

UNIVERSITAT JAUME I

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales



GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

**Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La
Sierra Engarcerán**

Alumna: Sara Leche Monfort

Director: Emma Fernández Crespo

Convocatoria: Julio 2017

INDICE

1. Memoria.....	3
2. Anejos a la Memoria.....	16
1. Informe agronómico.....	17
2. El Almendro.....	32
3. El Cultivo Ecológico del Almendro	71
4. Reglamento.....	134
5. Materia orgánica y suelo.....	142
6. Manejo de la finca.....	178
7. Evaluación financiera.....	186
3. Pliego de condiciones.....	198
4. Bibliografía.....	216
5. Presupuesto.....	222
6. Planos.....	230

1. MEMORIA

INDICE

1. Antecedentes.....	5
2. Objeto del proyecto.....	6
1. Situación actual.....	6
2. Justificación de la solución adoptada.....	7
3. Descripción de los elementos proyectados.....	8
4. Mantenimiento.....	11
1. Poda.....	11
2. Abonado.....	12
3. Prevención y control de plagas y enfermedades.....	12
5. Plan de obras.....	13
6. Presupuesto.....	13
7. Evaluación financiera.....	13

1. ANTECEDENTES

El presente proyecto de desarrolla a partir de una finca de almendros situada en la parcela 93 del polígono 14 del término municipal de La Sierra Engarcerán, que fue instalada en 1985 con el sistema de agricultura tradicional. En los planos adjuntos 1 y 2 se refleja la situación y el emplazamiento respectivamente.

Dicha finca cuenta con una superficie de 3874.80 m², dividida en tres bancales de 2355.21 m², 569.22 m² y 379.88 m². El primero de ellos está plantado con almendros de variedad Marcona con patrón híbrido de melocotonero x almendro, los otros dos restantes están actualmente vacíos. El proyecto se va a enfocar sobre la primera de estas tres parcelas.

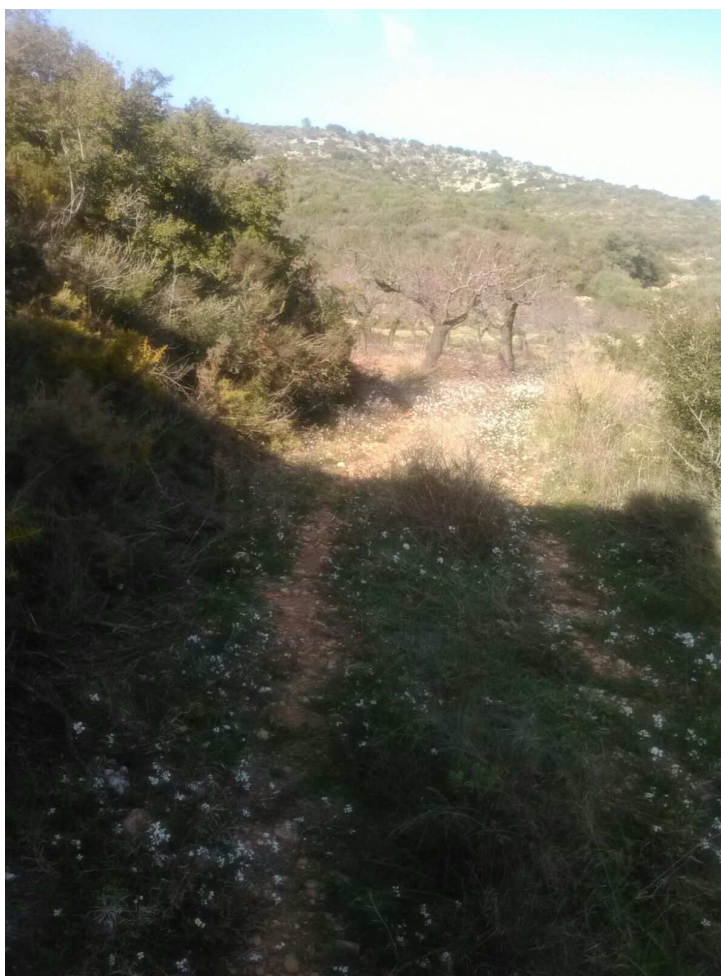


Imagen 1 : Acceso a la parcela. Fuente: Elaboración propia

En la actualidad toda la explotación se mantiene en secano. Se dispone de una balsa de recolección de agua de lluvia, a la que se puede acceder con cisterna, pero no es factible la instalación de un sistema de riego automatizado para la parcela, debido a la lejanía entre esta y la balsa.

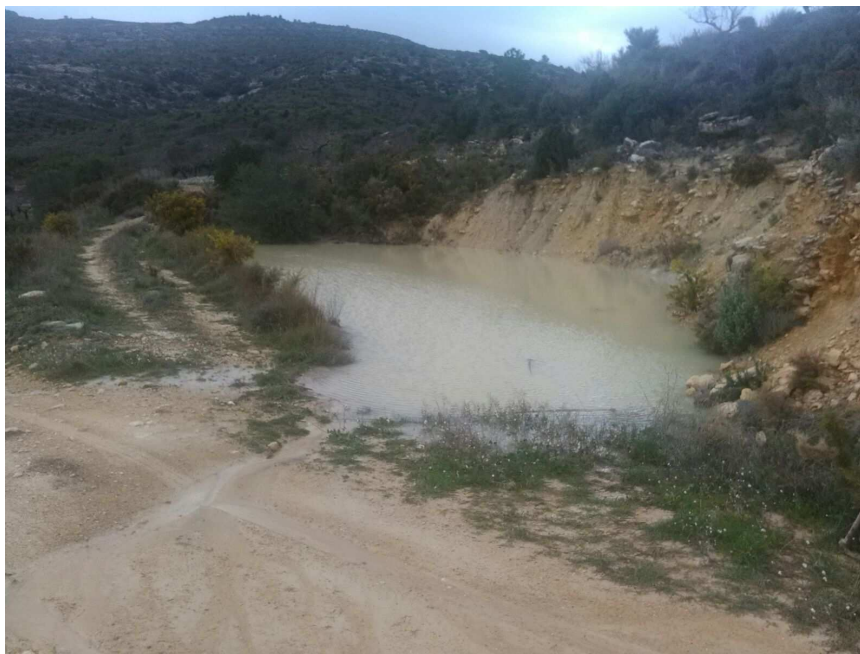


Imagen 2: Balsa de la finca. Fuente: Elaboración propia

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto consiste en la transformación de una finca de almendros cultivada en agricultura tradicional a agricultura ecológica. Se arrancará el arbolado existente con el fin de eliminar del suelo metales pesados, así como la plantación de los nuevos árboles y resolución de problemas de diseño, manejo y demás puntos que se explicarán más adelante en los anejos adjuntos a la memoria, propios de un proyecto de ingeniería como es éste, donde se tomará conocimiento de todos ellos y solucionarán, teniendo presente el sistema de cultivo ecológico.

2.1. Situación actual

La finca de almendros anteriormente mencionada y que incumbe al presente proyecto, presenta la problemática de la presencia de metales pesados en el suelo que hacen a la explotación inaceptable

para ser certificada como cultivo ecológico.

Así pues, se necesita plantear el futuro agrícola de la explotación, siendo este el momento idóneo para adoptar decisiones sobre su replantación, sistema de cultivo y demás cuestiones en lo que concierne a su manejo futuro.

2.2. Justificación de la solución adoptada

- Incrementar la calidad del fruto
- Incrementar la capacidad productiva
- Incrementar la tolerancia a condiciones adversas (heladas, sequía, enfermedades, etc.)
- Reducción de los costes del cultivo (formación y poda, control de enfermedades, etc.)

Se pretende incrementar la calidad del fruto mediante el cultivo ecológico, ya que los alimentos producidos en sistemas ecológicos tienen una mayor seguridad alimentaria, calidad biológica, nutricional y organoléptica, que los alimentos convencionales. (Dangour, A.D., Dodhia, S.K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K. & Uauy, R., 2009), (Baranski, M. et al., 2014), (STOA., 2016)

Estos autores concluyen que:

- Muchas sustancias agrotóxicas (fitosanitarios y fertilizantes) se acumulan en el organismo humano, que no es capaz de destruirlas eficientemente, provocando un efecto erosivo permanente e interfiriendo el normal metabolismo de procesos biológicos.
- Los alimentos producidos de manera ecológica tienen mayor contenido en vitaminas (C,A,E) y fenoles (un 20% más).
- Los alimentos producidos de manera ecológica tienen mayor contenido en antioxidantes (entre un 18 y un 69% más).
- Los alimentos de producción convencional tienen mayor contenido en metales como el cadmio (aproximadamente el doble).
- Se menciona que, estudios epidemiológicos sobre el efecto de agrotóxicos como insecticidas y pesticidas, concluyen en que el uso de estas sustancias tienen efectos negativos sobre el desarrollo de funciones cognitivas (atención, razonamiento, etc.) de los niños que las consumen.

- El cadmio es un metal tóxico que se acumula en las vísceras del cuerpo humano, provocando efectos nocivos sobre la salud como anomalías óseas y daño renal, entre otros.
- El cadmio también se acumula en los ecosistemas naturales (agua y suelo) de forma que puede ser absorbido por las plantas y animales que habitan el entorno contaminado. Además, este metal tóxico causa daños en los microorganismos y seres vivos beneficiosos del suelo.

Por otro lado, la finca presenta diferentes problemáticas que se van a solucionar a lo largo del proyecto. En primer lugar, en los últimos años las cosechas se han visto gravemente afectadas por las heladas tardías de primavera. Esto ha causado una grave merma de la producción y pérdida de la calidad del fruto. Como solución a este problema, se va a realizar un cambio de variedad de Marcona a Lauranne y Marta. Estas nuevas variedades son de floración tardía, lo que disminuye el riesgo de heladas y ofrece mejores condiciones para la polinización y el cuajado. Otra problemática que ha manifestado la parcela es una mala polinización, agravada por las bajas temperaturas de primavera, que dificultan la actividad de los insectos. La solución adoptada es escoger variedades autocompatibles, de manera que no exista problema ante la escasez de polinizadores.

Los árboles presentes en la parcela muestran baja capacidad productiva y envejecimiento, por lo que es necesaria la renovación de las plantas. Con la nueva plantación y cambio de variedad, se pretenden conseguir mejores cosechas, con frutos de mayor calidad y facilitar las labores de poda y mantenimiento.

Por último, en los últimos años se ha estado abonando la parcela con lodos provenientes de depuradoras (EDAR). El cultivo no ha reaccionado negativamente, pero los efectos de este abonado son difíciles de estimar debido a que las producciones se han visto gravemente afectadas por las heladas. Se debe asegurar previamente al inicio de la certificación, que el suelo está libre de metales pesados. Para ello se va a llevar a cabo una fitorremediación mediante plantas extractoras.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS PROYECTADOS

En primer lugar se realizará la preparación de la parcela, con el fin de establecer una nueva plantación. Se procederá al talado de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra, extracción de tocón y raíces con posterior relleno y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos y desechos.

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

A continuación se procederá a hacer labores en profundidad con un tractor de 120CV. Primero, se realizará el subsolado a una profundidad de 80 cm. Esta labor facilitará la penetración del agua y de las raíces del almendro a mayores profundidades. Después del subsolado y con el terreno húmedo se efectuará una labor de vertedera a 40 cm de profundidad.

Con esta labor se pretende romper la corteza rocosa, pues se forman profundos surcos paralelos que al rellenarse de tierra más fina facilitan la penetración del agua y de las raíces. Estas labores se llevarán a cabo al inicio de otoño, después de la cosecha, durante el mes de octubre y posteriores.

Una vez el terreno haya sido limpiado y arado, se procederá a la siembra a voleo de las plantas fitorrecuperadoras. Para la fitoextracción del suelo en el presente proyecto se han escogido tres distintas variedades de plantas en función de los metales que son capaces de acumular: *Vetiveria Zizanoides* (Cd, Pb, Zn, Cr), *Polygonum Punctatum* (Hg, Ni, Cu) y *Hordeum Vulgare* (Hg). Se han escogido estas plantas debido a que son cultivos anuales y rústicos, de modo que los cuidados a realizar sean mínimos (FAO). El hecho de que su ciclo vegetativo necesite un año de desarrollo va a hacer que el proceso de extracción sea más lento, pero el completo crecimiento de la planta va a permitir que los metales se acumulen en hojas, tallos y frutos (Millán et al., 2012). Una vez las plantas sembradas hayan completado su ciclo productivo, serán arrancadas y eliminadas para posteriormente volver a realizar otra plantación. Estos trabajos se repetirán hasta que el suelo quede limpio de metales pesados, para ello se realizarán análisis de suelo periódicos.

Durante los años en que la parcela estará vacía de cultivo, permanecerán en el suelo las plantas destinadas a acumular los metales pesados del suelo. Debido a que son plantas anuales, se sembrarán a voleo en Febrero. Si la pluviometría anual es muy escasa y se observan síntomas de sequedad, se realizará un riego manual con una aspersora nebulizadora de turbina. Antes de que comience la degradación de las plantas, se procederá al cosechado de las mismas por arranque y después se incinerarán los restos vegetales en un suelo inerte y alejado de la parcela.

Se estima que el período de fitorremediación tendrá una duración de 2 a 3 años, tiempo que se aprovechará para llevar a cabo una conversión vertical de toda la explotación: reducción gradual de los insumos químicos e introducción de métodos ecológicos de cultivo.

Una vez los análisis de suelo indiquen que este está libre de metales, se procederá a la plantación de los nuevos almendros. Se realizará una labor de arada a 20 centímetros de profundidad para igualar la

superficie del terreno. Estas operaciones se realizarán en invierno o a finales de otoño aprovechando el buen tempero dejado por las lluvias otoñales. Antes de la labor de vertedera se incorporará el abonado de fondo, con el fin de incorporarlo al suelo junto con el arado. Los abonos a aplicar serán un abono orgánico NPK de origen vegetal y animal proveniente de una granja de certificación ecológica: a base de estiércol tratado con microorganismos y enriquecido con microelementos (1999-2017 Agrotterra Tecnologías Agrarias S.L. de <http://www.agrotterra.com>). Se utilizará una dosis de 3750 kg/Ha, 900 kg para toda la parcela objeto de este proyecto.

La plantación del almendro no debe ser demasiado densa ya que para su correcto desarrollo este árbol necesita luz y cierta cantidad de agua. Siempre que la situación y estructura del terreno lo permitan, la plantación se hará a marco real, para facilitar la mecanización, tanto de las labores como de los tratamientos y recolección de la cosecha y la anchura entre líneas no deberá ser inferior a 6 metros. Se ha escogido un marco de plantación 6x6 (240 árboles/Ha; 57 árboles/2356 m²) en tresbolillo regular con la intención de favorecer la absorción de agua. Se realizará la plantación de dos variedades distintas, distribuidas en hileras alternas.

No se considera la adición de polinizadores, debido a que las variedades escogidas son Marta y Lauranne, ambas autofértiles.

Los almendros pueden pasar del vivero a su emplazamiento definitivo en cualquier momento del período invernal, desde la caída de la hoja hasta que empiece la brotación. Es mejor, sobre todo en zonas de baja pluviosidad, realizar el trasplante a principios de otoño. Después del periodo de lluvias empezará el reposo de la planta y, al no ser completo este reposo vegetativo, las raíces continuarán desarrollándose lentamente. El árbol recién trasplantado tendrá todo el invierno para arraigar, lo cual facilitará la pronta brotación de las nuevas plantas.

El pedido al vivero se efectuará con la debida antelación para que en este se pueda proceder a la selección del lote con las debidas garantías. La planta deberá presentar condiciones sanitarias perfectas, con el máximo de longitud de las raíces y con tierra en ellas. Deberán transportarse bien embaladas, con el fin de no dañar ninguna de sus partes y mantener la humedad en la raíz. Se solicitarán 57 árboles de dos años de edad (1999-2017 Agrotterra Tecnologías Agrarias S.L. de <http://www.agrotterra.com>), 28 de la variedad Lauranne y 29 de la variedad Marta.

Para la plantación definitiva de la parcela, se abrirán zanjas de 80 cm de profundidad. Se plantarán los árboles, junto con los tutores, a la misma profundidad a la que estaban en el vivero, teniendo en cuenta que las primeras raíces se hallen ligeramente por debajo de la superficie del suelo. Los tutores se colocan durante el primer año de vida del cultivo con el fin de favorecer la sujeción del árbol, evitando que éste sea derribado por el viento y procurando que su crecimiento sea recto. Se utilizarán tutores de bambú de 150 cm de longitud y calibre de 12 a 14 mm (1999-2017 Agrotterra Tecnologías Agrarias S.L. de <http://www.agrotterra.com>). Seguidamente, se apelmazará bien la tierra para evitar que el plantel se hunda demasiado en el terreno. Una vez relleno el hoyo se regará cada árbol con 20 a 30 litros de agua, para eliminar el aire residual del suelo y conseguir que las raíces se pongan en estrecho contacto con la tierra. Una vez plantado, se equilibrará respecto a la disposición de las ramas por lo que se cortará el tronco a una altura de 80 a 90 centímetros por encima de una yema mediante un corte en bisel, opuesto a la yema, y se rebajarán las ramas laterales a siete u ocho yemas.

4. MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la explotación comenzará una vez establecida la plantación y dónde comenzarán las prácticas de cultivo ecológico. Para un correcto manejo del cultivo, el productor debe conocer las pautas a seguir establecidas en el reglamento (Anejo 4. Reglamento).

Durante el primer año de plantación, se realizarán riegos y escardas manuales con el fin de facilitar el crecimiento de la planta joven. No se considera oportuno el abonado de la parcela, ya que se ha realizado previamente un abonado de fondo. En cuanto a la poda, se realizarán dos podas de formación durante el año. Todos los procedimientos quedan descritos más detalladamente en los anexos 6 y 3 de este proyecto.

Una vez los árboles jóvenes hayan superado el primer año de desarrollo, las labores anuales a realizar en la parcela serán las siguientes:

4.1. Poda

1. Poda de formación: dos, una en los meses de verano y otra en los meses de invierno. Durante los 3 años consecutivos a la plantación.

2. Poda de producción: se realiza durante los meses de reposo invernal (diciembre-enero).

4.2. Abonado

Durante los meses de otoño (octubre-noviembre) se realizará un abonado verde, mediante la siega de las adventicias y posterior enterrado con una labor de cultivador. En primavera y después de las labores de poda, debido a la intención manifiesta del productor en llevar a cabo un abonado orgánico, se realizará un aporte de abono orgánico NPK de origen vegetal y animal proveniente de una granja de certificación ecológica: a base de estiércol tratado con microorganismos y enriquecido con microelementos (1999-2017 Agroterra Tecnologías Agrarias S.L. de <http://www.agroterra.com>), a razón de 175 kg para toda la parcela objeto de este proyecto.

El contenido del Pellet % (P/P: peso de soluto por cada 100 unidades de peso de la solución)

- Nitrógeno (N) total 3, orgánico 2,5
- Pentóxido de fósforo (P₂O₅) soluble en agua 3,0
- Óxido de potasio (K₂O) soluble en agua 1,0
- Hierro (Fe) total 1,5
- Carbono orgánico (C₂O) 28,5
- Contenido materia orgánica (s.m.s.) 70,0
- Ácidos húmicos 6,0
- Relación C/N 11,4
- Humedad 10-14
- pH 6

4.3. Prevención y control de plagas y enfermedades

Actualmente la explotación no presenta ninguna enfermedad o plaga que represente una amenaza para la producción. En este caso, se realizarán labores preventivas para las plagas y enfermedades que se han manifestado anteriormente en la finca:

- Hongos (monilia, lepra, mancha ocre, etc.) se aplicarán tratamientos cúpricos (hidróxido de

cobre, oxiclорuro de cobre, sulfato de cobre, óxido cuproso, etc.) en las heridas de poda, con un máximo de 6 kg de cobre por ha y año.

- En invierno se realizarán tratamientos contra pulgones, en cuanto se observe la primera colonia, con Rotenona (*extraída de Derris spp., Lonchocarpus spp. y Terphrosia spp.*).
- En primavera-verano se realizarán tratamientos contra Tigre (*Monosteira unicastata*). En cuando se vean las primeras larvas, principalmente en el envés de las hojas tratar con Rotenona (*extraída de Derris spp., Lonchocarpus spp. y Terphrosia spp.*).

Por otro lado, en cuanto a la protección del cultivo, cabe destacar que la parcela queda rodeada por monte con aromáticas como *Rosmarinus officinalis*, *Genista scorpius* o *Thymus vulgaris*, huéspedes de fauna beneficiosa.

Las labores anteriormente descritas, están ampliadas en los anexos 2, 3, 4, 5 y 6 del presente proyecto.

5. PLAN DE OBRAS

La duración de los trabajos que engloban el presente proyecto, se ejecutarán en un plazo máximo de 2 días en el caso del año 0 y de 3 días en el caso del año 3.

6. PRESUPUESTO

Las obras de ejecución del presente proyecto ascienden a la cantidad de cinco mil seiscientos cuarenta y seis euros con veintiséis céntimos (5.646,26 €) como queda reflejado en el anejo 5 del presente proyecto.

7. EVALUACIÓN FINANCIERA

Para un interés medio del capital al 6%:

1. VAN: 278,60
2. Periodo de recuperación: 6 años

3. TIR: 11,3%

El proyecto es viable, se necesitan 6 años para recuperar la inversión realizada.

El cultivo del almendro no requiere una gran inversión anual, más al tratarse de una parcela en secano. En el caso de esta parcela, se necesitan varios años de trabajo y gasto económico para poder recuperar el dinero invertido en el lavado de metales pesados y en la replantación.

Se considera que es viable la ampliación paulatina de este proyecto al resto de la finca, de modo que toda la explotación terminase por cultivarse en ecológico. Debería ser un cambio gradual debido a la necesidad de eliminar del suelo los metales pesados y al tiempo que necesitan los árboles de almendro para entrar en una producción rentable económicamente.

Documentos del proyecto

1. Memoria

2. Anejos a la Memoria
 1. Informe Agronómico
 2. El Almendro
 3. El Cultivo Ecológico del Almendro
 4. Reglamento
 5. Materia orgánica y suelo
 6. Manejo de la finca
 7. Plan de Obras
 8. Evaluación financiera

3. Planos

4. Pliego de condiciones

5. Presupuesto

6. Bibliografía

La Sierra Engarcerán, Julio de 2017

Fdo: Sara Leche Monfort

2. ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO 1. Informe Agronómico

INDICE

1. Antecedentes de la finca.....	19
2. Datos climáticos.....	20
3. Edafología.....	24
4. Análisis bioclimático.....	27
1. Vegetación.....	27
2. Geología.....	27
3. Hidrología.....	29
5. Conclusiones.....	30
1. Características específicas de la finca.....	30
2. Conclusiones generales.....	31

1. ANTECEDENTES DE LA FINCA

El presente informe agronómico se refiere a las condiciones edafológicas y agroclimáticas de La Sierra Engarcerán, población situada en el interior de la provincia de Castellón, en la comarca de la Plana Alta. El término municipal de La Sierra Engarcerán limita con las localidades de Culla, Albocácer, Sarratella, Villanueva de Alcolea, Benlloch, Vall d'Alba y Useras, todas ellas de la provincia de Castellón.

Está situado a 748 metros de altura sobre el nivel del mar y tiene una superficie de 82 km².

Hay que señalar que el término municipal de La Sierra Engarcerán es esencialmente montañoso, destacando las alturas del Tossal de Zaragoza (1078 m), el Tossal de la Vila (950) y el Alto de la Bandereta (810).

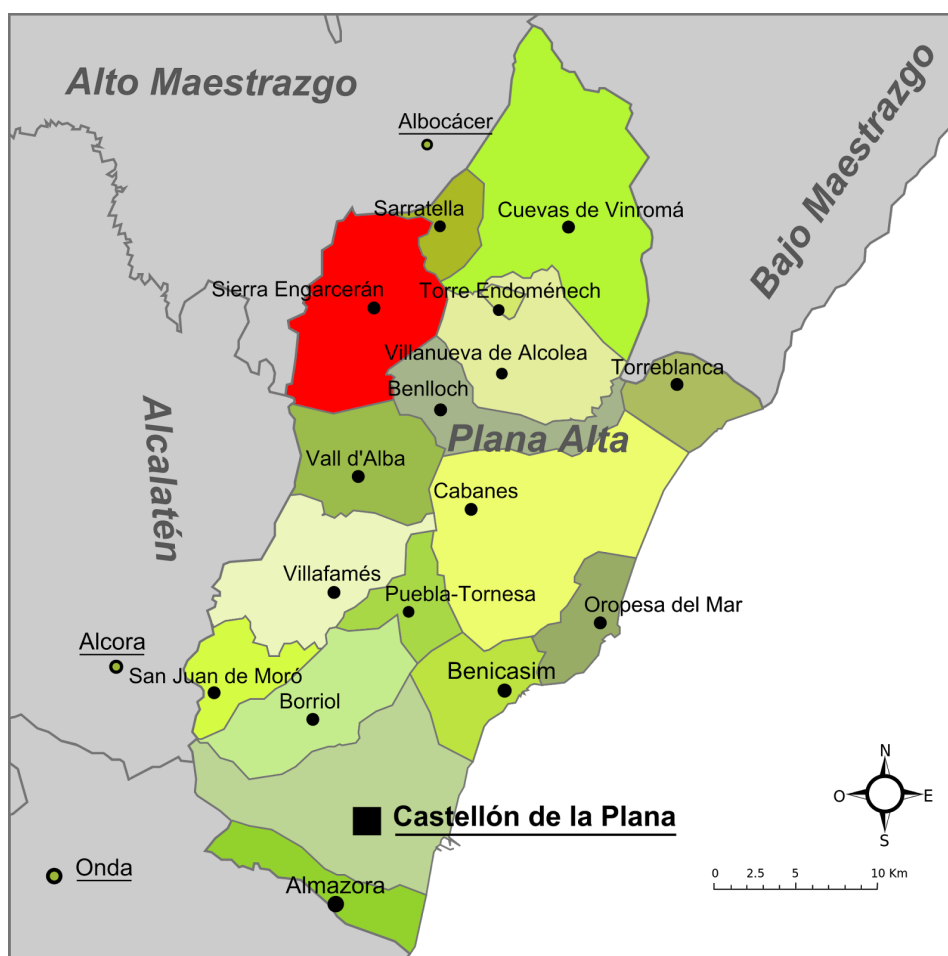


Figura 1. Límites del término municipal de La Sierra Engarcerán. Fuente: sierraengarceran.es

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

El terreno sobre el cual se va a realizar nuestro proyecto se encuentra al sureste del pueblo de La Sierra Engarcerán a una distancia de unos 8 km, sin embargo la distancia que lo separa del pueblo de Benloch es de 4.5 km, por lo que es más fácil el acceso desde dicho municipio.

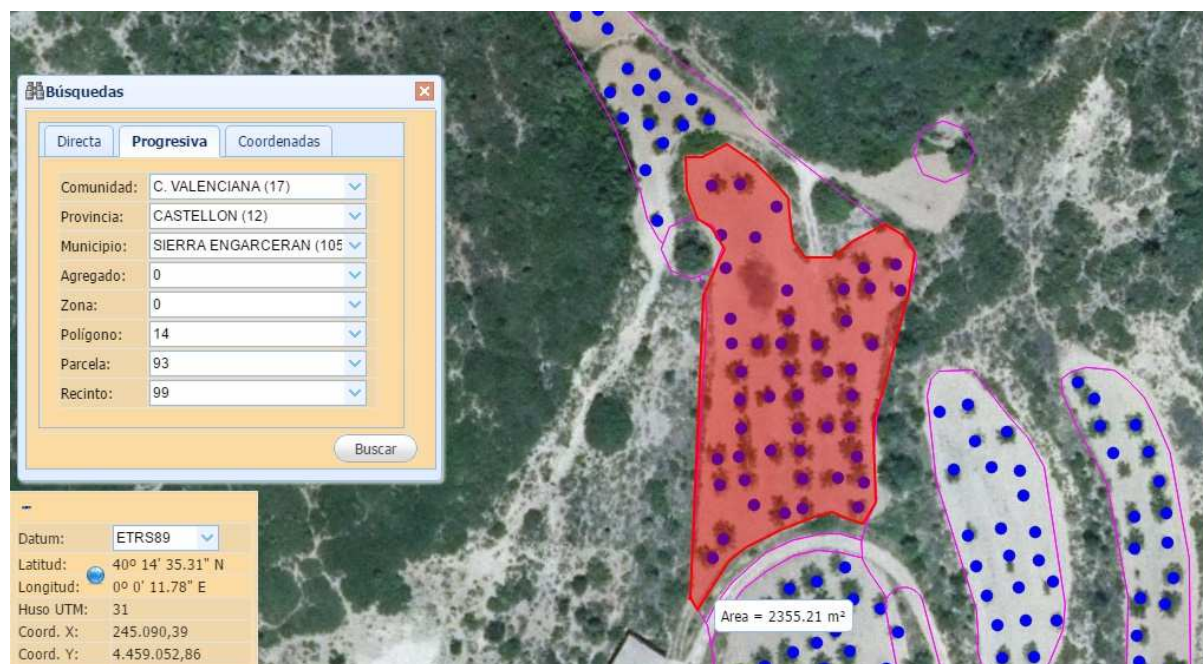


Figura 2. Área de la parcela del proyecto. Fuente: SigPac

El área del proyecto que vamos a realizar es de 2355m² aproximadamente, situada a una latitud 40° 14' 35.33" N y una longitud 0° 0' 11.78" E. Es la parcela 93 del polígono 14 del municipio de La Sierra Engarcerán.

2. DATOS CLIMÁTICOS

El clima de la comunidad valenciana está marcado por dos rasgos destacados, la benignidad térmica y la penuria pluviométrica. Los tipos de fríos térmicos son poco frecuentes y de escasa intensidad, la oscilación térmica, sin embargo, es algo elevada, consecuencia de la continentalidad respecto de a los flujos del oeste.

Estas características se explican por la importancia que tienen los factores geográficos (desniveles orográficos y la compartimentación del relieve, la orientación del relieve y la costa, la posición en la región en la parte oriental de la península ibérica y en la parte descendiente de la meseta y los rebordes montañosos que la encuadran, y la presencia del mediterráneo, como fuente de humedad y

agente termoneivelador. (AEMET, 2015). Estos factores producen una diversidad de sectores climáticos según las precipitaciones, distinguiéndose 8 sectores:

1. Clima de la llanura litoral septentrional.
2. Clima de la llanura litoral lluviosa.
3. Clima del sector litoral meridional.
4. Clima de la franja de transición.
5. Clima de la montaña del NW.
6. Clima de la fachada del macizo de Alcoi.
7. Clima de la vertiente seca del macizo de Alcoi.
8. Clima del sector central occidental.



Figura 3. Mapa de zonas climáticas de la comunidad valenciana. Fuente: IVIA

Para la realización del estudio climático se han analizado los datos del observatorio de la Ribera de Cabanes (IVIA).

