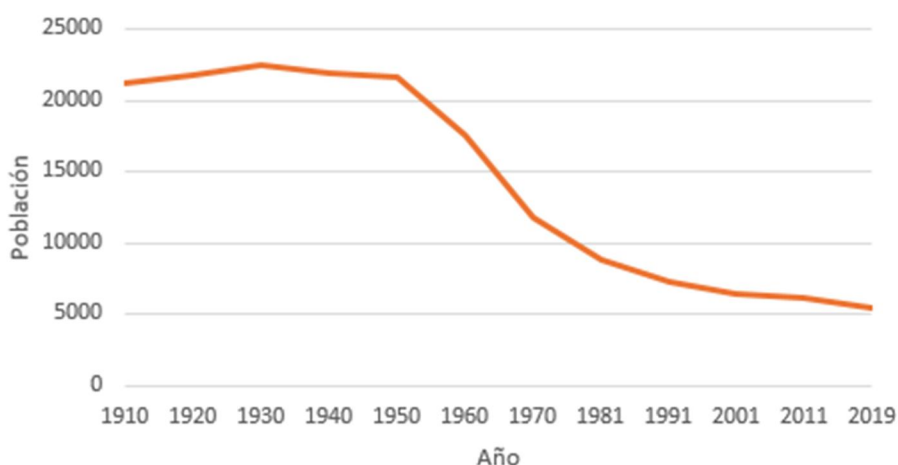
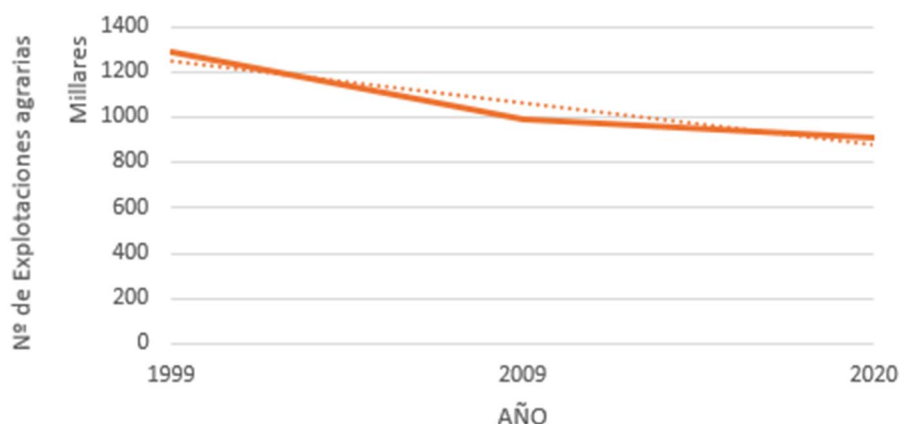


Figura 1. Evolución de la población en la Comarca Campo de Daroca. Fuente: INE

Por el contrario, los propietarios que decidieron continuar cogieron esas tierras en aparcería y aumentaron sus explotaciones haciéndolas más rentables, de modo que las parcelas más pequeñas, con accesos difíciles o con pendientes pronunciadas, fueron abandonadas. Esto se puede apreciar en la figura 2, donde vemos que el número de explotaciones ha disminuido con el paso de los años, necesitando menos mano de obra debido a la mecanización y por consiguiente menos oferta de trabajo.



*Figura 2. Evolución del nº de explotaciones agrarias en la Comarca Campo de Daroca. Fuente: INE.*

### 3. EMPLAZAMIENTO

La finca donde se va a realizar el estudio y plantación se encuentra en Cubel (Zaragoza). El municipio de Cubel se encuentra ubicado al suroeste de la comarca Campo de Daroca y su actividad económica mayoritaria es la agricultura extensiva, donde se cultiva principalmente trigo y cebada, y además se introduce el girasol, guisantes y yeros como cultivos alternativos en la rotación. Cubel se sitúa a una altura de 1111 metros, siendo el municipio más alto de la provincia de Zaragoza. Es por su altura por lo que ha sido elegido como zona de estudio, puesto que se considera la zona más desfavorable de la comarca para establecer el cultivo del almendro como alternativa al monocultivo de cereales.

La finca objeto de estudio está formada por tres parcelas (Figura 3) (Tabla 1).

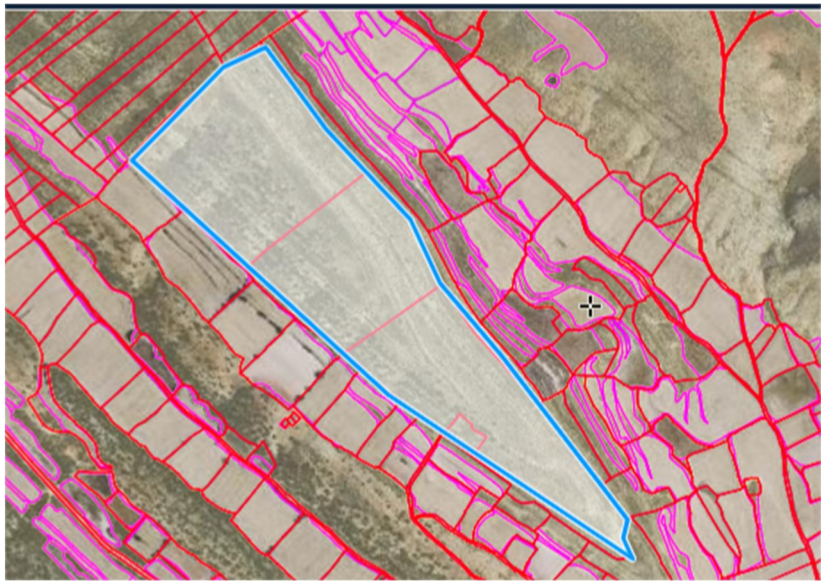


Figura3. Conjunto de parcelas que forman la finca (Imagen de SIGPAC).

Provincia	Municipio	Poligono	Parcela	Recinto	Superficie (ha)
50	90	24	83	1	11,2
50	90	24	72	1	7,9
50	90	24	82	1	10,3
				Total	29,4

Tabla 1. Relación del conjunto de parcelas que forman la finca. Fuente: Elaboración propia.

Las parcelas en cuestión son de titularidad privada y se encuentran sin ningún tipo de aprovechamiento por parte de los propietarios. Esas parcelas se trabajaban de forma manual con medios rudimentarios (caballerías) y se abandonaron en los años 50 con la mecanización del campo. Aunque las parcelas son de un tamaño considerablemente grandes, son de difícil acceso mediante estrechos tablares.

Por tanto, para poder acceder a la finca será necesario acondicionar adecuadamente el terreno a la maquinaria que se necesitará para trabajarla.

Para llegar a la finca objeto de estudio partiendo desde el municipio de Cubel, se toma la carretera A-2506 que pasa por este municipio en dirección Nuévalos. Se continúa por la

carretera durante 1km y se toma el primer camino agrícola a la derecha, se continúa por ese camino durante 1,5km y se llega al punto de acceso a la finca.



Figura 4. Recorrido hasta la finca desde el municipio de Cubel. Fuente: Google Maps.

**3.1 Situación socio-económica actual**

Cubel pasó de 726 habitantes en 1950 a 330 en 1970, lo que se traduce en un descenso del 45% de la población en tan solo 20 años. En la actualidad el municipio cuenta con 153 residentes, pero el número de personas en edad de trabajar es de 60.

Agricultura y ganadería	35
Sector servicios	2
Trabajadores domésticos	20
Personas paradas	3

Tabla 2. Detalle de la población en edad de trabajar en el municipio. Fuente: Elaboración propia.



#### **4. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DEL ALMENDRO**

Tradicionalmente, el cultivo del almendro en España se practicaba de manera complementaria a otras actividades agrarias debido a la incertidumbre en su producción y a la escasa rentabilidad que se sacaba a este cultivo como consecuencia de las erróneas técnicas de cultivo que se practicaban. (Felipe, 1994)

En la actualidad, España se sitúa como segundo productor mundial de almendras con 121600 toneladas en 2020. Ha pasado de ser un cultivo marginal, a una alternativa rentable dentro de los cultivos leñosos. Esto se debe a diversos factores como son el desarrollo de nuevas variedades auto fértiles y de floración tardía que permite su adaptación a climas donde el riesgo de heladas es recurrente. (Iglesias et al., 2021)

Además, el cultivo del almendro ha sufrido una revolución en cuanto a sistemas de formación y poda, posibilitando una producción más eficiente, y por tanto más rentable. La intensificación de las plantaciones, así como la mecanización de la poda y la recolección, facilitan las labores agrícolas, haciendo el cultivo más atractivo. (Castellarnau, 2019).

El principal productor mundial de almendras es Estados Unidos. En California se sitúan plantaciones de regadío muy intensificadas, consiguiendo unos rendimientos medios por hectárea 10 veces superiores a la media española. (Azorín et al., 2005).

#### **5. OBJETIVO, JUSTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN CON LOS ODS**

El objetivo general de este proyecto es el estudio agronómico de 3 parcelas abandonadas del municipio de Cubel, provincia de Zaragoza, para reacondicionarlas y ofrecer una alternativa agrícola en una zona exclusivamente cerealista.

De esta manera este trabajo colabora con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible, ayudando a conseguirlos, según la Agenda 2030:

Objetivo 2: Hambre cero. Poner fin al hambre.

Meta 2.3: De aquí a 2030 duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos a pequeña escala, en particular mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los ganaderos, los pescadores, entre otras,

mediante un acceso seguro y equitativo a la tierra, a otros recursos e insumos de producción y a los conocimientos, los servicios financieros, los mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas.

Meta 2.4: De aquí a 2030 asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.

Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico. Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.

Meta 8.2: Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores de gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.

Meta 8.3: Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.

Objetivo 12: Producción y consumos responsables. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Meta 12.2: De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres. Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

Meta 15.3: De aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación del suelo.



## **ANEJO 2**

### **DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO**

## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN
2. ANÁLISIS DE SUELO
  - 2.1. Toma de muestras
  - 2.2. Resultados del análisis
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
  - 3.1. Textura
  - 3.2. Estructura
4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
  - 4.1. Ph
  - 4.2. Salinidad
  - 4.3. Materia Orgánica
  - 4.4. Caliza total
5. RELACIONES AGUA/SUELO
  - 5.1. Capacidad de campo
  - 5.2. Punto de marchitez permanente
6. REFERENCIAS
7. BIBLIOGRAFÍA



## **1. INTRODUCCIÓN**

El estudio edafológico del suelo tiene una gran importancia ya que es el medio en el que se va a desarrollar la plantación. En este anejo se pretende evaluar y caracterizar el suelo de la parcela, con el fin de determinar su aptitud para el desarrollo del cultivo del almendro. Los resultados obtenidos serán determinantes en anejos posteriores a la hora de elegir el porta-injerto de la plantación.

## **2. ANÁLISIS DE SUELO**

### **2.1. Toma de muestras**

Para realizar un correcto muestreo se ha realizado una inspección visual de la finca para comprobar las diferencias que se pudieran apreciar. Según Garrido Valero (1993), la correcta toma de muestras es un aspecto fundamental para poder realizar un diagnóstico adecuado. Según este autor, las actividades a realizar se concretan en las siguientes fases:

1. Observación de la problemática a resolver
2. Observación del suelo en toda su extensión y en profundidad.
3. Definición de los puntos de muestreo.
4. Muestreo y toma de datos en el campo.
5. Decisión sobre los análisis a realizar
6. Preparación de las muestras para su envío al laboratorio
7. Análisis de las muestras en el laboratorio.
8. Interpretación de los análisis.
9. Decisiones para el buen manejo del suelo.

Tras realizar la inspección visual de la parcela no se observan diferencias significativas y por tanto, se trata de un terreno homogéneo. Se van a tomar 6 muestras recogidas en 6 puntos diferentes de la parcela y se mezclarán, consiguiendo una muestra final media de 1 kg, suficiente para realizar el análisis en el laboratorio.

Según Vallejo (2001) las raíces gruesas de los almendros son verticales y profundizan en el suelo alcanzando los 70 cm de profundidad en algunas ocasiones, es por ello que la toma de muestras se realizará a distintas profundidades consiguiendo una muestra lo más representativa posible de la zona de influencia de las raíces.

### 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

#### 3.1. Textura

Según Garrido Valero (1993), se conoce como textura a la fracción granulométrica del suelo y se determina mediante análisis de laboratorio. El sistema que se ha aplicado es el que determina el USDA según el tamaño de las partículas obteniéndose el porcentaje de arena, limo y arcilla. Para ello primero se separa la tierra fina, es decir, las partículas menores de 2 mm, de las partículas mayores como la grava y las piedras. Dentro de la tierra fina, se determina la clasificación siguiente:

Arcilla: todas las partículas de menos de 0,002 mm

Limo: todas las partículas cuyo tamaño varía de 0,002 – 0,05 mm

Arena: todas las partículas cuyo tamaño varía de 0,05 – 2 mm.

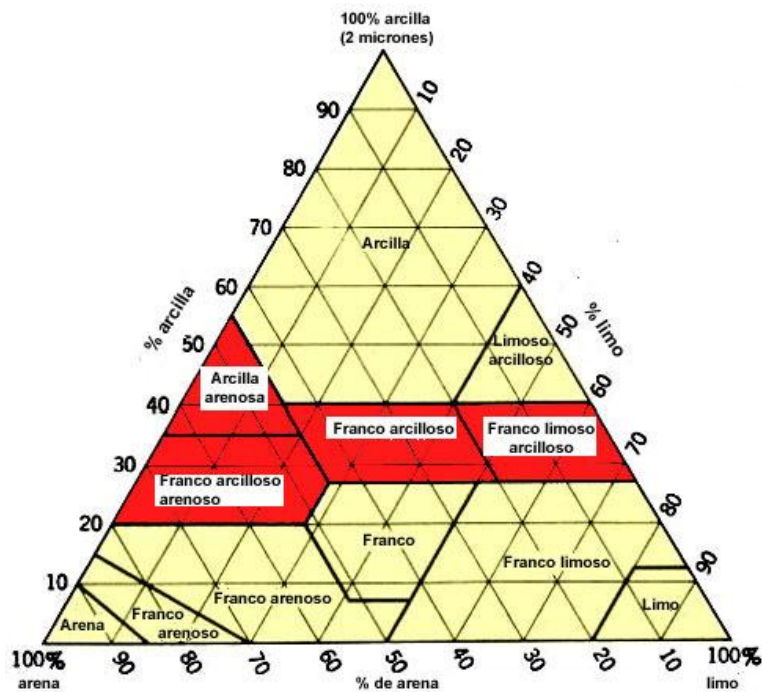
Los resultados del análisis realizado en laboratorio se recogen en la figura 1:

<b><u>DETERMINACIONES REALIZADAS</u></b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
TEXTURA (CRITERIO U.S.D.A.) (Resultados sobre masa seca al aire)			
* Arena total (0,05 - 2 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	25,05
* Limo grueso (0,02 - 0,05 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	8,69
* Limo fino (0,002 - 0,02 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	30,00
* Arcilla (< 0,002 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	36,06

*Figura 1. Detalle de la fracción granulométrica del suelo.*



Siguiendo el método del diagrama triangular que propone el USDA, nos encontramos ante un suelo cuya textura es franco-arcillosa de tipo fino (Figura 2)



*Figura 2. Determinación de la textura en base a los porcentajes de cada fracción granulométrica. Fuente: FAO*

La textura franco-arcillosa es de tipo fino (suelo pesado), confiere al suelo una alta capacidad de retención de humedad y nutrientes, pero puede presentar factores negativos como es la baja permeabilidad (posibles encharcamientos), así como la compactación que dificultará el laboreo y la penetración de raíces.

En conclusión, podemos determinar que la parcela presenta una textura adecuada para el cultivo del almendro, pero será necesario realizar una labor profunda previa al momento de la plantación para des compactar el terreno y permitir a las raíces crecer, evitando la asfixia radicular.

### 3.2. Estructura

Según Jiménez *et al.* (2010) la estructura es la capacidad del suelo para espontáneamente formar terrones que se dividan en fragmentos menores, sin la intervención del hombre. Es la manera en que los elementos constituyentes del suelo tienden a unirse entre ellos.

Para Garrido Valero (1993), el grado de estructura de un suelo da una idea de su permeabilidad y capacidad de aireación. Los suelos bien estructurados suelen tener unas mejores propiedades hídricas, mayor permeabilidad, mejor aireación y están mucho más defendidos contra la erosión.

Según Jiménez *et al.* (2010) los factores que afectan a la estructura del suelo pueden incluirse en dos grandes grupos: los factores endógenos (de carácter geológico) y los factores exógenos (en los que hay intervención del hombre).

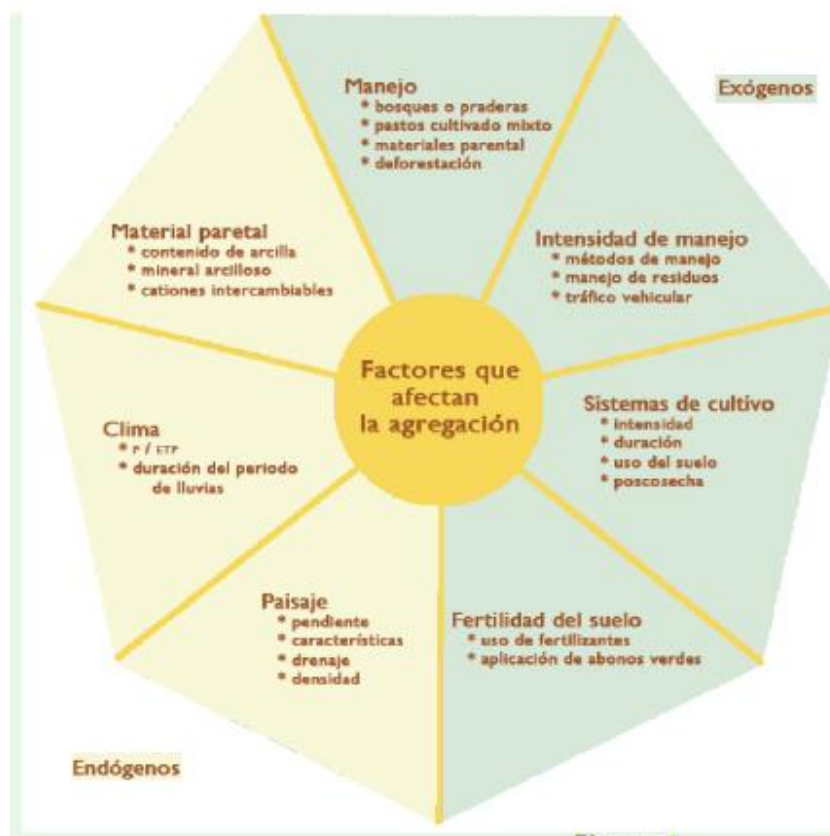


Figura 3. Factores que afectan a la agregación del suelo. Fuente Jiménez *et al.*, (2010)

En definitiva, la estructura no es un parámetro que determine la fertilidad del suelo, pero si influye en la forma en que los árboles se benefician de esa fertilidad.

#### 4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO.

##### 4.1. pH

Según Garrido Valero (1993) el pH mide el grado de acidez de un suelo, es decir, la concentración de hidrogeniones ( $H^+$ ) que existen en el suelo. Las plantas cultivadas presentan su mejor desarrollo en valores cercanos a la neutralidad (7), ya que en estas condiciones los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado.

Los tipos de suelo según el valor de pH vienen recogidos en la tabla 1.

pH (medido en agua, en disolución ½)	Tipo	Observaciones
<b>Menor de 5,5</b>	Muy ácido	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, dificultad de retención de muchos nutrientes
<b>5,5-6,5</b>	Ácido	
<b>6,5-7,5</b>	Neutro	Intervalo óptimo para los cultivos
<b>7,5-8,5</b>	Básico	
<b>Mayor de 8,5</b>	Muy básico	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, posible aparición de clorosis férrica

*Tabla 1. Tipos de suelo según el valor de pH. Fuente: Garrido Valero (1993)*

El resultado de pH obtenidos en laboratorio es de 7,8. La reacción del suelo es moderadamente básica, pero se encuentra en un rango considerado normal, por lo tanto, no presentará problemas para el cultivo del almendro y los nutrientes esenciales estarán disponibles para la planta. (Figura 4)

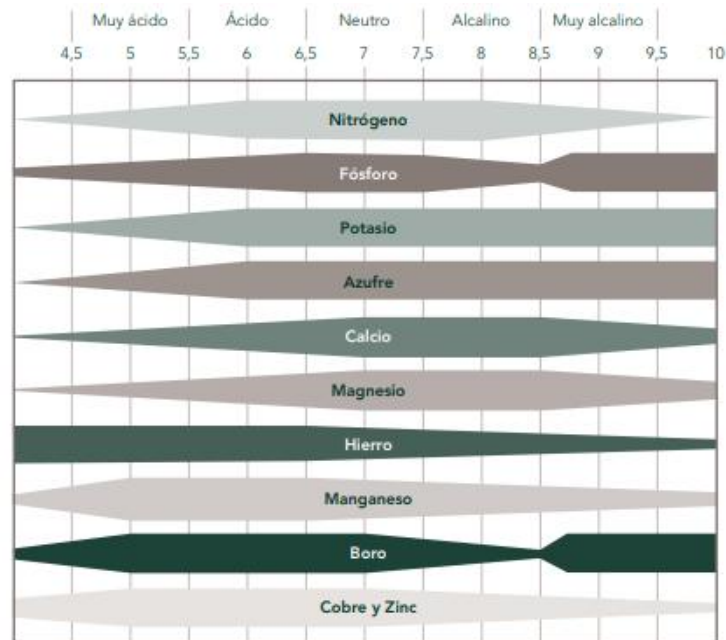


Figura 4. Disponibilidad de nutrientes en función del pH del suelo. Fuente: González Naranjo et al., 2012

## 4.2. Salinidad

La salinidad de los suelos afecta a la producción de alimentos a nivel mundial. Este término se refiere a la presencia en el suelo de una elevada concentración de NaCl, así como de otros cloruros y sulfatos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , que perjudican a las plantas por su efecto tóxico (Piedra & Cepero, 2013)

Para Valero Garrido (1993) los suelos salinos impiden el buen desarrollo de las plantas debido a la elevada cantidad de sales que contienen.

El almendro es un cultivo sensible a la salinidad del suelo (R. Grattan, 2018), y por ello es un aspecto determinante para la viabilidad de la plantación.

Según Valero Garrido (2013), la conductividad eléctrica es una medida indirecta que permite determinar la salinidad del suelo. De forma general, se pueden distinguir la siguiente clasificación:

dS/m	Nivel de tolerancia
<0,5	Buen desarrollo de las plantas
0,5-1	Aparecen problemas en algunos cultivos
>1	Dificultad en muchos cultivos.

*Tabla 2. Nivel de tolerancia de los cultivos a la conductividad eléctrica. Fuente: Garrido Valero (1993)*

La conductividad eléctrica de la parcela es 1,4 dS/m, lo que indica concentraciones de sales solubles en el suelo superiores a lo normal. Para conocer el efecto que tendrán sobre las plantas es necesario realizar el análisis de sales solubles que determine la concentración total de sales y el tipo de las mismas.

El estudio de las sales solubles determina una concentración salina de 2,8 dS/m lo que revela contenidos ligeramente altos, aunque el suelo no puede calificarse de salino. Predominan las sales de calcio y magnesio, resultando una relación de adsorción de sodio (S.A.R) que no es alta (0,2). No existen problemas de sodicidad.

La acumulación de sales solubles en el suelo se atribuye principalmente a problemas de drenaje. La presencia de sales en los suelos, hacen que los coloides coagulen y precipiten, modificando la estructura del suelo. Este se vuelve más compacto, disminuyendo la capacidad de cambio, la aireación y la velocidad de infiltración. (González-Naranjo *et al.*, 2012)

Este aspecto se tendrá en cuenta en un anejo posterior sobre la preparación del terreno y plantación.

### **4.3. Materia orgánica**

El contenido de materia orgánica está directamente relacionado con la fertilidad del suelo y la disponibilidad de los diferentes elementos nutritivos que en él se encuentran.

La M.O. del suelo es la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo

y sustancias producidas por esos organismos. Además, forma junto con la fracción arcillosa el complejo de cambio y facilitan la adsorción de nutrientes. (González-Naranjo *et al.*, 2012).

Los contenidos medios en materia orgánica de los suelos en España se detallan en la tabla 3.

Tipo de cultivo	Contenidos medios en España	Elevar hasta
Secanos en Centro y Sur	Menos de 1%	2%
Secanos del Norte	Más de 2%	-
Regadío extensivo	Alrededor de 2%	3%
Regadío intensivo	Alrededor de 3%	4%
Pastos del norte de la Península o zonas de montaña	Más de 4%	-

*Tabla 3. Contenidos medios en materia orgánica de los suelos agrícolas en España. Fuente: Garrido Valero (1993)*

En nuestro suelo nos encontramos con un contenido en materia orgánica de 1,76%. Se trata de un valor normal en la zona de estudio y correcto para el cultivo del almendro.

#### 4.4. Caliza total

Para determinar la caliza total que contiene un suelo, se determina la cantidad de carbonato cálcico ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ). Porcentajes superiores al 35%-40% de caliza total pueden provocar problemas de productividad en los cultivos. En la tabla 4 se muestra los porcentajes de caliza total y su influencia en los cultivos:

Caliza total en %	Observaciones
Menor de 15%	En general no se presentan problemas
15-35%	No afecta a muchos cultivos, pero se recomienda conocer el contenido en caliza activa, puede afectar en algunos casos.
Mayor de 35%	Puede afectar a la productividad de muchos cultivos. Se recomienda conocer el contenido de caliza activa.

*Tabla 5 Porcentajes de caliza total y su influencia en los cultivos. Fuente: Garrido Valero (1993)*

Nuestro suelo contiene un 31% de carbonato cálcico. Por tanto, se realiza el análisis de caliza activa, para determinar cuanta de esa caliza puede interponerse evitando la retención de otros cationes.

El contenido de caliza activa en nuestro suelo es de un 10,98%, valor que según Garrido Valero (1993), puede ocasionar problemas en los cultivos agrícolas.

Esto se tendrá en cuenta en un anejo posterior de plantación.

## 5. RELACIONES SUELO/AGUA

### 5.1. Capacidad de Campo

Según Garrido Valero (1993), la capacidad de campo da una idea muy real de las características hídricas del suelo. Se define como la cantidad de agua que es capaz de retener el suelo a drenaje libre. El resultado se da en porcentaje, es decir, es la cantidad de agua que pueden retener 100g de suelo.

Para calcular la Capacidad de campo se utiliza la siguiente fórmula, que tiene en cuenta la fracción de los diferentes componentes del suelo: arena, limo y arcilla.

$$Cc = 0,484 * Ac + 0,162 * L + 0,023 * Ar + 0,62$$

donde:

**Cc** es la capacidad de campo, expresada en % de suelo seco

**Ac** es el contenido en arcilla, expresada en % de suelo seco

**L** es el contenido de limo, expresado en % de suelo seco

**Ar** es el contenido en arena, expresado en % de suelo seco

Considerando los valores de Ac, L y Ar que han sido obtenidos en el análisis de laboratorio, se resuelve:

$$Cc = 0,484 * 36,06 + 0,162 * 30 + 0,023 * 25,05 + 0,62 = 23,5\%$$

Observando la tabla 6, identificamos que en la parcela tenemos una capacidad de campo media.

Capacidad de campo (%)	Observaciones
Menor de 7	Muy baja
7-12	Baja
12-20	Media baja
20-30	Media
Mayor de 30	Elevada

Tabla 6 Evaluación de los niveles de capacidad de campo (%). Fuente: Garrido Valero (1993)



**5.2. Punto de marchitez permanente (Pmr)**

Este parámetro indica la humedad mínima que debe tener el suelo para que la planta pueda extraer agua. Se estima de forma similar a la capacidad de campo, siguiendo la siguiente expresión:

$$Pmr = 0,302 * Ac + 0,102 * L + 0,0147 * Ar$$

siendo:

**Pmr** es el punto de marchitez permanente, expresada en % de suelo seco

**Ac** es el contenido en arcilla, expresada en % de suelo seco

**L** es el contenido de limo, expresado en % de suelo seco

**Ar** es el contenido en arena, expresado en % de suelo seco

Despejando en la ecuación resulta:

$$Pmr = 0,302* 36,06 + 0,102*30 + 0,0147*25,05= 14,32\%$$

Según la tabla 6, los valores obtenidos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente son normales para una textura franco-arcillosa como la de nuestra parcela.

Textura	Capacidad de campo	Punto de marchitez permanente
Arenosa	5-15	3-8
Franco arenosa	15-20	6-12
Franco	15-30	8-17
Franco arcillosa	25-35	13-20
Arcillosa	30-70	17-40

*Tabla 7. Valores de Cc y Pmr para suelos de diferentes texturas. Fuente: FAO*

## 6. ANÁLISIS COMPLETO

<b>DETERMINACIONES REALIZADAS</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Incertidumbre</b>
<b>TEXTURA (CRITERIO U.S.D.A.) (Resultados sobre masa seca al aire)</b>				
* Arena total (0,05 - 2 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	25,05	
* Limo grueso (0,02 - 0,05 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	8,69	
* Limo fino (0,002 - 0,02 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	30,00	
* Arcilla (< 0,002 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	36,06	
<b>FERTILIDAD (Resultados expresados sobre masa seca al aire)</b>				
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	MT-SUE-007		7,8	± 0,5
Prueba previa de salinidad (C.E. 1:5 á 25°C) por electrometría.	Orden 05/12/75	dS/m	1,4	± 0,2
Materia orgánica oxidable por espectrofotometría.	MT-SUE-002	g/100g	1,76	± 0,22
Fósforo soluble en bicarbonato sódico (Olsen) por espectrofo.	MT-SUE-003	mg/kg	7	± 1,2
Potasio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	130	± 22
Nitrógeno en forma de nitratos (N-NO3) por espectrofotomet.	MT-SUE-005	mg/kg	6	± 0,8
<b>MINERALES NO SILICATADOS (Resultados sobre masa seca al aire)</b>				
Carbonato cálcico equivalente por volumetría.	MT-SUE-004	g/100g	31	± 5
Caliza activa por volumetría.	MT-SUE-006	g/100g	10,98	± 0,88
<b>CATIONES DE CAMBIO (Resultados sobre masa seca al aire)</b>				
Magnesio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	289	± 47
<b>SALINIDAD (En extracto de pasta saturada sobre masa seca al aire)</b>				
* C.E. extracto saturado, a 25 °C.	CONDUCTIMETRÍA	dS/m	2,78	± 0,04
* Porcentaje de saturación.	CÁLCULO	% p/p	51,25	
<b>CATIONES SOLUBLES (En extracto de pasta saturada)</b>				
* Calcio.	ICP-OES.	meq/L	35,30	± 1,62
* Magnesio.	ICP-OES.	meq/L	8,15	± 0,49
* Sodio.	ICP-OES.	meq/L	1,04	± 0,05
<b>MICROELEMENTOS (Resultados expresados sobre masa seca al aire)</b>				
* Hierro (extraído con EDTA).	ABS. ATÓMICA	mg/kg	13,02	
* Cobre (extraído con EDTA).	ABS. ATÓMICA	mg/kg	0,26	
* Manganeso (extraído con EDTA).	ABS. ATÓMICA	mg/kg	7,94	
* Cinc (extraído con EDTA).	ABS. ATÓMICA	mg/kg	3,84	

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Garrido Valero, M. S. (1993). Interpretación de análisis de suelos. *Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 5/93.
2. González-Naranjo, V., Leal, M., Lillo, J., de Bustamante, I., & Palacios-Díaz, P. (2012). Guía de caracterización edáfica para actividades de regeneración de aguas residuales en usos ambientales. *IMDEA Agua*.
3. Jimenez, A., Serrano, J., Planes, F. M., Rodríguez, A. C., García, M., Paredes, J. R., Molina, A., & González, O. N. (2010). *FUNDAMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE SUELOS TROPICALES*. <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/1981>
4. Piedra, A. L., & Cepero, M. C. G. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(4), 31-42. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/3360>
5. R. Grattan, S. (2018). La tolerancia del cultivo a la sal. *Universidad de California. Agricultura y Recursos Naturales*.

**ANEJO 3**

**ESTUDIO CLIMÁTICO**

## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN
2. TEMPERATURA
  - 2.1. Descripción de la zona
  - 2.2. Estimación de heladas
  - 2.3. Necesidades horas de frío
  - 2.4. Necesidades horas de calor
3. INSOLACIÓN
4. VIENTO
5. PRECIPITACIONES
6. HUMEDAD
7. NIEVE Y GRANIZO
8. DATOS
9. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

El estudio climático es determinante a la hora de plantear la adaptación del almendro a la zona de estudio.

La zona de estudio posee un clima mediterráneo-continentalizado, con una pluviometría escasa y unas temperaturas extremas con valores muy elevados en verano, así como fríos inviernos.

Los datos se han obtenido de la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio que tiene la Oficina del Regante en Daroca y corresponden al periodo 2006-2022.

El cultivo del almendro se da en España principalmente en climas mediterráneos, puesto que sus exigencias ambientales han acotado las zonas en las que es posible su cultivo. El desarrollo de nuevas variedades permite la adaptación del almendro a nuevos territorios. En la figura 1 podemos ver el climograma de la zona.

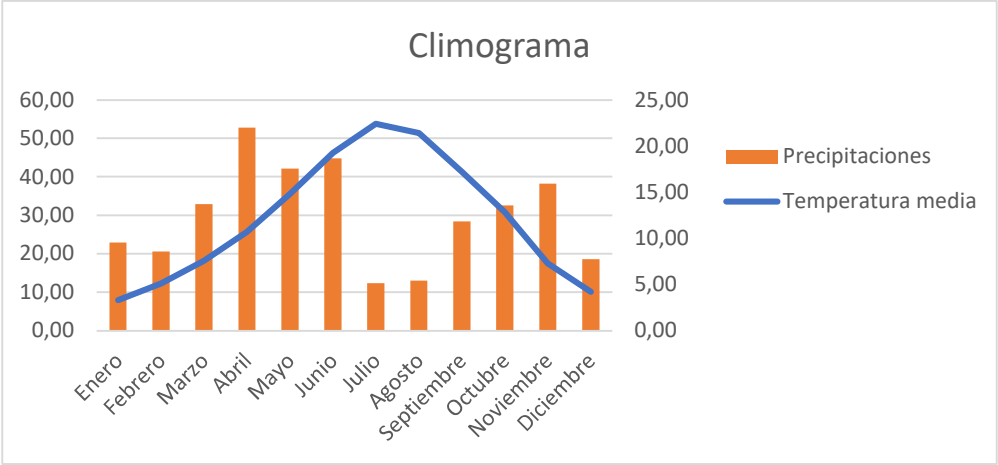


Figura 1. Climograma de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

2. TEMPERATURAS

2.1. Descripción

El factor climático más determinante a la hora de plantear una plantación de almendros es la temperatura. Concretamente, las heladas primaverales que pueden ocurrir en el momento de la floración del almendro.

El almendro se adapta bien a condiciones de alta radiación solar, sequías extremas y altas temperaturas, pero las heladas tardías ponen en peligro la producción de almendras, de forma que está en riesgo la rentabilidad de la explotación. (Iannamico,2015). El almendro es la especie frutal de floración más temprana. Como consecuencia de ello, la mejora genética ha introducido variedades de floración muy tardía, que permiten reducir el riesgo de heladas, haciendo posible introducir las plantaciones de almendro en zonas donde tradicionalmente no se cultivaban debido a esas heladas que ponían en riesgo la cosecha (Kodad, 2005).

En la tabla 1 se pueden observar las temperaturas promedio para el periodo 2006-2022

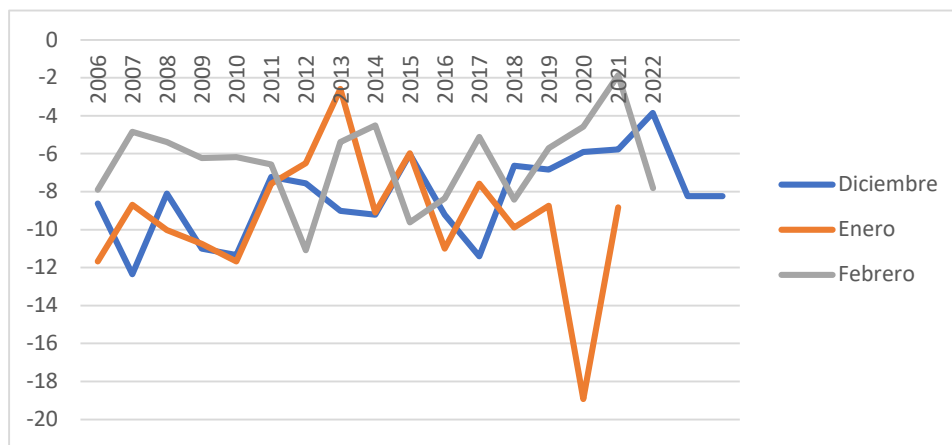
	Tmedia	Tmáxima	Tmínima
Enero	3,31	17,30	-9,34
Febrero	5,10	19,24	-6,44
Marzo	7,57	23,63	-5,08
Abril	10,67	23,63	-2,59
Mayo	14,81	31,21	0,59
Junio	19,24	36,11	4,30
Julio	22,43	38,11	7,12
Agosto	21,41	38,19	6,59
Septiembre	17,21	33,20	2,70
Octubre	12,82	28,74	-1,63
Noviembre	7,28	21,42	-5,57
Diciembre	4,21	17,36	-8,24

Tabla 1. Temperaturas promedio para el periodo 2006-2022. Fuente: E. propia

El almendro entra en vegetación cuando la temperatura media diaria es de 6 a 8 °C, y han recibido las horas de frío que cada cultivar necesita, deduciéndose que el óptimo térmico de vegetación se alcanza en los 15-18°C (Fuster, 2019).

En nuestra zona de estudio, como podemos observar en la tabla 1, no es hasta el mes de marzo cuando se dan las condiciones de temperatura adecuadas para el inicio de la vegetación. Se trata de una fecha adecuada pues interesa retrasar el momento en que los árboles empiecen a brotar para escapar de las posibles heladas del final del invierno.

Por lo general, en Cubel se dan inviernos muy fríos y generalmente secos, alcanzándose temperaturas mínimas de incluso -18 °C en el mes de enero de 2020. Esto se puede apreciar en la figura 2.



*Figura 2. Temperaturas mínimas anuales de los meses de Diciembre, Enero y Febrero. Fuente: Elaboración propia*

Durante el periodo de reposo, el almendro puede resistir temperaturas muy bajas de incluso -20°C. Esa resistencia depende de la duración de la helada. Un descenso progresivo de la temperatura produce menos daños que una intensa ola de frío (Fuster, 2019).

En cuanto a las temperaturas más cálidas de la zona de análisis, estas se dan en los meses de Junio, Julio y Agosto. El almendro es una de las especies frutales que mejor aguanta las altas temperaturas unida a una baja humedad relativa en la atmósfera. En Cubel las temperaturas estivales no son muy extremas, de forma que no causarán daños a los árboles, ni en los frutos.



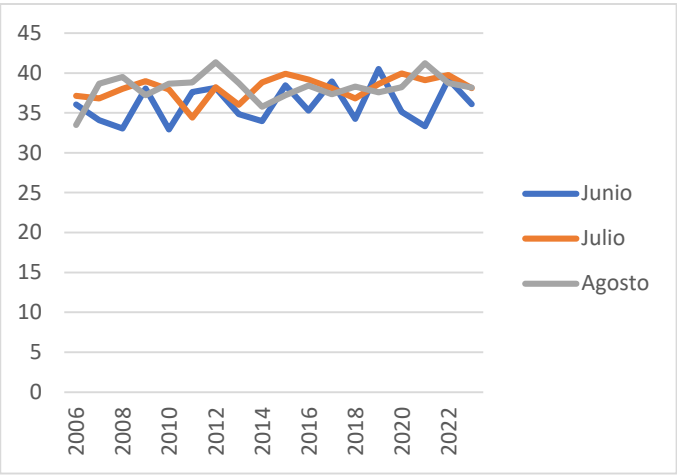


Figura 3. Temperaturas máximas anuales en los meses de junio, Julio y Agosto. Fuente: Elaboración propia

**2.2. Estimación periodo de heladas**

En cuanto al periodo de heladas, estas se dan en la zona de estudio desde el mes de noviembre hasta mayo. Esto se recoge en la figura 4.

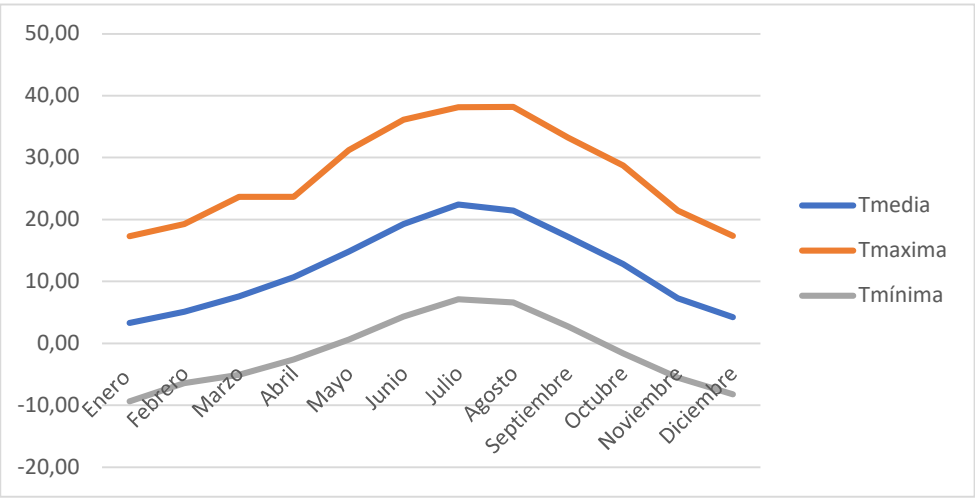


Figura 4. Representación gráfica de las temperaturas máximas, medias y mínimas de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia

Agronómicamente, se define a la helada como un descenso térmico capaz de causar algún daño, o incluso la muerte, a los tejidos vegetales. Las resistencias de las yemas de almendro a las heladas varían en función del estado fenológico. (Kodad & Morales, 2010)

El esquema de los estados fenológicos del almendro viene detallados en la tabla 2.

Estado fenológico	Descripción
A. Yemas de invierno	Yemas durmientes en la parada invernal
B. Yemas hinchadas	Inicio de la brotación de las yemas florales
C. Cáliz visible	El cáliz de la futura flor se hace patente
D. Corola visible	En el botón floral se hace visible la corola
E. Estambres visibles	Flor semiabierta, aparecen flores totalmente abiertas
F. Flor abierta	Mitad de las flores totalmente abiertas
G. Caída de pétalos	Flor fecundada. Caen los pétalos
H. Frutos cuajados	El fruto cuajado se hace visible
I. Frutos tiernos	Frutos viables tiernos
J. Fruto desarrollado	Fruto en tamaño definitivo
K. Fruto dehiscente	Se separa el mesocarpio
L. Madurez	Se facilita el desprendimiento del fruto

*Tabla 2. Esquema de los estados fenológicos del almendro. Fuente: Felipe (2000)*

Una vez conocidos los estados fenológicos según Felipe (2000), podemos detallar la temperatura que soportan las yemas y flores.

Cuando las yemas se encuentran en el estado B, la temperatura soportada varía de -3,3 a -5 °C. Cuando las flores se encuentran abiertas (estado F), la temperatura soportada va de -2 a -2,7 °C. Finalmente, cuando los frutos ya están cuajados (Estado I), la temperatura soportada es de -1,1 °C (Fuster, 2019)

Los daños que se producen por las heladas no solo dependen del estado fenológico en que se encuentra el almendro, si no también en el genotipo, presentando diferencias según la variedad.

En conclusión, el daño por heladas que afecta a los almendros y que ponen en riesgo la rentabilidad de las explotaciones, viene determinado por el estado fenológico, el genotipo, la intensidad y duración de la helada. (Kodad, 2005)

Como ya se ha comentado anteriormente, en la zona de estudio, se dan heladas desde noviembre hasta mayo. En la tabla 3 se detalla la fecha de la primera y última helada para cada campaña de almendra en el periodo 2005-2022. Estos datos nos servirán de referencia para un anejo posterior, en el que se elegirá la variedad y el portainjerto adecuado para la zona de análisis.

<b>Campaña</b>	<b>Fecha primera helada</b>	<b>Fecha ultima helada</b>
<b>2005/2006</b>	27/11/2005	11/04/2006
<b>2006/2007</b>	30/11/2006	25/03/2007
<b>2007/2008</b>	28/09/2007	12/04/2008
<b>2008/2009</b>	29/10/2008	2/04/2009
<b>2009/2010</b>	18/10/2009	05/04/2010
<b>2010/2011</b>	27/10/2012	06/03/2011
<b>2011/2012</b>	21/10/2011	17/04/2012
<b>2012/1013</b>	29/10/2012	21/042013
<b>2013/2014</b>	31/10/2013	24/03/2014
<b>2014/2015</b>	18/11/2014	08/04/2015
<b>2015/2016</b>	16/10/2015	02/05/2016
<b>2016/2017</b>	15/11/2016	03/04/2017
<b>2017/2018</b>	3/10/2017	22/03/2018
<b>2018/2019</b>	30/10/2018	04/04/2019
<b>2019/2020</b>	19/11/2019	03/04/2020
<b>2020/2021</b>	16/10/2020	16/04/2021
<b>2021/2022</b>	24/10/2021	04/04/2022

*Tabla 3. Fecha de la primera y última helada para cada campaña en el periodo 2005-2022.Fuente: Elaboración propia.*

Según Emberger, el año se divide en 4 periodos con diferentes probabilidades de heladas. Para ello, se utilizan las temperaturas medias mínimas. Se detallan en la tabla 4.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
t (°C)	-9,3	-6,4	-5	-2,5	0,5	4,3	6,1	6,5	2,7	-1,6	-5,5	-8,2

*Tabla 4. Temperaturas medias mínimas. Fuente: Elaboración propia*

Los cuatro periodos en los que Emberger divide el año son los siguientes:

- Periodo seguro de heladas: Cuando la temperatura media de las mínimas es inferior a 0°C
- Periodo frecuente de heladas: La temperatura media de las mínimas está comprendida entre 0 y 3 °C
- Periodo poco frecuente de helada: Cuando la temperatura media de las mínimas está comprendida entre 3 y 7 °C.
- Periodo muy poco frecuente de helada: La temperatura media de las mínimas es superior a 7 °C.

Con la ayuda de los datos recogidos en la tabla anterior, junto con la descripción de los 4 periodos descritos por Emberger, se obtiene la tabla 5.

	Comienzo	Final
Periodo seguro de heladas $t < 0^{\circ}\text{C}$	Octubre	Abril
Periodo frecuente de heladas $0^{\circ}\text{C} < t < 3^{\circ}\text{C}$	Mayo	Mayo
Periodo poco frecuente de helada $3^{\circ}\text{C} < t < 7^{\circ}\text{C}$	Junio	Septiembre
Periodo muy poco frecuente de helada $7^{\circ}\text{C} < t$	No hay	No hay

*Tabla 5. Periodos de heladas según Emberger. Fuente: Elaboración propia.*

### 2.3. Necesidades de frío

Todos los árboles caducifolios poseen un periodo en el cual la planta detiene su desarrollo, que se denomina latencia. Este periodo comienza cuando el almendro ha perdido toda la hoja y finaliza con la floración.

Según Fuster (2019), este periodo se divide en dos: endolatenia, que finaliza cuando los requerimientos de frío se han alcanzado, y ecolatenia, que finaliza cuando se cumple unas determinadas horas de calor. Durante el periodo de acumulación de horas de frío, las altas temperaturas no tendrán ningún efecto, mientras que en el periodo de acumulación de horas

de calor, las temperaturas templadas serán las que adelantarán la floración, mientras que episodios de bajas temperaturas producirán un retraso en la fecha de floración, por que desacelerarán el crecimiento de las yemas.

Estos requerimientos varían en función de las variedades de almendra, y es un dato muy a tener en cuenta a la hora de seleccionar la variedad que queremos para nuestra finca. A mayores necesidades de horas de frío y calor, más se retrasará la floración. (Segura & Kodad, 2009).

Para realizar el cálculo de las horas de frío utilizamos la Fórmula de Mota, a partir de las temperaturas medias mensuales.

$$y = 485,1 - 28,52x$$

siendo  $y$  = número mensual de horas bajo 7°C

$x$ = temperatura media mensual para los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero

De esta manera, calculamos las horas de frío acumuladas en la tabla 6.

	ACUMULACIÓN HORAS DE FRÍO				
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
<b>2005/2006</b>	342,5	413,8	418,6484	407,5256	1582,474
<b>2006/2007</b>	201,326	410,948	401,8216	273,4816	1287,5772
<b>2007/2008</b>	375,0128	422,9264	346,4928	310,5576	1454,9896
<b>2008/2009</b>	348,4892	392,6952	404,9588	373,5868	1519,73
<b>2009/2010</b>	221,8604	347,3484	392,6952	351,056	1312,96
<b>2010/2011</b>	333,3736	375,0128	385,8504	344,2112	1438,448
<b>2011/2012</b>	237,2612	372,1608	416,3668	452,5872	1478,376
<b>2012/2013</b>	260,3624	361,038	363,0344	370,4496	1354,8844
<b>2013/2014</b>	299,1496	412,6592	311,4132	318,8284	1342,0504
<b>2014/2015</b>	226,7088	390,984	421,2152	388,4172	1427,3252
<b>2015/2016</b>	254,088	331,092	297,1532	319,1136	1201,4468
<b>2016/2017</b>	294,016	382,9984	428,6304	304,5684	1410,2132
<b>2017/2018</b>	324,8176	403,5328	349,3448	401,5364	1479,2316
<b>2018/2019</b>	259,5068	343,6408	431,1972	321,6804	1356,0252
<b>2019/2020</b>	252,0916	310,5576	385,8504	260,9328	1209,4324
<b>2020/2021</b>	262,3588	342,2148	455,154	247,2432	1306,9708
<b>2021/2022</b>	338,7924	327,6696	433,4788	330,5216	1430,4624
				<b>Media</b>	<b>1387,79984</b>

Tabla 6. Acumulación de horas de frío en la finca. Fuente: Elaboración propia

## **2.4. Necesidades horas de calor**

En cuanto a las necesidades de calor, según Fuster (2019), estas se expresan como Grado Hora de Calor, (GDH°C), y se definen como 1 hora a una temperatura de 1°C por encima de una temperatura base de 4,5°C. Se calculan restando 4,5°C a cada temperatura entre 4,5 y 25°C. Todas las temperaturas superiores a 25°C se consideran de efecto igual a 25°C, por tanto la mayor acumulación de calor es de 20,5 GDH°C. Este cálculo se realiza desde el final de la endolancia hasta la fecha de 50% floración.