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

Provincia	Estación	Año	Temp media de las medias	Temp máxima de las medias	Temp media de las máximas	Temp máxima de las máximas	Temp mínima de las medias	Temp media de las mínimas	Temp mínima de las mínimas
Castelló	Ribera de Cabanes	2008	16,6	27,45	21,62	33,64	6,03	12,11	0
Castelló	Ribera de Cabanes	2009	17,27	31,67	22,62	42,74	3,1	12,41	-1,53
Castelló	Ribera de Cabanes	2010	16,38	27,33	21,38	35,53	3,58	11,6	-1,49
Castelló	Ribera de Cabanes	2011	17,41	27,86	22,58	38,08	2,87	12,71	-3,67
Castelló	Ribera de Cabanes	2012	17	28,08	22,39	34,8	3,95	12,1	-5,18
Castelló	Ribera de Cabanes	2013	17,14	27,3	22,91	33,37	6,83	12,24	0,56
Castelló	Ribera de Cabanes	2014	17,8	27,35	23,22	34,63	6,12	13,01	-1,72
Castelló	Ribera de Cabanes	2015	17,42	28,78	22,88	34,44	4,56	12,63	-0,28
Castelló	Ribera de Cabanes	2016	17,84	27,31	23,49	34,48	6,7	12,49	0,68

Tabla 1. Resumen de temperaturas entre 2008 y 2016. Fuente: IVIA

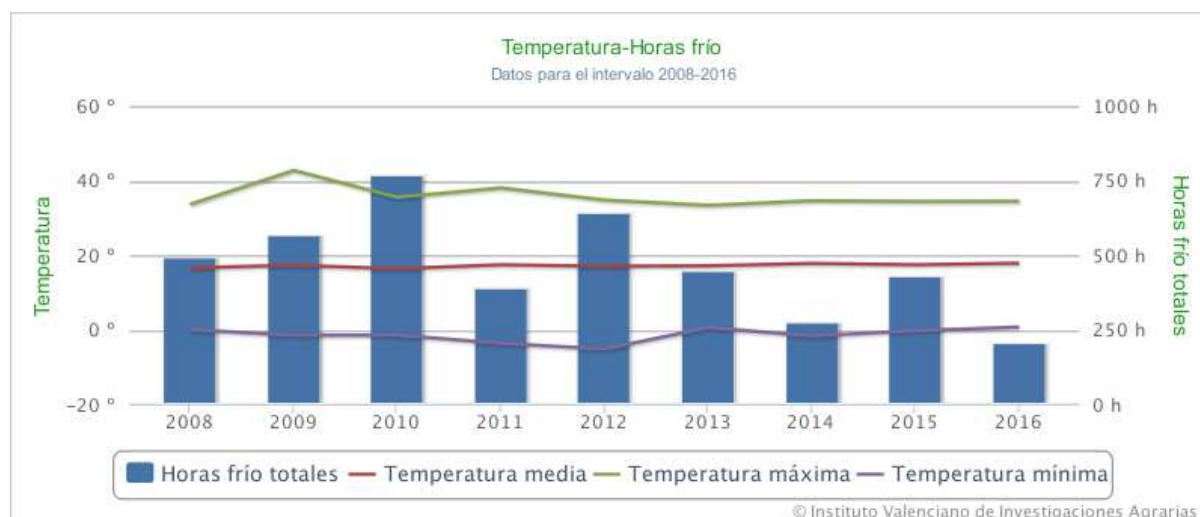


Gráfico 1. Horas de frío y temperaturas entre 2008 y 2016. Fuente: MAGRAMA

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

Provincia	Estación	Año	Humedad relativa media de las medias	Humedad relativa máxima de las medias	Humedad relativa media de las máximas	Humedad relativa máxima de las máximas	Humedad relativa mínima de las medias	Humedad relativa media de las mínimas	Humedad relativa mínima de las mínimas
Castelló	Ribera de Cabanes	2008	66,37	91	83,11	93	29,61	47,03	0
Castelló	Ribera de Cabanes	2009	65,6	94,6	83,28	96,3	28,96	44,9	9,41
Castelló	Ribera de Cabanes	2010	67,08	96,1	85,87	98,7	28,11	46,28	13,84
Castelló	Ribera de Cabanes	2011	71,63	98,5	89,61	99,3	29,9	50,1	0
Castelló	Ribera de Cabanes	2012	65,68	95	84,13	97,3	26,17	44,85	8,5
Castelló	Ribera de Cabanes	2013	63,86	97,2	83,36	99	30,66	42,8	17,05
Castelló	Ribera de Cabanes	2014	66,69	88	84,53	95,5	31,84	46,34	13,41
Castelló	Ribera de Cabanes	2015	68,56	95,2	85,9	98,5	28,6	48,58	11,1
Castelló	Ribera de Cabanes	2016	63,73	94,9	82,6	97,7	30,83	43,21	16,49

Tabla 2. Resumen humedad relativa entre 2008 y 2016. Fuente: IVIA

Provincia	Estación	Año	ETo total	ETo media	ETo máxima	ETo mínima	Horas sol medias	Horas frío	Precipitación total	Precipitación máxima diaria
Castelló	Ribera de Cabanes	2008	1035,17	2,87	5,86	0	9,62	493,5	609,8	66,8
Castelló	Ribera de Cabanes	2009	1104,65	3,03	7,39	0,61	9,73	568	485	60,8
Castelló	Ribera de Cabanes	2010	1078,72	2,96	7,23	0,49	9,62	765,5	360,1	36,6
Castelló	Ribera de Cabanes	2011	1039,68	2,85	6,6	0,54	9,62	390,5	464,56	53,8
Castelló	Ribera de Cabanes	2012	1135,92	3,1	6,28	0	10	641,5	198,85	41,88
Castelló	Ribera de Cabanes	2013	1113,48	3,1	6,36	0,66	9,32	447,5	283,07	66
Castelló	Ribera de Cabanes	2014	1134,4	3,11	6,33	0,66	9,38	272,5	357,86	43,93
Castelló	Ribera de Cabanes	2015	1078,89	2,96	7,06	0,57	9,28	426	513,67	65,4
Castelló	Ribera de Cabanes	2016	831,72	3,42	5,87	0,74	9,96	206	147,45	25,45

Tabla 3. Medidas de ETo, temperatura y precipitación entre 2008 y 2016. Fuente: IVIA

Tras el estudio de estos datos se llega a la conclusión de que el clima del área geográfica de la parcela se trata de un clima continental-mediterráneo, templado, cálido y marítimo ya que se sitúa en una zona urbana prelitoral. Existe pluviometría estival elevada, no frecuente en el clima mediterráneo.

El clima continental es parecido al mediterráneo típico en el régimen de precipitaciones, pero con características de climas continentales en cuanto a las temperaturas, que son más extremas. Los

veranos son bastante cálidos y los inviernos bastante fríos con una oscilación de 18,5 °C. La estación estival es la más seca y se superan con gran frecuencia los 30 °C, alcanzándose esporádicamente más de 35 °C. Sin embargo, en invierno es frecuente que las temperaturas bajen de los 0 °C, produciéndose numerosas heladas en las noches despejadas de nubes y nevadas esporádicas.

Las precipitaciones siguen un patrón muy parecido al del clima mediterráneo típico y están entre los 400 o 650 mm, con un máximo durante el otoño y la primavera. La menor influencia del mar, no obstante, hace que sea un clima más seco.

El clima mediterráneo se caracteriza por inviernos templados y lluviosos y veranos secos y calurosos, con otoños y primaveras variables, tanto en temperaturas como en precipitaciones. Las lluvias no suelen ser muy abundantes, aunque hay zonas donde se sobrepasan los 1000 mm. Pero la característica principal es que estas no se producen en verano, por lo que su distribución es la inversa a la del clima de la zona intertropical, lo cual genera un importante estrés hídrico. Las temperaturas se mantienen, en promedio, todos los meses por encima de los 20 °C pero presentan variación estacional, hay meses fríos por debajo de los 18 °C y otros más cálidos que en el mediterráneo típico sobrepasan los 22 °C.

En la provincia de Castellón las direcciones predominantes de los vientos que afectan se concentran en las direcciones E y O, principalmente la primera.

Los vientos más violentos se encuentran en las direcciones O, N, NE y E, superando difícilmente los 70 Km/h, cuyas rachas representan el 0.3% de la media anual.

Las velocidades más ampliamente representadas oscilan entre los 15 y 25 Km/h.

3. EDAFOLOGÍA

Los análisis que se aportan, pertenecen a 1 kg de tierra tomada de la parcela. Algunos de los resultados obtenidos se resumen en el siguiente cuadro (figura 4). Se trata de un suelo homogéneo de color marrón oscuro rojizo.

- Textura:
 - Arena (diámetro de partículas 2,00-0,05 mm) : 67%
 - Limo (diámetro de partícula 0,05-0,002 mm) : 14%

- Arcilla (diámetro de partículas menor de 0,002 mm) : 19%

- pH = 8,3
- Materia orgánica = 2,5%
- Fósforo : 1432 mg P₂O₅/kg m.s.
- Potasio : < 4800 mg K₂O/kg m.s.
- Calcio : 436800 mg CaO/Kg m.s.
- Relación C/N : 11

El análisis del suelo es un elemento imprescindible para poder conocer las características físicas y químicas de éste que afectarán a la nutrición y desarrollo de la explotación. Las condiciones del suelo, la textura en concreto, informan de aspectos importantes relacionados con la movilidad del agua y el aprovechamiento de los elementos fertilizantes. Por otro lado, el análisis químico indica la riqueza de nutrientes presentes en el suelo y da una aproximación sobre los elementos que se encuentran en una forma asimilable por las plantas. También nos hace saber aquellas características de la tierra desfavorables o inconvenientes para el desarrollo del cultivo.

Tras la observación del análisis realizado a la muestra edáfica recogida en la parcela objeto del presente informe, se puede concluir que: El pH del suelo (8,3) es básico y tiende a hacer de éste un suelo alcalino y calizo. El porcentaje de materia orgánica es muy bueno. Se puede concluir que la parcela es muy rica en fósforo, también en potasio y los carbonatos totales son normales. Para concluir, se debe indicar que existen valores significativos de metales pesados.

Con todos estos datos se desarrollará un manejo del cultivo que permita su control mediante técnicas de cultivo ecológicas.

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

Epoca 16.3.16



INVESTIGACIÓN Y PROYECTOS MEDIO AMBIENTE, S.L. - Insc. en el Reg. Mercantil de Castellón, Tomo 437, General de Sociedades, Libro 6, folio 123, hoja 143, Insc. 1.ª el 4 de abril 1990. Dom. Social. Cno. de la Raya, 46-12008 CASTELLÓN. CIF B12227492

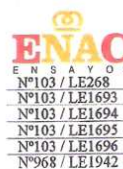
INFORME DE ENSAYO		Nº DE REFERENCIA: 18734 / 2016					
DATOS DEL CLIENTE		FACSA CIAR					
		C/ Mayor nº 82-84 12001 CASTELLON NIF A12000022					
DATOS DE LA MUESTRA							
Denominación de la muestra:		TIERRA FINCA Nº 355					
		POL. 14 - PARCELA 93					
Tipo de muestra:		Suelo (RD 1310/1990)					
Fecha entrada:		03/03/2016 - 13:30					
Fecha inicio / finalización:		03/03/2016 - 15/03/2016					
DATOS DE TOMA DE MUESTRA							
Realizada por:		FACSA RD 1310/1990					
Población:		SIERRA ENGARCERAN (CASTELLON)					
Fecha toma:		02/03/2016					
Cantidad de muestra:		1 KG Tipo envase : 1 BOLSA					
RESULTADOS LABORATORIO							
PARAMETRO	METODO	LIM.CUANT	RD 1310/1990	RESULTADO	INCERT.	UNIDADES	
pH ext.1/5	EL/002-a			8,3	±0,4	Unidad pH (1)	
Zinc	ICP/014-a	50 mg/kg(sms)	450 mg/kg(sms)	<50		mg/kg(sms) (1)	
Cadmio	ICP/014-a	1,0 mg/kg(sms)	3 mg/kg(sms)	<1,0		mg/kg(sms) (1)	
Cromo	ICP/014-a	25 mg/kg(sms)	150 mg/kg(sms)	<25		mg/kg(sms) (1)	
Mercurio	EAA/001-a	0,05 mg/kg(sms)	1,5 mg/kg(sms)	<0,05		mg/kg(sms) (1)	
Níquel	ICP/014-a	25 mg/kg(sms)	112 mg/kg(sms)	<25		mg/kg(sms) (1)	
Plomo	ICP/014-a	10 mg/kg(sms)	300 mg/kg(sms)	<10		mg/kg(sms) (1)	
Cobre	ICP/014-a	25 mg/kg(sms)	210 mg/kg(sms)	29	±5	mg/kg(sms) (1)	
Relación C/N	CALCU/001-a		0,020	11	±2	(1)	
Nitrógeno total	VL/007-a	0,050 % (sms)		0,13	±0,03	%(sms)N (1)	
Calcio total (CaO)	ICP/014-n	500 mg/Kg (sms)		436 800		mg/Kg (sms) CaO (1)(1)	
Magnesio total (MgO)	ICP/014-n	500 mg/Kg (sms)		4 406		mg/Kg (sms) MgO (1)(1)	
Potasio (K2O)	ICP/014-n	4 800 mg/Kg		<4 800		mg/Kg (sms) K2O (1)(1)	
Fosforo total	ICP/014-n	500 mg/Kg(sms)		1 432		mg/Kg(sms)P2O5 (1)(1)	
Materia orgánica total	VL/019-a	1,0 % (sms)		2,5	±0,3	%(sms) (1)	
Hierro	ICP/014-a	130 mg/Kg (sms)		8 687	±1 477	mg/Kg (sms) Fe (1)	
Nitrógeno amoniacal	VL/013-a	0,005 % (sms)		<0,005		%(sms) NH4 (1)	
Ensayos validados por: Beatriz Delgado (Técnico sección Físico-Químico)							
OBSERVACIONES							
El Nitrógeno Total se analiza como Nitrógeno Kjeldahl.							
sms: Sobre materia seca.							

Emitido en Castellón a 15 de Marzo de 2016

Firmado electrónicamente por:
INVESTIGACIÓN Y PROYECTOS MEDIO AMBIENTE S.L. - CIF B12227492
Nombre: ARNALDI RIPOLLES, ANILCAR ANDRES - NIF: 18916814A.
Cargo: Subdirector General

Todos los datos de la identificación de la muestra y de su toma han sido facilitados por el cliente. Los resultados solo conciernen al o a los objetos presentados a ensayo. El informe del ensayo no debe ser reproducido parcialmente sin el consentimiento del laboratorio. Los ensayos / toma de muestra marcados con (*), las interpretaciones y datos expresados en observaciones no están incluidos en el alcance de acreditación.

(1) Ensayos realizados en IPROMA CASTELLÓN (Exp.:103/LE268)



IPROMA - CASTELLÓN Cno. de la Raya nº48 - 12006 Apto. 8125 - 12080 - CASTELLÓN Tel: 916 251 077 - Fax: 916 215 478 ENAC Nº 103/LE268

IPROMA - MADRID Av. de los Pirineos nº6, Navo 17 28193 - S.L. de Reyes (MADRID) Tel: 916 267 840 - Fax: 916 620 831 ENAC Nº 103/LE1693

IPROMA - ANDALUCÍA Parque Tecnológico C/Inc. C/ Nueva Trío, nº71 11100 - GERMES (BAYLEJA) Tel: 956 677 120 - Fax: 956 677 140 ENAC Nº 103/LE1694

IPROMA - GALICIA Camino viejo de Santiago nº24 Bajo 36119 - Argenteira (PONTEVEDRA) Tel: 986 238 202 - Fax: 986 235 316 ENAC Nº 103/LE1695

IPROMA - ARAGÓN C/ Juanjo Iglesias nº34-38 Local 50518 - ZARAGOZA Tel: 976 522 480 - Fax: 976 520 045 ENAC Nº 103/LE1696

IPROMA - CATALUNYA C/ Josep M. Giner, nº 6 08475 - Sant Cugat (BARCELONA) Tel: 936 675 415 - Fax: 936 672 82 ENAC Nº 968 / LE1942

Figura 4. Análisis de suelo

Fuente: IPROMA

4. ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

4.1. Vegetación

Según la zonación altitudinal, La Sierra Engarcerán cuenta con un piso bioclimático perteneciente a la región Catalano-Valenciano-Provenzal-Balear.

Cada región corológica posee una zonación altitudinal condicionada por la variación de temperatura con la altitud y la precipitación. Con estas constantes se establecen los pisos bioclimáticos, a cada uno de los cuales le corresponde un piso o cintura de vegetación determinados.

La Sierra Engarcerán cuenta con un piso bioclimático termomediterráneo seco y en este se reconoce la serie climatófila termomediterránea Valenciano-Tarraconense seca de coscoja y lentisco. (Manuel Costa, 1982)

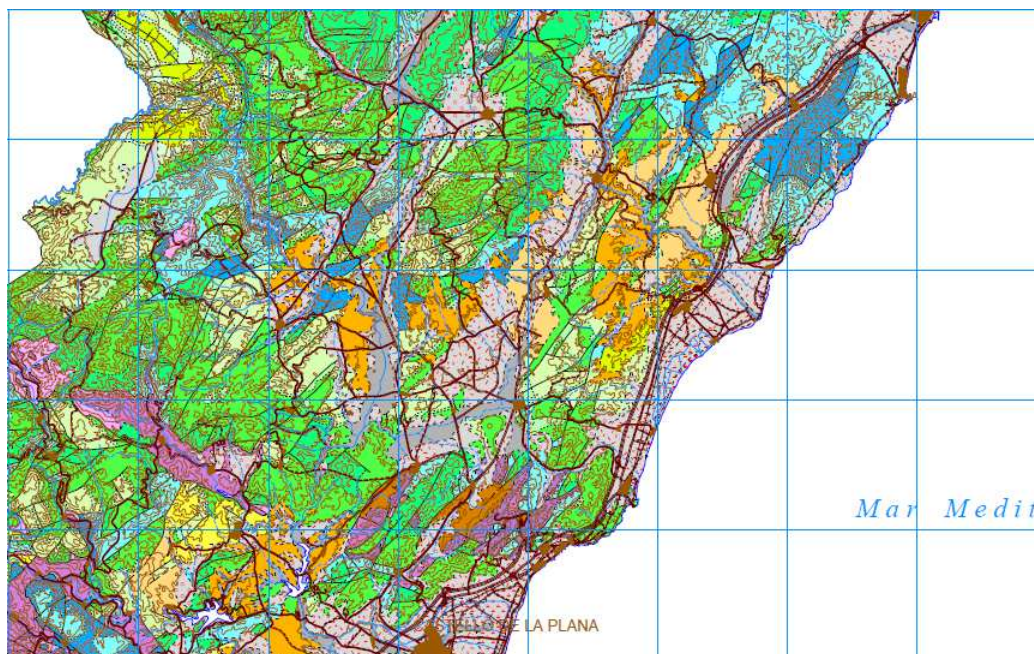
4.2. Geología

La parte oriental de la comarca del Baix Maestrat y la práctica totalidad de La Plana Alta, donde se encuentra La Sierra Engarcerán, corresponden al dominio meridional de la cordillera costero catalana, en el que los espesores sedimentarios mesozoicos son netamente superiores al resto de los dominios.

La dirección de las fracturas y las estructuras de plegamiento condiciona la organización de esta área, caracterizada por una sucesión de elevaciones alargadas y depresiones montañosas paralelas a la línea de la costa, separados por valles intermedios, con complicación tectónica creciente a medida que se avanza hacia el mar.

En el término podemos encontrar pequeños afloramientos de pizarras arcillosas y litarenitas.

Presenta una topografía con pendientes que oscila entorno al 15%. Existen canchales de materiales pizarrosos, de reducidas dimensiones. (IGME, 2009)



LEYENDA GENERAL

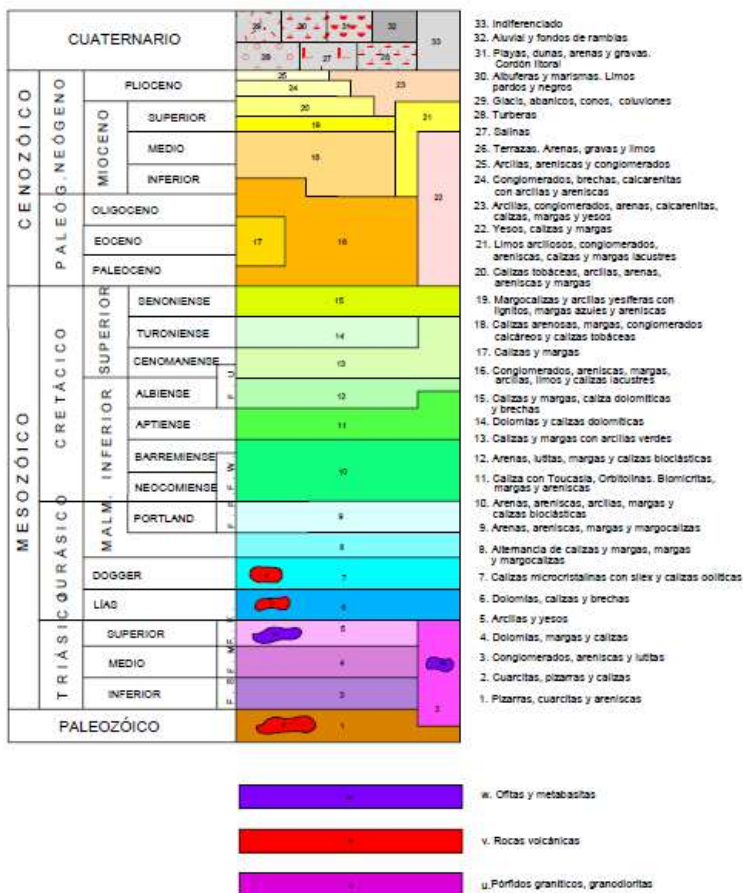


Figura 5: Mapa Geológico de Castellón Fuente: igme.es

4.3. Hidrología

El ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), incluye todas las cuencas hidrográficas que vierten sus aguas al mar Mediterráneo, entre la desembocadura de los ríos Segura y Sènia, incluyendo también este último. Su superficie es de 42.851 km².

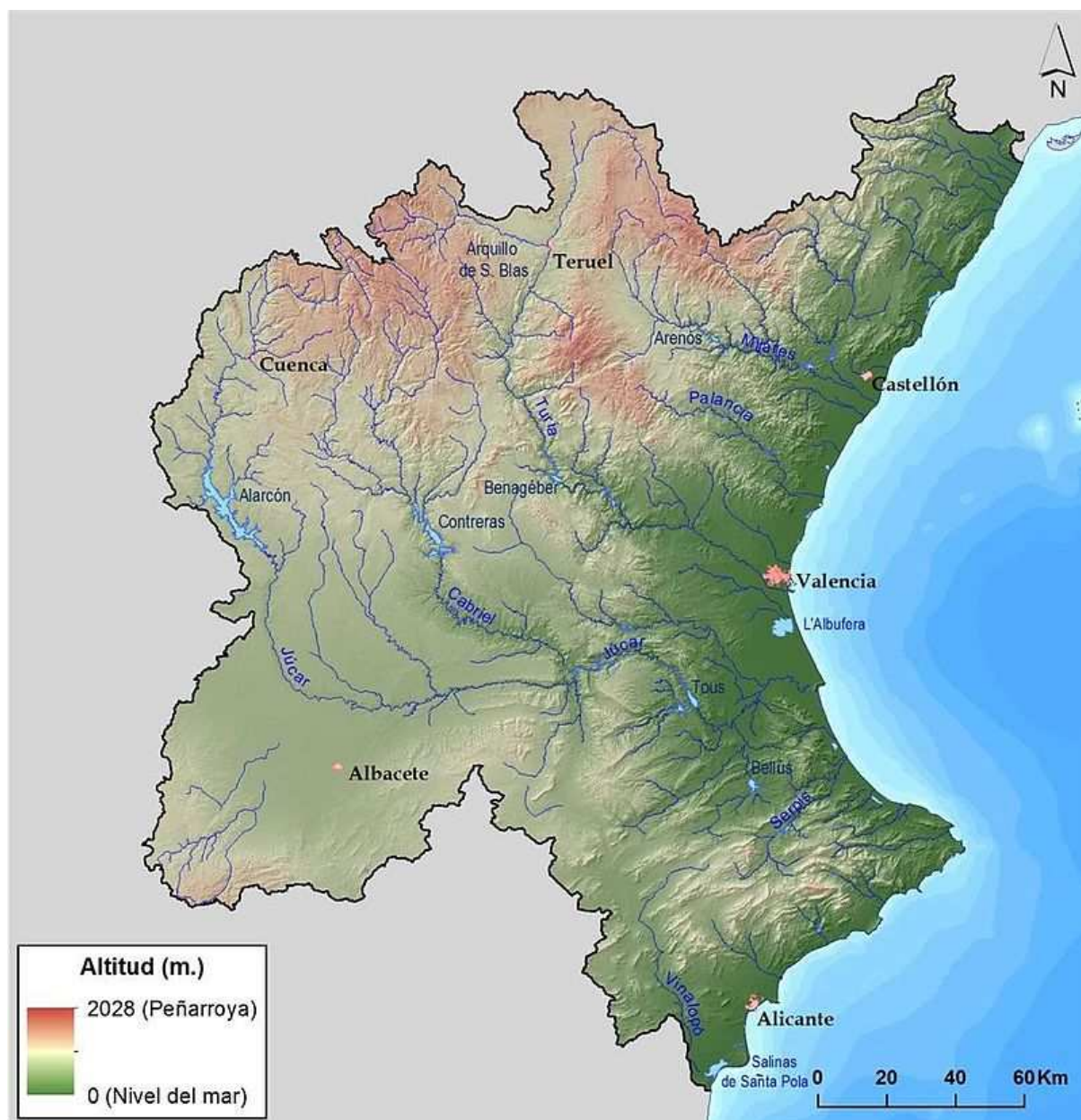


Figura 6: Cuenca Hidrográfica del Júcar

Fuente: chj.es

Fisiográficamente se describe como una zona interior montañosa, con puntos de mayor altitud y una

zona litoral costera, constituida por llanuras conocidas comúnmente como Planas, entre las que destacan las de Oropesa-Torreblanca, Castellón-Sagunto, Valencia-La Ribera, Favara-Gandía-Denia.

Su cota máxima, Peñarroya, está localizada en el Sistema Ibérico, con una altitud de 2.024 metros sobre el nivel del mar, aunque se destaca así mismo otras cotas geográficas elevadas como Javalambre 2.020 m), Caimodorro (1.921 m) y Peñagolosa (1.813 m).

La Sierra Engarcerán se pertenece al acuífero subterráneo nº55 Javalambre-Maestrazgo. Este sistema ocupa una gran parte de las provincias de Castellón y Teruel y una pequeña parte de Tarragona con una superficie aproximada de 11.500Km².

El sistema acuífero limita geográficamente: al norte con el río Guadalope y los “Puertos de Morella-Beceite” al oeste con las fosas de los ríos Turia y Alfambra, al sur con el río Mijares y al este con el Mar Mediterráneo.

La red está caracterizada por cursos cortos y responde a un régimen típicamente mediterráneo de fuertes avenidas y poca duración.

No existen prácticamente puntos de agua que sean representativos del nivel regional en el interior del sistema. Los escasos sondeos que han llegado a este nivel se sitúan en las proximidades de la costa y ponen en evidencia que el gradiente de la superficie piezométrica es del orden 3-5 por mil con una dirección del flujo hacia el mar.

La alimentación del sistema procede de la infiltración del agua de lluvia y la descarga se produce por emergencias, descargas directas a ríos, salidas laterales a otros sistemas, salidas al mar y bombeos en las Planas de Vinaroz y Oropesa.

5. CONCLUSIONES

5.1. Características específicas de la finca

La finca en la que se va a producir la transformación a agricultura biológica, se encuentra emplazada en una zona con características muy propicias para el cultivo del almendro. Es importante destacar el papel de las heladas en la zona y la sequía.

5.2. Conclusiones generales

Como conclusión general respecto al presente informe agronómico se puede decir que las condiciones de la parcela no impiden su transformación a cultivo ecológico, ya que no se encuentra ningún condicionante adverso para ello o alguno que no presente solución factible.

ANEJO 2. El Almendro

INDICE

1. Introducción.....	34
1. Encuadramiento botánico.....	34
2. Origen del almendro.....	35
3. Situación actual del cultivo.....	36
4. Comercialización.....	37
5. Utilización.....	38
2. Características morfológicas.....	39
1. Sistema radicular.....	39
2. Tronco, ramas y hojas.....	39
3. Flor.....	41
4. Fruto.....	41
5. Ciclo vegetativo anual.....	42
6. Exigencias climáticas.....	44
7. Exigencias sobre el suelo.....	45
3. Variedades y Patrones.....	46
1. Patrones.....	46
2. Variedades.....	49
1. El Ideotipo del Almendro.....	50
2. Caracterización de las variedades.....	53
3. Elección.....	67

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Encuadramiento botánico

El almendro cultivado pertenece a la familia de *Rosaceae*, subfamilia Prunoideas. Reino *Plantae*, División *Magnoliophyta*, Clase *Magnoliopsida*.

Algunos autores lo incluyen en el género *Prunus* y otros en el *Amygdalus*. En 1964 el Comité General de Nomenclatura concluyó que *Prunus Dulcis*, *Prunus Amygdalus* y *Prunus communis* serían sinónimos.

SCHNEIDER Género <i>Prunus</i> Subgénero <i>Amygdalus</i>		SPACH-BROWICZ-GRASSELLY Género <i>Amygdalus</i>	
Sección	Especies	Sección	Especies
<i>Spartioides</i>	<i>P. spartioides</i> <i>P. scoparia</i>	<i>Spartioides</i>	<i>A. spartioides</i> <i>A. arabica</i> <i>A. scoparia</i> <i>A. glauca</i>
<i>Euamygdalus</i>	<i>P. biocarpa</i> <i>P. orientalis</i> <i>P. huauusksnechti</i> <i>P. communis</i> <i>P. fenzliana</i> <i>P. persica</i> <i>P. davidiana</i> <i>P. triloba</i> <i>P. petzoldi</i>	<i>Euamygdalus</i>	<i>A. communis</i> <i>A. bucharica</i> <i>A. fenzliana</i> <i>A. kuramica</i> <i>A. zabulica</i> <i>A. orientalis</i> <i>A. kotschyi</i> <i>A. webbii</i> <i>A. dehiscentis</i>
<i>Emplectocladus</i>	<i>P. pedunculata</i> <i>P. hookeri</i> <i>P. fremontii</i> <i>P. andersonii</i> <i>P. fasciculata</i> <i>P. microphylla</i> <i>P. minutiflora</i> <i>P. nana</i>	<i>Lycioides</i>	<i>A. spinosissima</i> <i>A. turcomanica</i> <i>A. brahuica</i> <i>A. erioclada</i> <i>A. lycioides</i> <i>A. horrida</i> <i>A. eburnea</i>
<i>Lycioides</i>	<i>P. eburnea</i> <i>P. lycioides</i> <i>P. horrida</i> <i>P. spinosissima</i>	<i>Chamaeamygdalus</i>	<i>A. nana</i> <i>A. georgica</i>

Tabla 4: Agrupamiento de especies según diversos autores. Fuente: Manuel Muncharaz

Según los sistemas de clasificación utilizados, BOIS (1928) concluye en el siguiente sistema de clasificación:

1. Almendros de pepita amarga (*A. communis*, L., var. *amara* Seringe): fruto alargado terminado en punta aguda, cuya semilla contiene amigdalina en los tejidos parenquimáticos del embrión, que en presencia de emulsina produce el ácido cianhídrico.
2. Almendros de pepita dulce (*A. communis*, L. var. *dulcis*, Seringe): flores más pequeñas, de semilla dulce. Dentro de éste distingue dos categorías:
 1. *A. communis* var. *ossea*, con almendras cuya cáscara precisa el martillo para ser partida.
 2. *A. frágilis* (Borkhausen) o *A. communis* L., var. *frágilis* (Seringe), con frutos que pueden romperse con la simple presión de los dedos.

Actualmente se cultivan más de 1000 variedades, lo que hace sumamente difícil realizar clasificaciones pomológicas sistemáticas de la especie. Tal diversidad hay que buscarla en la tradicional multiplicación por semilla que se viene realizando desde hace más de 2000 años, situación muy interesante desde el punto de vista biológico, pero completamente negativa desde el punto de vista comercial. Los distintos ecotipos prosperan en las condiciones más favorables para su desarrollo, o por el contrario determinados cultivares desaparecen por no reunir condiciones adecuadas para progresar.

Durante este proceso de selección, fundamentalmente se han buscado dos características: tamaño y dulzor del grano. El injerto comienza a utilizarse hace unos 200 años. A partir de ese momento se empieza a realizar una selección por los agricultores, con lo mejor de sus poblaciones locales, transmitiendo las características deseadas de los árboles base, íntegramente a sus plantaciones, lo que no ocurría cuando la propagación se hacía mediante semilla. Esta selección fue acortando progresivamente el número de variedades.

1.2. Origen del almendro

La especie del almendro es originaria de las zonas montañosas de Asia Central, desde Irán se extendió por la ribera norte del Mediterráneo, a Italia, a las Galias y a Hispania, después de la introducción del melocotonero. La proximidad de las poblaciones silvestres naturales con centros de civilización hicieron posible su cultivo desde épocas remotas. La difusión a diferentes países asiáticos se vio favorecida por el hecho de que la semilla era al mismo tiempo la unidad de propagación y la parte

comestible. De este modo se distribuyó por Persia, Mesopotamia y, a través de rutas comerciales, por todas las civilizaciones primitivas.