Según Ramírez et al. (2005), es complicado determinar la fecha del final de la endolancia, momento en que se empiezan a determinar las horas de calor.

En conclusión, la acumulación de GDH °C, es un parámetro que determinará la fecha de floración de cada variedad de almendras. Cada año la acumulación de horas de calor será diferente en función de cuando termine el periodo de endolancia, así como de las temperaturas de cada año. Para nuestra zona de análisis elegiremos una variedad que requiera un número elevado de GDH °C, para evitar el periodo más frecuente de heladas.

## **3. INSOLACIÓN**

Se trata de un factor climático de importancia a la hora de valorar la plantación puesto que tanto la falta como el exceso puede suponer un problema de viabilidad para la plantación.

Si hay una insolación insuficiente sobre el árbol pueden surgir deficiencias en el desarrollo de los almendros. Por el contrario, una insolación excesiva sobre todo en los meses de verano puede causar daños y quemaduras sobre las hojas y ramas.

En la figura 5 está representada la radiación media para cada mes en el periodo de estudio.



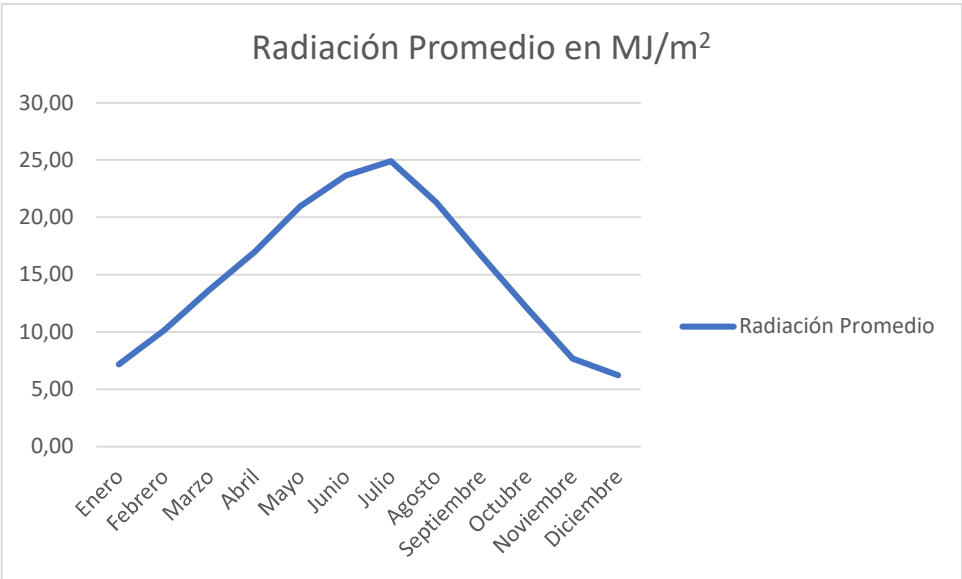


Figura 5. Promedio de la radiación en la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia

La zona de análisis debido a su situación geográfica no presenta ningún problema en este aspecto. Según Fischer (2000), estas condiciones de radiación benefician el crecimiento y desarrollo de las plantas, por su efecto sobre la fotosíntesis. La insolación media anual (en horas) en España se aprecia en la siguiente figura 6.



Figura 6. Mapa de la insolación media anual (horas) , Fuente: IGN

4. VIENTO

En cuanto al viento, es un parámetro importante a la hora de configurar la plantación. Los vientos suaves tienen efectos beneficiosos sobre las plantaciones por que contribuyen a una correcta aireación de las copas y del suelo, reduciendo la incidencia de enfermedades fúngicas y asegurando la apertura de los estomas después de una lluvia. Además los vientos de baja intensidad son importantes para la transmisión del polen (Fischer, 2000). Según este autor, los vientos fuertes imposibilitan el vuelo de los agentes polinizadores, causan roturas en los limbos foliares, así como heridas en los frutos que facilitan su caída.

Mientras Fischer(2000) asegura que la velocidad del viento óptima para el crecimiento de los frutales es de 6,12 km/h, Velarde (1998) sostiene que para garantizar el vuelo de las abejas la velocidad máxima del viento debe ser de 10 km/h.

La velocidad media del viento en la zona de análisis la podemos observar en la tabla 7.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
v(m/s)	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	1	1	1	0,8	0,8	0,95	0,9
V(km/h)	3,8	4,6	4,9	4,4	4,0	3,6	3,6	3,6	3,1	2,9	3,4	3,5

Tabla 7 Velocidad media del viento. Fuente: Elaboración propia.

Las velocidades máximas, que pueden ocasionar dificultades en la polinización, se observan en la tabla 8.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
v(m/s)	11,4	11,8	11,8	10,2	9,7	9,4	10,3	9,7	8,7	9,1	9,8	11,5
v(km/h)	40,9	42,6	42,4	36,8	35	34	37	34,8	31,3	32,6	35,	41,2

Tabla 8. Velocidad máxima del viento. Fuente: Elaboración propia.

En la finca de análisis, se da una velocidad del viento media adecuada para la implantación del almendro. Las rachas de máxima velocidad no son elevadas y por tanto tampoco será necesario instalar una barrera de protección.

En zonas con alta incidencia de viento, Fischer (2000) sugiere elegir patrones y variedades muy vigorosas, así como formar los árboles con poca altura.

En conclusión, en nuestra finca el viento no será un factor de importancia y no será determinante en un anejo posterior a la hora de seleccionar portainjerto y variedad.

## **5. PRECIPITACIONES**

Las lluvias son otro factor climático determinante para el almendro por su incidencia en dos momentos clave de su ciclo productivo: floración y recolección. Segura y Kodad (2009)

Para nuestras condiciones de secano, el agua de lluvia es el único aporte hídrico para nuestra plantación. Estas precipitaciones deben estar repartidas durante todo el ciclo de cultivo. Según Nakasone y Paull (1998), citado por Fischer (2000), en el periodo de floración el agua de lluvia debe ser mínima: el polen es mojado por el agua y se revienta, perdiendo su función.

Según Segura y Kodad (2009), periodos de lluvia muy prolongados durante la floración no permiten que los insectos polinizadores vuelen, provocando pérdidas en la producción final de almendras.

Para García (2006), el periodo de mayores requerimientos hídricos en el almendro es el comprendido entre el inicio del engorde de la almendra y la fecha en que esta alcanza su longitud máxima. En nuestra finca, este periodo se da en primavera.

El promedio de las precipitaciones mensuales para la zona de estudio viene recogido en la tabla 9.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2006	29,5	31,8	10,7	66,2	13,5	124,8	31,1	5,2	96,3	18,6	28,6	9,7
2007	5,4	46,4	34,2	96	84,3	40,1	1,5	14,2	20,1	19,8	1,3	20
2008	8,2	26	15,3	36	131,2	87,9	8,7	24,8	12,2	117,1	39,8	35,9
2009	24,3	17,3	10,4	51,7	15,9	6,3	0,4	12,2	20,4	1,5	24,2	51,2
2010	29,8	23,2	43,7	60,8	49,7	44,1	7,6	7,5	21,6	26,4	22,5	22,2
2011	11,7	13,4	62,2	30,9	78	8,2	0	0,3	1,76	3,56	57,91	7,92
2012	14,85	7,23	6,53	23,56	0,4	31,78	4,36	0,2	39,4	100,99	42,02	1,63
2013	31,32	30,4	53,35	55,49	39,48	26,46	26,51	0,31	24,08	17,54	70,07	16,93
2014	22,34	12,24	33,55	20,81	7,46	67,64	19,79	3,97	37,92	8,33	53,02	25,08
2015	11,27	16,95	55,1	18,72	15,09	50,66	12,35	64,48	17,74	19,9	36,94	0,39
2016	37,24	42,04	37,83	29,36	28,28	19,39	3,61	1,7	15,86	37,26	65,65	6,67
2017	10,31	14,36	28,22	16,39	28,14	73,91	1,65	38,32	3,1	0	4,56	3,88
2018	17,65	27,74	33,79	94,93	48,55	63,69	5,49	18,69	35,12	78,65	30,62	13,72
2019	10,98	13,62	17,35	83,59	42	5,34	49,21	14,84	9,22	29	35,98	23,06
2020	81,83	0,58	56,75	113,58	48,75	59,57	12,89	0,19	12,61	22,8	25,22	25,54
2021	33,61	26,73	2,33	67,94	57,17	47,34	22,53	1,65	101,01	28,47	75,08	8,83
2022	9,12	0,1	57	31,33	28	4,42	2,5	11,54	13,8	23,07	36,26	47,59
Media	22,1	20,5	32,64	52,78	41,22	44,8	12,36	12,95	28,37	32,53	38,22	18,6
Promedio total anual= 359,05 litros/m												

Tabla9. Promedio de las precipitaciones mensuales. Fuente: Elaboración propia

El promedio de lluvia anual supera los 350 l/m<sup>2</sup>, una cantidad no muy elevada que debido a que nos encontramos en seco, puede ser que, en alguno momento del ciclo del almendro, estos sufran por estrés hídrico.

A partir de los datos de la tabla 9, realizamos la siguiente figura 7 donde se observa mejor los periodos donde se acumulan más precipitaciones.

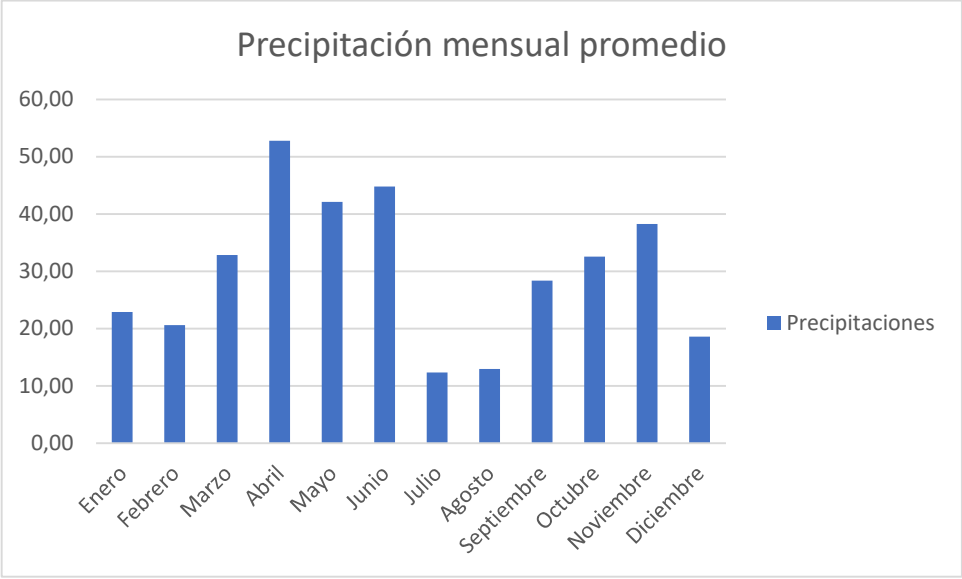


Figura 7. Precipitación mensual promedio. Fuente: Elaboración propia

Como hemos comentado anteriormente los meses primaverales las necesidades hídricas del almendro son más abundantes. En nuestra finca, en los meses de abril, mayo y junio, se dan las precipitaciones más abundantes de todo el año. Por el contrario, los meses de julio y agosto, son por lo general meses excesivamente secos.

Para describir y analizar los periodos secos vamos a utilizar un diagrama ombrotérmico. En el se enfrentan dos veces la temperatura media (en °C) y la precipitación (en mm).

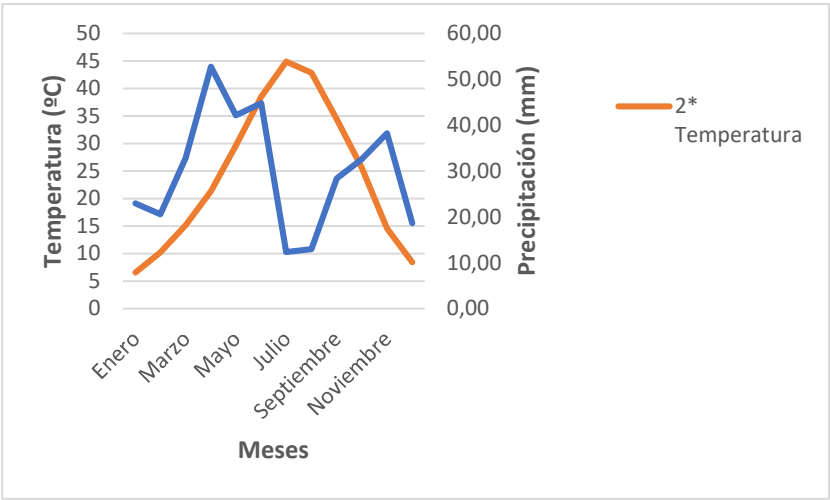


Figura 8 Diagrama ombrotérmico de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia

Analizando los datos del diagrama ombrotérmico (Figura 8), desde junio hasta octubre, se dan las condiciones de seca en que sería conveniente aportar agua al cultivo para evitar el estrés hídrico.

6. HUMEDAD

La humedad relativa media de la zona de análisis viene detallada en la figura 9.

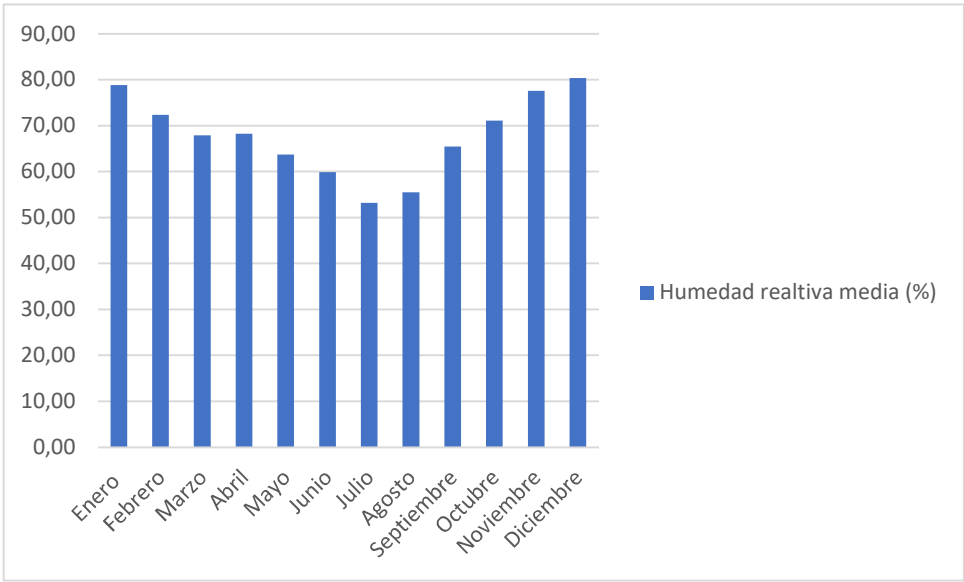


Figura 9. Humedad relativa media (%). Fuente: Elaboración propia.

La humedad relativa no es un parámetro clave para el desarrollo del almendro, pero si tiene importancia para el desarrollo de enfermedades que afecten a la plantación.

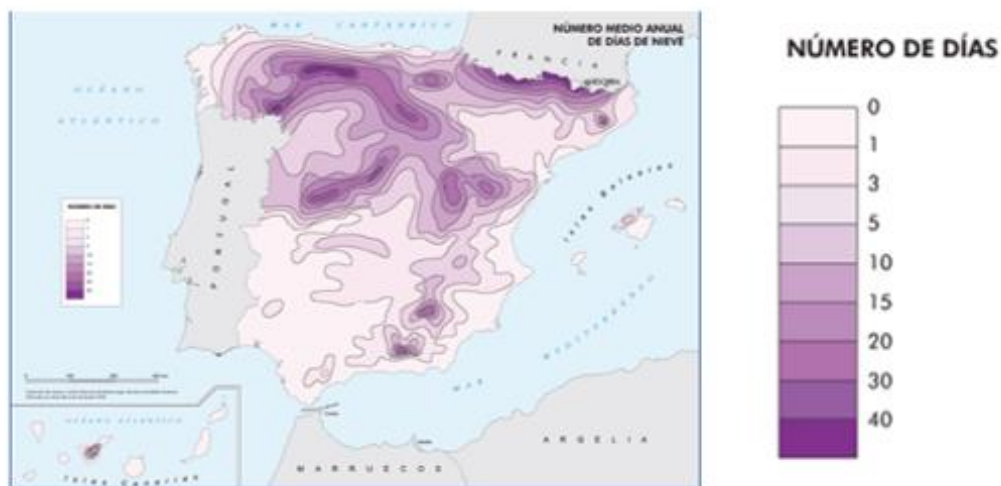
Según Miarnau y Vargas (2013), en primavera tras periodos de humedades relativas elevadas es necesario realizar tratamientos fúngicos. A pesar de que la plantación no se ubica en una zona muy húmeda, la resistencia a enfermedades será uno de los factores determinantes para elegir la variedad.

En la gráfica podemos observar que los meses más secos de verano es donde la Humedad Relativa (%) es menor, frente a los meses más lluviosos y frescos, donde la humedad relativa aumenta.

## 7. NIEVE Y GRANIZO

Otra forma de precipitación objeto de análisis es la nieve y el granizo.

En la zona las nevadas son frecuentes en los meses invernales y ocasionalmente también se dan en primavera. La nieve no es perjudicial para los almendros, si no beneficiosa ya que es una forma de aportar agua al terreno, que permanece durante varios días de manera que queda a disposición de los cultivos de manera gradual. Además, suele venir acompañada de episodios de frío intenso, haciendo de aislante para las primeras capas del suelo, evitando que se congelen.



*Figura 10 Número medio de días con nieve. Fuente IGN*

Observando la figura 10, para la zona de estudio, tenemos de 10 a 15 días de nieve de media anuales.

El granizo es un fenómeno meteorológico que se da ocasionalmente durante la primavera y verano. Suele venir acompañando a fuertes tormentas, generando daños en los cultivos. En la zona suelen ocurrir de carácter débil, pero pueden ocasionar daños en las ramas de los almendros por donde atacan los patógenos.

8. DATOS CLIMÁTICOS

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2006	18,43	17,7	26,24	26,24	36,33	36,06	37,13	33,5	35,01	29,21	20,29	17,79
2007	16,06	20,03	23,19	23,19	28,75	34,1	36,8	38,66	30,92	28,88	20,56	15,4
2008	17,72	19,5	24,39	24,39	29,54	33,04	38	39,51	30,8	24,65	18,11	14,48
2009	14,7	19,5	24,32	24,32	32,6	38,06	38,99	37,2	34,23	30,07	24,14	16,41
2010	18,19	19,85	20,89	20,89	28,08	32,93	37,94	38,67	32,4	28,62	20,96	17,59
2011	14,08	20,83	21,75	21,75	32,46	37,61	34,44	38,81	35,36	30,27	20,7	16,86
2012	18,25	19,36	24,85	24,85	34,51	38,14	38,21	41,38	34,04	29,81	18,19	20,23
2013	17,34	15,08	18,19	18,19	24,46	34,85	36,03	38,75	33,32	29,36	22,28	16,66
2014	16,33	17,8	24,6	24,6	28,96	33,98	38,81	35,77	34,84	29,09	23,34	15,01
2015	21,02	14,37	23,34	23,34	37,01	38,47	39,92	37,21	30,21	24,79	24,25	20,69
2016	18,04	18,85	23,41	23,41	28,96	35,3	39,2	38,41	36,35	29,41	23,14	14,74
2017	16,93	20,56	26,18	26,18	33,31	38,93	38,08	37,35	31,67	30,67	22,09	15,33
2018	15,28	16,26	22,81	22,81	26,98	34,24	36,83	38,28	32,72	27,83	20,18	19,19
2019	15,68	23,87	26,51	26,51	30,15	40,54	38,62	37,56	31,47	30,54	21,96	18,25
2020	18,84	22,28	27,37	27,37	33,19	35,11	39,95	38,22	32,86	26,84	22,68	17,34
2021	19,91	20,7	24,07	24,07	29,5	33,32	39,1	41,21	32,29	27,37	17,92	20,17
2022		20,62	19,56	19,56	35,71	39,22	39,75	38,75	35,9	31,09	23,41	18,98
media	17,30	19,24	23,63	23,63	31,21	36,11	38,11	38,19	33,20	28,74	21,42	17,36

Figura 11. Temperaturas máximas mensuales. Fuente: Oficina del Regante.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2006	2,33	2,72	9,19	11,55	16,73	19,8	23,6	18,88	18,0	15,0	10,0	2,6
2007	2,92	7,42	7,42	10,55	14,1	18,5	21,7	19,81	16,1	11,0	3,9	2,2
2008	4,86	6,12	7,18	11,15	13,78	17,3	21,5	21,26	16,1	11,1	4,8	3,2
2009	2,81	3,91	7,3	8,8	16,34	20,3	23,6	22,68	16,7	13,4	9,2	4,8
2010	3,24	4,7	6,74	11,13	12,25	17,3	23,0	21,43	16,7	10,9	5,3	3,9
2011	3,48	4,94	6,98	13,1	15,72	18,7	20,3	22,86	18,8	12,4	8,7	4,0
2012	2,41	1,14	7,43	9,27	16,57	21,4	21,4	23,76	17,0	12,9	7,9	4,4
2013	4,28	4,02	8	9,72	10,36	16,3	22,5	20,92	17,6	13,9	6,5	2,5
2014	6,09	5,83	7,47	12,63	13,89	18,7	20,1	21,03	18,6	14,5	9,1	3,3
2015	2,24	3,39	7,4	11,17	16,09	19,7	24,3	21,43	15,7	12,4	8,1	5,4
2016	6,59	5,82	5,9	9,64	13,86	19,3	22,5	22,03	18,3	13,0	6,7	3,6
2017	1,98	6,33	9,24	10,8	17,01	21,9	22,5	21,91	15,5	13,2	5,6	2,9
2018	4,76	2,93	7,26	10,98	13,8	18,2	22,4	21,81	18,7	11,7	7,9	5,0
2019	1,89	5,73	8,1	9,82	13,36	21,1	23,5	17,23	17,2	14,0	8,2	6,1
2020	3,48	7,86	8,19	12,08	16,76	18,4	22,5	21,79	16,9	10,9	7,8	5,0
2021	1,05	8,34	7,65	9,49	14,53	18,9	21,7	21,79	17,3	11,7	5,1	5,5
2022	1,81	5,42	7,3	9,58	16,66	21,6	24,4	23,36	17,5	16,1	9,0	7,3
MEDIA	3,31	5,10	7,57	10,67	14,81	19,2	22,43	21,41	17,21	12,82	7,28	4,21

Figura 12. Temperatura media mensual. Fuente: Oficina del Regante.



	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2006	-11,68	-7,9	-6,71	-4,39	1,12	1,71	10,05	6,15	4,76	2,84	-2,4	-8,63
2007	-8,69	-4,85	-5,18	0,25	1,25	5,83	5,03	4,56	-1,33	-2,73	-12,88	-12,34
2008	-10,02	-5,38	-6,7	-2,06	1,05	4,36	6,22	8,67	1,72	-1,4	-8,43	-8,1
2009	-10,75	-6,23	-4,12	-2,13	0,39	3,38	5,76	8,01	3,97	-4,51	-3,65	-11,01
2010	-11,68	-6,17	-7,23	-1,93	-0,07		7,42		-0,07	-4,31	-8,62	-11,34
2011	-7,57	-6,57	-5,5	-0,07	1,65	4,11	6,36	5,96	1,65	-2,92	-3,72	-7,23
2012	-6,5	-11,08	-5,7	-4,58	2,32	5,56	5,04	7,36	3,18	-3,05	-3,85	-7,56
2013	-2,58	-5,38	-4,12	-3,52	-0,4	2,12	8,88	7,22	4,51	-4,12	-9,82	-9,02
2014	-9,09	-4,51	-4,25	0	-1,32	2,45	4,64	6,36	4,04	-0,13	-2,18	-9,22
2015	-5,97	-9,62	-6,23	-2,85	0,93	6,03	9,4	7,29	3,38	-3,18	-5,1	-6,03
2016	-11,01	-8,35	-5,63	-3,32	-3,58	1,98	4,91	4,58	4,04	-0,2	-4,58	-9,22
2017	-7,57	-5,11	-2,19	-3,12	1,39	6,49	7,49	4,64	1,06	-1,92	-9,95	-11,41
2018	-9,89	-8,42	-3,78	-1,98	-1,06	6,09	10,27	8,22	3,58	-1,85	-2,25	-6,63
2019	-8,75	-5,7	-5,57	-2,8	-2,32	1,6	9,08	7,82	3,98	3,51	-4,31	-6,83
2020	-18,92	-4,57	-2,85	-1,85	3,38	4,44	7,56	3,31	-0,07	-3,18	-5,3	-5,9
2021	-8,82	-1,85	-6,7	-2,92	2,85	5,77	6,36	7,62	4,58	-2,58	-5,3	-5,77
2022		-7,82	-3,98	-6,77	2,52	6,82	6,56	7,62	2,91	2	-2,38	-3,85
Media	-9,34	-6,44	-5,08	-2,59	0,59	4,30	7,12	6,59	2,70	-1,63	-5,57	-8,24

Figura 13. Temperaturas mínimas mensuales. Fuente: Oficina del Regante

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2006	29,5	31,6	10,7	66,2	13,5	124,8	31,1	5,2	96,3	18,6	28,6	9
2007	5,4	46,4	34,2	96	84,3	40,1	1,5	14,2	20,1	19,8	1,3	15
2008	8,2	26	15,3	36	131,2	87,9	8,7	24,8	12,2	117,1	39,8	35
2009	24,3	17,3	10,4	51,7	15,9	6,3	0,4	12,2	20,4	1,5	24,2	51
2010	29,8	23,2	43,7	60,8	49,7	44,1	7,6	7,5	21,6	26,4	22,5	22
2011	11,7	13,4	62,2	30,9	78	8,2	0	0,3	1,78	3,56	57,91	7,5
2012	14,85	7,23	6,53	23,56	0,4	31,78	4,36	0,2	39,4	100,99	42,02	1,6
2013	31,32	30,4	53,35	55,49	39,48	26,46	26,51	0,31	24,08	17,54	70,07	16,5
2014	22,34	12,24	33,55	20,81	7,46	67,64	19,79	3,97	37,92	8,33	53,02	25,6
2015	11,27	16,95	55,1	18,72	15,09	50,66	12,35	64,48	17,74	19,92	36,94	0,5
2016	37,24	42,04	37,83	29,36	28,28	19,39	3,61	1,7	15,86	37,26	65,65	6,6
2017	10,31	14,36	28,22	16,39	28,14	73,91	1,65	38,32	3,1	0	4,56	3,8
2018	17,65	27,74	33,79	94,93	48,55	63,69	5,49	18,69	35,12	78,65	30,62	13,7
2019	10,98	13,62	17,35	83,59	42	5,34	49,21	14,84	9,22	29	35,98	23,6
2020	81,83	0,58	56,75	113,58	48,75	59,57	12,89	0,19	12,61	22,8	25,22	25,5
2021	33,61	26,73	2,33	67,94	57,17	47,34	22,53	1,65	101,01	28,47	75,08	8,8
2022	9,12	0,1	57	31,33	28	4,42	2,5	11,54	13,8	23,07	36,26	47,5
media	22,91	20,58	32,84	52,78	42,11	44,80	12,36	12,95	28,37	32,53	38,22	18,6

Figura 14. Precipitación mensual. Fuente: Oficina del Regante.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. García, R. (2006). Evolución y tendencias de las precipitaciones estacionales en la cuenca del Guadaletín (Murcia-Almería). Posibles efectos en la práctica agrícola de secano. *Universidad de Murcia*
2. Velarde, F. (1998). Tratado de arboricultura frutal. Vol. II: La ecología del árbol frutal. *Mundi-Prensa*
3. Fuster, L. P. (2019). *El almendro. Guía práctica de cultivo*. Mundi-Prensa.
4. L.I. (2015). Cultivo del almendro. *Sección Comunicaciones Del INTA Alto Valle*.
5. Kodad, O., & Morales, F. (2010). Evaluación de la tolerancia de las flores de almendro a las heladas por la fluorescencia de clorofila. *ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)*, 2, 142-150. [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/1791/1/2010\\_091.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/1791/1/2010_091.pdf)
6. Segura, J. L., & Kodad, O. (2009). Las heladas y las lluvias: condicionantes climáticos para el almendro. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, 921, 626-630. <http://citarea.cita-aragon.es:80/citarea/bitstream/10532/2826/1/2009.pdf>
7. Ramírez, M. O., Ansón, J. M., & Segura, J. L. (2005). Las necesidades en frío y en calor y su relación con la fecha de floración en el almendro. *Surcos de Aragón*, 95, 30-33. [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/900/1/10532-83\\_21.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/900/1/10532-83_21.pdf)
8. Fischer, G. (2000). Ecofisiología en frutales de clima frío moderado. *Biblioteca Agropecuaria de Colombia*.
9. Miarnau, X., & Vargas, F. J. (2013). Susceptibilidad varietal a dos de las principales enfermedades del cultivo del almendro, «fusicoccum» y «mancha ocre». *El Arbolar*.

## **ANEJO 4**

# **ESTUDIO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DEL ALMENDRO**

## **INDICE**

1. INTRODUCCIÓN AL ALMENDRO
2. MODELOS PRODUCTIVOS
  - 2.1. Sistema semi-intensivo
  - 2.2. Sistema intensivo
  - 2.3. Sistema tradicional
3. PLAN PRODUCTIVO
  - 3.1. Elección de la variedad
    - 3.1.1. Criterios a tener en cuenta para la elección varietal
    - 3.1.2. Principales variedades de interés
    - 3.1.3. Evaluación de alternativas
    - 3.1.4. Variedades elegidas
  - 3.2. Elección del portainjerto
    - 3.2.1. Influencias del portainjerto sobre la variedad
    - 3.2.2. Criterios a tener en cuenta para la elección del portainjerto
    - 3.2.3. Evaluación de alternativas
    - 3.2.4. Análisis multicriterio
4. CONCLUSIÓN
5. BIBLIOGRAFÍA

## 1. INTRODUCCIÓN AL ALMENDRO

Según su clasificación Botánica, el almendro pertenece a la familia de las rosáceas y a la especie *prunus dulcis*.

Se trata una especie de porte generalmente erguido, aunque algunas variedades son más o menos abiertas. Posee un tronco liso los primeros años de vida, pero va agrietándose con el paso del tiempo. Es de color marrón grisáceo.

Es un árbol caducifolio, de hojas alternas, estrechas y lanceoladas, borde aserrado y brillante en el haz. Esto se puede observar en la siguiente figura 1.



*Figura 1. Almendro con hoja y fruto. Fuente: Elaboración propia*

El sistema radicular del almendro posee una gran capacidad para explorar el suelo, por lo que se adapta bien a suelos pobres con precipitaciones no muy abundantes como es la zona de estudio. Proporciona un buen anclaje y su vigor depende del portainjerto de que se trata.

Según Muncharaz Pou (2017), los ramos característicos del almendro son los siguientes:

- El ramo de madera es una formación que solo tiene yemas de madera, solo da hojas, y se produce por el desarrollo de una yema vegetativa. Posee una longitud comprendida entre 0,25 y 1 m.
- Ramo mixto, este tipo de formación tiene una longitud similar al ramo de madera, pero posee yemas de madera y yemas de flor. Proviene también de una yema vegetativa.
- Chifona, se trata de un ramo cuya longitud es inferior a 0,25m. En estas formaciones predominan los botones florales a excepción de las yemas basales y la terminal, que son de madera.
- Ramillete de mayo. Son formaciones todavía más cortas que la chifona y se caracteriza por desarrollar solo yemas laterales de flor.
- Ramo anticipado. Procede de una yema que se desarrolla en el mismo periodo vegetativo en que se forma.
- Chupón. Se trata de una estructura poco deseable para el árbol. Es un ramo de grandes dimensiones (más de 1m), y se forma después de podas muy severas.

Es una especie de flores hermafroditas formadas por un gineceo con un único pistilo y un androceo que posee de 15 a 40 estambres libres. Su flor está compuesta por un cáliz, de 5 sépalos verdes, concrescencia dialisépala y simetría actinomorfa, y una corola de 5 pétalos, concrescencia dialipétala, simetría actinomorfa y un color que varía de blanco a rosado.

El fruto es una drupa oval que crece muy rápidamente desde el cuajado de las flores para posteriormente madurar hasta que se produce la dehiscencia de la parte exterior carnosa del fruto, momento a partir del cual se lleva a cabo la recolección.

Los frutos pueden tener diferentes formas, como se puede apreciar en la siguiente figura 2.



Figura 2. Forma de los frutos. Fuente: Muncharaz Pou (2017)

## 2. MODELOS PRODUCTIVOS

Para Iglesias et al. (2021), los modelos productivos utilizados en las plantaciones de almendro vienen determinados por los marcos de plantación y se pueden resumir en la tabla 1:

	Tradicional	Semi-Intensivo	Intensivo
<b>Marco de plantación</b>	7-6x6 m	6x5-3 m	3,5x1,0-1,2 m
<b>Nº de árboles/hectárea</b>	238-278 árboles/ha	556-417 árboles/ha	2875-2380 árboles/ha

Tabla 1. Modelos productivos utilizados en el cultivo del almendro. Fuente: Iglesias et al. (2021).

### 2.1. Sistema Semi-Intensivo

Según Segura y Cabetas (2018), en plantaciones con dotación de agua, el desarrollo de nuevos métodos de recolección mecánica permite reducir la distancia entre árboles dentro de la fila. Para el caso de recolección mediante vibrador recolector acoplado al tractor la distancia entre árboles debe ser mayor que el radio del abanico recolector.

Utilizando otros métodos de recolección como la cosechadora cabalgante se puede reducir la distancia entre árboles hasta los 3m, lo que supone una densidad de 555 árboles/hectárea. Para este caso de recolección conviene mantener la distancia entre filas en 6m, para permitir el paso de la máquina recolectora.

En este sistema los árboles se forman en vaso libre, pudiendo disminuir la altura de la cruz, si la recolección se va a realizar con máquina cabalgante.

En este sistema se está imponiendo la tendencia a reducir al máximo la poda, obteniendo el mayor número de órganos productivos posibles.



*Figura 3. Máquina cabalgante. Fuente: Maquinaria Tenías*

## **2.2. Sistema intensivo**

En este sistema de alta densidad la dotación de agua de riego debe ser mayor. Se reduce tanto la distancia entre filas, como la distancia entre árboles dentro de la misma fila, obteniendo elevadas densidades de plantación.

Según Segura y Cabetas (2018), en esta reducción en el marco de plantación hay dos aspectos que requieren especial atención. Por un lado, la utilización de patrones enanizantes que reduzcan el vigor de los árboles, y por otro, la competencia que se establece entre árboles con el mismo objetivo de reducir su vigor.

En este sistema no se utiliza la formación en vaso, si no que se utiliza la formación en eje central con la mínima intervención en la formación de los árboles, siempre fomentando la ramificación.





*Figura 4. Recolección de almendro en intensivo. Fuente: Agromillora*

### **2.3. Sistema tradicional**

Según Cabetas y José (2018), tradicionalmente se han utilizado marcos de plantación de 7\*7, 7\*6 y 6\*6. Su modelo productivo se basa en árboles individuales separados entre sí, realizando una formación libre en vaso.

El sistema tradicional lo podemos encontrar tanto en secanos con pluviometrías escasas, como es la zona donde nos encontramos, como en regadíos. Los árboles se disponen separados entre sí, y así pueden desarrollarse de manera óptima.

Este modelo permite la recolección mediante recolector con pinza vibradora acoplado al tractor.

Debido a las condiciones de secano de la finca donde se va a llevar a cabo la plantación, este sistema tradicional será el que se implementará en la finca.

### **3. PLAN PRODUCTIVO**

Una vez determinado el modelo productivo que se va a implementar en la finca, debemos seleccionar el patrón y la variedad que de forma a los árboles y sea lo adecuado para ese modelo productivo elegido.

Para elegir un patrón adecuado al terreno, debemos tener en cuenta los resultados obtenidos en el anejo del suelo. En el mercado actual, disponemos de una gran variedad de patrones, pero debemos elegir el que mejor se adapte a nuestro territorio.

Por otro lado, para determinar la variedad debemos tener en cuenta los resultados obtenidos en el anejo climático, prestando especial atención a la época de floración para elegir una variedad que florezca lo más tarde posible, para evitar las heladas tardías que mermen la producción y, por tanto, la rentabilidad de la explotación.

#### **3.1. Elección de la variedad**

La elección de variedades a la hora de plantear una nueva plantación de almendro es un aspecto muy importante, pues de elegir correctamente dependerá la viabilidad futura de la plantación, condicionando tanto la capacidad de producción como las posibilidades de venta de la cosecha. Un error en esta decisión se arrastrará durante toda la vida de la plantación, aunque se pueda corregir realizando un injerto con una nueva variedad. Esto representa un coste adicional para el cultivo, retrasando la entrada en producción de la finca y reduciendo su rentabilidad.

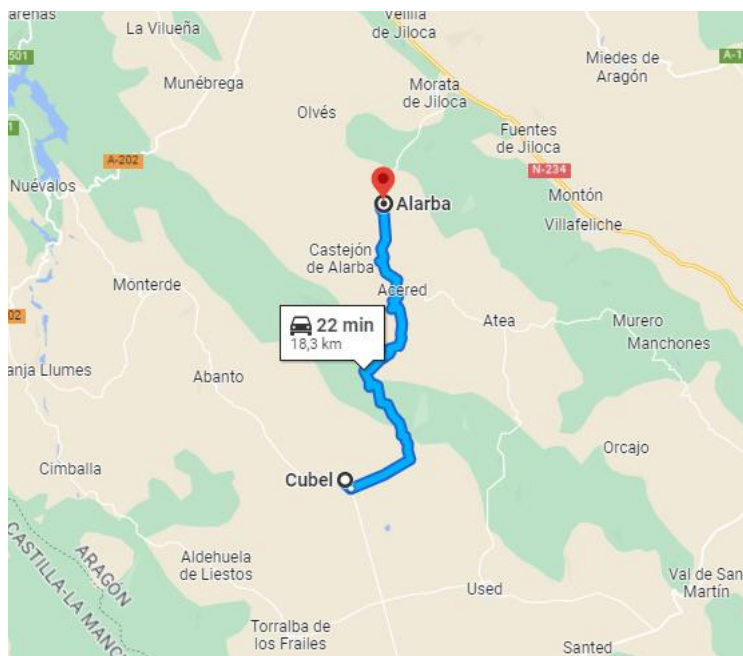
En España se cultivan diferentes variedades en función de su situación geográfica, pero a modo de resumen las principales variedades que se trabajan están recogidas en la figura 5.

Variedad	Época de floración	Época de recolección	Productividad	Auto-compatibilidad	Rendimiento en pepita (%)	Peso de la pepita (g)
Marcona	Temprana	Media	Alta	No	25	1,3
D. Langueta	Muytemprana	Tardía	Media	No	26	1,3
Ferragnès	Media-tardía	Media	Alta	No	40	1,4
Ferraduel	Media-tardía	Temprana-media	Alta	No	28	1,3
Guara	Media-tardía	Temprana	Muy alta	Sí	35	1,3
Belona	Media-tardía	Media	Alta	Sí	33	1,3
Soleta	Media-tardía	Tardía	Muy alta	Sí	33	1,3
Mardía	Muy tardía	Media	Media-alta	Sí	24	1,2
Vialfas	Muy tardía	Media	Muy alta	Sí	25	1,2
Tarraco	Tardía	Temprana	Alta	No	31	1,6
Marinada	Tardía	Media	Muy alta	Sí	32	1,3
Constanti	Media-tardía	Media	Alta	Sí	28	1,2
Vayro	Media-tardía	Media-tardía	Muyalta	Sí	29	1,2
Penta	Muytardía	Temprana-media	Muyalta	Sí	29	1,0

*Figura 5. Características de las principales variedades de almendra que se cultivan en España. Fuente: Alonso et al. (2015)*

Con el fin de determinar las variedades que se cultivan en las comarcas colindantes se ha realizado un viaje por los pueblos cercanos a la finca en cuestión, para obtener información relativa a las variedades que allí se cultivan y podrían adaptarse a la plantación.

En Alarba, municipio perteneciente a la Comunidad de Calatayud (Provincia de Zaragoza), se cultivan almendros tanto en secano como en regadío. Este municipio se encuentra a 844 metros de altitud, aunque algunos de sus parajes se ubican a más de 1000 metros sobre el nivel del mar.



*Figura 6. Distancia entre Cubel y Alarba. Fuente: Google Maps*

Según los agricultores de este municipio, la variedad ‘Guara’ es tradicionalmente la que más se cultiva, aunque en la actualidad se están haciendo nuevas plantaciones con variedades de floración más tardía como ‘Soleta’, ‘Marinada’ y ‘Makako’, adaptadas correctamente todas ellas a la zona.

### **3.1.1. Criterios a tener en cuenta para la elección varietal**

Según Felipe (2000), los criterios que debemos tener en cuenta para la elección de las variedades son los siguientes:

#### Criterios climáticos

La acumulación de horas de frío, las temperaturas invernales, las lluvias en periodos críticos y la resistencia a periodos de sequía, son algunos de los aspectos a tener en cuenta.

Las nuevas variedades de floración muy tardía requieren más acumulación de horas de frío que las variedades tradicionales, esto podría presentar problemas en zonas con inviernos benignos y cortos. Esto no ocurre en la zona de estudio, donde los inviernos son fríos y largos, donde se acumulan 1300 horas de frío.

Las lluvias abundantes durante el periodo de floración pueden causar problemas en la polinización, siendo uno de los factores que disminuye la producción. Las lluvias en otoño

dificultan la recolección, tanto para los trabajos en campo como para el secado del fruto. Según el anejo climático estudiado anteriormente, en Cubel no se dan precipitaciones muy abundantes en estos periodos.

Las heladas tardías que se dan en nuestra finca suponen un problema para muchas variedades de floración temprana y media. Por ello se deberá seleccionar una variedad muy tardía.

El almendro es un árbol rústico, pero no se comporta como resistente a la sequía. En periodos prolongados de déficit hídrico, los árboles tienen problemas para llevar a buen puerto la cosecha y muchos frutos quedan con pepitas pequeñas, poco llenas, arrugadas y mal formadas. Por este motivo conviene que el periodo reproductivo (desde floración hasta maduración) sea lo más corto posible. Como la floración debe ser tardía para evitar el riesgo de heladas, se buscará una variedad que florezca tarde y llegue pronto a maduración.

#### Criterios agronómicos

Conocer la época de floración de las variedades comerciales que hay disponibles en los viveros tiene una gran importancia, puesto que permite elegir una que se adapte a las condiciones climáticas, principalmente a las heladas tardías durante el transcurso de la floración.

Según el anejo climático estudiado anteriormente, se debe buscar una variedad cuya floración sea desde mediados hasta finales del mes de abril.

En la figura 7, se aprecia la fecha media de floración de 10 variedades comerciales de almendro.

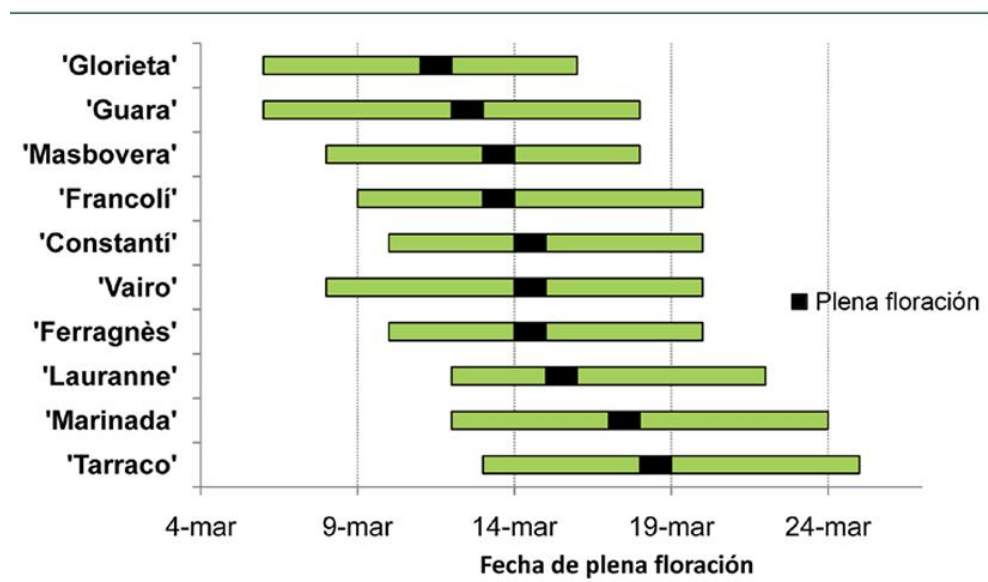


Figura 7. Fecha de plena floración de 10 variedades de almendro en Lérida. Fuente: Miarnau et al, (2010)

Debemos buscar variedades que florezcan más tarde, debido a las condiciones tan exigentes que tenemos en nuestra zona.

A continuación, podemos observar la fecha de floración de otras variedades comerciales

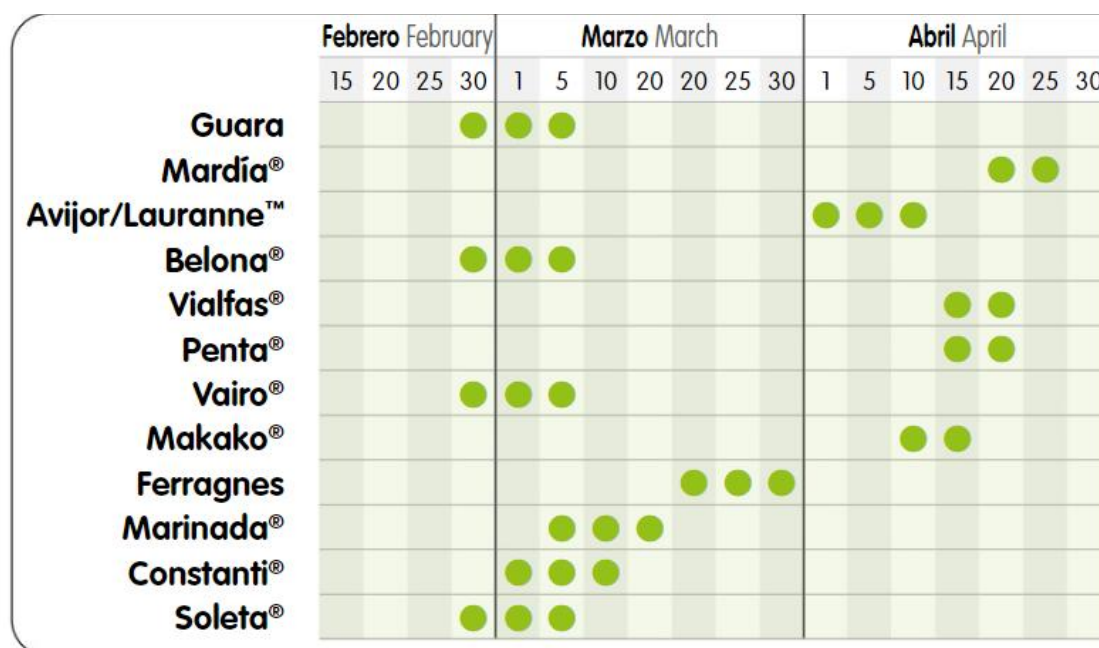


Figura 8. Fecha de floración de algunas variedades comerciales de almendro. Fuente: Viveros Verón

En este caso ya aparecen algunas variedades que si florecen lo suficientemente tarde para evitar el periodo de mayor riesgo de heladas.

Otro aspecto importante a la hora de elegir una variedad es la polinización. En la plantación se van a buscar variedades auto fértiles, que aseguren un buen cuajado. En la actualidad se dispone de un gran número de variedades auto fértiles, que no necesitan de polinización cruzada. Estas variedades autógamas, son capaces de producir, aunque se planten en bloques mono varietales.

La influencia de la época de maduración va ligada a la incidencia de las lluvias de otoño. En la finca objeto de estudio las precipitaciones otoñales que aparecen a partir de octubre podrían ocasionar problemas en la recolección. Se debe buscar una variedad que tenga una época de maduración en los primeros días de septiembre, que permita comenzar a recoger la almendra y tener tiempo suficiente para completar la recolección.