Hace unos 4.000 años que los frutos del almendro eran apreciados por los hebreos, en Europa, Grecia es el primer país que lo recibe, aunque la introducción fenicia a la península ibérica y sobre todo a Portugal es de la misma época. Los romanos conservaron el nombre griego de “*amígdala*” para el árbol y el de “*nux graeca*” para el fruto. La expansión por la ribera Sur del Mediterráneo, parece ser contemporánea de la invasión árabe, quedando en el norte de África formas subespontáneas probablemente escapadas de cultivos antiguos.

El almendro se cultiva en España desde hace más de 2.000 años, probablemente introducido por los fenicios y posteriormente propagado por los romanos, ya que ambos lo hicieron motivo de comercio, como se ha comprobado por los restos hallados en naves hundidas. Su cultivo se estableció al principio en las zonas costeras, donde sigue predominando, pero también se ha introducido hacia el interior e incluso en las zonas del norte, donde el clima no le es muy favorable. (Ibar, 1985)

1.3. Situación actual del cultivo del Almendro

El cultivo del Almendro tiene una gran importancia económica y social en España, especialmente concentrado en las zonas próximas al Mediterráneo, Andalucía y Valle del Ebro. Es un cultivo tradicional, ampliamente difundido por la geografía española, con una superficie de aproximadamente 570.000 ha. La producción mundial de almendra está actualmente dominada por EEUU, cuya producción ronda el 86%, seguido por España con el 5% y Australia con el 3%. (MAGRAMA, 2014)

País	Año							% total 2011
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
EE.UU.	413.540	506.527	627.318	732.370	637.706	738.539	915.123	86,1
España	63.503	82.554	56.880	54.567	85.502	35.000	60.000	5,6
Australia	16.177	15.911	26.556	26.058	36.501	39.081	37.626	3,5
Turquía	13.698	14.379	15.513	16.012	16.012	14.000	16.000	1,5
Italia	12.020	5.987	12.020	12.020	5.987	6.000	12.000	1,1
Chile	6.985	6.895	8.800	7.983	6.486	10.000	12.000	1,1
Grecia	14.016	15.014	9.979	9.979	8.482	8.000	8.000	0,8
R. mundo	2.148	1.371	10.955	1.611	2.698	69.293	2.600	0,2
Total	542.087	648.638	768.021	860.600	799.365	919.913	1.063.349	100,0

Tabla 5: Producción mundial de almendra grano (Toneladas)

Fuente: juntadeandalucia.es

Las plantaciones españolas se encuentren en situaciones difíciles, con suelos pobres, cultivo en secano y variedades de floración temprana sensibles a los fríos tardíos que dificultan el éxito de las cosechas. En España los rendimientos medios oscilan entre los 350-400 kg/ha, mientras que en Estados Unidos se llegan a alcanzar los 4.000 kg/ha, debido al carácter más intensivo de sus plantaciones, la disponibilidad de agua, utilización de variedades de elevado rendimiento y su localización en terrenos prácticamente libre de heladas. (MAGRAMA, 2010)

1.4. Comercialización

Tradicionalmente, España ha sido uno de los principales exportadores de almendra. Desde hace unos años, se ha producido un cambio y las importaciones españolas superan a las exportaciones. El 93% de estas proceden de EEUU, el resto procede de Australia (2,36%) y Portugal (1,75%).

Desde la adhesión de España a la Comunidad Europea se establecieron Planes de Mejora de la Calidad y de la Comercialización de frutos secos. Para acogerse a las ayudas es preciso que los productores estén asociados a una Organización de Productores de Frutos Secos.

En el principal canal de comercialización de la almendra intervienen los siguientes agentes:

- Organizaciones de productores (OPA): concentra en la recepción del producto agrupando la oferta.
- Descascaradoras: parte y separa la cáscara de la almendra y deja libre el grano.
- Procesador: adquiere la almendra descascarada para realizar el secado, calibrado, repelado y elaboración de industrializados. Son los proveedores de materia prima de la industria de segunda transformación.
- Industria de segunda transformación: elaborar turrón, mazapán y aperitivos, entre otros productos.

Aún y con todas estas regulaciones siguen existiendo problemas en el sector comercializador. El 90% de la producción se comercializa a través de un mayorista en lugar de utilizar la vía de la OPA, no hay precios de referencia marcados durante la campaña y existen múltiples intermediarios que dificultan la trazabilidad del producto.

1.5. Utilización

La parte comestible del fruto en drupa es el grano de la semilla contenida dentro del endocarpio o cáscara. Se consume como fruto seco, aunque también se puede utilizar en verde, una vez que se han formado los cotiledones y se pueden separar de la piel, sin que se haya formado enteramente la cáscara (muy centrado en Francia). (Ibar , 1985)

La semilla generalmente comercializada es la denominada dulce, utilizada para alimentación humana, tanto en consumo directo como a través de formas industrializadas para distintas elaboraciones. También tiene interés la almendra amarga con fines farmacéuticos o cosméticos. El sabor amargo de la almendra lo proporciona el glucósido amigdalina, que por acción del fermento emulsina, en contacto con la saliva se convierte en ácido cianhídrico tóxico. Las almendras dulces son nutricionalmente muy ricas: entre sus componentes destacan proteínas, minerales (potasio, fósforo, magnesio y calcio), vitaminas (vitaminas E y B) y aceites grasos saludables.

El fruto seco se puede comercializar de distintas formas: cáscara, grano, repelada y en forma de subproductos para confitería o cosmética.

El fruto con cáscara se conserva durante 3 años en condiciones ambientales adecuadas (baja humedad y temperaturas alrededor de 4.5 grados centígrados). También se aprovechan las cortezas para alimentación animal y las cáscaras como fuente de energía o como abrasivo en forma de polvo. El producto de su combustión produce unas cenizas que pueden ser usadas como abono para el suelo. Se puede decir que el almendro tiene un aprovechamiento integral, sin producción de subproductos problemáticos o contaminantes.

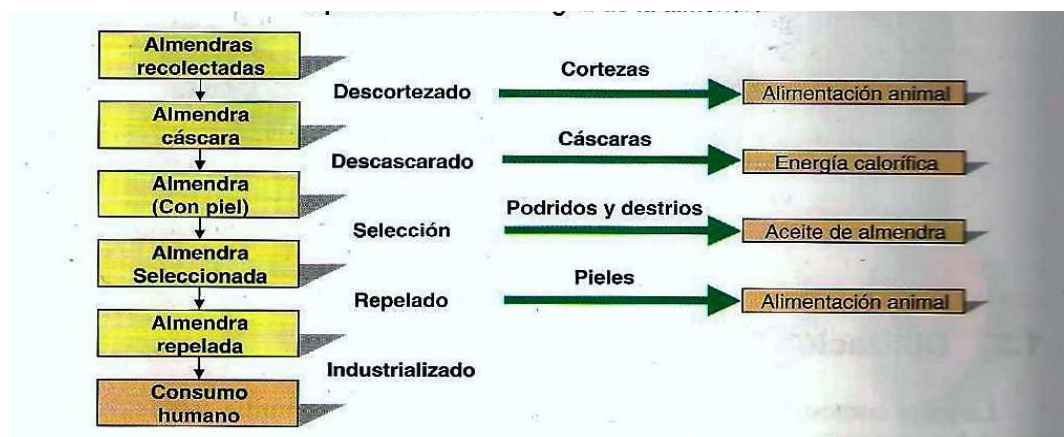


Gráfico 2: Aprovechamiento integral de la almendra

Fuente: EL ALMENDRO: MANUAL TECNICO-Manuel Muncharaz Pou

2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El almendro es una especie de porte generalmente erguido, de dimensiones variables según los cultivares, medio y técnicas de poda. Su tronco y sus ramas son cortos y no muy vigorosos, lisos durante los primeros años y a veces con lenticelas, se vuelven agrietados y rugosos con la edad y adquieren una coloración oscura. (Muncharaz Pou, 2004)

Es un árbol caducifolio, poco frondoso. Presenta diferentes aspectos según el ambiente en el que se halla; así, en terrenos pobres, secos y sin laboreo, aparece junto con una vegetación raquítica, achaparrada y arbustiva, a cuya forma se adapta hasta el extremo. Cuando se encuentra en plantaciones bien distanciadas en tierras nutritivas y sueltas, toma la configuración y las dimensiones de un gran frutal. El almendro alcanza alturas de 8 a 10 metros, siendo normalmente de 4 a 5 metros.

Su vida productiva depende de las condiciones de la vegetación y puede durar entre 40 y 100 años. (Montero Riquelme, 1993)

2.1. Sistema radicular

Tiene un sistema radicular potente, pivotante y profundamente anclado en el suelo, muy adaptado a condiciones de clima seco. Las raíces están lignificadas, de color amarillo-grisáceo cuando es joven. Soporta mal el trasplante y es sensible a la asfixia radical.

2.2. Tronco, ramas y hojas

El tronco, de joven, es liso, de piel fina y lustrosa; en la adultez la corteza se torna oscura, rugosa y agrietada en sentido longitudinal. No muestra tendencia a desarrollarse recta o verticalmente, siempre esté inclinado y permanece tortuoso.

Los ramos característicos en el almendro son distintos, predominando los siguientes: el ramo de madera, que se produce por el desarrollo de una yema vegetativa, es una formación que solo da hojas, pues solo tiene yemas de madera. Cuando el desarrollo de la yema vegetativa proporciona ramos con hojas y flores, el ramo se llama mixto. En ambos casos son ramos de una longitud comprendida entre 0.25 y 1 metro, aunque el ramo de madera siempre es ligeramente más largo. En caso de que estos ramos mixtos no sobrepasen los 25 centímetros, se denominan chifonas. En estas formaciones predominan los botones florales, a excepción de las yemas basales y la terminal. Si el crecimiento del ramo es aún menor si se desarrollan temas laterales de flor, y en este caso la formación se denomina

ramillete de mayo, que como en todos los casos tiene yema terminal vegetativa. Un ramo anticipado es aquel que procede de una yema que se desarrolla en el mismo periodo vegetativo en que se forma la yema.

El chupón, es un ramo de grandes dimensiones tanto en longitud como en diámetro, de crecimiento vertical. Estas formaciones proporcionan yemas poco desarrolladas, por lo que es una estructura poco deseable para el árbol.

Las hojas son alternas, normalmente estrechas y alargadas, con un limbo dentado y brillante en el haz. Generalmente tienen una longitud, unas cuatro veces superior a la de su peciolo, el cual tiene alguna glándula en la base.



Figura 7: *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb var. *Amara*

Fuente: Köhler's *Medizinal-Pflanzen* (1887)

Las yemas pueden diferenciarse por su posición y por los órganos que darían lugar. En atención a su posición, pueden ser terminales o apicales (situadas en un extremo del ramo) y axilares o laterales (situadas en un lateral del tallo). Las yemas apicales son siempre vegetativas y proporcionan el crecimiento longitudinal del ramo. Las yemas axilares pueden dar lugar a madera o a flor y son tres, una yema central y dos yemas laterales llamadas estipulares. Las yemas son puntiagudas, de sección triangular, y recubiertas con escamas de color marrón oscuro.

2.3. Flor

Tanto la flor del almendro cultivado como de las especies silvestres, son del tipo 5 (cinco sépalos, cinco pétalos), con una corola formada por pétalos ovales variables en tamaño y color. Su gineceo está formado por un pistilo único en posición central y un androceo formado por 20 o 30 estambres libres. Son flores hermafroditas, que por regla general son autoestériles, por lo que para su cultivo se necesitan como mínimo dos variedades con polen compatible. Es la especie frutal con floración más temprana.

2.4. Fruto

La almendra es una drupa oval cuyo peso puede variar de 8 a 20 gramos y de la que solamente se usa el grano. El mesocarpio está recubierto por una epidermis, el pericarpio que suele ser pubescente, aunque también existe el carácter "liso"

El aspecto general del fruto es verde, ligeramente coloreados de rojo a la madurez. La pulpa del mesocarpio, que puede variar de 0.5 a 1.5 cm de grosor es blanco-verdosa aunque en esta especie también exista el carácter de carne amarilla. El endocarpio o cáscara, puede ser delgado, grueso y también muy firme o muy débil; en algunas variedades, la cáscara se separa en dos capas, exfoliando la capa externa del endocarpio.

Crece en un periodo muy rápido de 45 días aproximadamente y su proceso de maduración concluye entre mediados de septiembre, periodo en el que se recolectan las variedades cultivadas.

La parte interior es la semilla, con dos cotiledones, de la que a su vez podemos diferenciar el grano, formado por embrión, endosperma y nucela y el tegumento exterior, también llamado piel o pellicelo. La semilla generalmente es única, pero en algunas variedades se produce una doble semilla (almendras dobles o gemelas) lo que se considera un defecto comercial importante. El color la

rugosidad y el espesor del tegumento son características varietales.



Imagen 3: Fruto del almendro en diferentes estados

Fuente: juntadeandalucia.es

Respecto al peso del fruto descortezado, depende del tipo de cáscara que determina el rendimiento al descascarado de la variedad. Con las variedades españolas es frecuente un peso de 10 a 12 gramos de un fruto con cáscara o más. Con esto se puede concluir que en el momento de la madurez el fruto tiene un peso alrededor de 20 gramos distribuidos de la siguiente manera:

- Corteza 50% del peso.
- Cáscara 35-40% del peso.
- Semilla 10-15% del peso.

2.5 Ciclo vegetativo anual del almendro

La floración

El período vegetativo activo del almendro empieza con el desarrollo de las yemas, de crecimiento lento e ininterrumpido durante la época de letargo, aumenta de manera rápida tras un lapso de 50 días en que la temperatura oscila entre 0 y 10 grados.

Si la temperatura media diaria se mantiene durante aproximadamente una semana, comienza la floración, que suele durar en sus distintas fases casi un mes. Comienza con la diferenciación del cáliz en el centro de la yema, sigue con la apertura de la corola y finaliza con los estambres libres y visibles para la recepción del polen. La buena floración y correcta fecundación del óvulo es el inicio de una excelente cosecha. (Palazón, 1965)

Tras esto, existen dos problemáticas a tener en cuenta: las heladas y la polinización.

En primer lugar, el desarrollo de la flor no debe quedar interrumpido por una helada que mermaría toda la cosecha. Las heladas más peligrosas son las tardías, cuando la flor ya está en plena floración. En segundo lugar, conseguir que el ovario haya retenido el correspondiente aporte de polen para ser fecundado, con la dificultad añadida de la autoesterilidad del almendro.

La polinización

La mayoría de las variedades de almendro son autoesteriles, por lo que precisan que haya otra variedad diferente cerca para que tenga lugar la polinización.

Al introducir en una plantación distintas variedades fecundantes, se procurará que la floración de ambas especies se dé al mismo tiempo, por lo que las dos variedades se deberán plantar en lugares diferenciados para que al cosechar puedan recogerse por separado.

El viento y los insectos son agentes de polinización. El polen de las flores del almendro es pesado y no tiene elemento alguno que facilite que el viento lo transporte. En cambio, los insectos son muy útiles: esperan las flores del almendro, que les atraen por ser las primeras en florecer en pleno invierno, aprovechan el néctar y transportan el polen de ellas.

Una humedad relativa alta o periodos lluviosos durante la época de floración perjudican la fecundación y cuajado del fruto, un tiempo soleado con temperaturas suaves y constantes facilita de manera notable la fecundación y estimula la actividad de los insectos polinizadores.

Desarrollo del fruto

Una vez terminado el periodo de floración empieza el desarrollo de los ovarios, futuros frutos, momento muy delicado si hay heladas, ya que han desaparecido los envoltorios florales, y las hojas, muy poco desarrolladas, no pueden resguardar a la incipiente almendra.

El crecimiento del fruto es rápido, la almendra y el grano alcanzan su tamaño definitivo en los meses de abril y mayo, hasta alcanzar el máximo a finales de septiembre, momento de la recolección. Suele quedar una gran cantidad de ovarios que el árbol no puede ni alimentar ni conservar, produciéndose la caída de estos (purgada). Muchas veces la purgada es intensa debido carencias nutritivas, en especial la escasez de fosfatos y potasio, así como por carencia de humedad.

Desarrollo vegetativo

Una vez se produce la caída de los pétalos, comienza el desarrollo de las hojas que crecen junto a los brotes fructíferos. Se considera que los brotes fructíferos son productivos durante 5 años. En ausencia de condiciones ambientales adversas, los brotes continuarán desarrollándose durante toda la primavera y el verano. El crecimiento de un brote es inversamente proporcional al número de frutos que en él se desarrollan. Por ello, en la poda hay que buscar el mantenimiento de los brotes productivos, la renovación de los viejos y el crecimiento armónico de los árboles.

Maduro el fruto y apto para la cosecha, comienza la caída de la hoja a finales de septiembre y continúa durante todo el otoño, cuando llegan los primeros fríos la defoliación es completa. Así se inicia el reposo invernal, durante el cual el almendro puede soportar temperaturas de hasta -20 °C sin daño para el árbol.

2.6. Exigencias climáticas

La fecha de floración en el almendro está principalmente determinada por las temperaturas que influyen sobre las yemas de flor durante el período de latencia. Los cultivares de almendro presentan un rango muy amplio de fechas de floración debido a su adaptación a las diferentes condiciones climáticas de sus lugares de origen.

La temperatura es la variable climática que muestra una mayor influencia en el desarrollo de las diademas florales. Aunque el orden de floración de los distintos cultivares de almendro se mantiene a lo largo de los años con pocas variaciones, la fecha de floración depende de las condiciones climáticas invernales que influyen en los sucesivos estados de la latencia. Al inicio de la latencia, la organogénesis floral ya se ha completado. Durante el primer periodo de la latencia (endolatenia), la planta debe cubrir sus necesidades de frío para salir del reposo vegetativo invernal. Después, comienza la ecolatenia, en la que el desarrollo de las yemas depende especialmente de la acumulación de calor considerándose su final como la apertura del 50% de las flores.

Para la correcta expansión del almendro, tienen igual interés la altitud y la situación dentro de la zona climática donde se cultivan: los valles sombríos son perjudiciales, especialmente si son húmedos. Las laderas altas y algo abrigadas contra los vientos fríos son los mejores emplazamientos.

Las heladas representan el mayor riesgo en la producción de almendras, sobre todo las que coinciden con la primera época de crecimiento de los frutos. Los tejidos vegetales que contienen sustancias en disolución, se congelan a temperaturas inferiores a 0°C. En un tejido, empieza a congelarse el agua situada en los espacios intercelulares a 0°C, si continúa descendiendo la temperatura, la congelación alcanza el interior de las células y éstas mueren. Es importante la forma cómo se presenta el frío, y se deben considerar la rapidez del enfriamiento del aire y la duración del período de frío. Por ello, en zonas con riesgo de heladas habrá que poner especial cuidado en escoger variedades de floración tardía.

El rango de temperaturas óptimo para la actividad fotosintética del almendro se sitúa entre 25-30 °C. Para que se inicie el periodo vegetativo y tenga lugar una correcta floración y cuajado del fruto, se deben cubrir unas necesidades de frío invernal y, posteriormente, unas necesidades de calor. Para conseguir el desarrollo normal de sus yemas, el almendro necesita entre 200 y 300 horas de frío en que la temperatura es inferior a 7 °C. Las altas temperaturas pueden provocar un grave perjuicio para las plantas: por encima de los 35 °C la actividad fotosintética se ve seriamente reducida, entrando los árboles (sobre todo en secano) en parada vegetativa estival. Temperaturas por encima de los 40 °C pueden provocar la deshidratación, necrosis (asurado) y caída de hojas, daños al fruto y quemaduras de la madera.

2.7. Exigencias sobre el suelo

El almendro se adapta a diferentes tipos de suelo, se trata de una planta de considerable rusticidad. En secano, es indispensable un suelo profundo donde las raíces puedan desarrollarse por completo, ya que llegan a alcanzar los 4 metros. Dada la poca resistencia de las raíces a la gomosis, podredumbre y asfixia, los suelos arcillosos, poco profundos o mal drenados son nocivos para el cultivo.

El calcio es un elemento indispensable para el almendro y basta un suelo con una riqueza en carbonato de calcio del 3 al 7%. Es muy tolerante a la acidez o alcalinidad del suelo, aunque se considera como más adecuado el pH 6-7.

En líneas generales, el almendro requiere tierras ricas en calcio, arcillosas y profundas. Le perjudican los suelos arcillosos y compactos. (Queralt Gimeno , 1987)

Parámetro (unidades)	Nivel		
	Bajo	Normal	Alto
Materia Orgánica (%)	1-1,9	2-2,5	2,6-3
CO ₃ Ca (%)	5-10	10-20	20-40
Caliza Activa (%)	0-6	6-9	>9
Ph		5,5-8,4	
Salinidad (CE _s dS/m)		4-6	
Nitrógeno total (Kjeldahl %)	0,06-0,1	0,11-0,2	0,21-0,4
Relación C/N	<10	10-12	>12

Fuente: FAO, 1984.

Tabla 6: Niveles interpretativos de distintos parámetros del suelo Fuente: juntadeandalucia.es

3. VARIEDADES Y PATRONES

3.1. Patrones

El patrón es una parte fundamental en la formación del árbol, sobre este se injerta la variedad y , mediante su trabajo en consonancia, constituyen el árbol productivo. Por esto, se debe elegir el patrón y la variedad que mejor se adapten entre ellos y a las características de la zona de trabajo.

El patrón es el responsable de desarrollar el sistema radicular, de absorber los nutrientes y de aportar parte de sus características al fruto. Se debe tener en cuenta que las raíces supongan un buen anclaje y que el patrón sea resistente a las enfermedades del suelo.

La mejor forma de multiplicar el almendro consiste en la formación en viveros, donde los árboles procedentes de semillas, los portainjertos o patrones, se les injerta la variedad de almendro que se desea cultivar, de manera que se seleccionarán los patrones y variedades que mejor se adapten a las características de la zona. (Montero Riquelme, 1993)

A la hora de escoger un patrón habrá que tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Compatibilidad con la variedad
- Homogeneidad
- Vigor

- Longevidad de la plantación
- Respuesta a condiciones adversas
- Adaptación
- Resistencia a plagas y enfermedades
- Productividad
- Ventajas e inconvenientes

Los patrones más utilizados en el almendro son:

Almendro Franco

El patrón tradicional procedía de la semilla de almendro amargo, más resistente a la acción de los roedores. Este patrón ha caído en desuso a causa de originar plantas de poco y lento desarrollo y por la dificultad de encontrar y seleccionar semillas homogéneas y de buen tamaño. El buen comportamiento general que presentan los patrones híbridos ha hecho que, en la actualidad, el empleo del patrón de almendro amargo haya casi desaparecido y se mantiene, pero con una importancia mucho menor, el de almendro dulce.

Este pie sólo se emplea por su mayor carácter rústico en terrenos muy secos. Los almendros de pie franco tiene la ventaja de ser muy longevos, pero presentan inconvenientes como: lenta adaptación al trasplante, tardío inicio de la producción, poco aptos para terrenos demasiado húmedos o mal drenados y poco resistentes a las enfermedades de las raíces : nematodos, podredumbre del cuello y de la raíces (*Phytophthora*), agalla del cuello (*Agrobacterium*) y podredumbre de las raíces (*Verticillium*, *Fusarium*, etc.).

Para almendros que deben cultivarse en terrenos en secano de buen fondo y drenaje, lo corriente es emplear patrones procedentes de almendros dulces de cáscara dura:

- Variedades: Garrigues, Atocha y Marcona.

Melocotonero Franco

Los almendros sobre patrón de melocotonero resultan apropiados para terrenos de regadío, muy frecuente en California. Tienen una elevada producción, sobreviven sin dificultad en el vivero y resisten

bien el trasplante, tienden a producir antes y dan buenas cosechas cuando son jóvenes, aunque tienen mal comportamiento en suelos calizos, además de tener una vida útil menor.

Respecto a los pies del almendro, los patrones de melocotonero son más resistentes a la asfixia de las raíces y éstas resisten mejor la acción de los nemátodos y del *Verticillium*, pero son menos resistentes a la acción de los virus.

- Variedades : GF-305 o Montclar, Lovell, Nemaguard y Nemared.

Híbrido Almendro x Melocotonero

Originalmente estos híbridos se prepararon en California y después en Francia, ya encaminados para pie de almendro, muy resistentes al asfixia de las raíces pero poco a la acción de los nemátodos.

Tienen las características propias del almendro: longevidad, resistencia a la sequía y a la cal, y las del melocotonero: mayor vigor y buena precocidad de entrada en producción y elevados potenciales productivos, así como una total compatibilidad con todas las variedades de almendro.

- Variedades : GF-677, Garnem, Adafuel y Mayor.

Clonales de ciruelo

Los almendros con pie de ciruelo se utilizan en terrenos de regadío, fuertes, insuficientemente drenados, ricos en cal y con subsuelo compacto y arcilloso. Estos almendros no soportan la sequía, por lo que se riegan durante el verano. Son de vigor medio, y por ello se plantarán más compactos que los de pie franco, su fructificación es buena y su vida, más corta que los de pie de melocotonero. Su principal virtud es la gran resistencia frente a las enfermedades del suelo y a la asfixia radicular.

- Variedades : Sanjulián, Damas, Mirobolán, Montizo y Adesoto.

PATRÓN	LONGEVIDAD	RESISTENCIA A ENFERMEDADES DEL SUELO	VIGOR	RESISTENCIA A SEQUÍA	RESISTENCIA AL ENCHARCAMIENTO	RESISTENCIA A CALIZA
Almendro	Muy Alta	Sensible	Medio	Resistente	Muy sensible	Muy resistente
Melocotonero	Baja	Sensible	Alto	Sensible	Sensible	Sensible
A. x M.	Alta	Sensible	Muy alto	Resistente	Sensible	Resistente
Ciruelo	Media	Resistente	Bajo	Sensible	Tolerante	Tolerante

Tabla 7: comportamiento de los principales patrones. Fuente : elaboración propia.

3.2. Variedades

La variedad ocupa la parte superior del árbol, aportando tronco, ramas, hojas y fruto. Su elección dependerá de sus características básicas y de las condiciones de la parcela.

Existe una gran diversidad variedades de almendro. Esta gran riqueza genética posibilita la elección de variedades adaptadas a muy diversas condiciones. Sin embargo, en los países productores más avanzados hay una tendencia a manejar unas pocas variedades y tipos comerciales definidos.

Los niveles productivos pueden verse afectados negativamente por diferentes causas de modo que, los diferentes aspectos del comportamiento varietal deberán ser priorizados en función de las condiciones medioambientales, del sistema de cultivo y de las características y necesidades de la explotación.

Es muy difícil definir una variedad ideal o ideotipo para todas las circunstancias, siendo más aconsejable hacerlo para una situación concreta. Este concepto tiene un componente dinámico, variable a medida que se profundiza en el conocimiento de los distintos aspectos y su posible resolución.

3.2.1. El Ideotipo del almendro

El ideotipo del almendro no consiste en una única variedad universal, sino que se conforma de las siguientes características dependiendo del entorno del cultivo (Ibar , 1985) :

- Compatible
- Fenología adaptada al medio
- Resistencia a plagas y enfermedades
- Productividad elevada
- Características del fruto: cáscara dura, sin almendras dobles, forma, aspecto y sabor óptimo
- Fácil manejo del cultivo

Compatible

Como se menciona al principio de este anejo, el almendro es una especie con necesidad de polinización entomófila, existiendo variedades autoincompatibles y autocompatibles. Dado que la parte comercial del almendro es la pepita, que botánicamente es una semilla, la fertilización de la flor es necesaria para asegurar la producción.

Con la autogamia se asegura la polinización de la flor, por lo que es un carácter altamente deseable. De este modo, se asegura la capacidad de una flor para polinizarse a sí misma y se elimina la necesidad de insectos polinizadores y de un tiempo atmosférico adecuado para su actividad. Con cultivares autocompatibles se pueden realizar plantaciones monovarietales. Si además cuentan con el carácter de autofertilidad, se consigue una polinización menos dependiente de la actuación de insectos vectores.

En las variedades autoincompatibles es inviable la fecundación de las flores con polen de la misma variedad. La utilización de este tipo de variedades condiciona el diseño y manejo de la plantación, ya que exige la implantación de, al menos, dos variedades intercompatibles entre ellas y coincidentes en floración.

Fenología adaptada al medio

Fenología: relación entre los factores climáticos y los ciclos de crecimiento de la planta.

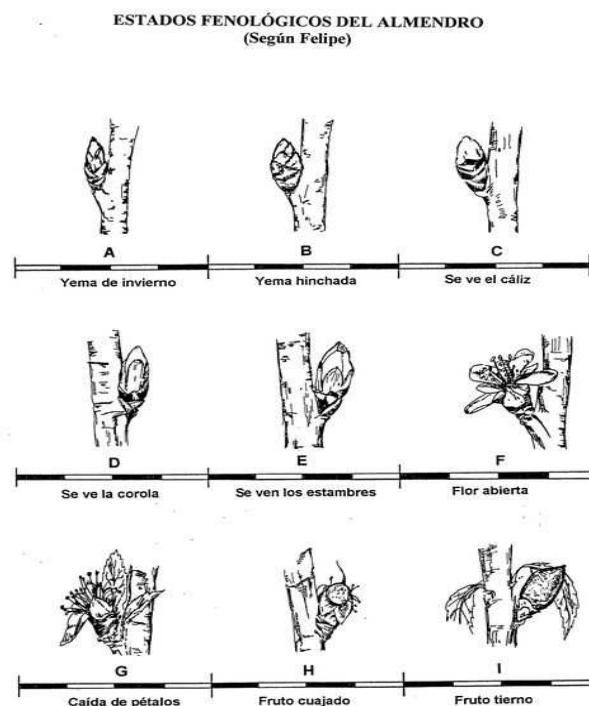


Figura 8: Estados fenológicos del almendro

Fuente: fruticultura.udl.es

El almendro es una de las especies frutales de floración más precoz, siendo esto motivo de que la gran mayoría de pérdidas de cosechas sea por daños producidos por heladas tempranas. Se debe tener en cuenta que el almendro es una especie con bajas necesidades en frío invernal que, relacionadas con el desarrollo invernal de la yema, influyen en la época de floración de la variedad, por lo que generalmente las variedades con más necesidades en frío invernal florecerán más tarde. Así como las necesidades de frío exigen ser cubiertas, también lo hacen las necesidades de calor para que pueda tener lugar la floración, por lo que la fecha de floración dependerá de la conjunción de ambas. Por esto, la época de floración es un aspecto a tener muy en cuenta en la elección varietal. La fecha de floración tiene un componente ambiental y otro genético, que se mantiene aunque cambien las condiciones ambientales. Aunque las condiciones climatológicas y las heladas son impredecibles, se deben tener en cuenta a la hora de escoger la variedad con la época de floración en la que haya una climatología más

benigna en la zona de cultivo.

Las variedades se suelen agrupar en tres categorías en función de su fecha de floración: extratempranas, tempranas, y tardías. Existe un cuarto grupo de variedades que presentan una floración extra tardía, que florecen entre 10-20 días después que las variedades de floración tardía. La productividad de estas variedades es menor, por lo que solo se recomiendan en zonas con una alta incidencia de heladas.

Una vez cubiertas las necesidades de frío y calor, resistidas las heladas y llevada a cabo con éxito la polinización de la flor y el crecimiento del fruto, se tiene en cuenta la época de maduración. Una época de maduración temprana es considerada ventajosa ya que facilita el secado del fruto ya recolectado por ser este previo a las lluvias de otoño, permite una mejor recuperación del árbol y cubre con antelación la demanda industrial.

Otro interesante aspecto a considerar es la resistencia a la sequía, debido a que las condiciones de cultivo son en seco en la mayoría de las regiones. Por ello las variedades deben estar adaptadas a los períodos de estrés prolongados y frecuentes y usar eficazmente el agua disponible. Los árboles deben ser capaces de restringir la transpiración sin reducir la fotosíntesis, permitiendo una mejor eficiencia en el uso de los recursos hídricos y una mejor resistencia a la sequía.

Resistencia a plagas y enfermedades

Se deberán tener en cuenta las diferencias varietales respecto a la susceptibilidad a las plagas y enfermedades, más en aquellas zonas en las que se den condiciones ambientales propicias para la incidencia de éstas.

Productividad

En toda explotación es necesaria una producción mínima que cubra los costes, por lo que una productividad elevada y sin vecería que ocasione desequilibrio productivo y comercial son características muy importantes. Una producción elevada está directamente relacionada con la presencia de yemas de flor en ramilletes y brotes cortos (ramificación compensada), lo que origina una alta densidad floral.

Características del fruto

- Calidad organoléptica: aspectos como el amargor de la pepita, la intensidad de su sabor (relacionado con el sistema de cultivo) y su composición nutricional definen la aptitud industrial de cada tipo de almendra.
- Tamaño y forma: por regla general se desea un tamaño de pepita grande, superior a 1 g/pepita. Sin embargo, el tamaño dependerá del uso que vaya a dársele al fruto.
- Espesor y color del tegumento: es deseable que la piel sea fina y no esté excesivamente adherida a la pepita.
- Pepitas dobles y defectuosas: afecta negativamente al aspecto de la semilla y dificulta los procesos de descascarado y repelado, aunque no afecta a la calidad organoléptica. La presencia de pepitas dobles es una característica varietal, aunque de expresión variable según cosechas.
- Dureza de cáscara: una cáscara dura y bien cerrada se traduce, generalmente, en buenos rendimientos. Además, una cáscara dura es resistente al ataque de plagas que puedan dañar la pepita, permite un almacenaje durante un periodo prolongado de tiempo sin peligro de enranciamiento ni deshidratación excesiva. La relación entre el peso total del fruto y la de la cáscara se considera en un porcentaje del 30-40 % como más interesante, ya que con ello se mantienen las buenas características reseñadas.

Fácil manejo del cultivo

La morfología del árbol debe ser preferentemente con un porte semierecto que facilite la formación del árbol y la mecanización de su cultivo; una ramificación compensada que produzca suficientes crecimientos anuales para una renovación constante de la copa sin llegar a ser excesivos; un crecimiento inicial rápido y posterior lento y una formación de chupones reducida. Todas estas características son tomadas en cuenta con el fin de reducir al máximo las labores a lo largo del ciclo productivo.

3.2.2. Caracterización de las principales variedades

Nuevas variedades

Las variedades tradicionales poseen características destacables y producen frutos muy apreciados por el consumidor, pero tienen limitaciones importantes: son de floración temprana (daños por heladas), son exigentes en labores de cultivo, etc.

Recientemente han aparecido nuevas variedades con características muy interesantes que han empezado a difundirse con rapidez en las plantaciones españolas. En España existen tres centros de mejora en almendro: el CEBAS de Murcia, el CITA de Aragón y el IRTA de Cataluña, que en los últimos años han registrado nuevas variedades.

Principales Variedades

1. AutoCompatibles

1. Floración Temprana

1. BLANQUERNA

- Origen: (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación: Media Vigor: Medio
- Floración: Temprana
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-32%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar.

2. CAMBRA

- Origen: (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación: Media Vigor: Medio
- Floración: Temprana

- Maduración: Temprana
- Productividad: Media Rendimiento: 25-27%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar. Susceptible a enfermedades.

3. RAMILLETE

- Origen: España
- Autocompatible
- Porte: Erecto Ramificación: Media Vigor: Grande
- Floración: Temprana
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 27-29%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar. Tolera enfermedades y sequía.

2. Floración Tardía

1. ANTOÑETA

- Origen: (CEBAS)
- Autocompatible
- Porte: Grande; Ramificación: Abundante; Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta; Rendimiento: 34-36%
- Manejo del cultivo: Poda difícil por alta ramificación. Tolerante a enfermedades.

2. AYLES

- Origen: Polinización libre de Tuono (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación: Escasa Vigor: Medio
- Floración: Tardía

- Maduración: Tardía
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-34%
- Manejo del cultivo: Comportamiento frente a heladas tardías bueno. Fácil de formar y podar.

3. BELONA

- Origen: (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación: Media Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Media
- Productividad: Media Rendimiento: 27-35%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar.

4. CONSTANTÍ

- Origen: España (IRTA)
- Autocompatible
- Porte: Grande Ramificación:Media Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 26-27%
- Manejo del cultivo: Escasa producción en secano.

5. FELISIA

- Origen: España (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación:Media Vigor: Medio
- Floración: Muy Tardía
- Maduración: Mediana
- Productividad: Alta Rendimiento: 32-35%

- Manejo del cultivo: Fácil de podar.

6. FERRADUEL

- Origen: Francia (INRA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación:Alta Vigor: Medio
- Floración: Muy Tardía
- Maduración: Mediana
- Productividad: Alta Rendimiento: 24-28%
- Manejo del cultivo: Buen polinizador.

7. GUARA

- Origen: España (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación:Escasa Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-32%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar. Buen comportamiento frente a heladas.

8. LAURANNE

- Origen: Francia (INRA)
- Autocompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación:Media Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Mediana
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-35%
- Manejo del cultivo: Resiste bien el frío.

9. MARDÍA

- Origen: España (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación:Media Vigor: Medio
- Floración: Muy Tardía
- Maduración: Media-tardía
- Productividad: Baja Rendimiento: 24-28%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar.

10.MARTA

- Origen: España (CEBAS)
- Autocompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación:Media Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Media
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-32%
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades.

11.MONCAYO

- Origen: España (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación:Escasa Vigor: Grande
- Floración: Muy Tardía
- Maduración: Media
- Productividad: Baja Rendimiento: 25-28%
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades. Fácil de formar y podar. Buen comportamiento frente a heladas tardías.

12.PENTA

- Origen: España (CEBAS)
- Autocompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación: Escasa Vigor: Grande
- Floración: Muy Tardía
- Maduración: Media
- Productividad: Baja Rendimiento: 25-28%
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades

13.PLANETA

- Origen: "Ferragnès x Tuono" (INRA)
- Autocompatible
- Porte: Semi-Erecto Ramificación: Escasa Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Temprana
- Productividad: Media Rendimiento: 25-30%
- Manejo del cultivo: Fácil formación y poda.

14.SOLETA

- Origen: España (CITA)
- Autocompatible
- Porte: Medio Ramificación: Media Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Mediana
- Productividad: Media Rendimiento: 27-35%
- Manejo del cultivo: Fácil formación y poda.

15.TUONO

- Origen: Italia
- Autocompatible
- Porte: Abierto Ramificación: Escasa Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Media-Temprana
- Productividad: Media Rendimiento: 30-35%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar.

16.VAIRO/VAYRO

- Origen: España (IRTA)
- Autocompatible
- Porte: Erecto Ramificación: Media Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 26-29 %
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades y sequía

2. AutoIncompatibles

1. Floración Temprana

1. COLORADA

- Origen: España, Murcia
- Autoincompatible
- Porte: Grande Ramificación: Abundante Vigor: Grande
- Floración: Temprana
- Maduración: Mediana
- Productividad: Media Rendimiento: 30-32%

- Manejo del cultivo: Difícil de formar y podar.

2. DESMAYO LARGUETA

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación:Media Vigor: Medio
- Floración: Muy Temprana
- Maduración: Tardía
- Productividad: Alta Rendimiento: 24-29%
- Manejo del cultivo: Susceptible a enfermedades.

3. FERREASTAR

- Origen: Francia
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación:Media Vigor: Medio
- Floración: Temprana
- Maduración: Media
- Productividad: Alta Rendimiento: 28-30%
- Manejo del cultivo: Buen polinizador y resistente a enfermedades.

4. MARCONA

- Origen: España
- Autoincompatible (Cid, Blanquerna, Carreró, D.Largueta)
- Porte: medio. Ramificación: abundante. Vigor: medio.
- Floración temprana
- Maduración mediana
- Productividad: Alta Rendimiento: 22-26%
- Manejo del cultivo: poda costosa por su ramificación abundante y es sensible a enfermedades.

5. PLANETA

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Abundante Vigor: Grande
- Floración: Temprana
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 26-30%
- Manejo del cultivo: Difícil formación y poda.

6. RUMBETA

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Media Vigor: Grande
- Floración: Temprana
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 29-32%
- Manejo del cultivo: Sensible a enfermedades criptogámicas.

7. VERD

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Media Vigor: Medio
- Floración: Temprana
- Maduración: Media
- Productividad: Media Rendimiento: 28-30 %
- Manejo del cultivo: Fácil formación y poda.

2. Floración Media

1. CARRERÓ

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Escasa Vigor: Medio
- Floración: Media
- Maduración: Tardía
- Productividad: Alta Rendimiento: 28-30%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar. Buen polinizador de Marcona y Desmayos.

2. CID

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Abundante Vigor: Medio
- Floración: Media
- Maduración: Tardía
- Productividad: Media Rendimiento: 23-25%
- Manejo del cultivo: No presenta vecería, muy sensible a *Fusicoccum*.

3. GARRIGUES

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Erecto Ramificación: Abundante Vigor: Grande
- Floración: Media
- Maduración: Media
- Productividad: Alta Rendimiento: 27-28%
- Manejo del cultivo: No tolera la sequía ni las heladas.

4. ROF

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación: Media Vigor: Grande
- Floración: Media
- Maduración: Temprana
- Productividad: Media Rendimiento: 26-32%
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades.

3. Floración Tardía

1. BERTINA

- Origen: (CITA)
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Escasa Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Media
- Productividad: Media Rendimiento: 30-38%
- Manejo del cultivo: Comportamiento frente a heladas tardías bueno. Fácil de formar y podar.

2. CRISTOMORTO

- Origen: Italia
- Autoincompatible
- Porte: Grande Ramificación:Media Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Media
- Productividad: Alta Rendimiento: 28-30%
- Manejo del cultivo: Buen polinizador. Tolera enfermedades.

3. FERRAGNÈS

- Origen: Francia (INRA)
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Escasa Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Mediana
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-34%
- Manejo del cultivo: Buen polinizador y resistente a enfermedades.

4. FRANCOLÍ

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Grande Ramificación: Media Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Temprana
- Productividad: Alta Rendimiento: 28-31%
- Manejo del cultivo: Buen polinizador.

5. GLORIETA (IRTA)

- Origen: Cruce "Primorskii x Cristomorto" (IRTA)
- Autoincompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación: Media Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Media-tardía
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-32%
- Manejo del cultivo: Fácil de formar y podar. Muy productivo y fruto de calidad. Poliniza muy bien con Masbovera.

6. MASBOVERA (IRTA)

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio-Erecto Ramificación:Media Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Tardía
- Productividad: Alta Rendimiento: 28-30%
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades.

7. TARRACO (IRTA)

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Erecto Ramificación: Media Vigor: Medio
- Floración: Tardía
- Maduración: Tardía
- Productividad: Alta Rendimiento: 30-36%
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades y sequía

8. TARRAGONÈS

- Origen: España
- Autoincompatible
- Porte: Medio Ramificación: Media Vigor: Grande
- Floración: Tardía
- Maduración: Media
- Productividad:Alta Rendimiento:22-25 %
- Manejo del cultivo: Tolera enfermedades

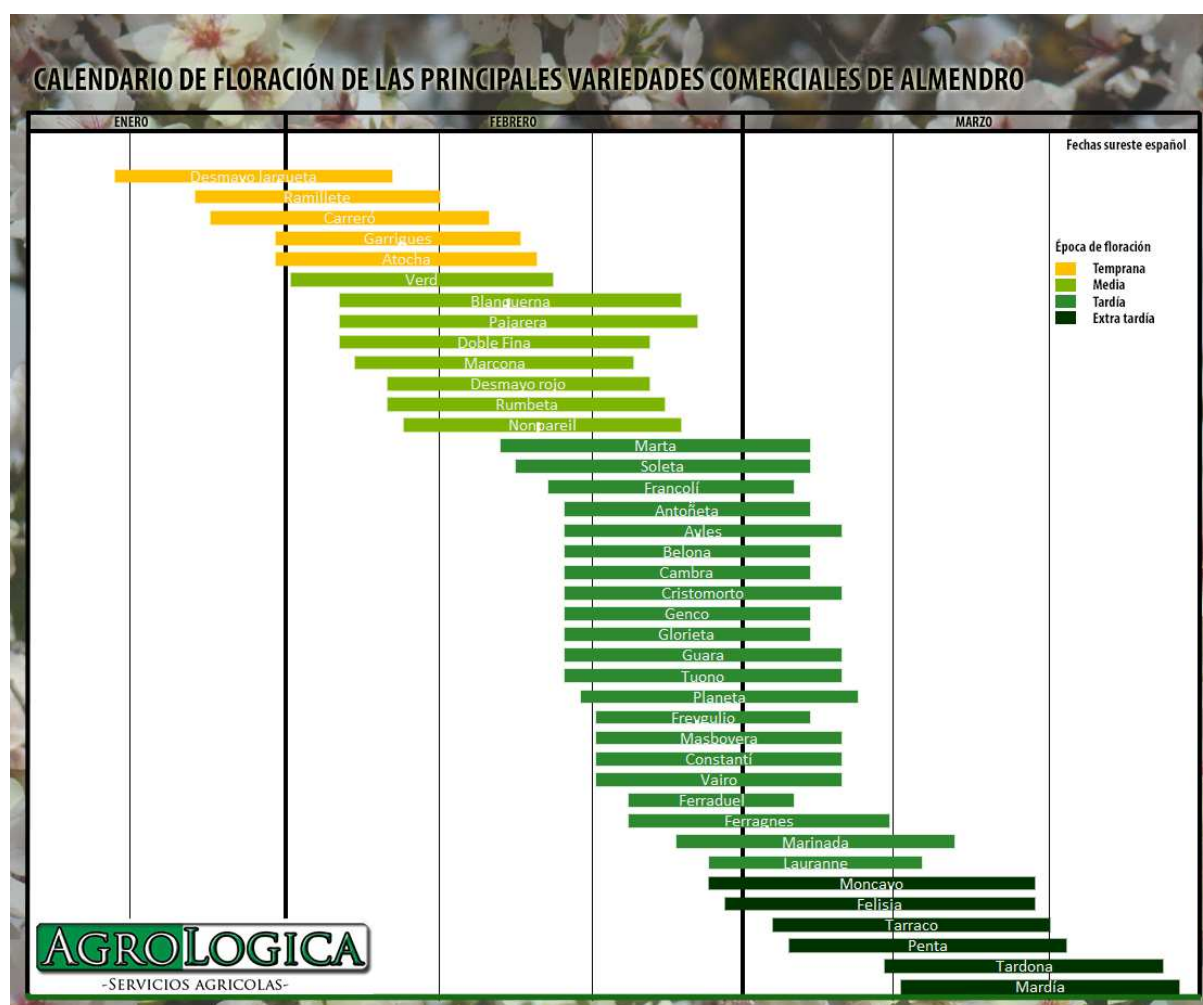


Gráfico 3: Calendario de floración de las rincipales variedades de almendro Fuente: Agrologica

3.3. Elección

La elección de patrón y variedad de almendro para el presente proyecto, tendrá en cuenta los factores que afectan a la producción, así como las características y problemas de la zona y los requerimientos del cultivo.

Los factores que afectan a la producción son: el tipo de material vegetal y sus características (patrón, variedad, polinización, necesidades, puntos fuertes y puntos débiles...), el clima y suelo de la zona de cultivo y su influencia en el desarrollo de la planta y las técnicas y metodologías que se van a usar durante el ciclo productivo.

Los problemas que presenta en la actualidad la explotación son:

- Sensibilidad de la variedad a heladas tempranas y merma de la producción.
- Necesidad de más de una variedad y de polinizadores, ya que la variedad mayoritaria es la almendra marcona (junto con carreró y desmayo largueta).
- Secano y no disponibilidad de agua.
- Presencia de metales pesados en el suelo.
- Envejecimiento de la plantación.
- Actualmente, las cotizaciones en el mercado nacional de almendra se basan en las variedades de Marcona y Desmayo Largueta, quedando casi la totalidad del resto bajo la denominación de “Común”.

2010	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Común	2.62	2.83	2.9	2.75	2.64	2.6	2.53	s/c	3.0	2.8	2.85	2.98
Llargueta	2.9	3.1	3.01	2.85	2.74	2.68	2.54	s/c	3.07	2.9	2.95	3.07
Marcona	3.4	3.52	3.58	3.6	3.46	3.4	3.33	s/c	3.68	3.74	3.8	3.88
Mollar	2.62	2.83	2.9	2.75	2.64	2.6	2.53	s/c	3.0	2.8	2.85	2.98
Mallorca	2.62	2.83	2.9	2.8	2.64	2.6	2.53	s/c	3.0	2.8	2.85	2.98

2013	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Común	4.29	4.72	4.7	4.82	5.2	5.3	5.56	5.5	5.38	5.8	5.9	5.9
Llargueta	4.49	5.25	5.62	5.82	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	7.25	7.6	7.6
Marcona	4.64	5.28	5.62	5.84	6.22	6.33	6.82	7.0	7.4	8.3	8.4	8.4
Mollar	4.29	4.72	4.7	4.82	5.2	5.3	5.56	5.5	5.35	5.8	5.9	5.9
Mallorca	4.19	4.62	4.6	4.72	5.11	5.2	5.46	5.4	5.32	5.8	5.9	5.9

2016	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Común	7.07	7.02	6.0	5.1	6.15	6.5	5.68	5.45	5.0	5.56	5.59	5.4
Llargueta	7.34	7.39	7.2	6.3	6.98	7.27	6.72	6.73	6.67	6.98	7.71	7.75
Marcona	7.94	8.0	8.03	7.75	8.15	8.3	8.03	8.12	8.25	8.4	8.75	8.75
Mollar	6.99	7.22	6.0	5.0	6.05	6.4	5.58	5.41	4.9	5.4	5.48	5.3
Mallorca	6.99	7.22	5.9	5.0	6.05	6.4	5.58	5.41	4.9	5.4	5.48	5.3

Tabla8: Precio de la almendra en grano en los últimos años Fuente: llotja de reus

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

La elección del patrón y la variedad del almendro para el presente proyecto tendrá en cuenta las características agroclimáticas de la zona, así como el tipo de suelo y los problemas más comunes existentes hasta el momento.

El patrón seleccionado será el híbrido almendro x melocotonero INRA GF-677 por sus excelentes aptitudes de adaptación al secano y su alta compatibilidad con las distintas variedades. Este patrón, además, ha sido utilizado hasta la fecha en la parcela y no ha presentado problemas, por lo que se concluye que es un patrón adecuado para el presente proyecto.

Las variedades seleccionadas para la parcela a plantar son las variedades Marta y Lauranne, por ser variedades autofértiles y de floración tardía, de fácil manejo y con buena producción.

A continuación, se amplía la información referente a las variedades escogidas, basada en un estudio realizado por el IVIA. (G. Valdés, A.; Ayuso, E.; E.J. Rico y M. Más, 2001)

La variedad Marta es autofértil y de floración tardía, procede del cruzamiento entre “Ferragnes y “Tuono”, realizado en el CEBAS de Murcia en 1985. El árbol presenta las siguientes características:

- Vigor elevado
- Porte erecto
- Ramificación escasa y equilibrada de fácil poda
- Floración elevada y tardía
- Cascara dura
- Recolección muy temprana, durante los meses de Julio y Agosto
- Rendimiento alrededor del 34%
- Producción de aproximadamente 6'67 Kg/árbol en el 3er año de crecimiento

Es una variedad adecuada para zonas de secano y regadío, que se ha mostrado resistente a Monilia y Mancha ocre. La poda debe ser de rebaje y desvío de ramas al principio de su formación, para más adelante buscar el equilibrio productivo.

En cuanto a la variedad Lauranne, procede del cruzamiento “Ferragnes x Tuono” en 1978, obtenida por Ch. Grasselly (INRA). El árbol presenta las siguientes características:

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

- Vigor medio
- Porte abierto
- Ramificación media fácil de podar y de formar
- Floración abundante
- Cascara dura
- Recolección media, durante Agosto y Septiembre
- Rendimiento medio, alrededor del 31%
- Producción de aproximadamente 7'87 Kg/árbol en el 3er año de crecimiento

Es una variedad que presenta buena adaptación a suelos de secano, floración tardía, facilidad de poda, y calidad del fruto. Se considera una variedad recomendable para zonas de interior con riesgo de heladas y que se puede emplear como polinizador.



Imagen 4: Detalle fruto variedad Lauranne Fuente: IVIA



Imagen 5: Detalle fruto variedad Marta Fuente: IVIA

ANEJO 3. El cultivo ecológico del almendro

INDICE

1. Origen y evolución de la Agricultura Ecológica.....	73
1.1.Situación actual.....	73
1.2.Mercado.....	81
1.3.DAFO.....	82
2. Principios y necesidad de cambio.....	84
2.1.Principios y bases de la Agricultura Ecológica.....	84
2.2.Sostenibilidad y biodiversidad.....	88
2.3.Calidad de los productos ecológicos.....	91
3. Tipos de Agricultura Ecológica.....	93
4. Manejo del cultivo.....	95
4.1.Multiplicación del almendro.....	95
4.2.Plantación.....	98
4.3.Cultivo del almendro.....	99
4.4.Fertilización.....	104
4.4.1.Fertilización orgánica.....	107
4.4.2.Laboreo del suelo.....	112
4.5.Plagas y enfermedades.....	115
4.5.1.Parásitos.....	115
4.5.2.Enfermedades criptogámicas.....	121
4.5.3.Enfermedades causadas por bacterias.....	124
4.5.4.Enfermedades causadas por virus.....	125
4.5.5.Control herbicida.....	126
4.5.6.Métodos de lucha.....	126
5. Conclusiones.....	132

1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

1.1. Situación actual

La agricultura ecológica en España y Europa

El sector ecológico en España comenzó en los años 70, cuando empezó a desarrollarse también en Europa. En 1962 se publicó *Primavera silenciosa* de Rachel Carson, que cuestionaba los efectos perjudiciales del uso de insumos química en agricultura y culpaba a esta industria de la creciente contaminación. En 1972 se fundó la *Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica* (IFOAM), entidad que actúa como organización paraguas del movimiento orgánico, facilitando la producción y el comercio y promoviendo la sostenibilidad.

En 1989 se reconoce oficialmente este sistema de producción, con la creación del *Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica* (CRAE). Este organismo se ocupaba del control, promoción y fomento de este tipo de la agricultura. Desapareció en 1991 con las nuevas orientaciones de la Reforma de la PAC de 1992 y el *Reglamento CE 2092/91, de 24 de junio de 1991*. En 1985 la Comisión Europea realizó el informe conocido como *Libro Verde (Perspectivas de la PAC)* que analizaba la agricultura en la Comunidad Europea. Fue a raíz de este estudio que se planteó la necesidad de que la agricultura fuera rentable económicamente y a la vez contribuyera al mantenimiento del medio ambiente rural.

Fue a mediados de los noventa cuando comenzó el auge de la agricultura ecológica en nuestro país con la incorporación de nuevos productores y operadores, motivados por la evolución del mercado de exportación de productos ecológicos y la aparición de normativa y ayudas.

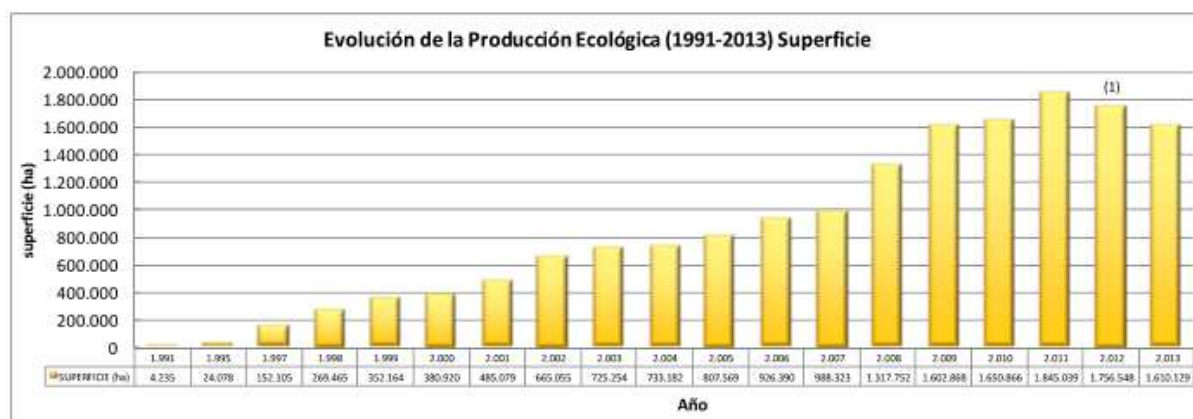


Gráfico 4: Evolución de la superficie de producción ecológica en España. Fuente: MAGRAMA

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

Hasta el año 2011 se incluyeron en los cálculos totales de superficie “Terreno forestal y plantas silvestres (sin uso ganadero), Rosa de Damasco, Árboles de navidad, y Otras superficies”. A partir del año 2012 se excluyen de los totales para homologarlo con los datos de Eurostat.

En 20 años, desde que se reguló hasta 2011, la superficie de cultivo ecológico en España ha aumentado de 4000 Ha a casi 2 millones de Ha.

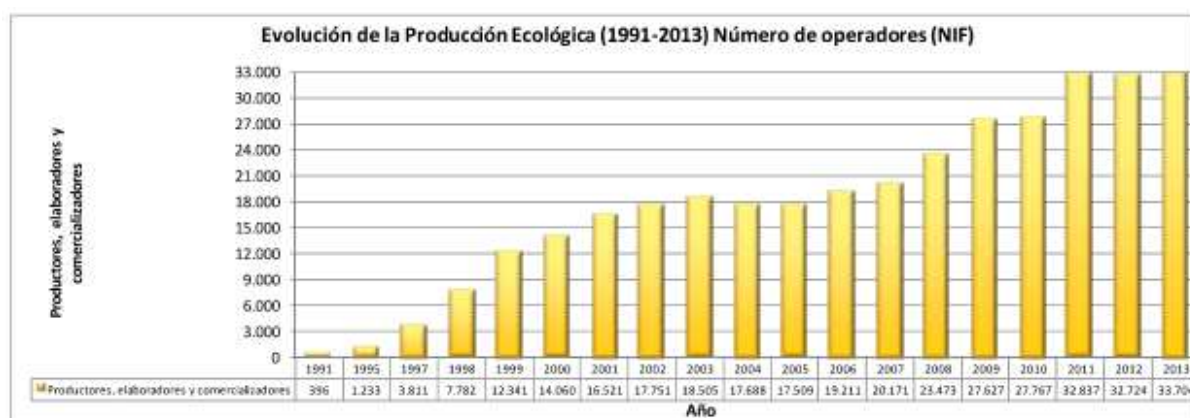


Gráfico 5: Evolución del número de productores ecológicos en España. Fuente: MAGRAMA

El número de productores registrados como ecológicos en España, ha aumentado de casi 400 en 1991 a más de 33.000 en 2013.

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

SUPERFICIE DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (ha) POR TIPO DE CULTIVO CULTIVOS PERMANENTES. AÑO 2013									
Comunidad Autónoma	Frutales	Bayas cultivadas	Frutos secos	Plataneras y subtropicales	Cítricos	Viñedos	Olivar	Otros	TOTAL (cultivos permanentes)
ANDALUCÍA	914,4552	45,2916	35.932,3559	787,0407	3.724,8191	670,3184	53.825,7519	127.542,5484	223.442,5812
ARAGÓN	297,0000	0,1200	1.695,6210	3,8600		953,4400	2.457,7400	16,1400	5.423,9210
ASTURIAS	138,6661	16,6473	26,4553	3,8436	1,0580			0,0467	186,7170
BALEARES	110,3471	0,1200	3.288,0894	23,8200	64,7949	408,3025	600,3763	67,4895	4.563,3397
CANARIAS	70,5849	0,0767	31,8275	270,7472	33,2160	458,9334	33,8782	80,1047	979,3686
CANTABRIA	1,5110	16,8155	37,0500	13,0680	0,0070				68,4515
CASTILLA-LA MANCHA	204,7600		17.012,5300	5,3000		48.031,6700	63.467,6200		128.721,8800
CASTILLA Y LEÓN	25,8475	3,9628	77,1001	1,3760		2.196,9832	219,4450	0,1100	2.524,8246
CATALUÑA	381,6376		2.013,2151	36,1736	129,5322	7.789,5667	5.984,1656	364,2681	16.698,5589
EXTREMADURA	655,3500	2,0500	1.758,0500	661,9700	2,1400	2.705,7600	31.284,2760		37.069,5960
GALICIA	245,3126	3,4617	1.632,9695	0,8358		74,2496	2,9456		1.959,7748
MADRID	8,1887	2,6143	31,5069	4,9661		435,0085	3.277,9852	0,0680	3.760,3377
MURCIA	528,0700		25.137,1100	25,1500	1.173,7400	10.676,2400	3.073,3600	17,5500	40.631,2200
NAVARRA	103,0830	1,6460	238,2070	12,3230		931,1160	488,5770	4,2960	1.779,2480
LA RIOJA	69,6445		786,0306	1,1974		706,2544	626,3292		2.189,4561
PAÍS VASCO	145,6311	9,3006	16,6480	7,0775	0,2142	521,5352	13,0832	0,4558	713,9456
COMUNIDAD VALENCIANA	617,0442	0,2068	6.628,5835	19,9302	1.202,0958	7.372,3845	3.474,1521	2,4121	19.316,8092
TOTAL NACIONAL (ha)	4.517,1335	102,3133	96.343,3498	1.878,6791	6.331,6172	83.931,7624	168.829,6853	128.095,4893	490.030,0299

Tabla 9: Superficie de cultivo ecológico según distintas CCAA españolas. Fuente: MAGRAMA

En cuanto al recuento de superficie de cultivo ecológico de frutos secos en España según comunidad autónoma, se observa que la Comunidad Valenciana ocupa el cuarto lugar por detrás de Andalucía, Murcia y Castilla la Mancha.

SUPERFICIES DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS. AÑO 2013								
Comunidad Autónoma: COMUNIDAD VALENCIANA								
Código	Nivel	Superficie cultivada inscrita (ha)				Superficie total cultivada en invernadero (voluntario)	Superficie productiva (ha)	Producción ecológica respecto superficie (tm)
		Calificada en primer año de prácticas (a)	Calificada en conversión (b)	Calificada en agricultura ecológica (c)	Superficie total (a+b+c)			
3.3.2	Avellanas		0,5311	0,3943	0,9254		0,9254	0,2776
3.3.3	Almendras	144,2785	853,7178	5.460,1173	6.458,1136		6.458,1136	2.583,2454
3.3.4	Castañas				0,0000		0,0000	0,0000
3.3.9	Otros frutos de cáscara no incluidos en ningún otro lugar	1,0783	29,8772	105,0110	135,9665		135,9665	149,5632
3.4	Frutas de zonas climáticas subtropicales	3,5030	5,8292	10,5980	19,9302		19,9302	191,8615
3.4.1	Higos	0,0168	0,1695	1,4004	1,5867		1,5867	9,5202
3.4.2	Kiwis		2,4810	0,8196	3,3006		3,3006	82,5150
3.4.3	Aguacates	3,2500	2,8453	7,8528	13,9481		13,9481	97,6367
3.4.4	Bananas y plátanos			0,0240	0,0240		0,0240	0,0480
3.4.9	Otras frutas de zonas climáticas subtropicales no incluidas en ningún otro lugar	0,2362	0,3334	0,5012	1,0708		1,0708	2,1416
3.5	Cítricos	141,6708	250,5174	809,9076	1.202,0958		1.202,0958	21.640,4466
3.5.1	Toronjas y pomelos	0,1099	8,8265	9,4814	18,4178		18,4178	147,3424
3.5.2	Limonos y limas ácidas	28,7259	46,7071	103,4048	178,8378		178,8378	2.682,5670
3.5.3	Naranjas	82,9841	79,8234	413,6896	576,4971		576,4971	11.529,9420
TOTAL 3	Total 3 (Cultivos permanentes)		715,7355	4.023,2728	14.577,8009		19.316,8092	61.970,8328

Tabla 10: Superficie de cultivo ecológico y aprovechamientos en la CV. Fuente: MAGRAMA

La producción ecológica en la Unión Europea, ha experimentado en la última década un importante crecimiento. España lidera a nivel Europeo la superficie destinada al cultivo ecológico y se sitúa en

quinto lugar a nivel mundial tras Australia, Argentina, USA y China. Actualmente más de 170 países desarrollan esta actividad.