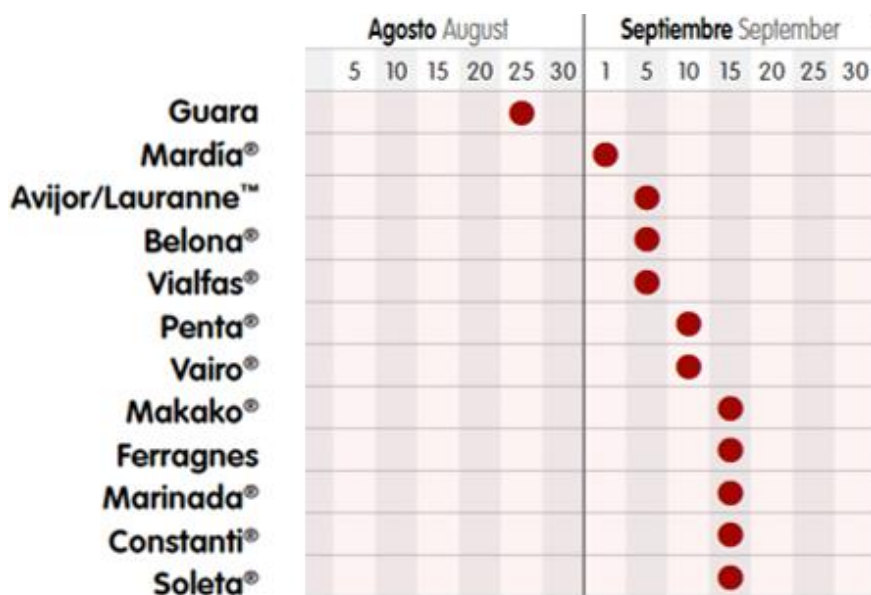


Figura 9. Fecha maduración de algunas variedades comerciales. Fuente: Viveros Verón

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de elegir variedad es la facilidad en el manejo para abaratar los costes y reducir las intervenciones, manteniendo las plantas en buenas condiciones. Las intervenciones que tienen especial incidencia sobre los costes son la poda y la recolección.

Desde el punto de vista de la poda, interesa una variedad que sea fácil de formar y que una vez esté formada, su ramificación sea lo suficientemente compensada para conseguir una renovación constante de brindillas y ramilletes de mayo (ramificaciones productivas), sin que el crecimiento de los ramos y ramos mixtos sean excesivos, obligando cada año a realizar una importante intervención de poda.

Para reducir los costes de recolección, se debe elegir una variedad que se adapte al método de recolección. En nuestro caso se hará mediante vibrador recolector y las almendras se deben desprender con facilidad cuando se vibre el árbol. Además, debe ser fácil de separar el mesocarpio del endocarpio, para facilitar el secado.

La productividad es un aspecto muy importante en todas las variedades. El árbol debe ser capaz de producir un número suficiente de frutos que cubra los costes de explotación y deje un beneficio que compense el trabajo del agricultor.



Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de elegir la variedad es la resistencia a plagas y enfermedades. Su incidencia puede llegar a ser un factor muy importante en la reducción de las cosechas. Algunos de los problemas fitopatológicos más importantes en el cultivo del almendro son Monilia, Polistigma, Abolladura, Fusicocum, Cribado y Antracnosis.

### Criterios comerciales

En España las variedades tradicionales como 'Marcona' y 'Desmayo Largueta' alcanzan siempre las mejores cotizaciones en el mercado. Esto es debido a la calidad que estas almendras tienen, que las hace idóneas para unos usos específicos. Estas variedades son de floración temprana y eso hace que sean inviables en la plantación objeto de estudio. Tenemos que recurrir a otras variedades que ofrezcan una mayor estabilidad en la cosecha cada año.

En consecuencia, el precio de la almendra en el mercado no va a ser un factor determinante a la hora de elegir la variedad.

### **3.1.2. Principales variedades de interés**

Observando las variedades de interés evaluadas anteriormente en cuanto a fecha de floración y madurez, se obtiene una primera elección de 5 variedades que podrían ser adecuadas para la plantación. Estas son: 'Avijor-Lauranne', 'Makako', 'Vialfas', 'Mardía' y 'Penta'.

#### Avijor-Lauranne (Felipe,2000)

Origen: INRA Francés. Obtenida del cruzamiento de 'Ferragnes' x 'Tuono', en 1978.

Vigor del árbol: Medio

Porte abierto y ramificación media

Época de floración: Primera semana de abril

Época de maduración: Semi-temprana

Tolerancia a enfermedades: Media

Productividad: Buena

Facilidad de recolección: Buena

Facilidad de despellejado: Buena

Makako (Dicenta et al., 2017)

Origen: CBAS-CSIC España. Obtenida del cruzamiento de 'Lauranne' x 'S5133', en 1997.

Vigor del árbol: Muy vigorosa

Porte intermedio y ramificación media

Época de floración: Mediados de abril

Época de madurez: Mediados de septiembre

Tolerancia a enfermedades: Muy buena, resistente a mancha ocre, fusicoccum y lepra.

Productividad: Elevada

Facilidad de recolección: Buena

Facilidad de despellejado: Buena

Vialfas (Socias i Comany, 2019)

Origen: CITA Aragón en 2014. Obtenida del cruzamiento 'Felisia' x 'Bertina'

Vigor del árbol: Medio-bajo

Porte erecto, bastante ramificado.

Época de floración: 3ª semana de abril

Época de madurez: 1ª semana de septiembre

Tolerancia a enfermedades: Muy resistente a enfermedades fúngicas

Productividad: Muy elevada

Facilidad de recolección: Buena

Facilidad de despellejado: Buena

### Mardía (Socias i Company et al., 2011)

Origen: CITA Aragón. Obtenida del cruzamiento 'Felisia x Bertina' en 2008.

Vigor del árbol: Medio-alto

Porte erecto, poco ramificado

Época de floración: 3ª semana de abril

Época de madurez: 1ª semana de septiembre

Tolerancia a enfermedades: Resistente a enfermedades fúngicas

Productividad: Muy elevada

Facilidad de recolección: Buena

Facilidad de despellejado: Buena

### Penta

Origen: CBAS-CSIC. Obtenida del cruzamiento 'S5133' x 'Lauranne'.

Vigor del árbol: Medio

Porte medio, ramificación equilibrada

Época de floración: 3ª semana de abril

Época de madurez: 2ª semana de septiembre

Tolerancia a enfermedades: Resistente a enfermedades fúngicas

Productividad: Elevada

Facilidad de recolección: Buena

Facilidad de despellejado: Buena

### **3.1.3. Evaluación de las alternativas**

Tras el análisis previo donde se han seleccionado 5 variedades que podrían encajar en cuanto a fecha de floración y madurez, a continuación, se va a realizar una comparación más exhaustiva mediante un análisis multicriterio. Para ello se eligen una serie de factores, cuya importancia se ajusta mediante un coeficiente de ponderación. Este coeficiente varía entre 0.5, 1, 1.5 y 2. Los factores que tienen un coeficiente de ponderación de 2 son los que se

consideran de mayor importancia en la plantación. Estos son los que tienen que ver con la época de floración, heladas y recolección. Además, también se considera muy importante la resistencia a enfermedades fúngicas ya que la plantación se va a ser ecológica.

En definitiva, consiste en determinar la mejor variedad entre las seleccionadas anteriormente.

Factor	Coef. ponderación	'Avijor-Lauranne'	'Makako'	'Vialfas'	'Mardía'	'Penta'
Entrada en producción	1	4	4	4	4	4
Vigor	1.5	2	4	4	5	3
Porte y ramificación	1	3	3	4	3	4
Época de floración	2	2	3	5	5	4
Época de madurez	2	4	3	4	5	3
Resistencia a heladas	2	3	4	4	4	4
Resistencia a enfermedades	2	3	4	4	4	4
Capacidad productiva	1.5	3	4	4	4	4
Rto. Descascarado	1	4	4	3	2	3
TOTAL		42.5	51	57	58.5	51.5

*Tabla 2. Análisis multicriterio de las variedades previamente seleccionadas Fuente: Elaboración propia.*

#### 3.1.4. Variedades elegidas

Debido al tamaño de la finca se ha decidido plantar dos variedades distintas, que faciliten el manejo en la plantación. De esta manera se facilita sobre todo el calendario de tratamientos fitosanitarios y la recolección.

Para elegir las dos variedades se observa el análisis multicriterio y se eligen las dos que han obtenido mayor puntuación. En este caso se trata de las variedades 'Mardía' y 'Vialfas'.

Las variedades 'Vialfas' y 'Mardía' son auto fértiles, por lo que no resulta necesario plantar otra variedad polinizadora.

'Vialfas' es una variedad autocompatible de floración extremadamente tardía. Se caracteriza por su porte erecto, sus buenas características agronómicas, elevado cuajado, excelente resistencia a enfermedades, pepita de tamaño medio (rendimientos del 25% al descascarado), con contenidos medios en proteína, aceite, tocoferoles y fitoesteroles, pero extremadamente elevado en ácido oleico. (Alonso *et al.*, 2015)



*Figura 9. Almendra variedad 'Vialfas'. Fuente Alonso et al. (2015)*

En cuanto a la variedad 'Mardía', también es auto compatible y de floración extremadamente tardía. Su porte es semi erecto y vigoroso. Su fruto es de cascara dura y la pepita tiene una forma acorazonada de elevada calidad. Es bastante tolerante a enfermedades y a la sequía. (Alonso *et al.*, 2015)



*Figura 10 Almendra variedad 'Mardía'. Fuente Alonso et al. (2015)*

### **3.2. Elección del portainjerto**

En España tradicionalmente el portainjerto más utilizado ha sido el franco de almendro, que se obtiene de la siembra de las propias almendras (Marzo Cidoncha & Iglesias Castellarnau, 2023). Este portainjerto posee un potente sistema radicular, resistente a condiciones hídricas desfavorables y por ello es adecuado para terrenos pobres y marginales.

#### **3.2.1. Influencias que ejerce el porta-injerto sobre la variedad**

Según Najt *et al.* (2010), el portainjerto o patrón ejerce influencias sobre la variedad que se manifiestan en el tamaño del árbol, su precocidad, productividad y en la calidad de sus frutos. Además, aporta resistencia y tolerancia frente a agentes externos, ya sean climáticos, físico-químicos del suelo o fitopatológicos.

Esas influencias no se reflejan de manera uniforme en las distintas variedades injertadas sobre un mismo patrón y por ello no son bien conocidos los múltiples efectos que el patrón ejerce sobre las variedades. Estas influencias Felipe (2000), las resume en las siguientes:

### Sobre el vigor o desarrollo en tamaño del árbol

El porta-injerto posee una determinada capacidad de desarrollo que transmite a la variedad injertada. Además, el efecto más conocido es el que ejerce el patrón sobre el desarrollo en tamaño de la variedad sobre él injertada, habiéndose clasificado los patrones según el tamaño que inducen al árbol en vigorosos, medianamente vigorosos, enanizantes, etc.

### Sobre la rapidez de entrada en fructificación

Durante mucho tiempo se ha considerado que los patrones que ejercen un fuerte control sobre el desarrollo en tamaño del árbol pueden inducir a una más rápida entrada en fructificación de la variedad. También existen otros patrones cuyos árboles con desarrollo medio o grande, también entran rápidamente en fructificación. Por tanto, en almendro las diferencias en este aspecto son relativamente poco marcadas.

### Sobre la productividad

La productividad es un dato que expresa los kg producidos por cada cm<sup>2</sup> de sección del tronco. Mediante este dato se independiza la producción de cada planta del tamaño que ésta alcanza como consecuencia de la influencia del patrón en el desarrollo. Es decir, una planta grande que produce muchos kg puede ser menos productiva que una planta pequeña produciendo menos frutos.

### Sobre el tamaño y calidad de los frutos

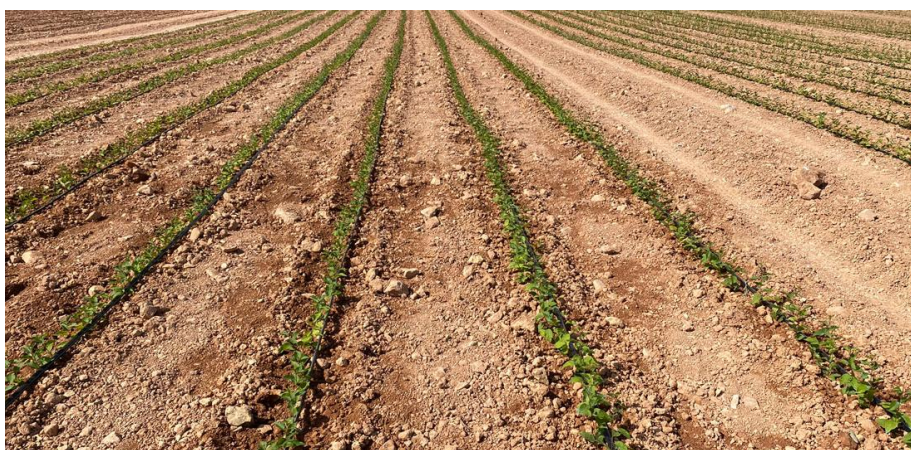
Esta es una característica que hay que tener en cuenta a la hora de elegir el patrón a utilizar. Se han observado diferencias notables en cuanto al tamaño de los frutos y su calidad en una misma variedad. Por ejemplo, en variedades cuyos frutos tienen tendencia a quedarse un poco pequeño, conviene utilizar un patrón que induzca un mayor tamaño de fruto. En variedades que tienen tendencia a que las pepitas queden poco llenas, habrá que elegir un patrón con buena eficiencia nutritiva para que ese efecto sea menor.

### Sobre la precocidad en la maduración

En este aspecto también hay diferencias en la influencia que el patrón ejerce sobre la variedad. Estas diferencias son más importantes en variedades precoces en maduración, pues adelantar la maduración puede ser un aspecto valioso debido al adelanto en la llegada al mercado.

### Sobre la sensibilidad a determinados factores limitantes del suelo

Se trata de ampliar las posibilidades del cultivo del almendro en zonas donde las características del suelo no resultan muy favorables.



*Figura 11. Brotación de los patrones. Fuente: Viveros Verón*

#### **3.2.2. Criterios a tener en cuenta para la elección del portainjerto**

Para elegir correctamente un buen patrón se va a realizar una matriz de efectos donde se valorarán una serie de características.

Las características agronómicas que debe presentar un buen patrón, según Felipe y Aparisi (1999), son las siguientes:



### Capacidad de trasplante

Es deseable que los plántones reaccionen favorablemente al proceso de trasplante. Sufren un periodo de estrés, que causa problemas de homogeneidad en las plantaciones y un retraso en la entrada en producción.

### Vigor y tamaño definitivo de la planta

La capacidad para influir en el tamaño del árbol para facilitar las labores de poda, recolección y tratamientos fitosanitarios. En almendro en secano, no se busca una reducción drástica de tamaño, si no un tamaño adecuado donde se equilibre producción y facilidad en el manejo.

### Uniformidad en el desarrollo

Este comportamiento es habitual en los patrones clonales, pero no es así en los patrones que proceden de semilla debido a su heterogeneidad genética.

### Longevidad de la planta

La duración de la vida productiva que el patrón induce a la planta ha de alcanzar un número suficiente de años para alcanzar la rentabilidad económica.

### Precocidad y productividad inducidas a la variedad

El patrón debe inducir a la variedad a entrar en producción en el menor número de años posible. Además, la producción debe ser constante a lo largo de los años, elevada y de buena calidad.

### Eficiencia en el uso de agua y nutrientes

Las plantaciones de secano sufren numerosas situaciones de estrés hídrico por falta de agua, por ello tanto una buena capacidad de captación de agua como la eficiencia en su uso, son características muy importantes para elegir un portainjerto adecuado.

### Resistencia a asfixia radicular

El patrón debe permitir sobrevivir a la planta frente a situaciones de lluvias muy abundantes superiores a las normales, o inundaciones. Este aspecto está directamente relacionado con la textura del suelo, en nuestro caso franco-arcillosa.

### Resistencia a patógenos

El portainjerto debe aportar resistencia frente a los distintos patógenos, como son insectos, nemátodos, hongos del suelo y bacterias.

### Anclaje

Las raíces deben ser fuertes y presentar una buena distribución del sistema radicular en el suelo. Esto hace que la planta se agarre bien al suelo y tenga una mayor estabilidad frente a vientos fuertes o un reparto de la carga desigual.

### Serpeo

Conviene que no se produzcan estos rebrotes en la raíz ya que causan en el agricultor problemas en el manejo de las plantaciones y además supone un foco para la entrada de patógenos como consecuencia de las heridas producidas para eliminar esos brotes.

## **3.2.3. Evaluación de alternativas**

En este momento existen multitud de posibilidades para el cultivo del almendro, por tanto, debemos elegir la mejor opción para las condiciones del suelo y el sistema de cultivo. Los patrones más utilizados son los francos de almendro, franco de melocotonero, híbridos entre almendro y melocotonero y patrones de ciruelo.

### Patrones francos de almendro

Malagón Cañizares (2012) comenta que los patrones francos que tradicionalmente más se utilizaban en España fueron los procedentes de semillas de almendras amargas de diferentes orígenes, normalmente de poblaciones silvestres. Este portainjerto presenta características tales como un elevado vigor en las plantas y un ramificado sistema radicular. Las variedades más convenientes para este patrón son 'Atocha', 'Bartre', 'Desmayo Largueta', 'Garrigues', 'Marcona', 'Ramillete' y 'Romana'. Todas ellas variedades tradicionales cuyo periodo de floración no encaja con nuestra zona de estudio.

En España, actualmente son bastante utilizados y apreciados los francos provenientes de semillas de la variedad 'Garrigues'. Las características de este patrón han sido estudiadas por Felipe (2000), y se pueden resumir de la siguiente manera:

La característica más positiva es su rusticidad, debido a su capacidad para vegetar en suelos pobres, con altos contenido de caliza y escasas dotaciones de agua. Esta rusticidad permite sobrevivir y proporcionar cosechas que pueden ser competitivas con la de otros cultivos, leñosos o herbáceos, alternativos en la zona. Por el contrario, son bastante numerosos los aspectos negativos que presentan estos patrones francos de almendro. Son muy poco homogéneos en cuanto al desarrollo, son delicados en el trasplante, son sensibles a patógenos como *Agrobacterium* o Armillaría y también son sensibles a la asfixia radicular.

#### Patrones francos de melocotonero

Estos patrones están mejor adaptados al cultivo del regadío ya que son menos sensibles a la mayor parte de los problemas que afectan al franco de almendro, pero no son utilizables en secano debido a su escasa resistencia a la sequía (Malagón Cañizares, 2012).

Por este motivo este portainjerto queda descartado en nuestra plantación.

#### Patrones híbridos entre almendro y melocotonero

Los patrones entre almendro y melocotonero son los más conocidos y usados de los híbridos interespecíficos entre *Prunus*. Según Malagón Cañizares (2012) este tipo de patrones mejoran al patrón franco de almendro.

Una de las características positivas que presentan este tipo de híbridos es el elevado vigor de las plantas, lo que se traduce en una temprana entrada en producción. Además soportan bien la humedad permanente en el suelo, inducen a una buena producción a la variedad y son más tolerantes frente a patógenos. (Felipe, 2000)

Existen varias selecciones propagadas a nivel comercial como son 'INRA-GF-677', 'Adafuel', 'Garnem', 'Monegro' o 'Felinem'.

Según Felipe (2000), el 'INRA-GF-677' es un patrón excelente tanto en secano como regadío, siempre que el terreno esté libre de nematodos y no sea asfixiante o muy compacto. Es compatible con todas las variedades de almendro y no presenta problemas en el trasplante.

El portainjerto 'Adafuel', es de porte erguido y vigoroso. Su sistema radicular está formado por abundantes y fuertes raíces, lo que proporciona un buen anclaje al suelo. Es más resistente a la clorosis que 'INRA-GF-677', y tiene buena resistencia al encharcamiento. Además presenta un buen comportamiento frente a *Phytophthora* y *Agrobacterium*, pero es sensible a nemátodos. Es un excelente patrón para almendro, muy interesante en suelos calizos y pobres. Es compatible con todas las variedades de almendro. (Cambra & Iturrioz, 1986).

Según Felipe(2000), tanto 'Garnem', 'Monegro' y 'Felinem', son descendientes del cruzamiento entre el almendro 'Garfi' y el melocotonero 'Nemared' (Pertenece a la serie G x N). Entre ellos se encuentran las series 1,3,9,15 y 22. (Najt *et al.*, s. f.). Sus hojas rojas permiten distinguirlos muy bien.



*Figura 12. Hojas de la serie G x N, Fuente: Felipe (2000)*

Según Malagón Cañizares (2012) los patrones de la serie G x N son resistentes a la clorosis férrica y a los nemátodos, por lo que son muy adecuados para los suelos calizos. Monegro (GxN-9) tiene un excelente comportamiento para secoano. Garnem (GxN-15) tiene un comportamiento similar a INRA-GF-677 ya que inducen a una productividad similar, pero es resistente a nemátodos lo que le hace ser muy apto para las plantaciones.

### Patrones híbridos de ciruelo

El sistema radicular de los ciruelos es de desarrollo superficial y tiene un grosor de raíces inferior al del almendro. Los ciruelos son más tolerantes a los patógenos del suelo y además se adaptan mejor a condiciones asfixiantes del suelo. Soportan mejor los suelos pesados. Se trata de patrones menos vigorosos y ejercen un efecto reductor del tamaño de las plantas. Existe mucha variabilidad en la compatibilidad con el injerto de almendro. Existen de dos tipos: los ciruelos de crecimiento lento y ciruelos de crecimiento rápido. En el caso de ciruelos de crecimiento lento, es una patrón que reduce el tamaño lo que permite el cultivo semi-intensivo de almendro en regadío. Este patrón no presenta resistencia a la sequía, por lo que es inviable en las plantaciones de secano. Para el caso de ciruelos de crecimiento rápido, se trata de patrones que presentan una problemática compatibilidad con las variedades de almendro, que hace prácticamente inviable su cultivo utilizando estos patrones. (Felipe, 2000)

#### **3.2.4. Análisis multicriterio**

Una vez analizadas todas las opciones disponibles, en una primera valoración se seleccionan las que cumplen con uno de los principales condicionantes: se adaptan a secano. Estas variedades son 'Garrigues', GF-677', 'Adafuel' y 'Garnem'.

Para poder elegir el portainjerto que mejores características tiene se va a realizar un análisis multicriterio donde se aplica un coeficiente de ponderación que tendrá valores de 0.5, 1, 1.5 y 2. Además la valoración se realiza mediante una escala cuantitativa con valores de 0 (muy desfavorable) a 5 (muy favorable).

Factor	Coefficiente de ponderación	'Garrigues'	'GF-677'	'Adafuel'	'Garnem'
Capacidad de trasplante	1	2	4	4	4
Vigor	2	3	4	3	4
Uniformidad	0,5	2	4	4	4
Longevidad de la planta	1	5	3	3	3
Productividad	1,5	3	4	4	4
Resistencia a asfixia radicular	1,5	2	4	2	4
Anclaje	1	5	3	3	3
Resistencia a patógenos	1,5	2	3	3	5
Total		29,5	36,5	31,5	39,5

Tabla 3. Análisis multicriterio de portainjertos. Fuente: Elaboración propia

Entre los portainjertos elegidos y analizados en la matriz, el híbrido entre 'Garfi' y 'Nemared', 'Garnem' es el que mejores resultados a obtenido y por eso es el patrón elegido para la plantación.

#### 4. CONCLUSIÓN

En la finca objeto de estudio se va a realizar la plantación de las variedades 'Vialfas' y 'Mardía'. Estas variedades han sido obtenidas en el CITA (Aragón), mediante el cruzamiento de las variedades 'Felisia' x 'Bertina'. Su denominador común es su floración extremadamente tardía y la auto fertilidad. El porta-injerto elegido es el 'Garnem', que tiene un excelente comportamiento en seco, además de adaptarse perfectamente a suelos calizos.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, J., Ansón, J., & Kodad, O. (2015). La elección varietal en el almendro: criterios de selección y posibilidades actuales. *Revista de fruticultura*, 39, 12-25. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4997917>
2. Cabetas, R., & José, M. (2018). El cultivo del almendro: sistemas de manejo y nuevas variedades. *Centro de investigación y tecnología agroalimentaria de Aragón*. [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4378/1/2018\\_148.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4378/1/2018_148.pdf)
3. Cambra, R., & Iturrioz, M. (1986). Caracteres descriptivos del patrón híbrido de melocotonero x almendro Adafuel (*Prunus amygdalo-pérsica*). *Estación Experimental de Aula Dei, CSIC*.
4. Dicenta, F., Egea, J., Cremades, T., Martínez-Gómez, P., Ortega, E., Rubio, M., Sánchez-Pérez, R., Martínez-García, P. J., & López-Alcolea, J. (2017). Makako, una variedad de almendro del CEBAS-CSIC de floración extra-tardía y auto-compatible. *Revista de fruticultura*, 58.
5. Felipe, A. J. (2000). *El almendro. El material vegetal*.
6. Felipe, A. J., & Aparisi, J. G. (1999). El concepto del ideotipo en la mejora de patrones para el almendro. *ITEA. Producción vegetal*, 95(3), 209-217. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=153242>
7. Iglesias, I., Foles, P., & De Oliveira, C. A. F. (2021). El cultivo del almendro en España y Portugal: situación, innovación tecnológica, costes, rentabilidad y perspectivas. *Revista de fruticultura*, 81, 6-49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7986250>
8. Malagón Cañizares, J. (2012). Patrones para el cultivo del almendro. *Agroalimed*.
9. Marzo Cidoncha, C., & Iglesias Castellarnau, I. (2023). Almendro autorradicado: nuevos modelos productivos en secano. *Navarra Agraria*.
10. Miarnau, X., Vargas, F. J., Montserrat, M., & Alegre, S. (2010). Aspectos importantes en las nuevas plantaciones de almendro en regadío. *Revista de Fruticultura*.
11. Muncharaz Pou, M. (2017). *El almendro. Manual técnico*.
12. Najt, E., Arjona, C., Ojer, M., Reginato, G., & Weibel, A. (s. f.). Portainjertos y calidad de plantas. *Producción de duraznos para industria*.