LOS PAÍSES CON MAYOR NÚMERO DE PRODUCTORES O EXPLOTACIONES ECOLÓGICAS			
MUNDO (2008)		UE-27 (2008)	
Países	Nº Productores	Países	Nº Productores
1. India	340.000	1. Italia	44.371
2. Uganda	180.746	2. Grecia	24.057
3. México	128.862	3. España	23.473
4. Etiopía	101.899	4. Alemania	19.815
5. Tanzania	85.366	5. Austria	19.361
6. Perú	46.230	6. Polonia	14.888
7. Italia	44.371	7. Francia	13.298
8. Indonesia	31.703	8. Reino Unido	5.383
9. Grecia	24.057	9. Letonia	4.203
10. España	23.473	10. Grecia	3.685
TOTAL MUNDO (2008)	1.378.372	TOTAL UE-27 (2008)	196.200
% 10 Primeros Países s/Total Mundo	73%	% 10 Primeros Países s/Total UE-27	87.9%

Tabla 11: La industria agroalimentaria ecológica. Fuente: PRODESCON

El sector de los productos agroalimentarios ecológicos se trata de un sector diferenciado, por la tipología de sus productos y la de sus consumidores pero con una dimensión reducida, a pesar del crecimiento constante. A pesar de que la producción ecológica está implantada en gran cantidad de países, el consumo de alimentos y bebidas ecológicos está muy concentrado en algunos países desarrollados, por lo que se establece una clara diferenciación entre países productores y países importadores. (INDO. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1991)

Se debe considerar la superficie agrícola ecológica propiamente dicha (que incluiría cultivos cosechables, cultivos permanentes, prados y praderas permanentes y otros cultivos) y las producciones ecológicas silvestres, dedicadas a bosques, acuicultura, etc. Estas otras tipologías de superficies agrícolas ecológicas también poseen gran importancia por su extensión (especialmente en África, América Latina, parte de Europa y Asia).

La diversidad climática, orográfica y edáfica del territorio mediterráneo permite el cultivo de una gran

variedad de especies, lo que se traduce en una gran biodiversidad agrícola. Dicha diversidad biótica y abiótica facilita el desarrollo de la producción ecológica, dotándola de unas cualidades organolépticas y nutricionales muy buscadas por los consumidores nacionales e internacionales y marcan la diferencia del resto de producciones agrícolas convencionales. En las zonas de secano, este tipo de producción es una alternativa frente al modelo convencional, ya que incrementa la calidad de la cosecha haciendo viable la posibilidad de seguir cultivando en condiciones de desfavorecedoras. Así, se revaloriza el producto, se fija población en el territorio y se protege del paisaje y con ello sus tradiciones y su cultura. (González, L. y Cobo, F. B. 2000)

El desarrollo que está teniendo la agricultura ecológica en la actualidad se basa en aspectos como:

- La necesidad de recuperar el medio agrícola de los impactos producidos por los métodos intensivos de producción.
- La excesiva contaminación de los productos de los sistemas de producción intensivos y la inseguridad alimentaria que esto genera.
- Son sistemas que usan tecnologías de bajos insumos y posibilitan la autosuficiencia de productores de bajos recursos.
- Problemas como: desempleo, despoblamiento rural, incremento de los costes de producción, pérdida de renta agraria, contaminación de agua, erosión del suelo, etc.
- Desaparición de la diversificación de los campos de cultivos (la erosión genética de las variedades locales supera el 70 %) y el deterioro de la calidad paisajística del territorio por el impacto negativo de los sistemas agrarios productivos.

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

	SITUACIÓN DE PARTIDA 2011 - 2012	OBJETIVO EN HORIZONTE 2020 - 2025
Superficie ecológica (Has)	1.800.000	2.000.000
Nº operadores ecológicos	34.277	45.000
Nº Establecimientos industriales (actividades)	4.442	8.000
Empleo tota sectorial	50.000	75.000
Ventas mercado interior (M.€)	998	3.250
Importaciones (M.€)	201	500
Exportaciones (M.€)	590	1.000
Nº de consumidores de p. ecol.	550.000	2.500.000
Gasto per cápita (€/h)	20	66
% Gastos ecol. s/total alimentación	1%	2,50%
% Venta en Distribución M.	36%	50%
% Venta en tiendas especializadas	45%	20%
% Venta directa	12%	18%
% Venta otros canales y Horeca	7%	12%

Fuente: MAGRAMA e ICEX

Tabla 12: Previsión producción ecológica en España. Fuente : AGMA

Son muchos los factores que motivan que los productores cambien a la agricultura ecológica. El mensaje que siempre ha promovido la agricultura ecológica ha sido una postura crítica respecto a la forma de hacer agricultura actual y sus aspectos socioculturales. Este cambio debe hacerse de forma consciente, como reflexión sobre la calidad de vida, el estilo de vida saludable y el medio ambiente. La rapidez del deterioro ambiental, la toma de conciencia de la población y los cambios en las políticas agrarias hacen pensar que se va a producir un cambio en los próximos años de los métodos productivos.

Otros beneficios de la producción ecológica

Fomento del turismo rural. Es un tipo de turismo que gestiona los recursos de tal forma que satisface todas las necesidades económicas, sociales y estéticas, manteniendo la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que apoyan la vida. El turismo rural puede servir de escaparate para visualizar la riqueza cultural y gastronómica del territorio, facilitando en los mismos alojamientos la posibilidad de probarlos y comprarlos.

Nuevos tipos de agricultores. Muchos jóvenes productores han visto en la agricultura ecológica una

salida laboral con futuro. La edad media de los productores ecológicos es significativamente menor que la de los productores convencionales, cosa que implica que la población en el medio rural aumente y rejuvenezca. Según datos estadísticos, el mayor porcentaje de titulares de explotaciones agrarias ecológicas se encuentra en el tramo de 45-54 años, siendo este porcentaje similar al de mayores de 65 años en el caso de la producción convencional. También estudios realizados en la Unión Europea, muestran que el porcentaje de mujeres ligadas a la producción y transformación de alimentos ecológicos es superior al dedicado a las mismas tareas en la producción convencional. (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, 2011)

Producción ecológica frente al cambio climático y aliada del medio ambiente

La producción ecológica es una de las numerosas vías que puede adoptar la sociedad para la mitigación y la adaptación al cambio climático. Existen muchos factores que lo demuestran (Guerrero Alarcón, 2001)

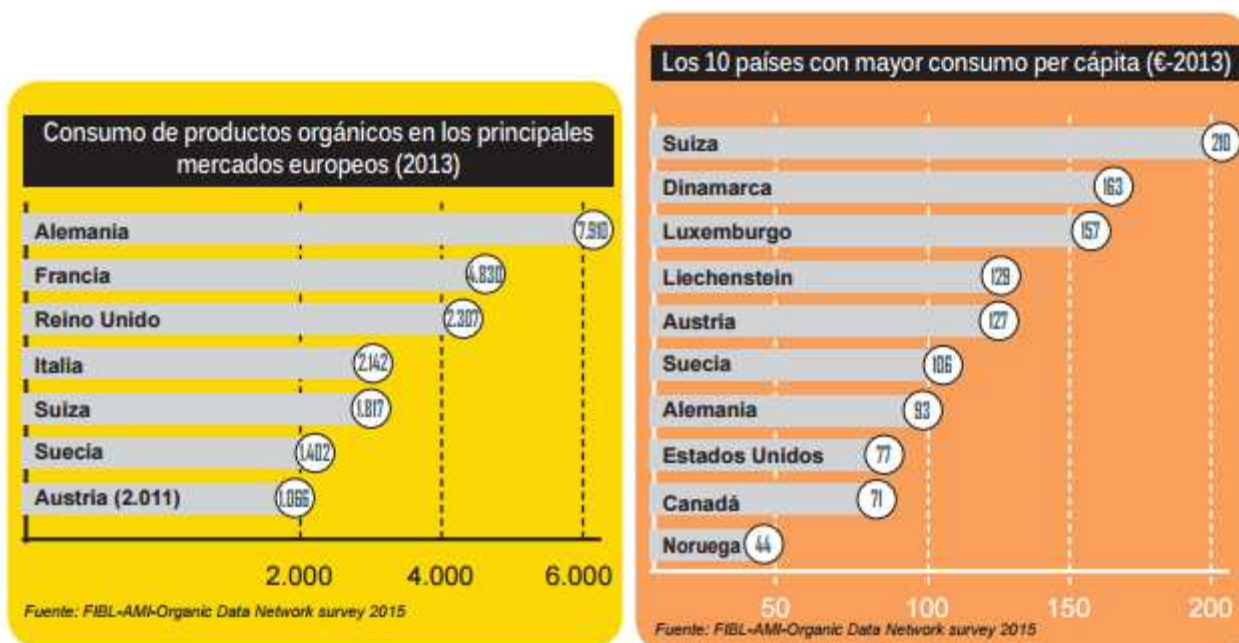
- La producción ecológica puede secuestrar más CO₂ que las prácticas agrícolas convencionales e inhibir la liberación de carbono a la atmósfera.
- En la producción ecológica son menores los índices de filtración de nitratos, debido a la restricción del uso de fertilizantes nitrogenados de síntesis química (altamente solubles y móviles) y a la disminución de la concentración del ganado.
- En la nueva reforma de la PAC, se introduce el nuevo concepto “Greening”. Es también conocido como “pago verde” y permite conceder un pago anual por cada hectárea admisible vinculada a un derecho de pago básico siempre que se respeten prácticas medioambientales como: diversificación de cultivos, mantenimiento de los pastos permanentes existentes y contar con superficies de interés ecológico en las explotaciones.

Actualmente la dependencia de la agricultura convencional de los recursos no renovables es fundamental. Esto es debido a las políticas agrarias desarrolladas en el siglo XX, que fomentaron una agricultura de producción intensiva por la necesidad de abastecimiento. Al principio se incrementó la renta agraria y el mantenimiento de unos precios razonables a los consumidores, pero a la larga se está demostrando que es un modelo insostenible.

1.2. El mercado de productos ecológicos

Según datos del informe realizado por la empresa EcoLogical.bio, 2016 (avalada por SEAE e IFOAM), se observa un reparto desigual del consumo dentro de las diferentes comunidades autónomas de España. Encabezan la lista Catalunya, Madrid y Comunidad Valenciana con el 50% del mercado.

El consumo ecológico en España, aún habiendo experimentado un gran crecimiento, se sitúa muy lejos del consumo en Europa. A nivel nacional el consumo sigue siendo ocasional y minoritario, a diferencia de Europa donde el consumo está mucho más desarrollado y es mucho más accesible a la población. Los mercados noreuropeos lideraban el sector en 2014, con Alemania como mercado más importante con más de 7000 millones de euros, muy por delante de España con un volumen total de consumo de aproximadamente 1000 millones de euros (MAGRAMA).



Gráficos 6 y 7: Consumo de productos orgánicos en Europa. Fuente: EcoLogical

El hecho de que en España, el consumo de productos ecológicos sea muy reducido pese a ser uno de los mayores productores, puede ser debido a que los productores y fabricantes prefieren exportarlos por resultarles más beneficioso económicamente. Aproximadamente el 75% de la producción nacional de alimentos ecológicos se exporta a Alemania, Francia y Reino Unido, principalmente.

El bajo consumo en el mercado interior en España viene motivado por:

- Falta de información del consumidor en materia de productos ecológicos y ausencia de una comercialización correcta.
- Intrusismo de sellos o logotipos no autorizados, que confunden al consumidor.
- Según diferentes estudios, una gran cantidad de consumidores prefiere comprar productos o marcas que conoce o, por otro lado, desconoce los productos ecológicos.
- El coste medio de la elaboración de productos ecológicos supera en aproximadamente un 30% el de la agricultura convencional, por lo que existe un incremento correspondiente del coste del producto final. Existe la necesidad de efectuar una fijación y seguimiento del precio final de venta de los alimentos ecológicos.

1.3. Análisis DAFO

Las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la agricultura ecológica en España, según el MAGRAMA son:

Fortalezas

- Buena imagen de los productos para el consumidor.
- Condiciones climáticas y edáficas favorables en la zona.
- Productos muy competitivos.
- Agricultura de baja intensidad sostenible.
- Incremento de la tasa de empleo.
- Contribución al desarrollo rural y la conservación del medioambiente.
- Aumento de explotaciones en conversión a la producción ecológica, de OP y crecimiento del sector en general.
- Buena adaptación de las nuevas variedades a la comarca.

Debilidades

- Bajo nivel de consumo interno y desconocimiento por parte del consumidor.

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

- Insuficiencia de recursos humanos a causa del despoblamiento rural y difícil acceso a los recursos técnicos.
- Períodos de conversión muy prolongados y exigentes con el productor.
- Incremento del coste de producción.
- Estructura de comercialización limitada.
- Productos de coste superior a los convencionales.

Oportunidades

- Aprovechamiento de las técnicas y métodos de producción tradicionales.
- Grandes expectativas de consumo.
- Concienciación respecto a la conservación del medio ambiente.
- Aprovechamiento de recursos.
- Cambio en el consumo de productos de buena calidad y seguridad alimentaria.
- Apoyo institucional al Desarrollo Rural.

Amenazas

- Competencia de terceros países con métodos cultivo más tecnificados.
- Dependencia del comercio exterior. Necesidad de exportar por la falta de consumo español.
- Intereses multinacionales sobre el uso de fitosanitarios.
- Falta de conocimiento por parte de los productores en cuanto al protocolo estricto a seguir para la certificación ecológica.
- Intrusismo de productos con menciones ecológicas falsas.
- Posibilidad de contaminación cruzada con productos no ecológicos, pesticidas u otras sustancias.
- Dependencia de las ayudas.
- Clima seco y errático, con peligro de heladas, sequías prolongadas, granizadas, etc.

2. PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

2.1. Principios y bases que rigen la Agricultura Ecológica

Según describe Alarcón (2001), la agricultura ecológica se rige por los siguientes principios:

- El suelo es un medio vivo y dinámico

Para la agricultura ecológica, el suelo es un sistema activo biológicamente y no sólo actúa como soporte de la planta. El laboreo excesivo de éste intensifica la oxidación de la materia orgánica y favorece la erosión y el monocultivo tiende a agotar algunos minerales del suelo y no permite suministrar al suelo una materia orgánica diversificada.

Los agricultores ecológicos no sólo pretenden perturbar el suelo lo menos posible, sino también alimentarlo correctamente. Esto lo logran a través del uso de diferentes fuentes de materia orgánica (compost, abonos verdes, etc.) y otras técnicas como pueden ser el uso de fertilizantes y enmiendas no solubles, la corrección con microelementos, la inoculación con microorganismos, el uso de preparados biodinámicos, los cuales lo introducen en el suelo conjuntamente con los abonos orgánicos en forma de compost, entre las prácticas principales.

- Sistemas de producción diversificados.

La tendencia actual al monocultivo ha creado un creciente desequilibrio biológico y ecológico. La diversificación de las explotaciones, contribuye a la manutención y recuperación de la materia orgánica y de la productividad de los suelos, reduce la incidencia de plagas y enfermedades, así como la presencia de plantas invasoras proporcionando una mayor estabilidad biológica de los sistemas agrarios.

- Protección de las plantas cultivadas.

En la agricultura ecológica, la base de la protección de las plantas es que éstas sean nutridas

correctamente, mantener un suelo biológicamente activo y equilibrado, así como sistemas de cultivos y manejo de la vegetación natural que permitan la existencia de fauna variada.

- Conservar la naturaleza y restablecer los equilibrios naturales es fundamental.

La agricultura ecológica trata de preservar los elementos del medio natural y de restablecer los equilibrios biológicos en sus campos de cultivos. Las fincas ecológicas deben ser plantadas y gestionadas de forma conveniente así como mantener vegetación natural en las lindes de los campos.

Según describe Alarcón (2001), las principales funciones que ocurren en los sistemas naturales, y que se tratan de potenciar en los sistemas de producción ecológicos son:

- La utilización eficiente de los recursos

A partir de la producción de las sustancias orgánicas por las plantas, se establecen diferentes cadenas alimentarias por donde fluye la energía solar capturada por las plantas, y se reciclan los nutrientes necesarios para su formación. A nivel de los organismos transformadores de la materia orgánica del suelo, también se establecen diferentes cadenas alimentarias, pues si bien un número importante de organismos se alimenta de materia orgánica muerta (saprófitos), otros son depredadores de estos organismos.

También se emplea la biodiversidad para optimizar los recursos existentes en los sistemas agroforestales, agrofrutícolas, silvopastoriles, los policultivos, la integración de la ganadería con la agricultura y, en cierta medida, las rotaciones de cultivos. La agricultura intensiva basa su producción en el monocultivo y la separación de la agricultura, los montes y la ganadería, con lo cual se pierden las ventajas de la biodiversidad en la optimización del uso de los recursos y la productividad del sistema.

- Regulación biótica

La regulación biótica es otra de las funciones, de gran importancia, que se producen en los sistemas naturales. Consiste en la regulación del crecimiento de poblaciones de organismos por otros organismos. Esta regulación tiene gran importancia en el control de cualquier explosión de organismos que puedan convertirse en plaga.

Las cadenas tróficas que se establecen en la naturaleza son la clave de la regulación biótica. Sin embargo, existen otros mecanismos de regulación como pueden ser la competencia entre plantas por recursos como luz y nutrientes, o la segregación de sustancias químicas que pueden afectar el desarrollo de otros organismos, como puede ser el caso de la segregación de antibióticos por actinomicetos, que inhiben el crecimiento de bacterias y hongos; o también el caso de plantas que pueden inhibir el crecimiento de otras plantas (alelopatía), de patógenos del suelo o repeler insectos. La regulación puede ser también de carácter facilitador, es decir, que la presencia de ciertas plantas o estructuras pueden facilitar la presencia de un organismo o grupos de organismos a través del suministro de alimentos, refugio, lugar de nidificación o cambio en el ambiente.

- Protección del suelo.

La naturaleza, tiende por medio de la biodiversidad de plantas, a cubrir siempre el suelo si existen condiciones mínimas para su desarrollo. Las plantas no sólo ocupan el suelo, sino que lo desarrollan y mantienen a través del trabajo de sus raíces, de sus exudados y de la vida de diferentes organismos que viven de ellos, gracias al aporte de materia orgánica que realizan las propias plantas.

Por tanto, el mantener los suelos descubiertos y desprotegidos es un acto antinatural, que pagamos con la erosión que en ellos se produce, y con la necesidad de aplicar nutrientes a la planta por la esterilización a que sometemos al suelo, perdiéndose las funciones benéficas para la nutrición de las plantas que realiza el conjunto de organismos que habitan en un suelo vivo.

- Reciclado de nutrientes.

La biodiversidad permite la recirculación de nutrientes, la complementación de la nutrición y la recirculación de la fertilidad en los ecosistemas y los agroecosistemas, reduciendo de forma importante las pérdidas de nutrientes del sistema, y contribuyendo a aportar importantes cantidades de nutrientes de las capas profundas del suelo o de la atmósfera a la parte superficial y más activa del suelo.

- Estabilidad biótica y ambiental.

La biodiversidad es un elemento decisivo para la estabilidad biótica y contribuye a la estabilidad

ambiental. La biodiversidad intrínseca en cada especie también constituye un importante elemento de subsistencia ante las variaciones periódicas del clima o el desarrollo natural de una enfermedad, que si bien puede afectar a algunos individuos, otros resisten y sustituirán a los susceptibles.

En términos generales, la biodiversidad se asocia a la estabilidad biológica de los sistemas, asumiendo que todo ecosistema está en cambio y evolución. Pero de forma natural esto ocurre en tiempos geológicos. En la actualidad la degradación a que estamos sometiendo a ecosistemas y agroecosistemas, ya sea directa o indirectamente, está fuera de todo tiempo natural de cambio; de aquí los riesgos y peligros que estamos corriendo.

La producción ecológica es un sistema de producción agrícola, ganadera y de alimentos, protegida por una norma Europea. Esta norma se publica en forma del Reglamento de la Unión Europea (*Reglamento CE 834/2007 y sus normas de desarrollo*).

Según el *Manual de Certificación a la Producción Ecológica del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (2011)*, los objetivos de la producción ecológica los siguientes:

1. Producir alimentos de máxima calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica, en cantidades suficientes y desprovistos de sustancias o residuos que disminuyan su capacidad nutricional o sean perjudiciales para la salud, preservando la seguridad alimentaria.
2. Mantener y mejorar la fertilidad del suelo, evitando la erosión o agotamiento mediante técnicas de cultivo adecuadas.
3. Ser medioambientalmente sostenible y económicamente rentable. Empleando sistemas agrícolas y ganaderos autosuficientes, reciclando nutrientes y utilizando los recursos propios del lugar; manteniendo así una diversidad genética de los sistemas agrarios y su entorno.
4. Evitar las formas de contaminación que puedan resultar de las técnicas agrarias, descontaminando los suelos y las aguas y protegiendo el hábitat.
5. Mantener la diversidad genética del sistema agrario y de su entorno, promoviendo y diversificando los ciclos biológicos.
6. Trabajar de forma integrada con los ecosistemas. Control biológico de plagas y enfermedades, empleando métodos preventivos, usando tratamientos con productos naturales o lucha biológica, mediante enemigos naturales.
7. Control de plantas adventicias realizado por métodos preventivos (rotaciones equilibradas,

- laboreo superficiales), escardas y métodos térmicos.
8. Permitir que los agricultores obtengan unos ingresos satisfactorios y realicen un trabajo gratificante en un entorno laboral seguro y sano.
 9. Favorecer el desarrollo rural, movilizándolo la creación de empleo agrícola y manteniendo agricultores en el medio rural.
 10. Obtener una relación consumidor-productor, donde los productos deben llegar a los mercados locales

La agricultura convencional es un sistema de producción que destruye la biodiversidad y el suelo, con el uso de sustancias tóxicas y contaminantes que afectan a la vida natural y destruyen los recursos y amenazan la salud del ser humano y del planeta.

2.2. Sostenibilidad y Biodiversidad

La concepción original de la agricultura ecológica se apoya en la agroecología: ciencia que integra los conocimientos científicos de la ecología y la agronomía. Desde el punto de vista de la agroecología, hay que contemplar la finca como una unidad, como un ecosistema agrícola.

Es necesario conocer su estructura y su funcionamiento, así como sus relaciones con el entorno que la rodea, es también importante que en las técnicas que se vayan a aplicar se tengan en cuenta las bases ecológicas del funcionamiento del agrosistema y se actúe conscientemente sobre su productividad, y se mantenga el equilibrio, sin disminuir su estabilidad de forma irreversible, tratando de conjugar producción y sostenibilidad a largo plazo, integrando así los aspectos culturales y sociales.

El concepto de Sostenibilidad o Sustentabilidad surge ante el desafío que se plantean las sociedades actuales que persiguen una agricultura sostenible que permita “satisfacer las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la posibilidad de satisfacción de las generaciones futuras” (Comisión Brundtland, WCED, 1987).

Algunos autores proponen buscar elementos centrales comunes de la discusión, derivar definiciones útiles al problema objeto de estudio y utilizarlas de manera consistente (Mäser, Astier y López-Ridaura, 1999):

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

1. Asegurar la satisfacción de las necesidades humanas esenciales, comenzando por las necesidades de los más pobres.
2. Promover la diversidad cultural y el pluralismo.
3. Reducir las desigualdades entre individuos, regiones y naciones.
4. Conservar y aumentar la base de recursos existente.
5. Desarrollar tecnologías eficientes y de bajo consumo de recursos, adaptadas a las circunstancias socio ecológicas locales y que no constituyan riesgos importantes para las generaciones actuales ni futuras.
6. Generar estructuras productivas, de distribución y consumo de recursos, que brinden los servicios y bienes necesarios, propicien el empleo total y el trabajo con sentido, con la finalidad de mejorar las capacidades de los seres humanos.

La sostenibilidad de los sistemas agrarios es un concepto complejo en sí mismo, ya que pretende cumplir con varios objetivos de forma simultánea en los que se mezclan dimensiones productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y temporales. Así, se concluye que las principales características de un sistema agrario sostenible son:

1. Conservación y mejora de la fertilidad y estabilidad de los suelos.
2. Aumento de la eficiencia del uso de insumos de bajo coste.
3. Viabilidad económica.
4. Equidad y aceptabilidad social, mejora de las condiciones de vida de los agricultores y la sociedad en general.
5. Adecuación ecológica, minimización de impactos, protección y mejora del medio ambiente.
6. Durabilidad del sistema a largo plazo, en lugar de la rentabilidad en el corto plazo.
7. Protección de la salud de los productores y consumidores.

La biodiversidad hace referencia al conjunto de seres vivos (plantas, animales y microorganismos) que viven en la tierra y a las relaciones entre ellos y con el ambiente que les rodea. Es por tanto, la variedad de vida en todas sus formas, niveles y combinaciones. En la Agricultura Ecológica, la biodiversidad es un pilar esencial de la producción agraria, demostrando que es posible la producción de alimentos de máxima calidad alimenticia y sanitaria siguiendo los ciclos naturales y apoyándose en las funciones básicas de los ecosistemas.

Ventajas de la biodiversidad

La biodiversidad en un agroecosistema favorece las relaciones entre las distintas especies y los recursos naturales existentes de una determinada zona (FAO, 2002), aportando ventajas como:

- Permite obtener productos alternativos y aumentar la productividad. En ganadería se producen subproductos útiles como estiércol y se reciclan los subproductos vegetales de la propia explotación.
- Aumenta la disponibilidad de alimento: para el ganado y la fauna útil, regulando la presencia de organismos no deseables.
- Previene la erosión del suelo y mejora las condiciones del mismo y de su actividad microbiana.
- Mejora el aprovechamiento del agua, aumentando la infiltración y evitando las escorrentías.
- Diversifica la oferta comercial con el aporte de alimentos adicionales.
- Mejora el microclima local, como es el caso de los setos, que favorecen el régimen hídrico y térmico de los cultivos.
- Favorece el manejo de las malas hierbas debido a la existencia de diferentes especies y el aumento de la competencia.
- Contribuye a eliminar los residuos químicos nocivos.
- Mejora el paisaje agrario.

El aumento de la biodiversidad de una explotación agrícola puede tener alguna dificultad, como la complejidad de su diseño y de su manejo, sobre todo en lo que a la planificación de tareas se refiere.

Riesgos derivados del uso de fitosanitarios

El problema de los alimentos producidos de forma convencional, reside en los principios de producción y los sistemas asociados, donde se utilizan un grupo de sustancias químicas que pueden afectar gravemente la salud tanto de los productores expuestos a ellos, como los consumidores a los cuales llega a través de los alimentos o el agua.

Los alimentos producidos en sistemas ecológicos tienen una mayor seguridad alimentaria, calidad biológica, nutricional y organoléptica, que los alimentos convencionales, según Baranski, M. et al.,

(2014). Además, la producción ecológica produce un menor impacto ambiental y por lo general es socialmente más justa.

Tipos de contaminantes específicos en la producción ecológica:

- Los fitosanitarios utilizados para el control de plagas y enfermedades utilizados en los cultivos, zonas de pasto, almacenes e instalaciones (*Captan, Clorpirifos, Glifosato, Procimidona, etc.*).
- Los fertilizantes utilizados en los cultivos y zonas de pasto.
- Los zoosanitarios utilizados en animales, en los alimentos de los animales, colmenas, instalaciones y transportes.
- Las hormonas utilizadas en animales o en los alimentos de los animales.
- Las materias primas, aditivos y auxiliares utilizados en la alimentación de los animales y en la elaboración de productos.
- Los organismos genéticamente modificados que pueden estar presentes en el proceso de elaboración.
- Los metales pesados presentes en determinados fertilizantes.

Muchas sustancias agrotóxicas (fitosanitarios y fertilizantes) se acumulan en el organismo humano, que no es capaz de destruirlas eficientemente, provocando un efecto erosivo permanente e interfiriendo el normal metabolismo de procesos biológicos. Los riesgos que entrañan estos sistemas convencionales derivan en la contaminación con productos químicos que se utilizan en la producción intensiva, los aditivos que contienen la mayoría de los alimentos conservados, los procesos de fabricación, la pérdida de calidad nutricional de los alimentos producidos a base de fertilizantes químicos y otras sustancias químicas de síntesis y la acumulación de nitritos (principalmente en vegetales).

2.3. La calidad de los productos ecológicos

La calidad nutricional de los productos ecológicos es superior al de los convencionales. Estudios demuestran que los productos ecológicos superan a los convencionales en el contenido en nutrientes, mientras los componentes indeseables son muy inferiores, (Schuphan-1975).

Tabla 2. Efecto del cultivo ecológico sobre la calidad de los vegetales.

Componentes deseables		Componentes indeseables	
Materia Seca	+ 23 %	Nitratos	- 93 %
Proteína	+ 18 %	Aminoácidos libres	- 42 %
Ácido Ascórbico	+ 29 %	Na	- 12 %
Azúcares total	+ 19 %		
Metionina	+ 23 %		
K	+ 18 %		
Ca	+ 10 %		
Fe	+ 17 %		
P	+ 13 %	Rendimiento	- 24 %

Fuente: Schuphan, 1975. Medido durante 12 años y comparando fertilización con estiércol vs. Mineral.

Dangour, A.D., Doshia, S.K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K. & Uauy, R. (2009) y STOA (2016) llegan a las siguientes conclusiones:

- Los alimentos producidos de manera ecológica tienen mayor contenido en vitaminas (C,A,E) y fenoles (un 20% más).
- Los alimentos producidos de manera ecológica tienen mayor contenido en antioxidantes (entre un 18 y un 69% más).
- Los alimentos de producción convencional tienen mayor contenido en metales como el cadmio (aproximadamente el doble).
- Se menciona que, estudios epidemiológicos sobre el efecto de agrotóxicos como insecticidas y pesticidas, concluyen en que el uso de estas sustancias tienen efectos negativos sobre el desarrollo de funciones cognitivas (atención, razonamiento, etc.) de los niños que las consumen.
- El cadmio es un metal tóxico que se acumula en las vísceras del cuerpo humano, provocando efectos nocivos sobre la salud como anomalías óseas y daño renal, entre otros.
- El cadmio también se acumula en los ecosistemas naturales (agua y suelo) de forma que puede ser absorbido por las plantas y animales que habitan el entorno contaminado. Además, este metal tóxico causa daños en los microorganismos y seres vivos beneficiosos del suelo.

3. TIPOS DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

No hay una única forma de hacer agricultura ecológica. Son muchas las corrientes que han surgido durante la evolución de este sistema de producción agraria. Cada una aporta sus propias características filosóficas, técnicas u operativas lo que ofrece al agricultor la posibilidad de elegir unas u otras de acuerdo a su también particular punto de partida.

Agricultura orgánica, biológica o ecológica

Aunque los conceptos básicos parten de Albert Howard (1873-1947), con sus trabajos sobre preparación y uso del compost, este engloba la mayoría de las técnicas utilizadas en agricultura ecológica. La preocupación central de los autores que han ido desarrollando este tipo de agricultura ha sido la degradación de los recursos naturales, fundamentalmente el suelo, que lleva aparejada la agricultura industrializada. Consideran la salud del suelo como la base de la salud de las plantas, animales y del ser humano. Además, proponen técnicas de manejo concretas que permiten al agricultor profesional o aficionado adentrarse en este modelo de producción.

Agricultura biodinámica

La Agricultura Biodinámica está basada en las enseñanzas de Rudolf Steiner (1861-1925) filósofo esotérico fundador de la Antroposofía, movimiento espiritual que pretende rescatar a la humanidad de las consecuencias del materialismo y el pesimismo que atenazaba a la sociedad industrial a fines del siglo XIX y principios del XX.

Desde esta percepción, Steiner propone una serie de prácticas agrarias concretas para realizar en finca, de tal forma que ninguna acción se oponga al todo (cosmos), con el objetivo principal de evitar la degeneración de los alimentos, entendida como pérdida nutricional, y, en un segundo término, la de la Tierra. Tiene gran importancia en la Agricultura Biodinámica el concepto de "organismo-granja" que posee los atributos de cualquier organismo vivo: capacidad de autorregulación, crecimiento, desarrollo y reproducción .

Permacultura

Este estilo de Agricultura Ecológica surgió en Australia y fue formulado originalmente por Bill Mollison (1975, Universidad de Hobart, Tasmania). Inicialmente, la permacultura surge para dar respuesta a dos fenómenos de las sociedades urbanas industrializadas. Por un lado, a la dependencia alimentaria de las ciudades con respecto al medio rural y el alto consumo energético de fuentes no renovables que supone actualmente su abastecimiento, y por otro, a la emigración hacia el campo de los desencantados del modelo de vida urbano. Es por ello, que la permacultura va dirigida a diseñar sistemas de producción agrícola integrados tanto en las ciudades, como en zonas marginales, generalmente de montaña, en las que se instalan estos grupos para vivir en comunidad. En ambos casos, se trata por tanto de colectivos culturalmente urbanos que pretenden dedicarse a la agricultura a tiempo parcial, con el objetivo de la autosuficiencia (Mollison and Holmgren, 1978).

Científicamente, la Permacultura tiene su base en la Ecología, la Ingeniería de Paisajes y la Arquitectura, principalmente. Se basa en el diseño de sistemas integrados de alta biodiversidad, en los que tienen un papel preponderante las especies animales y vegetales con capacidad de autopertuarse; de tal forma que, con un mínimo manejo humano, se consiguen estados de interés antrópico en la evolución de estos sistemas hacia el clímax.

La Agricultura Ecológica

Posteriormente, basado en principios de los anteriores tipos, se han desarrollado diferentes propuestas como, agricultura orgánica (Rodale, 1948), agricultura biológica (Aubert, 1970), agricultura ecológica (Walters, 1975), agricultura ecológica-científica (Hyams, 1976), agricultura sostenible (Fisher, 1978), agricultura biológica (Pank, 1980), agricultura alternativa (Boeringa, 1980), agricultura holística (Hill, 1982), etc.

Más recientemente se ha desarrollado la Agroecología, que dota a las agriculturas llamadas "ecológicas" de una base científica ecológica, incorporando el componente social y la dimensión del análisis de sistema a sus desarrollos. (Miguel Altieri, 1982), (Eduardo Sevilla Guzmán, 1990)

El término Agroecología, surge en la década de los años 70, posiblemente como síntesis del

conocimiento acumulado durante el presente siglo sobre el funcionamiento agroecosistemas, las consecuencias derivadas de la aplicación de la llamada agricultura intensiva, con alto uso de insumos químicos y energía fósil, sobre el medio ambiente, la salud humana y la sociedad, y las experiencias acumuladas por agricultores que desarrollaron sistemas agrícolas en armonía con el medio ambiente.

4. PROTOCOLO DE MANEJO Y OPERACIONES EN LOS CULTIVOS

4.1. Multiplicación

La multiplicación se produce a partir de planteles, que se obtienen injertando la variedad deseada de almendro sobre un franco originado por la siembra de una semilla de almendro o de otra especie que le sea afín. Todos los demás sistemas empleados para la multiplicación de frutales (acodo, estaca, rebrote, etc.) no se utilizan para este árbol; asimismo queda desechado el antiguo sistema de la siembra directa en el lugar definitivo que debía ocupar la plantación, de manera que las plantaciones procedían sólo de la semilla sin ninguna operación posterior a la siembra.

Siembra directa

Este sistema en desuso, se empleaba en las primitivas plantaciones, en especial cuando estaban asociadas a la vid; tiene la ventaja de que al no haberse trasplantado el árbol, su red reticular se desarrolla más y no sufre alteraciones. Sólo se recurre a él en terrenos muy áridos y secos, aunque después se injerte el franco con otra variedad, ya que, dada la falta de humedad del suelo, podrían producirse más fallas por la carencia de arraigo del almendro trasplantado que las que ocurrirían por no germinar las semillas.

El principal inconveniente de la siembra directa estriba en que las plantas resultantes, aunque las semillas procedan de un solo árbol, al ser originadas por fecundación cruzada, los nuevos almendros serán distintos entre sí y del árbol del cual proceden. Se corrige esto injertando todos los plantones con injertos homogéneos de igual o de distinta variedad que el pie: resultará más difícil de corregir la desigualdad vegetativa, tanto en tamaño como el desarrollo de los nuevos árboles, ya que será imposible agruparlos por tamaños en la plantación definitiva y dar a cada grupo el tratamiento adecuado, cosa fácil en los viveros en que se pueden seleccionar los pies y luego al trasplantarlos

forman grupos más homogéneos. La siembra directa presenta otros inconvenientes: las plantas en sus primeros años de desarrollo son mordidas por roedores y, a pesar de ser cuidadosas las labores, son frecuentes las heridas y roturas de la raíces causadas por los arados y demás instrumentos de laboreo.

En caso de realizarse la siembra en directo, se siembran las almendras en grupos de tres y previamente germinadas, con el fin de asegurar el arraigo. Cuando las jóvenes plantas hayan alcanzado el suficiente desarrollo (entre 20 y 40 centímetros de altura) solo se dejará una planta, la mejor, en cada lugar de plantación. Se procede a la siembra en otoño para aprovechar las lluvias de otoño invierno, este tipo de siembra solo es aconsejable en secanos de comarcas con pluviosidad abundante. Al cabo de un año de la siembra del plantel tendrá entre 70 y 80 centímetros de altura, momento oportuno para injertarlo.

Portainjertos

La forma corriente de multiplicar del almendro consiste en la formación de viveros donde a unos árboles procedentes de semilla (portainjertos), se les injerta la variedad de almendros que se desea cultivar.

El franco del almendro es el portainjertos más clásico y el más apropiado siempre que las condiciones del terreno sean adecuadas: suelos profundos y bien drenados.

Formación del vivero

Para proceder a la formación del vivero debe elegirse un terreno que reúna estas condiciones: que no se hayan cultivado árboles en él durante algunos años, estar abrigado de los vientos perjudiciales para los cultivos de la comarca, que la calidad de la tierra sea parecida a la del campo de destino y que sea posible regarlo cuando sea necesario. Se debe hacer una preparación del suelo con arado de fondo, eliminación de raíces y piedras, nivelado para evitar corrimiento de aguas, abonado de fondo y enmiendas de corrección.

El otoño es la mejor época para la siembra en climas benignos: a mediados de febrero cuando el almendro empieza a florecer y la vegetación reemprende su vitalidad, se fuerza la germinación de las almendras para posteriormente proceder a la plantación de los plantones. Una vez estos hayan alcanzado un desarrollo de 6 cm se limpiará el suelo, se eliminarán todas las malas hierbas y se

procederá al abonado y al riego. En el otoño y en la primavera siguiente a la siembra, se hará un abonado. Al año de la siembra, el árbol debe ser suficientemente grande como para poder injertarse y a los 2 años se puede efectuar el trasplante. Es preciso conseguir que el árbol se desarrolle de modo que tenga un solo eje principal más desarrollado; cuando el plantel llegue a un metro de altura se despuntará acortando la yema terminal, con lo que se consigue que el tronco no logre más altura y aumente su grosor.

Injerto

Es preferible el injerto en el vivero al que se realiza en el campo, debido a que la operación se realiza en un espacio más reducido y así se evitan desplazamientos que entorpecen las labores y se garantizan mayores probabilidades de éxito. Los injertos también pueden usarse sobre árboles ya adultos con pie antiguo para realizar un cambio de variedad progresivo.

Injerto de canutillo

Para poderlo llevar a cabo, el árbol debe tener un año como mínimo un año de vida; al llegar la época de la poda, o en los meses de octubre a noviembre, ya terminada la vegetación, se cortan a una altura de 5 a 8 cm. En la primavera siguiente rebrotan con gran vigor, pero se suprimen todos los rebrotes, menos 2 o 3, que se injertarán de canutillo en la primera quincena de junio. Transcurrido un mes del injerto se pueden apreciar ya los que han prendido bien, es entonces cuando se elige el de mayor fuerza y mejor situado, y se eliminan los restantes.

Para realizar el injerto de canutillo se escogen ramas del mismo año y de idéntico tamaño de los rebrotes del pie que se a de injertar. Una vez hecha la elección, se quita el canutillo cortando la varita en el lugar cuyo grueso corresponde al de brote destinado a ser injertado. Se dejan 1 o 2 yemas, se efectúa una incisión cortando la corteza superior y se retira. Se corta el vástago que ha de recibir e injerto a una altura cuyo diámetro sea algo inferior al canutillo y se retira la corteza a tiras hacia abajo para posteriormente colocar el canutillo. Al brote injertado se le cortarán los rebrotes laterales a medida que aparezcan, para que el vástago crezca vertical y con el tronco libre de ramas secundarias.

Injerto de escudete

Para obtener almendros injertados en escudete los árboles deben tener como mínimos 1 o 2 años, según el desarrollo que alcance. Este injerto se puede realizar entre mayo y agosto. Este tipo de injerto consiste en separar un trozo de corteza, en forma de escudo y que contenga una yema en buen estado. En el patrón, se hacen incisiones en forma de T, que lleguen hasta la madera sin dañarla. Se introduce el escudete con la yema hacia arriba y se juntan los lados de la piel, atándolo después.

Injerto de púa

Se efectúa sobre pies de 2 o más años, con un diámetro mínimos de 3 cm. Se hace cortando el patrón a la altura deseada en forma horizontal y posteriormente en vertical, con una hendidura de aproximadamente 10 cm. Se escoge una púa de la variedad que se ha de injertar, se corta la parte inferior a bisel, se hace una incisión en el patrón, se abren los bordes del corte con la espátula y se coloca la púa en el bisel, se ajusta y se ata. Tiene el inconveniente de que con el viento se desprende fácilmente del patrón.

4.2. Plantación

Época de plantación

Los almendros pueden pasar del vivero a su emplazamiento definitivo en cualquier momento del periodo invernal, desde la caída de la hoja hasta que empieza la brotación. Es mejor realizar el trasplante a principios de otoño, al empezar el reposo de la planta, de modo que el árbol recién trasplantado tiene todo el invierno para arraigar y facilitar la brotación de nuevas plantas.

La planta del vivero está en condiciones de ser trasplantada cuando su tronco alcance 1,5 cm de diámetro: en condiciones de regadío tardará alrededor de dos años y en secano entre 3 y 4 años. Se debe garantizar la sanidad de las plantas y transportarlas de manera que las raíces conserven su humedad. Para realizar plantaciones de gran extensión y conservar mejor las plantas durante las labores: se depositan los plantones en una zanja, se rellena esta con tierra porosa de manera que queden recubiertas las raíces y se riega abundantemente, de modo que se mantenga húmedo el terreno.

Plantación

Unos meses antes de la plantación, se elaborarán hoyos o zanjas para las nuevas plantas; de esta manera se favorece la meteorización de la tierra. La primavera o el verano anterior a la plantación son las épocas más favorables.

Se prepara el terreno mediante subsolado o desfonde, según las necesidades, y se realizará un abonado de fondo. Finalmente, se realizará un hoyo en forma de cubo de unos 80 cm de lado (en suelos secos), de modo que las raíces queden completamente cubiertas. El tamaño del hoyo es muy importante, debido a que al estar relleno de tierra suelta y aireada, permite mayor retención de agua de lluvia y facilita el desarrollo de las raíces.

Los árboles deben plantarse a la misma profundidad que estaban en el vivero. Una vez realizadas todas las operaciones de plantación, se regará cada árbol con entre 20 y 30 litros de agua para eliminar el aire residual del suelo.

4.3. Cultivo

Cultivo en el primer año de plantación

En este periodo del desarrollo del almendro, conviene que arraigue lo más rápidamente posible, por lo que el suelo deberá estar siempre húmedo. En terrenos donde sea fácil regar, se hará cada 10 o 15 días, procurando regar antes de que se manifiesten signos de sed. En terrenos en seco, en el primer año de plantación, deberán darse mínimamente 2 o 3 riegos de 20 litros cada uno. (Ibar, 1985). De esta forma se asegura el buen crecimiento de las raíces, de modo que éstas alcancen la suficiente longitud para llegar a las capas más profundas del suelo, donde normalmente se mantiene la humedad.

Se efectuarán escardas para eliminar las malas hierbas más cercanas al tronco, para evitar que compitan con el árbol en la asimilación de agua y fertilizantes. Dichas labores de escarda serán exclusivamente mecánicas, evitando por completo las escardas químicas. Si se ha realizado un buen abonado previo de la parcela, no se realizarán más abonados durante el primer año, siempre y cuando no se muestren signos de carencia.

En cuanto al control de plagas, es vital la prevención y la detección precoz de cualquier posible ataque. Por otro lado, no se realizarán podas durante este primer año de desarrollo, lo más apropiado es que el

árbol desarrolle el máximo de ramas con la mayor abundancia de follaje para facilitar el crecimiento del árbol. En los meses de verano, cuando las ramas hayan alcanzado una longitud de 40-60 cm, se procederá a la formación de la copa del árbol. Para ello se elegirán tres ramas de buen tamaño y grosor, repartidas alrededor del tronco y separadas entre sí. Se dejarán en su posición normal y sin sufrir ningún recorte las tres ramas principales que formarán la copa, a fin de que se desarrollen y crezcan al máximo, se limitará el crecimiento de ambas ramas, arqueándolas o recortándolas en su extremo, de modo que se conserve el mayor número de hojas posible. En los meses de invierno, se cortarán todas las ramas secundarias. Si las tres escogidas como principales están suficientemente desarrolladas, se cortarán a una distancia de aproximadamente dos tercios de su nacimiento, para iniciar la ramificación.

Poda

La estructura del almendro es en figura de vaso; a partir de las tres ramas que se dejaron crecer al inicio, anualmente se efectuarán sucesivas podas de formación que darán forma definitiva al árbol. Una vez alcanzada esta, todos los años se realizará una poda, a fin de regular la producción de almendras (poda de producción).

Cada árbol se podará según sus características, su variedad y su manera de desarrollarse. El desarrollo del árbol queda sujeto a diversas circunstancias de su cultivo: lluvias o riegos, abonado, labores, etc. La mejor época para podar el almendro va de la última quincena de septiembre a la primera de octubre, inmediatamente después de la recolección. En este momento conserva casi todas sus hojas y esto permite distinguir las ramas y brazos sanos de los enfermos y secos, sin embargo, si se espera que estén deshojados resultaron difíciles de diferenciar. No es prudente podar en días de helada, húmedos o de mucho viento.

Poda de formación

En el invierno siguiente al año de la plantación, se ha dejado iniciada la estructura en forma de vaso con las tres ramas principales. En el verano siguiente se cortarán los chupones y los pocos frutos que pueda tener el árbol con el objetivo de favorecer el desarrollo de las ramas principales.

Al comenzar el segundo invierno se procederá la formación del segundo piso derramas. Se podarán del tronco todas las ramas que se hayan formado y sólo se respetarán las tres principales. En cada una de

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

ellas, a una distancia de 30 cm de su inserción al tronco, se dejará una ramificación que forme un ángulo de 45° con la rama principal y se eliminarán todos los brotes de esta segunda ramificación.

En el verano siguiente se cortarán todas las ramas del interior del árbol y todos los chupones; en las ramificaciones del segundo piso se extirparán pocas ramas, solo las que se entrecruzan, y se dejarán los frutos, que serán completamente aptos para su posterior cosecha.

En el tercer invierno se hará una poda de limpieza: se cortarán todas las ramas internas y las ramificaciones débiles de las prolongaciones. En cada una de las ramas, bifurcaciones de las principales y de aquellas que forman el segundo piso, se deja una ramificación que forme un ángulo de 45° con la rama origen, y que esté a una distancia de 50 a 60 cm de la inserción de las ramas que componen el segundo piso. Con esto se tendrán 12 ramificaciones, que constituyen el tercer piso. En el verano siguiente se suprimirán las ramas del interior y todos los chupones. Si se cree conveniente, en el cuarto invierno puede formarse un cuarto piso, con lo que se tendrán 24 ramificaciones.

Después de estos dos o tres años dedicados a la poda de formación, el almendro habrá alcanzado su forma y aspecto, definitivo; a partir de este punto, las podas se orientarán a la obtención del fruto.

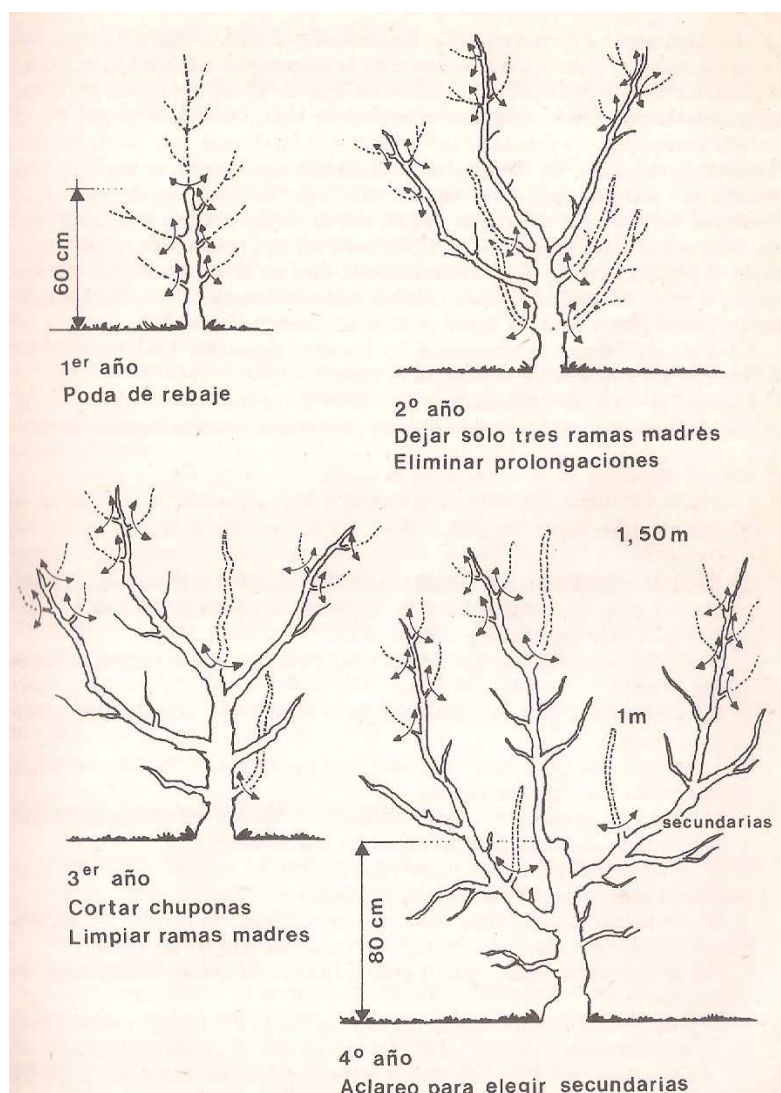


Figura 9: Poda de aclareo en almendro. Fuente: Ibar, 1985

Poda de producción

La poda de producción o de fructificación se reduce al aclareo de ramas sobrantes y a dejar las principales y las productoras de fruto. Para ello:

1. Se suprimirán las ramas y brazos secos.
2. Se eliminarán las ramas que tengan tendencia a invadir el centro de la copa del árbol.
3. No se permitirá que una rama invada el espacio que corresponda otra mejor colocada.

4. Se cortarán las chuponas, salvo que por su colocación, suplan un brazo desaparecido y ocupen su espacio.
5. Se observará el equilibrio entre las ramas rebajando las que predominan y conservando la forma general perfectamente simétrica.
6. Se evitarán las ramas bajas, con el fin de no entorpecer las labores.
7. Se efectuarán heridas lisas teniendo cuidado de que no queden planas, sino inclinadas, para facilitar el escurrimiento de las aguas y la buena cicatrización: el almendro es muy sensible a hongos y gomosis por la mala cicatrización de las heridas.
8. No se esperará a cortar al año siguiente las ramas que deban cortarse en el actual.
9. Se protegerán los ramilletes de mayo y las ramas mixtas con proliferación de yemas fructíferas y se limitarán las ramas con solo yemas de leño.
10. Anualmente, los meses de abril y mayo, se cortarán todos los cupones que hayan aparecido desde la poda anterior.

Poda de reforma o rejuvenecimiento

El almendro, al fructificar sobre las ramas del último año, forma lo que se llama fructificación centrífuga, es decir, cada vez resulta más alejada del centro de la poda.

De ello resulta que las ramas fructíferas son, año tras año, más numerosas y más débiles, y así llega un momento en el que el árbol, a pesar de florecer con abundancia, no puede alimentar a todos los frutos por falta de savia. Las ramas bajas se van secando y los brazos más largos y desnudos, con el correr del tiempo.

La poda de reforma se realiza cortando los brazos principales o secundarios, más o menos intensamente, según sea el vigor y la necesidad de del árbol. Al tercer o cuarto año, se reanuda la fructificación con el árbol regenerado en las condiciones normales.

Después de las podas se procurará alejar la leña y los restos de la parcela lo antes posible, ya que acostumbran a proliferar en ella enfermedades que pueden contagiarse al árbol.

4.4. Fertilización

Existen tres formas de nutrición de plantas:

1. Nutrición carbonada, a través de la incorporación y transformación del CO₂ en carbohidratos en el proceso fotosintético.
2. Nutrición mineral, a través de la absorción radicular de nutrientes en forma aniónicas y catiónicas simples.
3. Nutrición hídrica, es la absorción de agua para la fotosíntesis y con ella la absorción de minerales.

Las plantas pueden absorber nutrientes provenientes de distintas fuentes:

1. Reservas naturales del suelo: elementos disponibles en el suelo como las arcillas y la materia orgánica, debido a su naturaleza coloidal.
2. Fertilizantes minerales: abonos simples y compuestos y fertilizantes orgánicos.
3. El agua de riego: el agua circula por las plantas aportando elementos como calcio, magnesio, potasio, nitratos, sulfatos y boro.
4. Fuentes orgánicas: residuos biológicos descompuestos y mineralizados.
5. Precipitación: el agua de lluvia capta y lleva el nitrógeno atmosférico hacia la tierra para que se incorpore al sistema suelo-planta.
6. Microorganismos: fijación biológica de nitrógeno, fijación de fósforos por la acción de las micorrizas y reacciones óxido-reductoras de los elementos.

Funciones celulares de los nutrientes

- Nitrógeno (N): este elemento forma parte de la estructura de las proteínas (aa), bases nitrogenadas y ácido nucleicos, enzimas y coenzimas, vitaminas y pigmentos. Actúa como catalizador en reacciones enzimáticas. Interviene en procesos de, absorción iónica, fotosíntesis, respiración y diferenciación celular.
- Azufre (S): este elemento es una parte estructural de los aminoácidos (cisteína, cistina, metionina, taurina), de vitaminas y coenzimas y ésteres con polisacáridos. Interviene en los

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

procesos de fotosíntesis, fijación de CO₂, respiración, síntesis de grasas y proteínas y en la fijación del nitrógeno.

- Fósforo (P): es una parte estructural de ésteres de carbohidratos, fosfolípidos, coenzimas, ácidos nucleicos.
- Boro (B): es una parte estructural de complejos fenólicos, carbohidratos y azúcares. Constituyente del ATP en membranas celulares.
- Potasio (K): se presenta en forma iónica. Interviene en procesos osmóticos, en la apertura y cierre de estomas, fotosíntesis y transporte de carbohidratos, etc.
- Magnesio (Mg): forma parte estructural de la clorofila. Interviene en los procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, etc.
- Calcio (Ca): forma parte estructural de los carbonatos, oxalatos, fitatos, etc. Interviene en procesos estructurales y funcionales de las membranas.
- Cloro (Cl): elemento activador de la fotólisis del agua. Interviene en los procesos fotosintéticos.
- Hierro (Fe): parte estructural de los quelatos.
- Manganeso (Mn): parte estructural de la manganina.
- Cobre (Cu): parte estructural de las proteínas.
- Molibdeno (Mo): elemento no estructural. Interviene en la reducción de nitratos y en la fijación de nitrógeno.
- Zinc (Zn): elemento no estructural. Interviene en los procesos de respiración, control hormonal y síntesis de proteínas.
- Níquel (Ni): elemento no estructural. Constituyente de la ureasa.
- Sodio (Na): interviene en los procesos de control hormonal.

Elemento	Forma asimilable	Porcentaje en planta
Carbono	CO ₂	40-50
Oxígeno	O ₂ y H ₂ O	42-44
Hidrógeno	H ₂ y H ₂ O	6-7
Nitrógeno	NO ₃ y NH ₄ ⁺	1-3
Fósforo	H ₂ PO ₄ y HPO ₂ ⁻⁴	0.05-1
Potasio	K ⁺	0.3-3
Calcio	Ca ²⁺	0.5-3.5

Magnesio	Mg ²⁺	0.03-0.8
Azufre	SO ₂ -4	0.1-0.5
Elemento	Forma asimilable	Porcentaje en planta
Hierro	Fe ²⁺	100-1000 ppm
Manganeso	Mn ²⁺	50-300 ppm
Cobre	Cu ²⁺	10-40 ppm
Zinc	Zn ²⁺	10-20 ppm
Boro	H ₂ BO ₃	50-300 ppm
Molibdeno	MoO ₂ -4	10-40 ppm
Cloro	Cl ⁻	-
Sodio	Na ⁺	-

Tabla13: Elementos esenciales, formas de absorción y composición aproximada en las plantas

Fuente : Javier Sánchez V.

Las carencias más comunes que se presentan en el suelo lo hacen de la siguiente manera:

Macroelementos

- Deficiencia de nitrógeno (N): la planta carece de vigor y se atrofia. El follaje más viejo toma un color verde pálido y amarillo.
- Deficiencia de fósforo (P): en las plantas más jóvenes produce color verde intenso o púrpura, en las más viejas los folíolos basales se marchitan y secan. Los entrenudos se acortan y la planta se achaparra.
- Deficiencia de potasio (K): causante de raquitismo. En las hojas más viejas provoca clorosis en los márgenes. Aparece en el ápice de la hoja.
- Deficiencia de Magnesio (Mg): produce en las hojas decoloración internerval, que pasa a amarillez con el borde verde. Se produce defoliación y las hojas jóvenes se enrollan, se vuelven frágiles y se deshidratan.
- Deficiencia de Calcio (Ca): las hojas jóvenes mueren por las zonas apicales.

Microelementos

- Hierro (Fe): provocado por encharcamiento o condiciones de alta humedad, baja aireación, baja temperatura del suelo, altos niveles de radiación luminosa. Se manifiesta en forma de clorosis internerval en las hojas más jóvenes, mientras que las más viejas permanecen verdes.
- Manganeso (Mn): provocado por baja temperatura del suelo. Se manifiesta en las hojas jóvenes, en forma de moteados y clorosis internerval.
- Zinc (Zn): provoca decoloración internerval.
- Boro (B): hojas manchadas y con aspecto clorótico.
- Molibdeno (Mo): produce plantas achaparradas y clorosis internerval de las hojas viejas.
- Cobre (Cu): en hojas jóvenes se aprecian manchas cloróticas (amarillas) poco específicas. Aparecen primero en las hojas jóvenes y activas.

4.4.1. Fertilización orgánica

El abonado debe tener como fin mantener o aumentar la fertilidad de la tierra y su actividad biológica, devolviendo a ésta suficiente cantidad de materia orgánica para aumentar o por lo menos mantener su contenido en humus a largo plazo.

La importancia de la fertilización orgánica no radica en la cantidad de nutrientes que se ponen a disposición de la planta sino en el aporte progresivo de los mismos: los nutrientes se liberan en armonía con las necesidades de las plantas. Cuando las condiciones ambientales son aptas para el crecimiento rápido del vegetal, también favorecen la rápida liberación de nutrientes de la materia orgánica. La fertilización orgánica influye en la mejora de las condiciones del suelo, en el contenido de sustancias fisiológicamente activas (hormonas, vitaminas y antibióticos) y en el mantenimiento de la población microbiana. Las acciones específicas del humus se deben tanto a los productos formados durante la descomposición de la materia orgánica como al humus que queda en el suelo tras esta evolución. Debido a esto, es más interesante hacer aportaciones frecuentes de materia orgánica en dosis limitadas que aportaciones mayores a intervalos más amplios.

Estiércol

El estiércol es un abono que contiene compuestos orgánicos y minerales, gran número de

microelementos y sustancias fisiológicamente activas como vitaminas, hormonas y antibióticos y mantiene una enorme población microbiana. El estiércol que más enriquece el suelo en humus es el que proviene de granjas donde se ha aportado paja u otro material rico en carbono. También se puede enriquecer aportándole rocas naturales trituradas y tierra arcillosa. Durante su proceso de descomposición se produce gran actividad microbiana y reacciones químicas que pueden dar lugar a sustancias tóxicas para los cultivos. Por esto, generalmente se recomienda la utilización de estiércol compostado. Las cantidades de estiércol a aportar dependen de su composición y de la del suelo, así como de las necesidades de la planta. A veces es necesario realizar una enmienda además de la fertilización. El efecto del estiércol sobre la fertilidad mineral del suelo se manifiesta durante 3 años: 50% el primer año, 35% el segundo y 15% el tercero. Este efecto permanece durante más tiempo en suelos arcillosos y francos que en suelos arenosos.

Purín y lisier

El purín está constituido por los orines que fluyen de los alojamientos del ganado o los líquidos que escurren del montón de estiércol recogidos en una fosa. El lisier o estiércol líquido es una mezcla de deyecciones sólidas y líquidas del ganado, recogidas y diluidas en agua. Ambos productos son muy fermentables y de composición heterogénea, según la edad, alimentación, manejo del ganado, etc. Para su uso agrícola conviene estabilizarlos mediante la fermentación aerobia, lo que se consigue batiendo el producto recogido en una fosa para introducirle aire. Así se homogeneiza la mezcla, se reduce el nivel de patógenos que pueda contener y se eliminan malos olores. Se recomienda realizar aportes moderados para evitar que penetren profundamente en la tierra y evitar aplicarlos en terrenos saturados de agua, con fuerte pendiente o muy permeables y en productos hortícolas para consumo en crudo.

Humus de lombriz

Es el producto resultante de la transformación digestiva en forma de excretas que ejerce la Lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) sobre la materia orgánica que consume. El método más utilizado para obtener humus de lombriz es la cría de estos animales al aire libre. Para ello se preparan unas camas de 1,5 a 2 m de ancho y unos 50-70 cm de alto, sobre las que se acumulan montones de material orgánico, que se cubre con un material que proteja del calor y deje pasar el aire (malla, paja). Necesitan

aireación, temperatura inferior a 20°C y humedad del 70 al 80%.

Algas marinas

Algas calcáreas (*Lithotanne*), y otras algas comerciales. Productos obtenidos por métodos físicos o disoluciones acuosas, ácidas, básicas o fermentación, aplicadas al suelo o en pulverización. En el mercado se pueden encontrar productos a base de algas marinas o de agua dulce, recolectadas o cultivadas, que se someten a tratamientos físicos como deshidratación, congelación y trituración, extracción en soluciones acuosas o fermentación. Aplicadas mediante fertirrigación o por vía foliar, aportan nutrientes y sobre todo, bioactivadores que estimulan el crecimiento y confieren al vegetal resistencia frente a estados de estrés. Deben emplearse lo más frescas posible, pudiendo mezclarlas con estiércol para acelerar su descomposición.

Compost

El compostaje es una fermentación controlada de los residuos vegetales frescos y/o secos, no contaminados, mediante un proceso biooxidativo (en presencia de oxígeno para producir una fermentación aerobia), pasando por una etapa de calentamiento. Conforme se va consumiendo la energía disponible va disminuyendo la presencia de microorganismos (hongos y bacterias) y el montón se enfría. Se cuidará que no proceda del mismo cultivo, para evitar una posible reintroducción de patógenos. El compostaje tiene un papel primordial en la agricultura ecológica. Este proceso permite el cierre de los ciclos de nutrientes en la propia finca y, cuando se aplica el producto resultante a los suelos agrícolas, se produce un aumento de los niveles de materia orgánica y de la calidad y diversidad de la vida en el suelo, hecho que conlleva una mejora de su fertilidad, pilar fundamental de la salud y la productividad de los cultivos.

Se puede adquirir ya estabilizado o elaborarlo en la misma parcela. Las condiciones ideales para el compostaje son:

- Estructura que permita la aireación/oxigenación y porosidad mínima del 35%
- Humedad de partida: 50-75%
- Relaciones: C/N=35, si es superior realizar aportes ricos en nitrógeno; N/P:2-5

- PH óptimo: 6-7,5 para bacterias, y 5-8 para hongos

El abonado con un material orgánico bien compostado, a diferencia de la aportación de residuos orgánicos no compostados, como es el estiércol fresco, permite la aportación al suelo de una materia orgánica estabilizada en forma de humus, la liberación gradual de sus nutrientes y la utilización de un producto libre de patógenos y de semillas de hierbas adventicias

Abonos verdes

Son plantas de crecimiento rápido que se siembran para ser enterradas en el propio lugar de cultivo. Así devuelven a la zona superficial del suelo, en forma asimilable, los nutrientes que han sacado de las partes más profundas. Su presencia ayuda a retener los nutrientes en el suelo y, al mezclarlos con la tierra, se aprovecha su masa vegetal, pues aportan azúcares que favorecen la vida microbiana, aceleran procesos de transformación y mineralización del humus y la movilización biológica de determinados elementos minerales. Se optimizan sus efectos si se entierran cuando sale la flor. Los más utilizados son los de leguminosas, pues además fijan el nitrógeno atmosférico en la planta por medio del *Rhizobium* de las raíces.