13. Najt, E., Arjona, C., Ojer, M., Reginato, G., & Weibel, A. (2010). Portainjertos y calidad de plantas. *Portainjertos y calidad de plantas*.
14. Segura, J. M. A., & Cabetas, M. J. R. (2018). El almendro: diversidad de marcos de plantación. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, 1014, 100-105. [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4808/1/rep2019\\_050.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4808/1/rep2019_050.pdf)
15. Socias i Comany, R. (2019). Características de las variedades de almendro. *Unidad de hortofruticultura CITA de Aragón*.
16. Socias i Company, R., Kodad, O., Alonso, J. M., & Felipe, A. J. (2011). «MARDÍA», AN EXTRA-LATE BLOOMING ALDMOND CULTIVAR. *Nucis-Newslater*, 15.
17. Najt, E. Arjona, C., Ojer, M., Reginato Meza, G., & Weibel, A. (2011). Portainjertos y calidad de plantas.



## **ANEJO 5**

### **PREPARACIÓN DEL TERRENO, EJECUCIÓN DE LA PLANTACIÓN Y MANEJO**

## **ÍNDICE**

1. PREPARACIÓN DEL TERRENO
  - 1.1. Triturado
  - 1.2. Subsulado
  - 1.3. Despedregado
  - 1.4. Volteo
  - 1.5. Desterronado
  - 1.6. Laboreo superficial
2. EJECUCIÓN DE LA PLANTACIÓN
  - 2.1. Recepción de la planta
  - 2.2. Replanteo
  - 2.3. Ejecución
  - 2.4. Actividades inmediatas a la plantación
3. MANEJO DE LA PLANTACIÓN
  - 3.1. Poda
    - 3.1.1. Poda de formación
    - 3.1.2. Poda de producción
    - 3.1.3. Poda de rejuvenecimiento
  - 3.2. Fertilización
    - 3.2.1. Plan de abonado
  - 3.3. Control de plagas y enfermedades
    - 3.3.1. Plagas
    - 3.3.2. Enfermedades
    - 3.3.3. Estrategia de control
  - 3.4. Manejo del suelo
4. BIBLIOGRAFÍA

## 1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Como se ha comentado en anejos anteriores, las parcelas en las que se va a llevar a cabo la plantación se encuentran catalogadas como Pasto Arbustivo (PR), y por tanto, se realizó la solicitud correspondiente al Gobierno de Aragón para la puesta en cultivo de terrenos de uso forestal. El Gobierno de Aragón contestó favorablemente, y por tanto se pueden realizar las labores y establecer la plantación.

En este apartado se definen las labores previas a realizar la plantación. Estas labores son muy importantes tanto para asegurar la durabilidad de la plantación como para evitar las pérdidas en el momento de realizar el trasplante de los plantones provenientes del vivero. Según De Casas Flores (2014), para realizar correctamente una plantación frutal el terreno debe estar limpio de piedras, sin terrones ni raíces, y en general limpio de cualquier obstáculo que dificulte las labores de plantación y dificulte la expansión de las raíces en el terreno.

En consecuencia, las labores, en orden cronológico, que se van a realizar previamente a la plantación son las siguientes:

### 1.1. Triturado

Esta operación consiste en triturar toda la vegetación existente en la parcela dejando únicamente 10cm sobre el suelo. Esta labor es muy importante pues nos permitirá realizar las labores siguientes de manera correcta.



*Figura 1. Tractor con trituradora de 2,5m. Fuente: Elaboración propia.*

## **1.2. Subsolado**

Esta labor se realizará mediante un subsolador acoplado al tractor que realice una labor vertical de 80cm. Se realizarán dos pases cruzados perpendicularmente. Debido a la textura franco-arcillosa del suelo, estas labores se realizarán cuando el terreno se encuentre seco para que se realice una correcta des compactación del suelo.

Los beneficios de esta labor son:

- Des compactar el terreno para facilitar el desarrollo de las raíces.
- Hacer más permeable el terreno a agua y aire.
- Arrancar raíces de plantas que han sido trituradas anteriormente.



*Figura 2. Subsolador de 7 púas con rodillo acoplado a tractor. Fuente: Elaboración propia*

## **1.3. Despedregado**

Con el pase de subsolador tan profundo, aflorarán trozos de roca y piedras que será necesario retirarlas mediante una máquina despedregadora arrastrada enganchada a tractor para poder realizar las siguientes labores de manera adecuada.



*Figura 3. Despodregadora Jympa trabajando en campo de almendros. Fuente: Elaboración propia.*

#### **1.4. Volteo**

Esta labor se realizará mediante un arado de mínimo laboreo que voltee únicamente a los primeros 15cm del suelo para enterrar las malas hierbas trituradas y que no sean un impedimento para realizar la plantación. Esta labor se realizará en perpendicular a la línea de máxima pendiente, para evitar la erosión en caso de que se produzcan tormentas con lluvias muy intensas.



*Figura 4 Arado marca Escudero Ecologic reversible de 10 cuerpos. Fuente: Elaboración propia*

### **1.5. Desterronado**

Consiste en desmenuzar los terrones y dejar la tierra lo más fina posible. Además, realizará una leve nivelación rellenando los surcos que se hayan quedado destapados con el arado. Esta labor se realizará con una rastra de púas con rulo para controlar la profundidad.



*Figura 5. Rastra de púas marca Bericat de 6m trabajando sobre labor de vertedera.  
Fuente: Elaboración propia.*

### **1.6. Laboreo superficial**

Se realizarán las labores superficiales necesarias mediante cultivador hasta el momento de realizar la plantación. La finalidad de estas labores es eliminar las malas hierbas que vayan emergiendo debido a las lluvias. En el momento de realizar la plantación el terreno debe estar libre de malas hierbas que compitan con los árboles.

Una vez realizadas estas labores, el terreno ya se encuentra en perfectas condiciones para realizar la plantación.

## **2. EJECUCIÓN DE LA PLANTACION**

Previamente a la plantación física de los árboles se debe encargar con suficiente antelación la planta a un Vivero que vaya a disponer de la combinación patrón-variedad seleccionada en el anejo anterior. El Vivero debe encargarse de producir plantas de calidad, para lograr que

la plantación sea homogénea y productiva. Según Felipe (2000), la calidad de las plantas debe de ser contemplada bajo los puntos de vista siguientes:

- La calidad genética: Esto se corresponde con la autenticidad varietal de las plantas. Este aspecto depende de la profesionalidad y del buen hacer del viverista.
- La calidad sanitaria: La planta debe ser entregada libre de plagas y enfermedades, así como afecciones debidas a virus.
- La calidad viverística: Es el resultado de la correcta aplicación de las técnicas de conservación, propagación y manejo del material durante todo el proceso de multiplicación y crianza de las plantas.
- La calidad agronómica: Esto se refiere a la perfecta compatibilidad entre el patrón y la variedad.

Según Urbina Vallejo (2015), las plantaciones pueden realizarse tanto a raíz desnuda como en maceta. Las plantaciones a raíz desnuda se realizan durante los meses de reposo (comprende desde diciembre hasta finales de marzo), y se deben realizar al menos 15 días antes de que las plantas broten para asegurar el enraizamiento. En condiciones de secano se plantará al principio del periodo para que las lluvias invernales atemperen bien el terreno y las plantas enraícen correctamente.

Las plantaciones en maceta se pueden realizar en cualquier época del año, pero en árboles de hoja caduca no suele hacerse en periodos de reposo. Se realiza en primavera cuando los árboles se encuentran en actividad.

Debido a las condiciones de secano de las parcelas donde se va a realizar la plantación se considera más apropiado realizar la plantación a raíz desnuda durante el mes de diciembre para aprovechar las lluvias invernales y se asegure el correcto agarre y enraizamiento de las plantas provenientes del vivero.

## **2.1. Recepción de las plantas**

El viverista debe servir la planta cuando sea solicitada por la explotación, no antes, con el fin de que esta permanezca el menor tiempo posible fuera de la tierra. Una vez recibida la planta se debe supervisar los albaranes y etiquetas, así como visualmente el estado en el que se encuentra la planta. Debe tener un tamaño adecuado: a 10cm del punto de injerto el diámetro debe ser entre 10 y 20 milímetros y una altura superior a 1 metro. Nunca deben aceptarse plantas en mal estado, pues ocasionarán marras en la plantación. En la inspección visual que se debe realizar, los plantones no tienen que presentar heladas, deshidrataciones ni desprendimiento de yemas. Una vez comprobado que la planta se encuentra en las condiciones adecuadas se debe proceder a realizar la plantación a la mayor brevedad posible,



pero si hubiese que mantenerla en campo algún día esto se debe hacer colocando la planta en una zanja, cubriendo las raíces con tierra y regándolas para mantener la humedad (Urbina Vallejo, 2015).

Como se ha descrito en el Anejo 5, las variedades que se van a cultivar son 'Mardía' y 'Vialfas', sobre el mismo portainjerto 'Garnem', por ello debe cuidarse en todo momento que las plantas permanezcan bien identificadas y separando las variedades entre sí para evitar errores en el manejo y en el momento de la plantación.



*Figura 6. Planta de almendro a raíz desnuda recién suministrada por un Vivero, separada en lotes según variedades. Fuente: Elaboración propia.*

## **2.2. Replanteo de la plantación**

Como ha sido descrito en el Anejo 5 el sistema tradicional va a ser el utilizado para llevar a cabo la plantación. En este sistema el replanteo de árboles frutales puede realizarse de acuerdo con diversas modalidades de trazado: en marco real, en rectángulo y en tresbolillo. (Cambra Ruiz de Velasco, 2004).

Según Acerete (1948), el marco real (Figura 7) es el sistema de plantación más sencillo. Los árboles se encuentran en los vértices de un cuadrado, y los demás, análogamente en cuadrados sucesivamente adosados de forma que coincidan dos de sus vértices. En este marco, la distancia entre árboles debe ser suficiente para realizar las labores pertinentes en la plantación. En el marco rectangular (Figura 8) la separación de las filas es mayor que la distancia de los árboles dentro de la fila. Este marco permite plantar más árboles por hectárea, si bien limita la realización de las labores en dirección perpendicular a las filas. En el marco a tresbolillo (Figura 9) todos los árboles que rodean a uno se encuentran a la misma distancia



de él. Con este sistema se consigue una distribución más homogénea de las raíces, pero se dificulta la realización y la mecanización de las labores entre árboles.

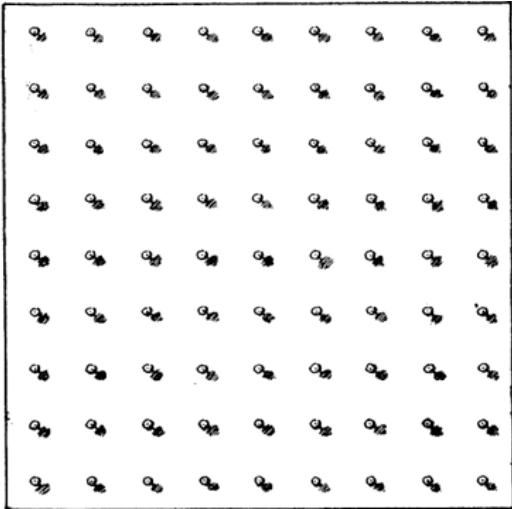


Figura 7. Plantación de frutales en Marco Real. Fuente: Acerete (1948).

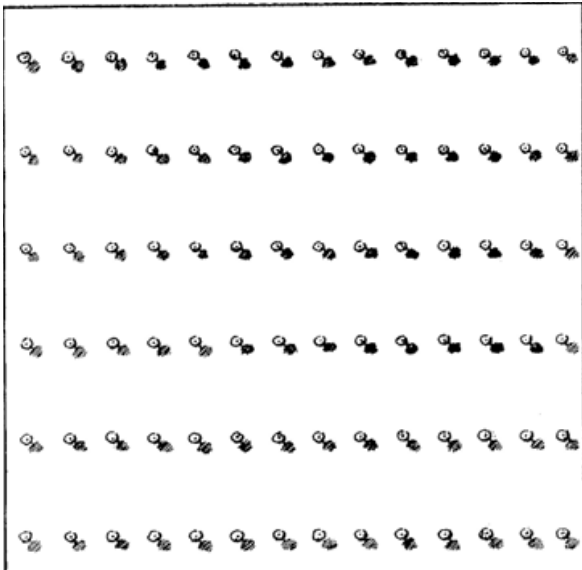
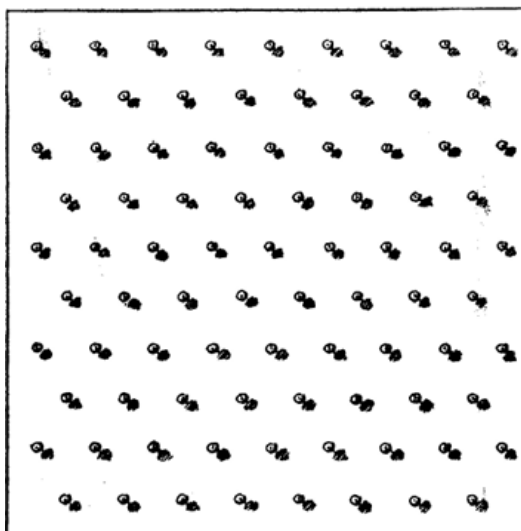


Figura 8. Plantación de frutales en Marco Rectangular. Fuente: Acerete (1948).



*Figura 9. Plantación de frutales a tresbolillo. Fuente: Acerete (1948)*

Según Cambra Ruiz de Velasco (2004), a la hora de replantear una plantación se deben tener en cuenta dos aspectos: el vigor previsible y la anchura necesaria para circular con la maquinaria.

Para el caso de la plantación objeto de estudio, se mecanizarán las labores de poda y no se laboreará el suelo para dejar una cubierta vegetal entre filas. Por este motivo el marco más apropiado es el rectangular. El marco de plantación será de 7x5,5m. La distancia entre filas será de 7 metros, suficiente para poder realizar las diferentes tareas de la plantación que serán descritas en un apartado posterior. Como se ha estudiado en el anejo anterior, la unión de las variedades elegidas 'Mardía' y 'Vialfas', junto con 'Garnem' como portainjerto, dará lugar a árboles bastante vigorosos y por ello la distancia entre árboles se considera de 5,5 metros, para poder obtener un volumen de copa adecuado a esa vigorosidad.

En toda la parcela de 29,4 ha, se necesitarán 7614 plantas de almendro, de las cuales 3807 serán 'Mardía' y 3807 serán 'Vialfas'.

La labor de realizar las líneas donde se establecerán los árboles se realizará mediante tractor equipado con tecnología GPS. A este tractor se acoplará una plantadora de precisión, que mientras traza las líneas irá colocando los árboles a una distancia de 5,5m.

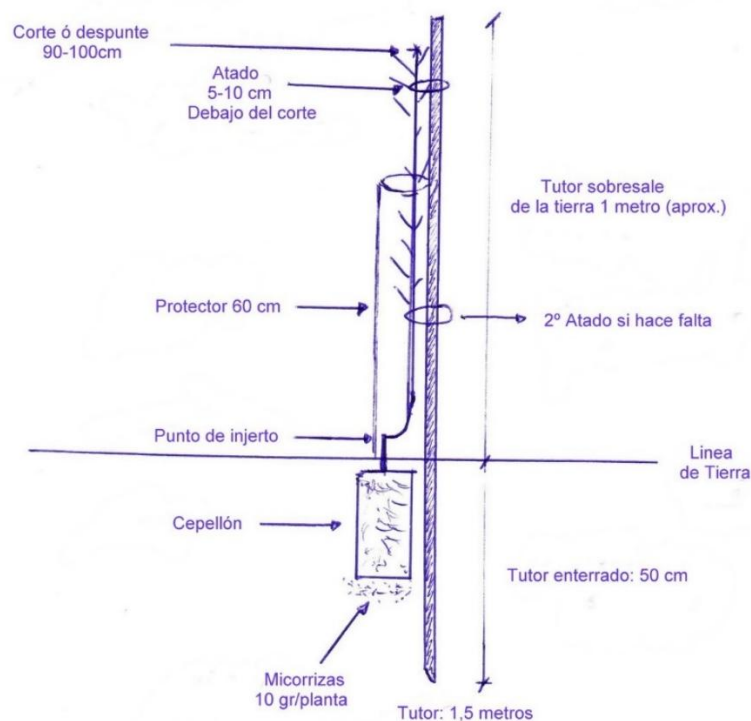


*Figura 10. Máquina plantadora acoplada a tractor preparada para realizar una plantación en maceta. Fuente: Elaboración propia.*

Según Urbina Vallejo (2015), en la actualidad la mayoría de las plantaciones se realizan con máquina. Estas abren el surco de plantación, incorporan la planta al suelo con la ayuda de un operario y después realiza el tapado final de las raíces. El operario va sentado sobre la máquina, coge la planta del cajón correspondiente y la deposita en unas pinzas para ser introducida automáticamente en el suelo en el punto preciso. En caso de colocar también tutores, son necesarios dos operarios. Uno que coja la planta y otro que coja el tutor. En todo caso es necesario un operario más que vaya detrás de la plantadora comprobando que la colocación de las plantas es la correcta. En frutales, el rendimiento aproximado de una plantadora es de 4 h/ha y se precisa de un equipo de 3 operarios y un tractorista.

### **2.3. Ejecución de la plantación**

La plantadora que va a realizar la operación de plantado colocará simultáneamente la planta de almendro junto a las cañas de bambú. Estas cañas hacen la función de tutor durante los primeros años de vida de la plantación. La máquina debe estar correctamente calibrada para colocar la planta según la Figura 10.



*Figura 11. Croquis de la correcta colocación de la planta en la tierra. Fuente: García Andrés (2018).*

El punto de injerto debe quedar por encima de la línea de tierra, para evitar que se produzca el enraizamiento de la variedad. Los árboles deben quedar completamente rectos y el tutor suficientemente enterrado para que realice su función correctamente.

#### **2.4. Actividades inmediatas a la plantación**

Según se va plantando la finca, seguidamente se procede a atar los tutores. Esto se hace con elementos de goma destinados para ello que permitan al tronco crecer sin causarse heridas. A la vez que se realiza esta operación se poda el plantón. Para un sistema de formación libre en vaso, se realiza un corte a una altura de 1m ligeramente en bisel, para que no se retenga agua. Si la planta se encuentra ramificada, habrá que seleccionar los ramos que formarán la estructura de la planta, suprimiendo el resto. La siguiente labor es proteger el tronco, esto se hace mediante la colocación de tubo de plástico que se introduce por la planta. Este tubo se retira manualmente pasados 3 años y se coloca tanto para proteger el tronco de animales como para evitar que en la aplicación de herbicidas caiga producto sobre el tronco de la planta originando quemaduras y fitotoxicidad. Estas labores deben hacerse lo más rápidamente posible para no retrasar el momento del riego. Con el riego de plantación se asentará la planta y se aportará humedad para evitar la deshidratación. (Urbina Vallejo, 2015).



*Figura 12. Almendro variedad Guara con protector de plástico y tutor de bambú. Fuente: Elaboración propia.*

### **3. MANEJO DE LA PLANTACIÓN FRUTAL**

Una vez realizas las labores descritas anteriormente, para la gestión de la plantación son necesarias una serie de labores que se van a analizar a continuación. El objetivo de estas labores es alcanzar la plena producción de los almendros, tratando de conseguir árboles fuertes, sanos y duraderos en el tiempo. En este sentido se diferencian varias etapas en la vida de la plantación. Los primeros años se denominan de formación y duran hasta que la plantación alcanza la plena producción (5-6 años), a partir de entonces la plantación se



encuentra en plena producción hasta pasados unos años en que la fructificación comienza a decrecer (Cambra Ruiz de Velasco, 2004).

Algunas de las labores anuales que se realizan en las plantaciones frutales son: Poda, fertilización, tratamientos fitosanitarios, manejo del suelo y recolección.

### **3.1. Poda**

La poda es una actividad muy importante en las plantaciones frutales al tener un gran impacto sobre la forma y el tamaño que adquieren los árboles y sobre la calidad de la producción de estos. Mediante la poda durante los primeros años de vida de la plantación se delimita el volumen alcanzado por la ramificación y se asegura una buena estructura. Durante la vida productiva a través de la poda se persigue controlar la producción equilibrando la carga de los árboles, consiguiendo una buena iluminación, aireación y una fácil penetración de los tratamientos fitosanitarios. (Urbina Vallejo, 2017)

Cuando a un almendro no se le practica la poda y se deja crecer a su antojo, al poco tiempo únicamente producirá frutos en las partes superiores y rápidamente disminuirá su productividad. Con la operación de poda se consigue aumentar la iluminación de las ramas y se disminuye el riesgo de afección por enfermedades fúngicas. Mediante la poda se debe equilibrar la presencia de hojas y frutos, pues si hay demasiado desarrollo vegetativo, habrá una menor producción. (López, 2021)

En una plantación frutal, aunque los árboles sean de la misma variedad, mismo porta-injerto y de la misma edad, cada árbol presenta un caso distinto de poda y por tanto necesita soluciones diferentes, en las que interviene la creatividad del podador así como los conocimientos técnicos que debe aplicar. (Urbina Vallejo, 2017)

Para realizar la labor de poda es necesario conocer los órganos de fructificación de los almendros. Según López (2021), los distintos tipos de yemas que existen y en los órganos donde se encuentran son los siguientes:

- Yema apical: Son las que se encuentran en el extremo de los ramos. Siempre vegetativas (nunca de flor).
- Yema axilar: Todas las yemas que se encuentran situadas a lo largo del ramo en la axila de las hojas. Pueden dar hojas y flores, diferenciando entre distintos tipos de ramos (los que dan sólo hojas o los que dan hojas y flores), podemos definirlos a 5 tipos:
  - Ramo de madera: sin flores, solo hojas
  - Chupones: si el ramo de madera sale de una rama vigorosa, ocasionando brotación vertical, de gran vigor, gran longitud entre nudos y sin flores.

- Ramo mixto: proporciona flores y hojas. Cuando tiene menos de 25cm se denomina brindilla y predominan los botones florales excepto en las yemas basales y terminales.
- Ramillete de mayo: El crecimiento es aún menor que una brindilla. Todas las yemas laterales son de flor, y la longitud entre nudos es casi inexistente.
- Ramo anticipado: En ocasiones, cuando un ramo se encuentra en una fase de crecimiento rápido, algunas de las yemas vegetativas laterales inician también su crecimiento dando lugar a ramos que brotan a partir de una yema lateral de otro que ha crecido previamente en el mismo periodo vegetativo.

Teniendo en cuenta que la formación libre en vaso es la escogida para la plantación objeto de este proyecto, se diferencian tres tipos de poda: Poda de formación, poda de mantenimiento y poda de rejuvenecimiento.

### 3.1.1 Poda de formación

Según López Romero y Casanova Pérez (2006), la poda de formación es la que se realiza durante los primeros años de vida de la plantación. Consiste en guiar la madera nueva hasta conformar la estructura del sistema de formación elegido para la plantación. En esta fase juvenil, los plántones tienen una gran capacidad de adaptación, lo que facilita el proceso de formación. De esta poda va a depender que el sistema de formación adoptado tenga un patrón homogéneo, que facilitará las labores de cultivo en la plantación.



*Figura 13. Estado de los árboles tras realizar la poda de invierno 1 año después de realizar la plantación. Fuente: Elaboración propia.*

Según Ojer *et al.* (2014), la poda de formación dura entre 5 y 6 años hasta que se alcanza la plena producción de la plantación. Durante estos años se recomienda realizar tanto la poda en verde como la poda de invierno para orientar la máxima expansión vegetativa hacia la formación de la estructura de la planta. El objetivo de cualquier intervención de poda que se realice será la creación de estructuras de soporte que eviten que las ramas se arqueen debido al peso.



*Figura 14. Estado de los árboles 8 meses después de realizar la plantación sin intervención de poda en verde. Fuente: Elaboración propia*



### 3.1.2 Poda de producción

Una vez pasado el periodo de formación y los árboles se encuentran preparados para producir y sostener la cosecha, la poda durante este periodo productivo busca los siguientes objetivos:

- Definir la carga frutal.
- Regular el equilibrio vegetativo-reproductivo
- Garantizar una armónica y racional distribución de los frutos en la planta y mantener los niveles de producción constantes en el tiempo.