Nombre común	N.científico	Plena cobertura suelo (días)	Altura cobertura (cm)	Prof. Raíces (cm)	Ton/ha M.V ⁺
Avena blanca	Avena sativa	45-65	100-130	8-12	36-45
Avena negra	Avena strigosa	45-65	120-150	8-12	33-46
Centeno	Secale cereale	45-60	130-160	6-10	20-35
Chicharo común	Lathyrus sativus	60-80	50-80	15-20	25-36
Guisante de campo	Pisum sativum	45-60	70-120	15-20	13-38
Haba común	Vicia sativa	60-80	50-80	15-25	23-41
Haba peluda	Vicia villosa	70-90	60-100	15-30	17-30
Haba italiana	Vicia faba	75-90	80-100	20-25	28-32
Lenteja	Lens esculenta	70-90	40-70	15-20	19-26
Nabo forrajero	Raphanus sativus	40-60	120-160	20-40	43-95
Lupino amarillo	Lupinus luteus	80-120	70-100	20-30	28-46
Lupino blanco	Lupinus albus	80-120	70-120	20-30	32-50
Trebol dulce	Melilotus albus	-	-	-	19
Trebol rojo	Trifolium encarnatum	75-95	60-85	15-20	25-38
Trebol subterráneo	Trifolium subterraneum	90-115	25-39	15-25	22-32

Tabla 14: Características agronómicas de abonos verdes. Fuente: Monegat, 1991

El abono verde, además de nutrir los cultivos, mejora las propiedades físicas del suelo, lo enriquece en

humus, activa la población microbiana, protege contra la erosión, dificulta la invasión de malas hierbas y favorece la presencia de fauna útil. El abono verde se puede cultivar solo, entre dos cosechas o asociado al cultivo principal. Se incorpora al suelo en un estado avanzado de vegetación, cuando tiene la máxima cantidad de masa verde y nutrientes. El momento idóneo es tras la floración y antes de que se produzca la fructificación porque a partir de ahí la planta empieza a requerir más energía. Tras la siega o el triturado se entierra superficialmente con una labor de grada o cultivador. Es aconsejable dar varias siegas antes del enterrado definitivo. Se utilizan fundamentalmente leguminosas, crucíferas y gramíneas. Las leguminosas (trébol, veza, habas) son las más empleadas por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico; las crucíferas (colza, mostaza, rábano forrajero) son de crecimiento muy rápido y capaces de utilizar las reservas del suelo mejor que otras familias. Por último, las gramíneas (centeno, cebada, avena) se emplean asociadas con leguminosas para aprovechar mejor el terreno y obtener una mayor masa de vegetación. Otra forma de aportar abono verde es mediante la siega y enterrado de hierbas adventicias.



Imagen 6: Siega del abono verde. Fuente: lavidaenuerto.wordpress.com

Los residuos de cosecha

Los residuos de cosecha se deben dejar sobre el suelo o incorporarse superficialmente. Si estos residuos son fibrosos, como las pajas de cereales, por lo general, son pobres en nitrógeno y otros elementos, pero son muy eficientes en proteger los suelos y aumentar el humus en éste, con lo cual se mejoran las propiedades de los mismos y por tanto su fertilidad. Los residuos que tienen partes verdes, por lo general, aportan también importantes cantidades de nutrientes.

Los restos de cosecha son una fuente importante de humus y constituyen una capa protectora del suelo. Se pueden incorporar directamente al suelo con labores superficiales y a ser posible triturados o bien transformarlos en lugar distinto mediante la elaboración de compost.

El acolchado

El acolchado o *mulching* se emplea con frecuencia en horticultura y fruticultura ecológica. Consiste en la protección de la capa superficial del suelo por cualquier cubierta con el fin de proteger la estructura superficial del suelo frente a impactos, evitar los cambios bruscos de temperatura, mejorar la infiltración, evitar las pérdidas por escorrentía y la erosión y reducir el crecimiento de las malas hierbas. El resultado es un suelo más mullido que ofrece mejores condiciones para el desarrollo vegetal.

Los materiales a utilizar son preferentemente de origen vegetal, como paja, hierba segada, restos de hortalizas, helechos, etc. La única excepción es el heno seco, por el elevado contenido de semillas de malas hierbas que contiene. La paja de cereales debe aventarse si contiene una excesiva cantidad de grano y, por último, las virutas y demás restos de serrerías no deben contener productos químicos protectores de la madera, e igualmente, no deben proceder de maderas de coníferas, ricas en fenoles taninos, que retrasan mucho la humificación. El grosor de la capa de acolchado no debe ser excesivo, sobre todo si se trata de material verde, ya que podría compactarse y dificultar la oxigenación del suelo. Otra cuestión a tener en cuenta es la temperatura del suelo. Durante el invierno, el acolchado evita el enfriamiento del suelo por la noche, pero también evita su calentamiento superficial por el sol durante el día.

4.4.2. Laboreo del suelo

Las prácticas culturales ecológicas evitan al máximo perturbar el equilibrio y dinamismo del suelo. Se tiende hacia el laboreo superficial y sin volteo de la capa arable, para no invertir su orden, aún cuando en determinadas circunstancias sea una práctica correcta. En tierras compactas es recomendable emplear el subsolador, con la única precaución de no utilizarlo con suelos demasiado húmedos. El chisel y los cultivadores de brazos semirrígidos consiguen el mismo efecto de mullimiento que la vertedera, pero sin invertir las capas del suelo.



Imagen 7 : Chisel plegable hidroneumático vertical. Fuente: viger.com

En general, los suelos mantienen mejor estructura por su mayor contenido en humus, lo que supone que se apelmazan mucho menos y que las labores de mediana y gran profundidad son menos necesarias, con lo que se evita la compactación que produce la maquinaria muy pesada. Las labores de invierno no son deseables, ya que dejan el suelo desnudo durante el período de heladas y lluvias, y deben evitarse en aquellos suelos con estructura inestable. El método ecológico de laboreo del suelo comienza con labores ligeras en superficie y se termina con la labor en profundidad. De esta forma se evita el apelmazamiento posterior a la labor en profundidad.

1. Se empieza picando con desbrozadora la vegetación, abonos verdes o restos de cosecha existentes. Debe hacerse con la antelación suficiente a las labores propiamente dichas para que los restos pierdan humedad.
2. Siguen arados ligeros con gradas de discos o cultivadores de brazos múltiples (gradas canadienses), para desarraigar la vegetación y mezclarla, sin enterrarla por completo, con la capa superficial del suelo, e iniciar así su humificación y desarrollar la actividad microbiana.
3. Pasadas 2 o 3 semanas se realiza un trabajo más completo y profundo, 10-15 cm, con el fin de continuar con la humificación de la materia orgánica y activar el suelo a más profundidad. Debe utilizarse un apero de dientes.
4. Las siguientes 2 o 3 semanas se da la labor en profundidad, para producir el desarraigo en profundidad de las hierbas, así como el mullimiento de toda la capa arable. Se utilizan aperos tipo Chisel o subsolador.
5. Por último se realiza un pase superficial de grada o de vibrocultivador, con el fin de dejar un adecuado lecho de siembra, aunque en los casos más favorables podría sembrarse directamente detrás de la labor de arado. La tierra debe quedar suficientemente desagregada para asegurar un íntimo contacto con la semilla, pero no en exceso, ya que deben estar presentes suficientes agregados (terrones pequeños) para evitar la desaparición de la estructura superficial y la aparición de la costra. En las parcelas de secano la estrategia es

diferente, pues lo que se pretende es el máximo ahorro y almacenamiento de agua. Se invertirá el orden de labores señalado, comenzando por las más profundas para aumentar el volumen de agua almacenable, continuando con las labores superficiales hasta la siembra.

Biofertilizantes y estimuladores del crecimiento

Se conoce como biofertilizantes a un grupo de organismos que se aplican al suelo o las semillas para mejorar la nutrición de las plantas (rhizobium, micorrizas, azotobacter, etc.) o preparados obtenidos a partir de fermentación biológica que contienen grupos de nutrientes que se emplean como fertilizantes foliares. Son productos que contienen microorganismos que mejoran la fertilidad y la sanidad del suelo.

Enmiendas minerales naturales

Los problemas de deficiencias de minerales en los suelos, los desequilibrios de éstos o acidez, que se presenten en los suelos de explotaciones dedicadas a la agricultura o ganadería ecológica también se pueden corregir empleando un grupo de sustancias minerales de origen natural, cuando los aportes a través de la materia orgánica no sean suficientes.

La normativa europea regula que tanto para aportar calcio como para elevar el pH del suelo se pueden emplear carbonatos de calcio y magnesio de origen natural y sulfato de calcio (yeso) de origen natural. El cloruro cálcico sólo se permite en frutales como tratamiento foliar por su carencia.

En términos generales se recomienda para los suelos que se le desee elevar el pH, que en el primer año sólo se eleve en una unidad de pH y en los años sucesivos previo análisis alrededor de medio grado. Las cantidades que se necesitan para la corrección del pH del suelo dependen del tipo de suelo y la riqueza en óxido de calcio (CaO) de la fuente mineral empleada.

En Agricultura Ecológica los abonos minerales deben considerarse como un suplemento y no como una sustitución del reciclado de nutrientes. Se aportan de forma puntual, como enmienda, para corregir alguna deficiencia o desequilibrio nutricional y ajustándose siempre a lo establecido en el *Reglamento (CE) 889/2008*. Se utilizarán productos naturales que únicamente hayan sufrido tratamientos físicos

como lavado, trituración y en ciertos casos calcinación. Las rocas y minerales naturales se muelen y pulverizan muy finamente para que su acción sea más rápida. Los abonos minerales pueden añadirse al compost en lugar de aportarse directamente al suelo, de este modo sufren un proceso de pre-asimilación al ser solubilizados por los microorganismos durante la descomposición de la materia orgánica.

Los abonos minerales se pueden clasificar según el elemento dominante, teniendo en cuenta que todos contienen varios elementos nutritivos:

- Materias minerales ricas en nitrógeno

El único mineral nitrogenado de origen natural es el Nitrato de Chile que contiene un 16% de nitrógeno(N) y un 25% de sodio(Na). Su utilización está restringida únicamente al periodo de reconversión de cereales, pero no está autorizado en agricultura ecológica porque su comportamiento es el mismo que el de un abono soluble de síntesis.

- Materias minerales ricas en fósforo:

- × Fosfatos naturales: se utilizan finamente molidos y contienen de un 25 a un 35% de fósforo. Se caracterizan por su elevado contenido en CaO (> 50%) y su baja solubilidad.
- × Fosfal: es un abono procedente de los fosfatos aluminio-cálcicos. Estos son calcinados y después molidos. Su solubilidad es mayor que la de los fosfatos naturales, pero menor que la de los superfosfatos. Contiene un 33% de PO y un 34% de CaO.
- × Escorias Thomas: se obtienen a partir de la fosforilación del mineral de hierro en los altos hornos. Contienen un 16 a 19% de PO , un 50% de CaO (óxido cálcico) y son particularmente ricas en microelementos y se utilizan en suelos ácidos y neutros.

4.5. Plagas y enfermedades

4.5.1. Parásitos del almendro

Nematodos

Son gusanos de 0.3 a 5 mm de longitud, en forma de huso y simetría bilateral. Causan daños en las plantas cultivadas al infringirles deformaciones, heridas y necrosis en los tejidos, que son vías de entrada de infecciones por virus, bacterias o por diversas enfermedades criptogámicas. Por su forma de vivir, pueden ser migratorios o sedentarios y pueden desarrollarse tanto dentro de las plantas (endoparásito) como en el suelo cerca de las raíces. Su persistencia en el suelo está ligada a la humedad y temperatura de éste, la cual ha de rebasar los 15º para que puedan desarrollar su ciclo vital. Los nematodos suelen ser polívoros y pueden llegar a parasitar más de 100 plantas superiores. Los géneros de nemátodos que suelen atacar al almendro son: *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Macroposthonia*.

La peligrosidad de los nematodos depende del tipo de portainjertos empleado y de la naturaleza del suelo. El portainjertos de ciruelo y los híbridos del melocotonero y almendro son los más resistentes. Tanto los terrenos sueltos, ligeros y arenosos, como el exceso de humedad, favorecen el desarrollo de nematodos. El retraso del crecimiento del árbol, que tiende al enanismo, constituye el primer síntoma de la presencia de nematodos. Los bordes de las hojas toman color amarillo, mientras que los nervios adquieren un color verde más intenso que el corriente y las hojas se secan y desprenden.

Ácaros

El nombre común es araña roja, engloba varios ácaros que atacan diversos árboles frutales, el almendro. Pertenecientes a la familia de los tetraníquidos, los más comunes son *Bryobia rubrioculus* y especies pertenecientes al género *Panonychus* (*Metatranychus*).



Imagen 8 : *Bryobia rubrioculus* Fuente: agrobestgrup.com

La araña roja, de cuerpo esférico rojo, mide de 0,3 a 0,4 mm de longitud, siendo el macho un poco más largo que la hembra. En el dorso presenta una serie de pelos cortos y gruesos. Ponen huevos rojos de 0,1 milímetros de diámetro. En la época en que el almendro se encuentra en plena vegetación, hay huevos de araña roja en todas las partes del árbol contaminado, sobretodo en el envés de las hojas. A principios de primavera se avivan los huevos, nacen las larvas, que miden 0.2 mm de longitud, son de un color más claro que los adultos y solo tienen tres pares de patas; una vez nacidas, se trasladan a las hojas, de las que se alimentan, y donde sufren tres ninfosis hasta alcanzar el estado adulto. La reproducción de la araña roja está limitada por las condiciones meteorológicas adversas y por la acción depredadora de ciertos insectos, incluso de algunos ácaros no nocivos a los vegetales. Los tratamientos intensivos con insecticidas, al destruir a muchos de los enemigos naturales de la araña roja, favorecen el desarrollo de ésta.

No es frecuente que la araña roja invada el almendro, pues a menudo, se manifiesta en plantaciones cercanas a melocotonero y viñedos. El envés de las hojas atacadas toma un color rojizo, y el haz, gris plomo, las hojas pierden vitalidad y se desprenden fácilmente. El árbol vegeta mal, la cosecha se ve muy mermada y se encuentra en muy malas condiciones al reemprender la vegetación al año siguiente.

Insectos

Coleópteros

- Gusano blanco (*Melolontha melolontha*)

El adulto es un escarabajo de 25 a 30 mm de longitud de cabeza oscura provista de antenas largas. La larva, a la que se denomina gusano blanco, tiene un máximo desarrollo de 40 a 50 mm de longitud de forma arqueada, gruesa, blanca y la cabeza negra provista de fuertes mandíbulas. El ciclo vital dura alrededor de 3 años; tanto las larvas como los adultos pasan el invierno en el suelo y al llegar el buen tiempo, y siempre que la temperatura del suelo sea superior a 11 °C, los adultos salen del suelo y se dirigen a una serie de árboles forestales. De 10 a 15 días después, las hembras ya fecundadas se van a los cultivos donde efectúan la puesta en terrenos húmedos y mullidos. Luego regresan a los árboles, cuyas hojas constituyen su alimento. Las larvas viven agrupadas, luego se dispersan y a mediados de agosto empiezan a roer las raíces de los árboles. Al llegar el otoño, desde mediados de septiembre, se

entierran profundamente y permanecen en reposo hasta abril, tiempo en que reanudan su actividad en el suelo. En la primavera de su tercer año de vida, las larvas vuelven a avivarse, están muy desarrolladas y sus mandíbulas pueden causar daños incluso a raíces gruesas y lignificadas. Durante el mes de agosto ocurre la ninfosis, a 30 o 40 cm de profundidad; los adultos, ya formados al empezar el otoño, permanecen enterrado y no salen a la superficie hasta la primavera siguiente.

- Gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis*)

Puede causar daños a los almendros, principalmente a los jóvenes de entre 2 y 5 años, en los que la larva abre galerías en su base. Las larvas viven y se desarrollan en la parte superior de las raíces de la planta parasitada y alcanzan su máximo desarrollo durante la primavera del segundo año. Excavan anchas galerías dirigidas hacia el cuello del árbol, donde forman una celda en la cual se desarrollará la ninfosis. Un mes más tarde se han desarrollado los adultos que son longevos e invernan bajo tierra.

- Barrenillos

Son coleópteros de poco tamaño, que excavan galerías en los troncos de diversos árboles, entre ellos el almendro. Los adultos penetran en los árboles haciendo un agujero redondo, desde el que construyen una galería de entrada entre la corteza y el leño, a lo largo de la cual construyen las galerías de puesta, donde las hembras depositan los huevos en pequeñas cavidades. Tras su nacimiento, las larvas levantan galerías paralelas que al terminar su crecimiento ensanchan al máximo. Las galerías se encuentran en ramas de 3 a 4 cm de diámetro, así como en el extremo de los troncos jóvenes, realizan el ataque cualquiera que sea el vigor del árbol, pero principalmente en los debilitados por la sequía. Dado que los almendros afectados son los más débiles, los peor cultivados, los deficientemente abonados y escasos de agua, la primera precaución que se ha de tomar es cuidar bien los árboles y podar todas las ramas atacadas.

- Minador de los brotes (*Anarsia lineatella*)

Se trata de una mariposa de unos 15 mm de tamaño. Sus alas anteriores son estrechas y grises con rayas longitudinales negras. Las larvas, de 15 milímetros de longitud, son grises y su cabeza es muy pequeña y negra. El minador de los brotes produce dos generaciones anuales. Las orugas invernan bajo

la corteza de las ramas jóvenes, al mismo tiempo en que aparecen las primeras hojas del almendro

- Oruga del almendro (*Aglaope infausta*)

Se trata de una pequeña oruga de 10 a 14 mm de largo y de 3 a 3,5 milímetros de grueso de color gris y amarillo presentan la cabeza retráctil en el protórax. Esta oruga pasa parte del verano y todo el invierno bajo las cortezas de las ramas protegida por un capullo sedoso. En primavera, abandona su refugio y comienza a devorar las hojas del almendro, dejando sólo las nerviaciones.

Hemípteros

- Piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*)

También llamada piojo rojo. No ataca específicamente el almendro, sino que se trata de una plaga muy extendida en la que se conocen más de 150 plantas huéspedes. Las hembras, fijas sobre ramas y hojas, semejan un conjunto de manchas oscuras, rodeadas de una aureola roja que les da un característico aspecto. Las hembras son vivíparas y alumbran directamente larvas amarillas provistas de tres pares de patas, por lo que tienen movilidad. Una hembra puede llegar a producir 400 larvas. Se desarrollan en el tronco y las ramas del almendro y raramente sobre las hojas y el fruto. Los daños que ocasiona son mayores en zonas de clima suave y seco que en las de clima frío y húmedo. La gravedad de su daño radica en que inyectan su tóxica saliva y ocasionan que el árbol atacado se marchite.

- Cochinilla blanca o Caparreta del morral (*Pseudaulacaspis pentagonal*)

La hembra tiene el cuerpo amarillo y blanco y el escudete de 2 a 2,8 mm de diámetro. El macho pequeño y alargado es de color blanco. Su ciclo vital es análogo al del piojo de San José. La cochinilla blanca ataca el tronco y las ramas del almendro pero no a las hojas ni a los frutos. Su acción es como la del piojo rojo, pues produce un gran debilitamiento del árbol que favorece la invasión de enfermedades criptogámicas.



Imagen 9: *Pseudaulacaspis pentagona*. Fuente: entnemdept.ufl.edu

- Tigre del Almendro (*Monosteira unicostata*)

Se trata de una chinche distribuida por toda el área mediterránea que se desarrolla principalmente sobre almendro, aunque es bastante polífaga. Los adultos invernan, entre la corteza de los árboles, entre plantas espontáneas y en la hojarasca del suelo. En primavera estos adultos se dirigen a las hojas jóvenes y ponen huevos en el envés de las hojas. Los adultos y ninfas se alimentan en el envés de las hojas practicando picaduras para extraer los jugos de sus tejidos. Los síntomas son: la aparición en el haz de una coloración blanquecina y en el envés pueden localizarse excrementos, melaza, negrilla y mudas. Producen un debilitamiento del árbol, pérdida de hojas y disminución de la cosecha, incluso la defoliación del árbol.

Áfidos o pulgones

Las especies más frecuentes son *Myzus persicae*, *Myzus varians*, *Hyalopterus amygdali* y *Pterochloroides persicae*. Se trata de insectos chupadores, que clavan su pico en las hojas y brotes tiernos, donde viven en tal cantidad que las cubran por completo y causan la desecación y el arrugado de las hojas y deformaciones de tallos jóvenes. Las especies más pequeñas de estos pulgones miden 0,5 mm y 6 mm las mayores. De forma globosa o aplastada, su color puede ser amarillo, negro, pardo, verde, rojo y gris. Segregan asimismo un líquido azucarado y viscoso, parecido a la melaza, que al impregnar la superficie de la planta impide sus funciones vegetativas. Suelen producir graves daños debido a la rapidez con la que se multiplican, pudiendo invadir un árbol en poco tiempo.

4.5.2. Enfermedades criptogámicas

- Podredumbre del cuello (*Phytophthora cactorum*)

Este hongo cuenta con dos tipos de reproducción: la reproducción sexual y otra asexual mucho más frecuente. La reproducción asexual es por conidios, que si se encuentran en el suelo una zona húmeda se abren y de su interior salen otras esporas más pequeñas que llegan hasta las raíces y cuello del almendro y penetran a través de alguna herida o lesión que puedan presentar. Este hongo pasa a ser un parásito del almendro, penetra en las raíces pequeñas a través del cambium, destruye esta parte y los vasos conductores de la savia elaborada y continúa la invasión de todo el aparato radical hasta llegar a la zona del cuello. Las raíces afectadas adquieren un color negruzco, se pudren y mueren. El almendro parasitado presenta debilidad general, disminuye su crecimiento, manchas oscuras en el cuello, las hojas son pequeñas y finalmente caen.

- Podredumbre de la raíz (*Armillaria mellea*)

Su parte visible el aparato aparece en otoño, como setas de aspecto variable agrupadas en la base de los troncos de los árboles parasitados. La planta afectada presenta una vegetación clorótica y enfermiza, motivada por una mala circulación de la savia procedente de las raíces destruidas por la enfermedad. El porte del árbol es cada vez menos desarrollado, hasta que al cabo de varios años muere. Para prevenir esta enfermedad se evitará el exceso de humedad del suelo y se eliminarán los árboles atacados que han muerto y cualquier resto de ellos.

- Moteado o roña (*Megacladosporium carpophilum*, *Cladosporium carpophilum* y *Fusicladium Amygdaly*)

Es una de las enfermedades más difundidas del almendro, del cual ataca a las ramas y los frutos jóvenes y raramente a las hojas. En los frutos tiernos, el hongo se presenta primero como manchas separadas, que luego confluyen rápidamente; con la extensión de las manchas el fruto se agrieta, se desmejora y deja de desarrollarse, con el resultado de frutos de poco peso y muy agrietados. El ataque a las ramas es también muy frecuente, se presenta en forma de manchas circulares, de 4 a 5 milímetros de diámetro, grises, rodeadas de un halo rojizo. Si las manchas son muy numerosas, las ramas llegan a

secarse y mueren sus hojas flores y frutos. Las condiciones óptimas para el desarrollo de este hongo parásito son la humedad y las temperaturas comprendidas entre 15 y 25 °C; las primaveras templadas pero lluviosas son las más favorables al desarrollo de la enfermedad.

- Mancha ocre (*Polystigma ochraceum*)

Este hongo parasita las hojas del almendro; las hifas, junto con los órganos fructíferos, producen unas manchas en forma y dimensiones variables, de hasta 2 cm de diámetro, amarillentas al principio y luego pardo-rojizas con motas negras. Esta enfermedad es propia de zonas de clima seco y elevadas temperaturas, como la cuenca mediterránea. En años calurosos puede causar daños importantes.

El ataque se inicia en primavera una vez empezada la brotación, se difunde durante el verano y a finales de este son muchas las hojas atacadas. En otoño surgen los órganos que contienen las ascas, las cuales maduran durante el invierno y en primavera emergen las ascosporas que reproducen la enfermedad. El ataque ocasiona defoliación al término del verano, causada por la debilidad y desequilibrio orgánico del almendro.

- Podredumbre blanca del cuello y de la raíz (*Rossellina necatrix*)

La enfermedad se desarrolla en terrenos húmedos, compactos, mal drenados. Las raíces se ven atacadas por las ascosporas, que desarrolla en el micelio en su interior y las destruye. La infección llega hasta el cuello, donde se observa su corteza muerta y llena de filamentos blancos, con un olor característico a moho. Los árboles atacados vegetan mal y mueren.

- Antracnosis del almendro (*Gloesporium amygdalinum*)

La enfermedad se manifiesta en los frutos cuando todavía están verdes: al principio se observan unas manchas circulares amarillentas poco numerosas de entre 2 y 10 mm de diámetro, al final de su evolución producen gomosis. Los frutos atacados se secan con rapidez y caen precozmente; mientras permanecen en el árbol, el hongo alcanza el endocarpio antes de que esté endurecido y también al grano. El hongo puede atacar, a través del pedúnculo del fruto, hasta la rama que lo sostiene y a las hojas, que acaban por secarse.

- Cribado o perdigonada de los frutales de hueso (*Clasterosporium carpophilum*)

El cribado se manifiesta en las hojas del almendro y de otros frutales de hueso. El ataque se detecta primero por unos pequeños puntitos de color rojo que se extienden rápidamente, el tejido del centro de la lesión aparece necrosado, que se elimina pronto y deja la hoja perforada. Las ramas atacadas presentan manchas que al principio son rojizas; causan gomosis y construyen pequeños chancros capaces de matar las yemas e incluso destruir la rama entera. Para su desarrollo el hongo precisa elevada humedad y una temperatura media de 19°C, por lo que prospera bien en primavera incluso en inviernos benignos. Los árboles débiles o los atacados por otras enfermedades o parásitos, tales como pulgones, ácaros, etc. son los más propensos a sufrir la enfermedad.

- Moniliosis (*Monilinia laxa*)

Esta enfermedad ataca a las flores y a los frutos de diversos frutales de hueso y de manzano. Este hongo es muy resistente al frío: sobrevive hasta temperaturas de 15°C e inverte bajo el aspecto de masas esponjosas grisáceas sobre las partes del árbol atacadas el año anterior. En primavera las esporas llegan a la flor, transportadas por la lluvia, penetran en ella por el pistilo y provocan su marchitez; por el pedúnculo de la flor pasan a la rama fructífera y luego a la rama principal. Los órganos atacados se secan y cubren las excreciones grises. La necrosis de las ramas impide la libre circulación de la savia, hace que se seque y se pierdan los frutos situados en ella.

- Lepra (*Tapharina o Exocascus deformans*)

Esta enfermedad se propaga y mantiene gracias a las ascas del hongo, que son resistentes a los fríos invernales. Aparece en primavera y la favorecen las temperaturas y las humedades elevadas; la temperatura óptima es de 20°C pero el hongo empieza a desarrollarse a 10°C. A medida que aumenta la temperatura y disminuye la humedad, decrece la enfermedad y desaparece por completo en verano, aunque puede resurgir en los otoños suaves y húmedos. El inicio de la enfermedad coincide con la brotación de las hojas, las cuales quedan deformadas y retorcidas, presentan abolladuras y bolsas y acaban por secarse y desprenderse. Los brotes tiernos atacados aparecen decolorados (con la consiguiente pérdida de vitalidad), hinchados, torcidos e irregulares con los entrenudos cortos.

- Chancro (*Fusicoccum amygdali*)

Provocado por el hongo *Fusicoccum amygdali*. Las infecciones se producen en otoño, cuando el hongo penetra por las cicatrices foliares producidas en el momento de la caída de las hojas. Afecta sobre todo a la parte terminal de los brotes, condicionando a menudo el crecimiento del árbol. Se puede transmitir mediante las herramientas de poda de un árbol a otro.

- Verticilosis o marchitez (*Verticillium alboatrum*)

Se trata de un hongo subterráneo, saprófito, que vive en el suelo. Permanece en el suelo de un año para otro gracias a sus órganos de resistencia, los esclerocios (agrupaciones de hifas protegidas). El hongo penetra en las raíces donde desarrolla su micelio, pasa al tallo, donde continúa creciendo hasta que llega a los brotes del año y con las toxinas que produce provoca la marchitez de las hojas. Los síntomas aparecen a finales de junio y prosiguen todo el verano. Las primeras hojas atacadas son las de la base de las ramas y continúa hasta las del ápice; al final las hojas se secan y se desprenden. El vigor del almendro favorece la difusión del hongo, por lo que, son más sensibles los árboles jóvenes y los que han sido muy abonados o irrigados; también las labores demasiado frecuentes, al herir las raíces propician la penetración del hongo.

4.5.3. Enfermedades producidas por bacterias

- Chancro bacteriano (*Pseudomonas syringae*)

Esta enfermedad se desarrolla en regiones de clima húmedo y fresco y en suelos ácidos. La contaminación se produce en otoño, la bacteria penetra por cicatrices accidentales o producidas por la caída de las hojas, durante el otoño e invierno se multiplican y extienden por los tejidos de la corteza, y se fijan principalmente alrededor de las yemas y de los ramilletes de mayo. En la primavera siguiente, en las partes enfermas de la corteza se forma un chancro de forma aplastada y tamaño variable, que causa la necrosis de la corteza. Cuando la necrosis es muy extensa, se perturba la circulación de la savia y la rama se seca.

- Mancha bacteriana (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*)

Es una enfermedad de cuarentena en la Unión Europea que, por lo tanto, se debe erradicar en caso de encontrar los síntomas en una plantación, eliminando los árboles infectados. En hojas, se aprecian pequeñas manchas poligonales delimitadas por los nervios secundarios, visibles tanto por el haz como en el envés, rodeadas de un halo amarillento. La hoja amarillea, pudiéndose observar hojas de tres colores; también se produce una fuerte defoliación. En frutos, aparecen pequeñas manchas, rodeadas de halo amarillo, que se necrosan y profundizan, produciendo la emisión de goma.

4.5.3. Enfermedades producidas por virus

Las enfermedades causadas por virus a las plantas se manifiestan de diversas maneras: necrosis, y clorosis generalizadas o localizadas, anomalías del crecimiento de las plantas, deformaciones y disminución del tamaño de los frutos, etc. Los virus se transmiten desde el suelo, por vía vegetativa, por los esquejes, por los injertos, por las semillas, bulbos, rizomas, etc. y también por los insectos, hongos parásitos y por el polen. El almendro, aunque es bastante resistente a los ataques de los virus, estos le producen enfermedades degenerativas por las que disminuye su vitalidad y longevidad. La virosis del almendro no está causada por un sólo virus sino que debe se debe a un conjunto de ellos por lo general polífagos. Entre los virus que atacan al almendro se encuentran:

- El virus de las manchas anulares del ciruelo (PRSV): Provoca la necrosis de las demás, reduce la vegetación y frena el crecimiento del árbol.
- Virus del enanismo del ciruelo (PDV): Reduce la longitud de los entrenudos y disminuye el desarrollo de los árboles, los cuales muchas veces quedar reducidos a la mitad de su tamaño normal.
- Virus tipo mosaico que son de distintos tipos y se caracterizan por: producir manchas amarillas en las hojas y reducir el vigor y la productividad de la planta huésped.

El almendro resiste bien a otras virosis, como la llamada Sharka, que ataca ciruelos, albaricoqueros y melocotoneros, y al virus de la clorosis de las hojas.

4.5.5. Control herbicida

El control de las malas hierbas se plantea teniendo en cuenta el grado de fertilidad de la tierra. Las técnicas de la agricultura ecológica no deberán nunca ir encaminadas a eliminarlas, sino a mantener su número en niveles aceptables y prevenir su multiplicación. Es conveniente no dejar nunca el suelo desnudo, por lo que una cubierta de adventicias en los meses de invierno, beneficia más de lo que perjudica al suelo, protegiéndolo de las heladas nocturnas. No se debe dejar que estas hierbas produzcan semilla, porque así se dificulta su control, pero esto se evita gradeando al comienzo de la primavera. Existen diversos métodos de control de hierbas. Entre las medidas preventivas están: un abonado orgánico equilibrado con aportaciones de estiércol o mantillo suficientemente maduro y fermentado, las rotaciones racionales de los cultivos y el acolchado con materiales orgánicos.