Según Guerra Mayo y Guerra Sánchez (2009), la poda de producción consiste en regular la cantidad de órganos fructíferos que se dejan en el árbol. Los árboles que no se podan tienden a producir gran cantidad de frutos de tamaño pequeño, y esto supone un grave problema de alternancia pues si un año un árbol produce más frutos de los que puede soportar no tendrá energía para la diferenciación de yemas florales para la siguiente campaña. (Malvicini & Gómez,2011)

### 3.1.3 Poda de rejuvenecimiento

Este tipo de poda hoy en día tiene poca importancia ya que cuando un árbol envejece lo mejor desde el punto de vista económico es sustituirlo por otro, a menos que se desee conservar por razones sentimentales. Este tipo de poda consiste en dar cortes muy severos al árbol, eliminando las ramas viejas para provocar el nacimiento de chupones que brotarán de yemas latentes y volver a formar sobre ellos nuevas ramas productivas. (Guerra Mallo & Guerra Sánchez, 2009)

## **3.2. Fertilización**

Según Felipe et. al. (2017), la correcta nutrición del almendro tiene una destacada importancia para:

- La obtención de mayores producciones
- La obtención de producciones constantes
- Incremento en la calidad de la almendra
- Sostenibilidad de la plantación a largo plazo

Estos autores han descrito la influencia que tienen sobre la planta alguno de los principales elementos fertilizantes.

### **Nitrógeno**

Se trata de un elemento muy móvil que puede llegar rápidamente a las raíces y también perderse por lixiviación. Las dosis pueden oscilar entre 20-40 unidades de nitrógeno/ha por cada 1000kg de almendra con cáscara.

Un déficit de nitrógeno provoca un menor crecimiento y un debilitamiento del árbol.

Un exceso de nitrógeno puede provocar un desequilibrio nutricional, incrementando el vigor de las plantas causando un menor cuajado del fruto y un retraso en su maduración.

### **Fósforo**

El pH de la finca en que nos encontramos es de 7,8 según el anejo 1, por tanto se encuentra en un rango óptimo para asegurar la disponibilidad del fósforo para las plantas. En suelos no cultivados con anterioridad como el que nos encontramos es recomendable realizar un abonado fosfórico a una profundidad de 40-60cm.

En general los almendros tienen bajos requerimientos de fósforo pero el déficit de este elemento puede reducir la floración y el cuajado del fruto. Las aplicaciones de fósforo necesitan reemplazar el fósforo extraído por los frutos cosechados, aproximadamente 6-13 kg P/1000kg de almendra en cáscara extraída.

### **Potasio**

Este elemento tiene un papel importante para determinar la calidad y el tamaño del fruto después del cuajado. Los aportes de potasio contribuyen a aumentar y movilizar las cadenas carbonatadas que nutrirán las yemas, aumentando la tendencia a que se desarrollen en yemas florales.

Las necesidades de potasio oscilan entre 25-50 unidades de potasio/ha por cada 1000 kg de almendra en cáscara.

### **Boro**

Este elemento tiene un papel importante en la germinación de los tubos polínicos y su deficiencia afecta a la germinación del polen y a la formación de los frutos. Una carencia de boro provoca una caída excesiva de frutos. Esta deficiencia se corrige fácilmente aportando ácido bórico en pequeñas cantidades.

Los microelementos zinc, manganeso, cobre, hierro y molibdeno son necesarios en pequeñas cantidades para el desarrollo de las plantas. Ocasionalmente se encuentran deficiencias de estos elementos que deben ser corregidas mediante aplicaciones foliares.

### **3.2.1. Plan de abonado**

Según Felipe et. al. (2017), el objetivo del plan de abonado variará en función del estado de desarrollo de la plantación:

#### Durante el año 1 y 2.

Durante los dos primeros años de la plantación el principal objetivo del abonado debe ser obtener el máximo crecimiento para formar la estructura del árbol y para ello se aplicarán dosis de abono en pequeñas cantidades pero frecuentes. El abonado debe ser principalmente nitrogenado en forma de nitrato para una rápida asimilación.

La aplicaciones de nitrato se empezarán en primavera cuando la temperatura del suelo alcance los 17°C. Como dosis general se aplicarán de 6 a 10 gr por planta y por semana hasta finales de septiembre. La aplicación de fertilizante nitrogenado se iniciará a primeros de abril y por tanto, será necesario aplicar 240 gr/ por cada planta, considerando que hay 6 meses de aplicación semanal.

#### Durante el año 3.

La estructura del árbol ya está casi formada, se desea un crecimiento vegetativo menor por lo que se realiza una racionalización de los abonos nitrogenados. A partir de este año el análisis foliar debe ser un elemento indispensable para planificar la fertilización.

#### Durante el año 4 y en adelante.

Se suministrarán las dosis de abonado para reemplazar las extracciones y los nuevos crecimientos.

Hay que destacar que la fructificación del año siguiente está directamente afectada por la correcta nutrición de la yema en el momento de producirse la inducción floral. En estos momentos no es recomendable altos contenidos en nitrógeno en relación con el carbono ya que pueden ir en contra de la fructificación.

Desde el cuajado hasta la cosecha la fertilización debe ser rica en potasio.

En cuanto al fósforo, este es un elemento que presenta poca movilidad en suelos calizos como el de la finca donde se va a realizar la plantación, por lo que la respuesta del abonado será lenta.

Un déficit de nutrientes en el suelo pueden provocar pérdidas de producción debido a la deficiente floración y cuajado. Para evitar estos riesgos debemos tener en cuenta:

- Aplicación de fertilizantes foliares de zinc y boro antes de la floración

- Realizar un análisis foliar para conocer el estado nutricional principalmente de nitrógeno, fósforo y potasio.
- Realizar cada 2 años análisis de suelo para determinar si las condiciones de absorción de los nutrientes por parte de la planta son favorables.
- Utiliza los abonos nitrogenados con precaución para evitar un excesivo vigor.

La aplicaciones de estos elementos fertilizantes necesarios para la planta se realiza mediante abonadora acoplada a tractor. Esta abonadora está equipada con un deflector para trabajar en arbolados de forma que el abono cae en la línea del almendro, evitando que caiga en las calles.



*Figura 15. Abonadora con localizador. Fuente: Elaboración propia*

Para realizar un correcto abonado en la plantación se utilizarán productos que cumplan la normativa vigente en ese momento para fertilización ecológica. Los productos utilizados serán similares al que se describe a continuación en la figura 16.

Denominación tipo: Abono orgánico NPK 5-5-10 con fosfato de roca.

**Contenido declarado**

	P/P
Nitrógeno (N) total	5%
Nitrógeno (N) orgánico	4.5%
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) total	5%
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble en citrato amónico neutro y agua	3%
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble únicamente en ácidos minerales	2%
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua	10%
Carbono (C) orgánico	20%
Ácidos húmicos	4.5%

**Otras características de la composición**

	P/P
Aminoácidos libres procedentes de proteína animal hidrolizada	3%

Producto utilizable en Agricultura Ecológica conforme al Reglamento/Norma vigente sobre producción y etiquetado de fertilizantes, enmiendas y sustratos de cultivo.

**Certificaciones ecológicas**



**Dosis y modo de empleo**

Utilizable en todo tipo de cultivos.

Se recomienda aplicar el producto antes de las últimas labores de preparación del terreno, antes de la siembra o plantación. También se puede aplicar localizado cerca de la zona de desarrollo radicular. Dosis de aplicación según demanda nutricional del cultivo y objetivo de UF a aplicar de fondo.

Figura 16. Ejemplo de abono con certificación ecológica. Fuente: Fertinagro Biotech

### 3.3. Control de plagas y enfermedades

La agricultura actual con el avance de los monocultivos a gran escala ha provocado varios problemas en cuanto a enfermedades y plagas resistentes y especializadas (Brechelt, 2004).

Según Almacellas Gort y Marín Sánchez (2011), el sistema cada vez más intensivo y productivo en el cultivo del almendro hace que crezca la preocupación por algunas enfermedades y plagas en el almendro, cuyo manejo es crucial para conseguir una buena cosecha final.

Felipe *et. al.* (2017) describen las principales plagas y enfermedades del almendro en las siguientes:

#### 3.3.1. Plagas

##### Falso Tigre (Monosteira unicostata Mulsant & Rey)

Se trata de un chinche de 2,5mm de largo y 0,8mm de ancho. Son de color amarillento con franjas transversales más oscuras.

-Síntomas: Los daños más importantes se producen en verano. Se produce un mosaico amarillo blanquecino en el haz de las hojas. Provoca un debilitamiento del árbol, pérdida de hojas y disminución de la cosecha.

-Control: Reducir la fertilización nitrogenada y realizar podas que reduzcan el volumen de copa y favorezca la ventilación.

#### Mosquito verde (*Asymmetrasca decedens* Paoli)

Esta plaga ataca muy frecuentemente a árboles en producción y especialmente a árboles jóvenes. Tienen un tamaño de 3,5mm y son de color verde fosforescente, aunque también pueden ser amarillentos.

-Síntomas: Los daños más importantes se producen en los meses de verano. Ataca a las hojas tiernas provocando el decaimiento de la vegetación y aparición de enrojecimiento en los brotes.

-Control: En plantaciones jóvenes se debe intervenir cuando se vean los primeros síntomas de enrollamiento de hojas. Se debe evitar el exceso de vigor, controlando el abono nitrogenado y regulando con la poda.

#### Pulgones verdes (*Myzus persicae* Sulz y *Myzus varians* Davidson)

Los adultos tienen una longitud de 2mm y su color varía del verde al amarillo. Este tipo de pulgones producen cera, sustancia que atrae a las hormigas de forma que la presencia de hormigas es un buen indicativo de la existencia de esta plaga.

-Síntomas: Los pulgones suelen localizarse en el envés de la hoja. Pueden provocar el aborto de flores y el abarquillamiento y enrollado de hojas.

-Control: Existen algunos enemigos naturales como las mariquitas, *Coccinella septempunctata*, que devora tanto larvas como adultos. Se consigue una buena eficacia con intervenciones tempranas.



*Figura 17 Daños por Pulgón Verde Fuente: (Almacellas Gort & Marín Sánchez, 2011)*

#### Avispilla del almendro (*Eurytoma amygdali* Enderlein)

Se trata de una plaga muy reciente en España, localizada por primera vez en 2010 en Albacete, que llegó a Zaragoza en 2015. Los adultos son de color negro y de vida muy breve, miden 4-6mm. Las hembras miden 78mm.

-Síntomas: Presencia de frutos vacíos, sin pepita. Para distinguirlos de los frutos no cuajados hay que abrir la cáscara y observar la oruga dentro.

-Control: Se colocan trampas en febrero-marzo con frutos infectados. Estos frutos se recogen en el momento de colocar la trampa. Las trampas se colocan en los árboles en zonas sombreadas y se controla la aparición de adultos.

#### Gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis* L.)

Esta plaga afecta principalmente a árboles en seco, en condiciones de poca agua y terrenos arenosos. Los adultos machos son de 15-20mm y las hembras de 20-30mm, de color negro mate.

-Síntomas: Debilitamiento general del árbol, disminución de la producción, defoliación e incluso la muerte del árbol.

-Control: Detección precoz del problema, mediante la presencia de adultos sin esperar a observar los primeros daños en los árboles. El uso de patrones resistentes puede paliar los efectos de esta plaga.

### **3.3.2. Enfermedades**

#### **Enfermedades de las raíces: nemátodos**

##### Agallas de los nemátodos agalladores causado por *Meloidogyne* spp.

Se trata de endoparásitos que tienen forma cilíndrica, con un tamaño aproximado de 1mm. Viven en el suelo y forman nódulos en las raíces.

-Síntomas: Los daños son variables según el nivel de infección en las raíces. Producen decaimiento del árbol, disminución del vigor, seca de ramas y menor tamaño de los frutos.

-Control: Se debe realizar un análisis de suelo para determinar la presencia de nemátodos agalladores en terrenos donde previamente hubiese una plantación. En ese caso se debe elegir un patrón resistente a nemátodos.

## **Enfermedades de cuello o corona: bacterias**

### Agallas o tumores causados por *Agrobacterium* spp. (syn. *Rhizobium* spp.)

Se trata de un patógeno que puede sobrevivir en el suelo durante varios años de forma saprofítica. Para que se produzca la infección la bacteria tiene que penetrar en el árbol a través de heridas.

-Síntomas: Formación de tumores en cuello y raíz que dificulta la circulación de savia que provoca un debilitamiento del árbol que puede llegar a la muerte.

-Control: Se debe inspeccionar que las plantas provenientes del vivero no tienen este tipo de tumores. Desechar las plantas que los tengan.

## **Enfermedades de brotes y ramas: bacterias.**

### Chamuscado del almendro causado por *Xylella fastidiosa* Wells et al.

Esta considerada como un organismo nocivo de cuarentena en la Unión Europea. Se trata de una bacteria sistémica que tiene un gran rango de huéspedes.

-Síntomas: Son fácilmente confundibles con factores abióticos, como falta de agua o salinidad, por lo que resulta imprescindible realizar un análisis de laboratorio para realizar un diagnóstico fiable. Causa marchitamiento, secado de hojas e incluso la muerte del árbol.

-Control: El principal método de control es la prevención, extremando las precauciones en el comercio de material vegetal.

### Mancha bacteriana del almendro causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Smith) Vauterin et al.

Esta considerada como un organismo nocivo de cuarentena en la Unión Europea. En España fue detectada por primera vez en almendro en 2006.

-Síntomas: Se pueden confundir con fitotoxicidad y granizo. Produce manchas poligonales y amarillas que empiezan en la punta de las hojas. En el fruto, después de la caída de pétalos aparecen manchas rodeadas de un halo amarillo, que se necrosan.

-Control: Aplicaciones con productos cúpricos y azufre, ejercen un buen efecto de control.

## **Enfermedades del tronco**

### Chancro de la espuma (Foamy canker)

En España se detectó por primera vez en 2012, estando actualmente bastante extendida por las plantaciones de almendro afectando a diferentes variedades.



-Síntomas: El tronco se resquebraja y desprende gran cantidad de goma de color rojiza que desciende por el suelo hasta formar un charco en el suelo. La enfermedad comienza por la cruz y después desciende hasta el punto de injerto.

-Control: Se desconocen tratamientos químicos para combatir esta enfermedad.

### **Enfermedades de raíz-corona-cuello: hongos-micosis radicales**

#### Podredumbre de raíces causada por *Armillaria mellea* (Vahl) P.Kumm

Puede permanecer en el suelo durante mucho tiempo en los restos vegetales leñosos. Forma rizomorfos en el suelo y son los encargados de extender la enfermedad infectando a otros árboles contiguos. Se produce con mucha más facilidad en lugares donde se encharca el agua.

-Síntomas: Los síntomas en la parte aérea de los árboles no son específicos de esta enfermedad, ya que producen debilitamiento general y pérdida de cosecha hasta su muerte. En las raíces se produce un ennegrecimiento, que deriva en podredumbre.

-Control: Se deben evitar las plantaciones en lugares donde se encharca el agua con facilidad. Antes de realizar la plantación si ya había anteriormente plantas afectadas, se debe retrasar la nueva plantación una serie de años en los que se realizaran labores profundas y se retiren todos los restos de raíces de la plantación anterior.

#### Podredumbre de cuello y raíces tróficas causada por *phytophthora* spp.

Es capaz de permanecer en el suelo de forma saprofita sobre sustratos orgánicos. Suele penetrar en el huésped a través de heridas y aberturas naturales.

-Síntomas: Dependen del nivel de afección. Se va pudriendo y degradando progresivamente la corteza. Debilitamiento general, marchitamiento, caída de hojas, colapso y muerte.

-Control: Aplicando medidas culturales y de prevención.

### **Enfermedades de hojas flor y fruto: hongos-micosis aéreas**

#### Moniliosis o momificado causada por *Monilia* spp.

Esta uniformemente distribuida en todas las plantaciones nacionales.

-Síntomas: Aparecen en las flores, fruto, hojas y brotes. Las flores son atacadas ya en la antesis y son destruidas. En las ramas se presentan chancros. Los frutos son momificados, que son fuentes de inóculo para futuras infecciones.

-Control: Hay que proteger la plantación desde la floración. Los fungicidas deben ser aplicados antes o inmediatamente después de periodos de lluvias con temperaturas entre 4°C y 25°C. La retirada de frutos momificados y la quema de brotes infectados reducen el nivel de inóculo.

Cribado o Perdigonado causada por *Stigmina carpophila* (Lév.) M.B.Ellis (=Wilsonomyces-carpophilus)(=Thyrastroma-carpophilum).

Se encuentra presente en todas las regiones frutícolas del país. Suele aparecer en ataques conjuntos con *Monilia* spp.

-Síntomas: Pequeñas manchas rojizas sobre hojas, frutos y ramas, que acaban necrosándose. En las hojas se provocan unas típicas perforaciones al desprenderse el tejido necrosado del resto del tejido.

-Control: Utilización de variedades que no sean sensibles a esta enfermedad. Se debe llevar un control visual durante el periodo vegetativo.

Mancha ocre causada por *Polystigma ochraceum* (Wahlenb.) Sacc.(=Polystigma fulvum DC.)

Esta muy extendida por toda la cuenca mediterránea.

-Síntomas: En las hojas de los almendros se observan manchas pardo-amarillentas que posteriormente adquieren una tonalidad ocre anaranjada intensa.

Disminuye la capacidad fotosintética de la planta. Se producen defoliaciones anticipadas, pero no llegan a producir daños económicos importantes.

-Control: La sensibilidad de la enfermedad es diferente en función de la variedad cultivada. Se deben valorar las condiciones climáticas y el historial de la parcela para realizar los tratamientos.

### **3.3.3. Estrategia de control de plagas y enfermedades**

Para llevar a cabo una estrategia en el control de plagas y enfermedades que hemos descrito se ha de seguir la Guía de Gestión Integrada de Plagas que elabora el ministerio de Agricultura. Según Felipe et al. (2017), el Control Integrado de Plagas (CIP), es una estrategia respetuosa con el medio ambiente para la protección de la plantación, en la cuál se combinan dos o más métodos de control de plagas para obtener el máximo beneficio.

Según Martín Gil et al., (2015), para la aplicación de la Gestión Integrada de Plagas y Enfermedades deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones generales:

1. Se antepondrán los métodos biológicos, biotecnológicos, culturales y físicos a los métodos químicos.
2. La evolución del riesgo de cada plaga se realizará en cada parcela sobre la que hay que decidir una actuación y consistirá en la evaluación de los niveles poblacionales, su estado de desarrollo, presencia de fauna útil, fenología del cultivo y condiciones climáticas.
3. La aplicación de medidas directas de control de plagas solo se efectuará cuando los niveles poblacionales superen los umbrales de intervención, salvo en los casos de intervenciones preventivas, las cuales deberán ser justificadas, en cualquier caso.
4. En caso de resultar necesaria una intervención con productos químicos, las materias activas se seleccionarán siguiendo el criterio de elegir aquellas que proporcionen un control efectivo y sean lo más compatibles posible con los organismos no objetos de control.
5. La aplicación de productos químicos se efectuará de acuerdo a sistemas de predicción y evaluación de riesgos, mediante las dosis, número y momento de la aplicación autorizadas, tal y como se refleja en la etiqueta de cada producto.
6. Se conservará un listado actualizado de todas las materias activas que son utilizadas para cada cultivo y en cada parcela y/o recinto SIGPAC.
7. Se deberá cumplir los plazos de seguridad, para minimizar la presencia de residuos.
8. Se deberá realizar un triple enjuagado de los productos fitosanitarios. El agua de enjuagado se añadirá al tanque de aplicación
9. En el caso de que quede líquido en el tanque por exceso de mezcla, estos deben aplicarse sobre el cultivo, siempre que no se supere la cantidad de materia activa permitida por hectárea. No obstante, siempre se dará preferencia a la eliminación de estos restos mediante instalaciones o dispositivos preparados para eliminar o degradar residuos de productos fitosanitarios, según lo dispuesto en el artículo 39 del Real Decreto 1311/2012. En el caso de no poder cumplir con esta exigencia, se deberán gestionar por un gestor de residuos debidamente autorizado.
10. Los fitosanitarios caducados solamente pueden gestionarse mediante un gestor de residuos autorizado. Los envases vacíos deben entregarse a los puntos de recogida del sistema colectivo que los ampara o al punto de venta, previamente enjuagados tres veces cuando se trate de productos líquidos.

11. La maquinaria utilizada en los tratamientos fitosanitarios se someterá a revisión y calibrado periódico todos los años por el titular, así como a las revisiones oficiales establecidas en las disposiciones vigentes en la materia.
12. Los volúmenes máximos de caldo y caudal de aire en los tratamientos fitosanitarios se ajustarán a los parámetros precisos, teniendo en cuenta el estado fenológico del cultivo para obtener la máxima eficacia con la menor dosis.
13. Con objeto de reducir la contaminación de los cursos de agua se recomienda establecer y mantener márgenes con cubierta vegetal a lo largo de los cursos de agua/canales.
14. Con objeto de favorecer la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas (reservorios de fauna auxiliar) se recomienda establecer áreas no cultivadas en las proximidades a las parcelas de cultivo.
15. Practicas prohibidas
  - I. Utilización de calendarios de tratamientos, al margen de las intervenciones preventivas debidamente justificadas.
  - II. Abandonar el control fitosanitario antes de la finalización del ciclo vegetativo del cultivo.
  - III. El vertido, en el agua y en zonas muy próximas a ella, de líquidos procedentes de la limpieza de la maquinaria de tratamiento.
  - IV. Aplicar productos fitosanitarios en condiciones meteorológicas desfavorables.

En el caso de la plantación objeto de estudio se deberán utilizar las materias activas autorizadas en producción ecológica según la Norma UNE 315500:2017 Insumos utilizables en la producción vegetal ecológica.

### **3.4. Manejo del suelo**

Para realizar un correcto manejo del suelo debemos estudiar el Plan Estratégico de la Política Agraria Común (PEPAC) 2023-2027. En este documento se recogen las intervenciones o medidas con las que se pretenden alcanzar los objetivos de la PAC. Según este documento, no se podrá practicar el laboreo en dirección perpendicular a la pendiente, cuando la pendiente media de la parcela sea igual o mayor del 10%. Además en este plan, se premia económicamente a través de los eco-regímenes el mantenimiento de cubiertas vegetales en las plantaciones frutales. Por ello para poder acogernos a estas ayudas, se mantendrá una cubierta vegetal que crezca espontáneamente. Para ello se realizarán diferentes pasadas con

un rulo liso al que se acoplan pletinas perpendiculares que, al girar, realizan cortes en las plantas e imposibilitan el flujo de sabia, lo que hace que se sequen.



*Figura 18. Manejo del suelo mediante rulo*

Según Felipe *et al.* (2017) los efectos favorables y desfavorables de las cubiertas vegetales sobre las plantaciones son los siguientes:

#### Efectos favorables

- Disminuye la erosión al estar el suelo cubierto
- Mejora la sustentación
- Reduce la compactación del suelo
- Aumenta el contenido de materia orgánica
- Aumenta la actividad biológica
- Menor lixiviación de nitratos
- Desarrollo más superficial del sistema radicular, lo que conlleva una mejor nutrición de las plantas.
- Favorece la penetración del fósforo y potasio en profundidad.
- Limita el vigor.
- Aumenta la eficacia de los tratamientos

### Efectos desfavorables

- Favorece el desarrollo de algunas malas hierbas
- Favorece el desarrollo de plagas y enfermedades
- En periodos secos incrementa el déficit hídrico
- Reducción del volumen explorable por el sistema radicular
- Limita el vigor como consecuencia de la competencia por el agua y nitrógeno
- Favorece las heladas primaverales
- Presencia de parásitos

Según Felipe *et al.* (2017) una cubierta vegetal permanente puede utilizar un amplio rango de especies, siendo las más populares los tréboles y el centeno. Para mantener la cubierta vegetal se realizará la siega de la misma durante la primavera y el verano, coincidiendo con los periodos de mayor competencia con la plantación frutal. Para el mantenimiento de las malas hierbas en la línea donde se ubican los árboles, se aplicará herbicida no selectivo para eliminar la totalidad de las hierbas presentes y herbicida residual, que se aplica al suelo para crear una película que evita que las malas hierbas germinen.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

1. Acerete, E. (1948). Plantación de frutales. *Estación Experimental de Aula Dei*.
2. Almacellas Gort, J., & Marín Sanchez, J. P. (2011). Control de plagas y enfermedades en el cultivo del almendro. *Vida Rural*.
3. Brechelt, A. (2004). El Manejo Ecológico de Plagas y Enfermedades. *Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA)*, 1.
4. Cambra Ruiz de Velasco, M., & Cambra Ruiz de Velasco, R. (2004). *Diseños de plantación y formación de árboles frutales* [Consejo superior de investigaciones científicas].
5. De Casas Flores, R. (2014). *Preparación del terreno para instalación de infraestructuras y plantación de frutales*. Ediciones Paraninfo.
6. Felipe, A. J., Rius, X., & Rubio-Cabetas, M. J. (2017). *El cultivo del almendro. El almendro II*.
7. García Andrés, R. (2018). *Plantación de almendros en maceta*. [www.todoalmendro.es](http://www.todoalmendro.es).
8. Guerra Mallo, A., & Guerra Sánchez, M. (2009). Evolución de la fruticultura y poda de los árboles frutales. *Centros de Formación Agraria de Castilla y León*.
9. López, M. (2021). *Poda del almendro en seto*. [www.agromillora.com](http://www.agromillora.com). Recuperado 14 de diciembre de 2023, de <https://www.agromillora.com/olint/poda-del-almendro-en-seto/>
10. López Romero, D., & Casanova Pérez, E. J. (2006). Poda y sistemas de formación en los frutales de hueso. *Centro Integrado de Formación y Experiencias Agrarias de Jumilla*.
11. Malvicini, G. L., & Gómez, L. A. (2011). Nociones sobre la poda de árboles frutales caducifolios. *Grupo de Investigación En Frutales del Trópico Alto Andino*.
12. Martín Gil, Á., Arribas Carrasco, G., & Barrios Sanromá, G. (2015). Guía de la gestión integrada de plagas. Almendro. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*.
13. Ojer, M., Reginato, G., Vallejos, F., & Boulet, A. (2014). Poda de formación y producción. *Producción de Duraznos Para Industria*.
14. Urbina Vallejo, V. (2015). Establecimiento de una plantación frutal. *Monografías de Fruticultura*, 10.
15. Urbina Vallejo, V. (2017). Poda y formación de los frutales. *Monografías de Fruticultura*, 11.

**ANEJO 6**

**ANÁLISIS ECONÓMICO**



## **INDICE**

1. NINTRODUCCIÓN
2. COBROS ORDINARIOS
  - 2.1. Venta de cosecha
  - 2.2. Ayudas PAC
3. PAGOS
  - 3.1. Pago de inversión: Adquisición de maquinaria y construcción de nave
  - 3.2. Pago de inversión: Coste de reacondicionar la parcela
  - 3.3. Pago de inversión: Coste de plantación y coste derivado del manejo
  - 3.4. Pagos ordinarios anuales: Labores y materias primas
  - 3.5. Pagos ordinarios anuales: Seguro Agrario
  - 3.6. Pagos ordinarios anuales: Canon para Agricultura Ecológica
4. Resultados del Análisis de Inversión

## **1 INTRODUCCIÓN**

Después de haber realizado todo diseño de la plantación, así como el reacondicionamiento del terreno, es necesario analizar la viabilidad de la plantación, que es un factor determinante a la hora de cumplir el principal objetivo del proyecto: poner en cultivo terrenos abandonados para añadir alternativas laborales a una zona despoblada.

Para ello en este anejo se realizará un análisis de ingresos y gastos de la plantación de almendros, obteniendo de esta manera los beneficios.

Para poder llevar a cabo la plantación será necesaria la adquisición de la maquinaria apropiada para llevar a cabo el manejo de la finca, así como la construcción de una nave para guardar maquinaria y poder secar y almacenar la almendra recolectada.

Se estima que la vida útil de la plantación será de 18 años, por lo que el estudio de viabilidad será con dicho horizonte temporal. Como se ha comentado en el anejo anterior, los tres primeros años se consideran de formación, y la cosecha será reducida y a partir del año 4, se considera plena producción.

### **1. COBROS ORDINARIOS**

#### **1.1. Venta de la cosecha**

En este apartado se considera la venta de toda la producción a un precio medio de mercado. Para establecer un precio medio de mercado se establece el precio medio de los últimos 3 años en la Lonja de Reus. Esta lonja es una de las más influyentes de España, ya que la transformación de sus precios puede desencadenar de una manera directa en el valor que reciben los agricultores por la almendra en las diferentes lonjas de España.

Fecha	Precio Almendra Ecológica (€/tn)
05/2024	4,90
12/2023	4,95
11/2023	4,95
10/2023	4,95
09/2023	5,50
07/2023	5,70
06/2023	5,70
05/2023	5,70
04/2023	5,70
03/2023	5,70
02/2023	5,65
01/2023	5,65
12/2022	5,90
11/2022	6,05
10/2022	6,75
09/2022	7,35
08/2022	7,25
07/2022	7,30
06/2022	7,30
05/2022	7,30
04/2022	7,30
03/2022	7,45
02/2022	7,65
01/2022	7,90
12/2021	7,90
11/2021	8,25
10/2021	8,50
09/2021	8,30
08/2021	8,50
07/2021	8,35
06/2021	7,75
MEDIA	6,47

Tabla 1. Precio medio de la almendra en pepita según la Lonja de Reus.

El precio medio de venta de la producción de almendra ecológica será de 6,47€/tonelada de pepita según la tabla 1. Considerando un rendimiento medio de un 30% en secano para las variedades elegidas para la plantación, obtenemos un precio de almendra con cáscara de 1,94 €/tn.

Teniendo en cuenta las características de floración tardía de las variedades ‘Mardía’ y ‘Vialfas’, no se esperan heladas significativas después de la floración que mermen considerablemente la producción, por tanto, se considera una producción media anual de 1200 kg/ha de almendra en cáscara.

Los ingresos obtenidos provenientes de la venta de producto se resumen en la tabla 2.

Año	Producción (kg/ha de almendra en cáscara)	Precio (€/kg de almendra en cáscara)	Importe total (€) para 29,4 ha
1	0	1,94	0
2	200	1,94	11.407
3	400	1,94	22.814
4	600	1,94	34.222
5	900	1,94	51.332
6 y siguientes	1.200	1,94	68.443

Tabla 2. Ingresos provenientes de la venta de almendra. Fuente: Elaboración propia.

### 1.2. Ayudas PAC

Para poder determinar la ayuda total proveniente de la PAC, en primer lugar debemos atender al Plan Estratégico de la Política Agraria Común (PEPAC) para el periodo 2023-2027.

Según este documento las condiciones para recibir ayudas directas son las siguientes:

- Solo pueden recibir ayudas directas quienes realicen una actividad agraria y cumplan con la definición de agricultor profesional. Para cumplir con la definición de agricultor profesional se debe cumplir una de las siguientes condiciones
  - Esté afiliado a la Seguridad Agraria por cuenta propia
  - Al menos el 25% de sus ingresos totales procedan de la actividad agraria
  - El importe de ayudas directas que reciban sea menor o igual a 5000€ anuales.
- Las personas beneficiarias de estas ayudas deben cumplir unas normas y buenas prácticas en materia de clima y medio ambiente, salud pública, fitosanidad y

bienestar de los animales. Si no lo hacen, los pagos disminuyen o se suspenden por completo. Estas normas se denominan condicionalidad. En la PAC 2023-2027 se reforzará su ambición medioambiental y climática. Para el caso de nuestra explotación las Buenas Condiciones Agrarias y Medio Ambientales que se deberán cumplir son las siguientes:

- BCAM 2: Protección de humedales y turberas
- BCAM 3: Prohibición de quemas de rastrojos, excepto por razones fitosanitarias.
- BCAM 4: Creación de franjas de protección en los márgenes de los ríos.
- BCAM 5: Gestión de la labranza, reduciendo el riesgo de degradación y erosión del suelo, lo que incluye tener en cuenta la inclinación de la pendiente.
- BCAM 6: Cobertura mínima del suelo en los periodos más sensibles
- BCAM 8: Mantenimiento de los elementos del paisaje y prohibición de cortar setos y árboles durante la época de reproducción de crías y aves.
- BCAM 10: Fertilización sostenible.

- A partir de 2024 se comprobará el cumplimiento de la legislación laboral para la percepción de las ayudas de la PAC, lo que se denomina condicionalidad social.

En la Figura 1, se desglosa el presupuesto de las ayudas directas de la PAC:

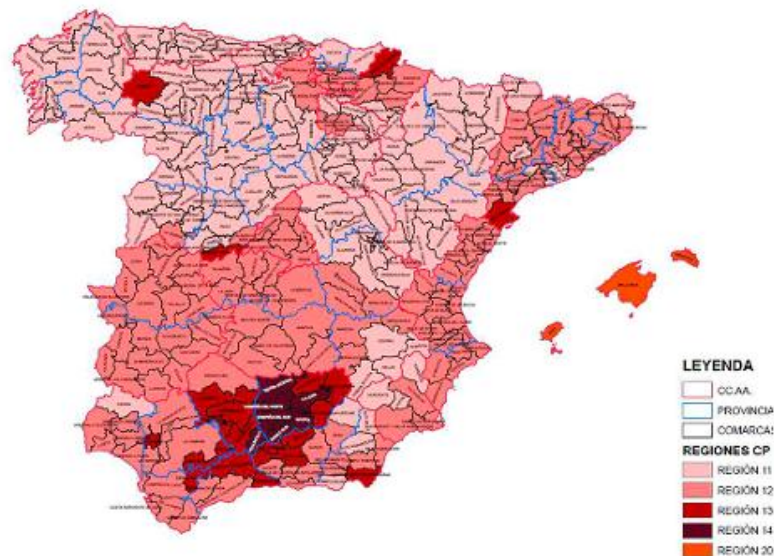


Figura 1. Distribución del presupuesto de las ayudas directas de la PAC. Fuente: PEPAC 2023-2027

#### 1.2.1. Ayuda Básica a la Renta para la Sostenibilidad (ABRS)

España reparte la ayuda básica a la renta de manera diferenciada por Regiones Agrarias (Figura 2). Para el caso de la explotación objeto de este proyecto, se encuentra en la región 11.

#### → CULTIVOS PERMANENTES



*Figura 2. Gráfico de regionalización para las tierras de cultivo de secano. Fuente: Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación*

#### 1.2.2. Pago Redistributivo

El Pago Redistributivo (PR) es un pago complementario a la Ayuda Básica a la Renta para la Sostenibilidad y se concede a las primeras hectáreas de todas las explotaciones.

#### 1.2.3. Eco-Regímenes

Los Eco-Regímenes remunerarán a las explotaciones que llevan a cabo prácticas agrícolas o ganaderas beneficiosas para el clima y el medio ambiente mediante compromisos anuales voluntarios. Estos compromisos vienen detallados en la figura 3.

Temática	Objetivo principal	Prácticas	Tipos de superficie
Agricultura baja en carbono	Mejorar la estructura de los suelos, reducir la erosión y la desertificación, aumentar el contenido en carbono de los mismos y reducir las emisiones.	Pastoreo extensivo (P1).	Pastos permanentes y pastizales
		Siembra directa (P4)	Tierras de cultivo
		Cubierta vegetal espontánea o sembrada (P6)	Cultivos leñosos
		Cubierta inerte (P7)	Cultivos leñosos
Agroecología	Favorecer la biodiversidad asociada a espacios agrarios, los paisajes y la conservación y la calidad de los recursos naturales, agua y suelo	Islas de biodiversidad o siega sostenible (P2)	Pastos permanentes y pastizales
		Rotación de cultivos con especies mejorantes (P3)	Tierras de cultivo
		Establecimiento de espacios de biodiversidad o gestión de lámina de la agua (P5)	Tierras de cultivo y cultivos permanentes incluidos los cultivos leñosos

Figura 3. Eco-Regímenes voluntarios. Fuente: PEPAC 2023-2027

#### 1.2.4. Ayudas asociadas

Las ayudas asociadas se conceden por la realización de un determinado cultivo o por el mantenimiento de un determinado tipo de ganado. En el caso del cultivo del almendro para poder acceder a esta ayuda, la superficie debe tener una pendiente superior al 10% o teniendo una pendiente inferior ubicarse en una comarca con una pluviometría anual media a 10 años < 300 mm. Además, se debe tener una densidad mínima de 80 almendros por hectárea.

En el caso de nuestra plantación la pendiente media de las tres parcelas es superior al 10%, además la densidad de plantación será superior a 80 árboles/ha. En definitiva, se podrá solicitar esta ayuda, considerándose un ingreso.

Atendiendo al PEPAC 2023-2027, se consideran los siguientes ingresos:

- Ayuda Básica a la Renta para la Sostenibilidad: Según el valor medio regional se establece en 130,58 €/ha.
- Ayuda redistributiva: Se establece en 26,12 €/ha.
- Ayuda Asociada: 64 €/ha
- Eco-régimen: Como se ha comentado en el apartado de manejo, la plantación se va a mantener sin laboreo, por tanto, se puede acoger al eco-régimen de

Agricultura de carbono: Cubiertas vegetales y cubiertas inertes en cultivos leñosos. A esta práctica le corresponde una ayuda de 190,17€/ha.

Por tanto, el importe total de la ayuda es el siguiente

$$\text{Ayuda PAC} = 130,58 + 26,12 + 64 + 190,17 = 410,87 \text{ €/ha}$$

Lo que hace un total de **12079,57 €** cada año.

### 1.3. Ingresos totales

En la siguiente tabla 3, podemos observar los ingresos totales que se irán obteniendo en la explotación hasta la entrada en producción, a partir de entonces se consideran estables.

Año	Cosecha(€/año)	PAC (€/año)	Total explotación
<b>1</b>	0	12.079	<b>12.079</b>
<b>2</b>	11.407	12.079	<b>23.486</b>
<b>3</b>	22.814	12.079	<b>34.893</b>
<b>4</b>	34.221	12.079	<b>46.300</b>
<b>5</b>	51.332	12.079	<b>63.411</b>
<b>6 y siguientes</b>	68.443	12.079	<b>80.522</b>

*Tabla 3. Ingresos totales de la explotación. Fuente: Elaboración propia*

## 2. PAGOS

Para el capítulo de costes en la explotación en primer lugar se debe tener en cuenta que será necesario tanto la adquisición de la maquinaria para realizar las labores que se pueden mecanizar en la plantación como la construcción de una nave que sirva para guardar la maquinaria y almacenar la producción.



## 2.1 Pago de inversión: Adquisición de maquinaria y construcción de nave

Para el manejo de la plantación la maquinaria que será necesario adquirir es:

- Tractor de 100 C.V.
- Recolector de almendras
- Atomizador de 1500 litros
- Abonadora 1000kg con localizador.
- Campana delantera para aplicación de herbicida con cuba de 500 litros.

El coste total de la adquisición de esta maquinaria se detalla en la tabla 4, con precios de catálogo de diferentes casas comerciales.

MAQUINARIA	PVP (€)
Tractor 100 cv	80.000
Recolector	27.000
Rulo	2.500
Atomizador 1.500 litros	12.000
Abonadora	4.000
Total	125.500€

*Tabla 4. Coste total de la adquisición de la maquinaria necesaria en la explotación (precios sin IVA). Fuente: Elaboración propia.*

Dado que la inversión se analiza a 18 años, se considera que no será necesario renovar la maquinaria y los equipos en ese periodo.

Para la construcción de la nave se consideran necesarios 200m<sup>2</sup>, donde poder guardar la maquinaria y almacenar la almendra recolectada. El coste aproximado de una nave de estas características, según una empresa de construcción de la zona sería de 50000€, impuestos a parte.

## 2.2 Pago de inversión: Coste de reacondicionar la parcela

Para la ejecución de estas labores, se contratará a una empresa de servicios de la zona, que disponga de la maquinaria necesaria para realizarlas, no será necesario adquirirlo en la explotación pues solamente se utilizará una vez. Los costes de estas labores vienen determinados en la tabla 5.

Concepto	Horas de trabajo	Coste unitario	Total
Triturado	40 horas	20 €/hora	800
Subsolado	59 horas	60 €/ hora	3540
Despedregado	15 horas	30 €/hora	450
Volteo	45 horas	60 €/hora	2700
Desterronado	30 horas	40 €/hora	1200
Laboreo superficial	30 horas	40 €/hora	1200
Mano de obra	249 horas	10€/hora	2490
<b>Total</b>			<b>12380 €</b>

Tabla 5. Coste total de reacondicionar la parcela. Fuente: Elaboración propia.

## 2.3 Pago de inversión: Costes de plantación y costes derivados del manejo

Concepto	Unidades	Coste unitario	Total (€)
Planta	7614 plantas	4,80 €/planta	36547€
Maquina plantadora	4 h/ha	200 €/ha	6000
Mano de obra plantadores (3 operarios)	117.2 h	30€/hora	3516
Protectores	7614	0,15 €/ud	1142,1
Tutores	7614	0,25 €/ud	1903,5
Mano de obra protectores y tutores	3h/ha	10€/hora	879
<b>Total</b>			<b>49987,6</b>

Tabla 6. Coste de realizar la plantación. Fuente: Elaboración propia.

## 2.4 Pagos ordinarios anuales: Labores y materias primas

Concepto	Unidades	Coste Unitario	Coste total
Poda manual	60 horas	10€/hora	600 €
Mantenimiento del suelo			
Mano de obra	20 horas	10€/hora	200
Tractor	20 horas	40€/hora	800
Abono nitrogenado	0,24 kg/planta	0,65€/kg	1187,8
Mano de obra	7 horas	10€/hora	70
Tractor	7 horas	40€/hora	2800
Control integrado	5 tratamientos	106€/tratamiento	530
Mano de obra	20hrs/tratamiento	10€/hora	500
Tractor	20hrs/tratamiento	40€/hora	4000
Recolección con tractor	4hrs/ha	40€/hora	4688
Mano de obra	4hrs/ha	10€/hora	1172
<b>Total</b>			<b>12.948 €</b>

Tabla 7. Coste anual durante los tres primeros años de formación. Fuente: E. propia

Concepto	Unidades	Coste Unitario	Coste total
Poda manual	120 horas	10€/hora	1.200 €
Mantenimiento del suelo			
Mano de obra	20 horas	10€/hora	200
Tractor	20 horas	40€/hora	800
Abono nitrogenado	1,2 kg/planta	0,65€/kg	5938
Mano de obra	7 horas	10€/hora	70
Tractor	7 horas	40€/hora	2800
Control integrado	5 tratamientos	106€/tratamiento	530
Mano de obra	20hrs/tratamiento	10€/hora	500
Tractor	20hrs/tratamiento	40€/hora	4000
Recolección con tractor	6hrs/ha	40€/hora	7032
Mano de obra	6hrs/ha	10€/hora	1758
<b>Total</b>			<b>24.828 €</b>

Tabla 8. Coste anual desde el año 4 hasta el final de la plantación. Fuente: E. propia

## 2.5 Pagos ordinarios anuales: Seguro Agrario

Para el cultivo del almendro, Agroseguro nos permite asegurar un rendimiento garantizado, que tiene limitada la producción al histórico de cada agricultor que fija el MAPA en base a producciones entregadas a OPFH y producciones aseguradas históricamente. En caso de no disponer de esta producción individualizada se asignan rendimientos zonales para cada Comarca Agraria. A cada productor se le asigna una tarifa de riesgo individual, que depende del histórico de siniestros que se hayan producido en su explotación. En definitiva, el cálculo del coste por hectárea se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Coste} = \text{Producción asegurada} \times \text{precio almendra} \times \text{tarifa de riesgo}$$

Siendo

Producción asegurada: 1200kg/año

Precio almendra: 1,94€/kg

Tarifa de riesgo: 15%

Por tanto, se obtiene un Coste total de 349,2€/ha.

Debemos tener en cuenta que tanto la Comunidad Autónoma como la Entidad Nacional de Seguros Agrarios (ENESA), subvencionan una parte del Seguro Agrario se obtiene lo siguiente:

$$\text{Subvención ENESA} = \text{Coste} \times 55\%$$

$$\text{Subvención DGA} = \text{Subvención ENESA} \times 42\%$$

De estas formulas se obtiene que la subvención por parte de ENESA asciende a 192,04€/ha y la subvención de DGA a 80,65€/ha.

El coste total del Seguro Agrario es de 76,51€/ha, lo que en el total de la explotación asciende a **2241,74€** cada año.

## 2.6 Pagos ordinarios anuales: Canon para Agricultura Ecológica

La Agricultura Ecológica en Aragón se organiza a través del Comité Aragonés de Agricultura Ecológica que se creó en 1995. Este comité establece una cuota para el Registro de Operadores de Producción Ecológica y una tarifa para el Control y Certificación. Ambos son anuales, corresponden al año natural y es aplicable a todos los Operadores de Producción Vegetal.

### 2.6.1 Cuota para el Registro de Operadores de Producción Ecológica

$$Cuota = Alcance + Cuota\ variable$$

Siendo:

Alcance: 150€ el primer año y 75€ los sucesivos

Cuota variable: Se obtiene multiplicando las hectáreas inscritas por el importe indicado en la siguiente tabla 9:

Grupo de Cultivo	€/ha
Herbaceos de secano	1,99
Herbaceos de regadio	4,54
Hortícolas	12,13
Olivo	6,73
Vid	6,73
Frutales de secano	5,74
Frutales de regadio	12,9
Pastos y Bosques	0,24

Tabla 8. Importe unitario por cada grupo de cultivo. Fuente: [www.aragonecológico.com](http://www.aragonecológico.com)

Despejando se obtiene una cuota anual para el primer año de 318€ y 243€ para el resto de los años.

### 2.6.2 Tarifa para el Control y Certificación

$$Tarifa = Alcance + Tarifa\ variable$$

Siendo

Alcance: 200€ el primer año y 75€ los años sucesivos.

Tarifa variable: Se obtiene multiplicando las hectáreas inscritas por el importe indicado en la siguiente tabla 10:

Grupo de Cultivo	€/ha
Herbaceos de secano	2,54
Herbaceos de regadio	5,44
Hortícolas	14,56
Olivo	7,24
Vid	7,24
Frutales de secano	5,44
Frutales de regadío	10,87
Pastos y Bosques	0,24

*Tabla 9. Importe unitario por cada grupo de cultivo. Fuente: [www.aragonecologico.com](http://www.aragonecologico.com)*

Despejando se obtiene una cuota anual de 359€ el primer año y 234€ para el resto de los años.

En resumen, el canon que se tiene que pagar es de **677€ el primer año y 477€ el resto de los años.**

RESUMEN DE PAGOS

Pago de inversión		
	Tractor 100 cv	80.000
	Recolector	27.000
	Rulo	2.500
	Atomizador 1500 litros	12.000
	Abonadora	4.000
	Nave	50.000
	Reacondicionar	12.380
	Plantación	49.988
	TOTAL	237.868
Pagos ordinarios año 1		
	Labores y materias primas	12.948
	Seguro	0
	Cuotas agricultura ecológica	677
	TOTAL	13.625
Pagos ordinarios año 2 y 3		
	Labores y materias primas	12.948
	Seguro	2.242
	Cuotas agricultura ecológica	477
	TOTAL	15.667
Pagos ordinarios año 4-18		
	Labores y materias primas	24.828
	Seguro	2.242
	Cuotas agricultura ecológica	477
	TOTAL	27.547

Tabla 10. Resumen de pagos. Fuente: Elaboración propia.

### 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE INVERSIÓN

La cuantía necesaria para la puesta en marcha del proyecto asciende a 237868 €, Iva incluido.

Se considera una vida útil de la plantación de 18 años.

Para realizar la evaluación financiera se emplean los indicadores Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa de Rendimiento Interno (TIR) y Pay Back.

- El VAN (tasa de actualización 5%) = 217790 € >0
- El TIR= 12,31%
- Pay Back (tasa de actualización 5%) = 10 años

Una vez analizados los factores económicos, se puede determinar que el proyecto expuesto de plantación de almendros en Cubel es viable y rentable económicamente.

AÑO	COBRO ORDINARIO	PAGO ORDINARIO	PAGO INVERSION	FLUJO DE CAJA	
0			-237868	-237868	
1	12.079	13.625		-1.546	
2	23.486	15.667		7.819	
3	34.893	15.667		19.226	
4	46.300	27.547		18.753	
5	63.411	27.547		35.864	
6	80.522	27.547		52.975	
7	80.522	27.547		52.975	
8	80.522	27.547		52.975	
9	80.522	27.547		52.975	
10	80.522	27.547		52.975	Payback= 10
11	80.522	27.547		52.975	
12	80.522	27.547		52.975	
13	80.522	27.547		52.975	
14	80.522	27.547		52.975	
15	80.522	27.547		52.975	
16	80.522	27.547		52.975	
17	80.522	27.547		52.975	
18	80.522	27.547		52.975	

Tabla 11. Flujo de caja y Pay Back de la inversión. Fuente: Elaboración propia.



Resultados	
Tasa Actualización (r%)	5,00%
VAN	217.790,19 €
TIR	12,31%

Tabla 12. Resultados del Análisis de inversión. Fuente: Elaboración propia.

Dado que la inversión es rentable en las condiciones analizadas, si se solicitaran ayudas a la Modernización de Explotaciones Agrarias dentro del Segundo Pilar de la PAC (Orden AGA/220/2024, de 4 de marzo del Gobierno de Aragón), y dado que se contemplan para plantaciones y adquisición de maquinaria, la rentabilidad de la inversión aumentaría.

## BIBLIOGRAFIA

1. Letón Ruiz, M. (2022). *Pagos directos desacoplados a partir de 2023*. Fondo Español de Garantía Agraria.
2. Romero, C. (1980). *Normas prácticas para la evaluación financiera de proyectos de inversión en el sector agrario*.