En cuanto a las medidas de control directo están los métodos mecánicos y los métodos térmicos. Para poder utilizar los métodos mecánicos es necesario disponer el cultivo en líneas. Las rejas utilizadas deben ser de poca profundidad y gran anchura de corte, para desarraigar sin voltear la tierra. El método térmico consiste en un bastidor con uno o varios quemadores que funcionan con gas. Se utilizan cuando las hierbas son muy pequeñas y el cultivo todavía no ha nacido, o bien está sembrado entre líneas sobre las que no pasa el quemador. La producción de este calor violento durante muy pocos instantes es suficiente para secar y eliminar las hierbas jóvenes.

4.5.6. Métodos de lucha

Los tratamientos deben utilizarse de forma integrada con otras medidas y no se deben dar por debajo de cierto umbral de tolerancia que sea económicamente aceptable; no se pretende eliminar por completo la presencia de las plagas, sino mantener los daños que estas pudieran causar bajo niveles tolerables (umbrales ecológicos de tratamiento). En primer lugar, se intentará restablecer el equilibrio. Para ello se utilizan prácticas culturales encaminadas a mantener el sistema lo menos alterado posible. Las enfermedades aparecen cuando los organismos están sometidos a una gran tensión o su medio está desequilibrado.

1. Técnicas culturales

- Preparación del suelo

Un suelo sano y activo biológicamente, es un factor básico para evitar los problemas ligados a las plagas y a las enfermedades. La materia orgánica del suelo juega un importante papel a la hora de estimular el complejo de macroorganismos y microorganismos beneficiosos que ayudan a mantener bajo control las potenciales plagas y patógenos. Es fundamental mantener la correcta fertilización del suelo. La falta de materia orgánica en el suelo también provoca que se desarrollen nemátodos y hongos patógenos. En los suelos bien equilibrados habitan las micorrizas, que juegan un papel particularmente importante en los mecanismos de defensa de la plantas, sobre todo en relación con los nematodos.

- Fertilización orgánica

El aporte de materia orgánica restablece la fertilidad del suelo, aportando principalmente nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y carbono, a la vez que favorece la vida de bacterias, hongos, lombrices, insectos etc., que ayudan a descomponer la materia orgánica y hacerla disponible para las plantas. La aplicación de materia orgánica contribuye a que un suelo proporcione a las plantas mayor resistencia contra enfermedades causadas por hongos.

- Control de humedad y temperatura

Es importante evitar las temperaturas extremas y la falta o exceso de humedad. Realizar marcos de plantación suficientemente amplios, densidades de siembra adecuadas, poda de plantas, etc., pueden dirigirse con la finalidad de conseguir suficiente ventilación e iluminación para las plantas, dificultando así la germinación y propagación de enfermedades.

La falta de agua produce estrés y debilitamiento, lo que propicia la aparición de plagas. Por otro lado, el exceso de agua puede causar asfixia radicular y contribuye a la aparición de enfermedades causadas por hongos.

- Elección del material vegetal

La reducción de fuentes de inóculo comienza con la utilización de material de propagación sano (semillas, plántulas, bulbos, etc.), libre de virus, hongos y otras plagas. Se deben seleccionar variedades resistentes y bien adaptadas a la zona. Las variedades autóctonas o locales suelen estar mejor adaptadas a las condiciones locales y son más resistentes también a las plagas y enfermedades habituales y a las condiciones medioambientales de la zona.

- Eliminación de las fuentes de infección

Es necesario eliminar todas las posibles fuentes de patógenos, como restos de cosecha, órganos de las plantas que presenten síntomas de enfermedad o presencia de plagas (hojas, frutos...) e incluso si fuese necesario de la planta completa (p. ej. casos de virosis o de plantas muy atacadas).

- Asociaciones de cultivo

Los cultivos asociados favorecen las poblaciones de organismos beneficiosos, ya que los insectos auxiliares son más abundantes en zonas de mayor biodiversidad. Por el contrario a los insectos plaga les resulta más difícil encontrar y acceder a sus plantas huéspedes, ya que el resto de plantas pueden actuar como barrera, cultivos trampa o despistarlos por sus olores o colores. Por otro lado, todos los mecanismos que dificultan la propagación de insectos también dificultan la propagación de enfermedades, ya que dificultan el paso del inóculo y que se extienda la enfermedad.

- Setos y cubiertas vegetales

Los setos vivos son formaciones vegetales con mezclas arbóreas, arbustivas y, en menor medida, también se emplean plantas herbáceas y semileñosas. Realizan funciones valiosas para los cultivos, muchas de ellas comunes a las cubiertas vegetales. En términos de diversidad, el uso de setos vivos es un complemento fundamental del cultivo. Beneficios de los setos vivos:

- × Actúan como cortavientos protegiendo frente a la erosión eólica, al disminuir entre 30-

50 % la intensidad del viento.

- × Disminuyen la evapotranspiración de las plantas, al disminuir la circulación de viento por la superficie foliar.
- × Mejoran la infiltración de agua en el suelo.
- × Las raíces abren espacios que actúan como conducciones de agua, consiguiendo un mejor drenaje. Además ralentizan la circulación del agua de escorrentía, lo que reduce la erosión hídrica.
- × Regulan la temperatura. En verano, las temperaturas máximas son menores que en campo abierto y más altas las mínimas del invierno, disminuyendo así el riesgo de heladas. También suavizan las oscilaciones térmicas diarias, con lo que los cambios de temperatura son menos bruscos tanto para plantas como para animales.
- × Aíslan frente a contaminantes, procedentes de parcelas colindantes donde se empleen productos químicos, de industrias o de carreteras cercanas.
- × Reciclan nutrientes. Las raíces de los setos llegan hasta las capas más profundas del suelo, donde absorben los nutrientes que habían sido lavados.
- × Ofrecen refugio y alimento a la fauna auxiliar, favoreciendo el control biológico natural.
- × Favorecen la polinización. Los setos mantienen a los insectos polinizadores durante su floración en las épocas en las que los cultivos no estén en flor.

- Trampas

La utilización de trampas de distintas clases y finalidades resulta un recurso útil en el control de plagas. Algunas de estas trampas son:

- × Trampas cromotrópicas: atraen a los insectos por su color. Están formadas por unas bandas de color (azul o amarillo) untadas con una sustancia pegajosa en la que quedan atrapados los insectos plaga.
- × Trampas de feromonas: llevan en su interior un soporte impregnado de feromonas que atraen los patógenos, que quedan pegados al fondo engomado de la trampa. Las feromonas pueden ser sexuales, de agregación, de alarma o de dispersión, siendo las primeras las más utilizadas en programas de detección de plagas.
- × Trampas lumínicas: se utilizan generalmente para atrapar a insectos nocturnos (coleópteros, lepidópteros y algunos dípteros). La captura se produce debido a la alta

iluminación de la trampa comparada con la que existe a los alrededores de la misma. Se utilizan luces de diferentes longitudes de onda y de diferentes colores.

- × Otras: bandas pegajosas alrededor de troncos jóvenes para capturar orugas y hormigas que intentan alimentarse de las hojas y brotes; trampas con atrayentes alimenticios, que desprenden olores para atraer a los insectos; trampas de hoyo, para capturar insectos que caminan por la superficie del suelo, etc.

2. Control biológico

Para realizar un adecuado control biológico es importante identificar las plagas y sus síntomas, así como a los otros insectos que pueden ser depredadores o parasitoides de las plagas. Los enemigos naturales más efectivos son aquellos capaces de regular y controlar la densidad de población de una plaga por debajo del umbral económico establecido para cada cultivo. Pueden ser autóctonos o introducidos artificialmente.

Se pueden clasificar según:

1. Depredadores: son en su mayoría insectos que, en su estado de larva o de adulto, se alimentan de otros insectos de distinta especie.
2. Parasitoides: son organismos que se desarrollan en su estado de larva dentro o sobre otro insecto.
3. Entomopatógenos: son microorganismos que causan enfermedades a los insectos (bacterias, protozoos, hongos), siendo el grupo más importante el formado por los nematodos.

En función del manejo de las interacciones existentes en el agroecosistema, se distinguen tres estrategias básicas de control biológico:

1. Conservación: consiste en el manejo del agroecosistema por medio de acciones culturales, con el propósito de regular y preservar los enemigos naturales autóctonos presentes en el mismo.
2. Aumento: aumentar la población de enemigos naturales presentes en el ecosistema de forma artificial. Estos se reproducen masivamente en laboratorio y posterior se liberan en grandes cantidades con el objeto de disminuir la población de la plaga causante de daños en el cultivo.

Esta estrategia tiende a ser utilizada en situaciones donde el enemigo natural está ausente o se encuentra en niveles muy bajos para ser efectivos. Al ser un método de coste elevado, son necesarios estudios previos para determinar el momento y la cantidad óptima para la liberación.

3. Importación o introducción: regulación de una plaga mediante la introducción de enemigos naturales exóticos. Se trata de una práctica habitual en la lucha biológica, empleada cuando se desarrolla una plaga que no puede ser controlada de forma efectiva por los enemigos naturales presentes en el agroecosistema. Para la introducción de estos enemigos naturales es necesario tener en cuenta factores como:
 1. Adaptabilidad a las condiciones ambientales de la zona.
 2. Especificidad con respecto al huésped.
 3. Elevado potencial reproductivo.
 4. Sincronización con el ciclo de vida del huésped.
 5. Alta capacidad de crecimiento poblacional.

Con el objeto de no dañar las poblaciones naturales beneficiosas existentes en el agroecosistema y evitar riesgos de desplazamientos de los enemigos naturales autóctonos, estos organismos deben ser sometidos a cuarentena y comprobar su comportamiento y especificidad frente a la plaga sobre la que debe actuar.

- Biopreparados entomopatógenos:

× *Bacillus Thuringiensis tipo Kurstaki*, que se utiliza para numerosas orugas de lepidópteros (mariposas y polillas), aunque no tiene ningún tipo de acción sobre los huevos ni adultos. El producto consiste en unas toxinas cristalizadas que provocan en los insectos jóvenes alteraciones mortales del sistema digestivo. Uno de los problemas de este producto es su baja persistencia ya que es muy fotodegradable. La utilización conjunta con aceites suele aumentar su persistencia y en consecuencia su eficacia. Igualmente se suelen obtener mejores resultados tras su utilización cuando se le añade productos como la melaza que actúen como fagoestimulante y de esa forma el insecto tome mayores cantidades del producto.

× *Bacillus thuringiensis tipo tenebrionis*, es específico para cierto número de larvas de coleópteros (escarabajos).

× *Bacillus subtilis*: control de ciertas enfermedades fúngicas aéreas.

- x *Verticillium lecanii* para el control de pulgones. Requiere condiciones estables y altas de humedad para sea efectivo.
 - x *Beauveria bassiana* es un hongo que existe de forma natural en el suelo. Se utiliza principalmente para el control de de moscas blancas, trips y pulgones.
 - x *Paecilomyces fumosoroseus*: hongo que se usa como insecticida para el control de moscas blancas, aunque también puede ser eficaz para pulgón.
 - x *Spinosad*: es una suspensión acuosa obtenida a partir de la fermentación aeróbica de la bacteria *Sacharopolispora spinosa*, con un buen nivel de control de trips y orugas.
 - x *Coniothyrium minitans*. Es un hongo antagonista que vive a expensas de los esclerocios de esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum* y *minor*) proporcionando una estrategia de control eficaz y limpia.
- Preparados de plantas

En el control biológico de plagas, también se pueden usar extractos y preparados a base de sustancias producidas por las plantas. Los efectos de los preparados de plantas pueden ser de diversa índole:

1. Aumentan la resistencia de algunas plantas frente al ataque de enfermedades (cola de caballo, cebolla, ajo, etc.), o de insectos (cola de caballo, ortigas, helecho, manzanilla, etc.)
2. Actúan como repelente de insectos: ajo, cebolla, etc.
3. Son tóxicas para algunos insectos: tanaceto, ajeno, cuasia, etc.
4. Favorecen los mecanismos de defensa de las plantas, por ejemplo, induciendo a algunas las plantas a la síntesis de fitoalexinas, o toxinas naturales que la planta produce en respuesta al ataque de sus enemigos.
5. Estimulan el crecimiento de las plantas: diente de león
6. Pueden ser fuente de cultivo de microorganismos antagonistas de microorganismos e insectos perjudiciales

5. CONCLUSIONES

- Hay que apoyar la producción ecológica porque favorece la sostenibilidad del medio rural y protege el entorno medioambiental.
- Respetar los ritmos de la naturaleza al no utilizar materiales agrotóxicos y favorece la biodiversidad biológica.
- Aumenta la actividad biológica del suelo y mantiene su fertilidad a largo plazo.
- Promueve el uso saludable del suelo, agua y aire para minimizar la contaminación resultante de las prácticas agrarias.
- Promueve el reciclado de residuos de origen vegetal o animal para devolver al suelo los nutrientes, minimiza el uso de materiales no reciclables y promueve la utilización de recursos renovables.
- Contribuye a mantener el patrimonio genético agrario (variedad agraria y ganadera) favoreciendo una agricultura sostenible en el tiempo.
- Mantiene la materia orgánica de la tierra y la retención del agua y, por tanto, frena la desertificación, manteniendo también los hábitat de los animales silvestres y los ecosistemas.
- Es necesario el apoyo de las administraciones para divulgar del valor de la producción ecológica y para sensibilizar al consumidor sobre el significado real de lo que le aportan los alimentos ecológicos.
- Las producciones ecológicas necesitan más mano de obra y sirven de freno al continuo despoblamiento de regiones rurales, incorporando al campo a productores jóvenes y su cualificación y especialización, mediante la adopción de nuevas tecnologías avanzadas pero sostenibles, permitiendo la revalorización de las explotaciones.
- Hay que apoyar los productos ecológicos porque existe una indudable capacidad de potenciación del consumo de los mismos, con la consiguiente oportunidad de generación de negocio, riqueza y empleo.
- España cuenta con uno de los mayores potenciales de producción ecológica en Europa, por sus características agrarias y medioambientales; y ello representa una indudable oportunidad estratégica.
- Hay una demanda real de este tipo de productos, dentro y fuera de España; y esa demanda está en crecimiento continuo en la mayoría de los mercados y para todos los productos.
- El modelo de producción intensivo conlleva el deterioro del medio ambiente y la contaminación de éste, los excedentes en la producción agraria que originan pérdidas de

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

competitividad en el mercado y disminución del precio de venta, la merma de los recursos genéticos, el incremento de los costes de producción que que provocan la disminución de las rentas de los productores.

ANEJO 4. Reglamento

INDICE

1. Introducción.....	136
1. Autoridades y organismos de control.....	136
2. Periodo de reconversión.....	138
2. Logotipos.....	140
3. Ayudas y subvenciones.....	141

1. INTRODUCCIÓN

Para producir cualquier producto agrario con la calificación de Ecológico, Orgánico o Biológico en Europa es necesario estar certificado bajo la normativa europea. La normativa actualmente en vigor está compuesta por el *Reglamento (CE) 834/2007* y el *Reglamento (CE) 889/2008* del Consejo, de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el *Reglamento (CEE) nº 2092/91*. Este Reglamento establece los requisitos a cumplir para las producciones agrarias en base al respeto de ciclos naturales, mantenimiento de la biodiversidad, obteniendo productos agrarios sin el empleo de productos químicos de síntesis ni OMG.

1.1. Autoridades y organismos de control

El control de la agricultura ecológica en España está descentralizado y es responsabilidad de las Comunidades Autónomas, por lo que la situación es heterogénea y el control se organiza de distinta forma, dependiendo de cada comunidad. En la Comunidad Valenciana, la Agricultura Ecológica está regulada por el *Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana (CAECV)*.

Comunidad Valenciana	
Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana (ES-ECO-020-CV)	
Parque Industrial Ciutat de Carlet, Calle Tramontana, 16 - Edificio C.T.H.	C.P. 46240
Población: Carlet (Valencia)	
Tlfno: + 34 962 53 82 41	Fax: + 34 962 55 80 23
E-Mail: caecv@caecv.com	
Web: http://www.caecv.com	

Figura 10: Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana. Fuente: CAECV

Inscripción en el sistema de control y certificación

Los productores que deseen incorporarse a la producción ecológica deben darse de alta y someterse al sistema de control establecido en la regulación europea y nacional para poder comercializar su producción con la mención y los distintivos de la agricultura ecológica.

1. Solicitud de información (Legislación, procedimientos, formularios. Derechos y obligaciones. Tasas y cuotas). Solicitar la documentación necesaria en:

1. Consejería de Agricultura o dirección General de Agricultura correspondiente de cada Comunidad Autónoma.
 2. Consejos o Comités de Agricultura Ecológica.
 3. Entidades privadas de certificación autorizadas.
2. Inscripción en registro y notificación a la autoridad de control. Los datos a aportar en la documentación consisten fundamentalmente en:
1. Datos del solicitante.
 2. Descripción de la explotación y de las instalaciones. Historial de productos químicos utilizados.
 3. Descripción de programa de producción y de la alternativa de cultivos.
 4. Prácticas culturales. Manejo y tratamientos sanitarios del ganado.
 5. Libros de entradas y salidas. Libros de identificación y registro de animales.
 6. Compromiso formal de cumplir las normas.
3. Control inicial de comprobación:
1. Levantamiento de un acta e inspección y toma de muestras.
 2. Elaboración un informe técnico de evaluación.
 3. Medidas correctoras, si procede.
4. Presentación al comité de calificación (Propuesta al consejo). El Comité de calificación o Consejo de Agricultura Ecológica o de la entidad privada de control en su caso:
1. Analizará el expediente (acta en informe técnico).
 2. Solicitud de documentación complementaria si es necesario.
 3. Propuesta de alta de actividad o de reformulación de solicitud.
5. Controles anuales de conformidad. Otra visita de inspección en la cual se procederá a:
1. Realizar un control documental, físico, de identidad.
 2. Proceder a la comprobación de volantes y libros de registro
 3. Levantar un acta y realizar una toma de muestras.
 4. Elaborar un informe técnico en el que se reflejen los incumplimientos.
6. Certificación de la producción. Último paso administrativo, en el cual se emite el documento que acredita al productor para poder comercializar su producción como ecológica

1. Certificados de método de producción agricultura ecológica o en período de conversión.
2. Entrega de etiquetas.

1.2. Período de reconversión

Se denomina así al período de adaptación del método de producción convencional al ecológico. Es un proceso dinámico y progresivo durante un período de tiempo variable. Se debe tener en cuenta que la duración del período de reconversión, independiente del período oficial para obtener la calificación de los productos obtenidos, depende de las condiciones previas de la explotación. Durante el período de reconversión se debe alcanzar el equilibrio entre planta, suelo y entorno; contemplar la finca como un ecosistema agrícola y reconocer su estructura y su modo de funcionamiento; adoptar técnicas de cultivo con las bases ecológicas del funcionamiento del agroecosistema, actuando conscientemente sobre su productividad, con tendencia a mantenerlo equilibrado, de tal manera que sea posible conjugar producción y sostenibilidad a largo plazo.

Habrá que tener muy en cuenta el grado de contaminación o de exposición a contaminantes de la parcela y, si procede, aislarla al máximo de las fuentes de contaminación.

- En cultivos anuales (hortalizas, cereales, etc...) el periodo de conversión será de 2 años hasta la siembra, es decir, se considerarán producciones ecológicas aquellas que se hayan sembrado 2 años después de haber iniciado la conversión de las parcelas.
- En cultivos perennes (olivar, frutales, viña, etc...) el periodo de conversión será de 3 años hasta la recolección, es decir, que se considerarán producciones ecológicas aquellas que se recolecten a partir de 3 años de haber iniciado la conversión de las parcelas.

En la normativa se contemplan casos especiales en los que los periodos de conversión pueden reducirse. Para ello se debe poder demostrar, que durante el periodo anterior a la inscripción, no se han aplicado productos no autorizados. Por otro lado, si después del periodo de conversión todavía se detectan residuos en el suelo o en las plantas, este periodo de conversión puede ampliarse.

Antes de iniciar el cultivo ecológico de una explotación se debe de programar un periodo de reconversión en el cual se irán utilizando las técnicas ecológicas intermedias necesarias, teniendo en

cuenta el propósito final que se persigue, hasta considerar que la explotación ha alcanzado un nivel adecuado de estabilidad. En cualquier caso la normativa obliga a un período mínimo de reconversión de dos años en herbáceos y de tres años en árboles, durante el cual los productos se comercializarán con la leyenda de "Producto en conversión hacia la Agricultura Ecológica", siempre que hayan pasado más de 12 meses antes de la cosecha (es el llamado año cero).

El periodo de conversión empezará, como muy pronto, cuando el operador notifique su actividad a las autoridades competentes y someta su explotación al régimen de control. Para determinar el periodo de conversión se podrá tener en cuenta un periodo inmediatamente anterior a la fecha de inicio del periodo conversión.

1.2.1. Etapas del proceso de reconversión

1. Análisis de la situación de partida:
 1. Residuos y riesgos de contaminación.
 2. El entorno y el estado del suelo.
 3. El sistema de producción de los últimos años.
 4. Cultivos y métodos culturales.
 5. La situación socio-económica.

2. Establecimiento de un programa de reconversión:
 1. Objetivos, duración, calendario.
 2. Corrección del suelo y plan de abonado.
 3. Creación de ambientes favorables.
 4. Modificaciones en la alternativa y la rotación.
 5. Cambios en el laboreo y manejo del suelo.
 6. Cambios en el control de plagas y enfermedades y en el manejo de adventicias.
 7. Estudio económico.

1.2.2. Fases de un proceso de conversión

1. Conversión total: Se denomina conversión total cuando ésta se efectúa en toda la explotación, lo

- cual puede ser adecuado en cultivos leñosos como vid y el olivo. También es aconsejable en las nuevas plantaciones de estos cultivos, los frutales y otros perennes como los espárragos, donde el periodo preproductivo puede coincidir con el periodo de transición que es como mínimo de dos años.
2. **Conversión Horizontal:** Cuando el proceso de conversión se inicia en una parte de la explotación y va aumentando gradualmente su superficie éste se denomina conversión horizontal. Este sistema es adecuado para las explotaciones medias de hortalizas o las grandes explotaciones de cultivos anuales o perennes en explotación, y donde además de reducir los riesgos por posibles reducciones de la producción, se toma experiencia sobre los nuevos métodos y se adaptan las nuevas tecnologías.
 3. **La Conversión Vertical:** Se produce con la reducción gradual de los insumos químicos en el sistema y la introducción de métodos ecológicos, de forma tal que en algunos años toda el área estará bajo el sistema ecológico. A este método se le conoce como conversión vertical y tiene el inconveniente que a los efectos de los Órganos de Control de la Agricultura Ecológica, no se considera como transición, ni tampoco puede tener acceso a las subvenciones que se otorgan a la Agricultura Ecológica. Este proceso se puede aplicar en aquellas explotaciones que realizan una conversión horizontal, en el área no declarada en Agricultura Ecológica, de manera que, cuando se decida declarar en Agricultura Ecológica se hayan recuperado los sistemas biológicos deteriorados por los métodos convencionales y el tránsito desde el punto de vista biológico, no repercuta en la producción.

2. LOGOTIPOS



Figuras 11 y 12: EU Organic Bio Logo (UE) y Logotipo CAECV. Fuente: CAECV

3. AYUDAS Y SUBVENCIONES A LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

En los siguientes gráficos se muestran las primas de las ayudas agroambientales en diferentes Comunidades de España.



Gráfico 8: Primas de ayudas a frutos secos. Fuente : AGMA

En la Comunidad Valenciana la ayuda agroambiental para los frutos secos ecológicos es la más baja junto con la de Aragón, con 119 €/ha (año 2014).

ANEJO 5. Materia orgánica y suelo

INDICE

1. Introducción.....	144
2. El suelo.....	144
1. Componentes del suelo.....	145
2. Propiedades del suelo.....	148
3. Humus.....	150
4. La degradación de los suelos.....	151
5. Erosión.....	153
3. Materia orgánica y suelo agrícola.....	154
1. Acción de la Materia Orgánica en las propiedades del suelo.....	155
2. Balance de Materia Orgánica.....	156
4. Contaminantes de los suelos.....	157
1. Agentes contaminantes.....	158
2. Descontaminación de suelos.....	159
1. Técnicas de descontaminación.....	160
1. Contención.....	161
2. Confinamiento.....	163
3. Descontaminación.....	164
5. Conclusiones.....	173

1. INTRODUCCIÓN

"La falta de conexión entre plantas, animales y personas ha contribuido a la presente crisis ambiental de nuestro mundo y a la desintegración de las comunidades rurales. [...]"

La agricultura en zonas áridas y semiáridas conlleva enfrentarse con la variabilidad y la imprevisibilidad. En la cuenca Mediterránea, la presencia de suelos poco fértiles, los contrastes climáticos y la topografía escarpada requiere una gestión cuidadosa en el manejo agrícola. Mientras que la intensificación de la agricultura ha llevado a estos ecosistemas a la degradación ambiental y la desertificación, contrarrestarlo con un manejo ecológico no es fácil. Se requiere hacer frente a la escasez, no solo de biomasa y agua, sino de los conocimientos adecuados. Aún así, la gestión ecológica es la única opción para estabilizar estos ambientes. [...]"

La fertilidad del suelo se ve comprometida por la interrupción de la dinámica en la descomposición de la biomasa durante las largas estaciones secas. El problema de la lenta acumulación de materia orgánica en el suelo se ve agravado por la creciente incertidumbre en lo referente a la disponibilidad del agua como consecuencia del cambio climático. La agricultura ecológica se basa en un manejo que promueve el enriquecimiento y diversificación del suelo, sin exceder la capacidad de tolerancia de la tierra. Dado que el suelo, el agua y el aire cada vez están más contaminados y los alimentos contienen más sustancias de origen sintético, existe una necesidad urgente de cambiar de dirección hacia la creación de suelos vivos que permitan el desarrollo de plantas, animales y personas saludables. [...]" (Scialabba, 2011)

2. EL SUELO

El suelo es un sistema autoorganizado y heterogéneo que posee una gran complejidad estructural y funcional, constituye el soporte físico para las plantas y les proporciona tanto el agua como los elementos nutritivos, siendo uno de los principales recursos naturales para el desarrollo vegetal. El suelo es un elemento vulnerable, que está en continua formación (en la que interaccionan factores como el material vegetal, el clima, los organismos vivos, etc.) y evolución.

En la edafogénesis o formación del suelo, el primer proceso que tiene lugar es la diferenciación de dos horizontes:

- Horizonte A : es el más superficial, se forma a causa de la implantación vegetal y de la acumulación de los productos de la meteorización superficial (arcillas, cuarzo).
- Horizonte C: más profundo, compuesto por fragmentos de roca y por productos poco evolucionados de su meteorización.

Éstos son suelos primitivos, característicos de zonas altamente erosionadas y de suelos jóvenes en formación. Por otro lado, cuando el suelo evoluciona lentamente se forma el Horizonte B:

- Horizonte B: formado a causa de la acumulación de los residuos de los procesos de intercambio entre los horizontes A y C. Este suelo es muy rico en carbonatos y sulfatos.

Como consecuencia de la edafogénesis se forma un suelo estructurado, en el que cada horizonte presenta una composición particular.

La composición volumétrica de un suelo en condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas es aquella en que los poros están ocupados a partes iguales por aire y agua. La materia orgánica constituye el 5% del volumen de la fase sólida y tiene gran influencia en las propiedades del suelo.

El desgaste de los minerales en el horizonte A produce comúnmente minerales arcillosos que se transportan hacia abajo, acumulándose en el horizonte B. Las arcillas tienden a reducir la porosidad y permeabilidad del material del suelo y, además, muchos tipos de arcillas tienen la capacidad de absorber el agua. Dicha absorción hace que se hinchen y reduzcan aún más la porosidad y la permeabilidad. Este proceso deja al horizonte A con mayor porosidad y permeabilidad que el horizonte B, lo que ayuda a retener eficazmente el agua en el suelo para su uso por las plantas.

2.1. Componentes del suelo

El suelo está compuesto de todo tipo de partículas de diferentes tamaños. La mayoría de estas partículas se originan de la degradación de las rocas, llamadas partículas minerales. Algunas proceden

de residuos de plantas o animales (hojas en descomposición, trozos de hueso, etc.), que se llaman partículas orgánicas (o materia orgánica). Las partículas del suelo parecen tocarse entre sí, pero en realidad tienen espacios intermedios. Estos espacios se llaman poros. Cuando el suelo está "seco", los poros se llenan principalmente de aire. Después del riego o la lluvia, los poros se llenan principalmente con agua.

De todo esto se define que los suelos están constituidos por tres fases: sólida, líquida y gaseosa.

La fase sólida está formada por componentes inorgánicos y por componentes orgánicos, que dejan entre sí unos huecos llamados poros por los que circula agua y aire. Formada por tejidos orgánicos en descomposición y por el humus, que es el producto de la descomposición de estos restos y residuos metabólicos sintetizados por los microorganismos. El humus es un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis. Su presencia en el suelo aumenta, por tanto, la actividad química, bioquímica y biológica de los microorganismos.

Los componentes inorgánicos de la fase sólida del suelo constituyen la mayor parte de su estructura (entre el 90 y el 99%). Las partículas minerales se clasifican en arena, limo y arcilla, siendo la proporción de cada una de ellas la que determina la textura. La arena es un elemento de división, se caracteriza por su gran porosidad, lo que favorece la permeabilidad al agua y al aire. La arcilla y el limo, por el contrario, son elementos de cohesión y se caracterizan por ser menos porosos y por tanto, el movimiento del agua es lento y la aireación escasa.

La materia orgánica del suelo puede ser clasificada en dos sentidos:

1. Materia Orgánica en sentido general: involucra microorganismos que habitan el suelo, organismos muertos y sus productos de descomposición.
2. Materia orgánica en sentido restringido: organismos vivos del suelo.



Gráfico 9: Materia orgánica del suelo. Fuente: UNT

En el llamado Ciclo de los nutrientes (formado por la unión del ciclo del carbono, nitrógeno, azufre y fósforo), los elementos circulan dentro del ecosistema, siendo su destino final preferentemente la materia orgánica. En esta dinámica, el componente vivo del suelo, determina el movimiento de nutrientes y su distribución, además de la velocidad a la que los nutrientes son reciclados.

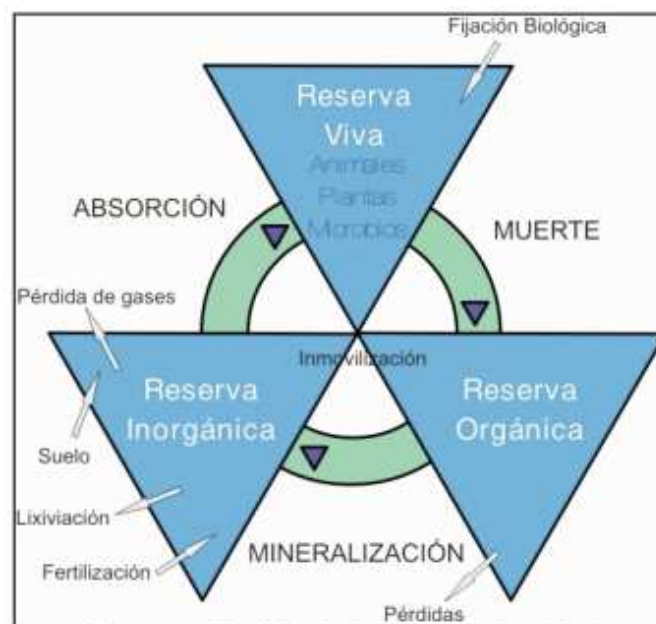


Gráfico 10: Dinámica de los ciclos de los nutrientes. Imagen: Fuente: UNT

Fase líquida y gaseosa

El agua es un componente del suelo que se puede encontrar en forma de humedad intergranular o

como hielo. El agua siempre contiene componentes diversos en solución y suspensión. En función del tipo de suelo, el agua puede encontrarse libre (móvil) en el suelo o estática, en suelos arcillosos. Los poros de mayor tamaño o macro-poros permiten la infiltración del agua a través del suelo por lo que generalmente contienen aire. Los poros de menor tamaño o microporos retienen el agua que queda disponible para las plantas.

2.2. Propiedades del suelo

1. Propiedades físicas (formación de estructuras, retención de agua, etc.)
2. Propiedades químicas (fuente de Nitrógeno, Fósforo y Potasio)
3. Propiedades biológicas (principal fuente de energía de la actividad bioquímica)

Las principales propiedades físicas del suelo son las siguientes:

- Textura: Está determinada por la proporción en la que se encuentran los componentes minerales del suelo (arena, limo y arcilla). Desde el punto de vista agronómico el suelo ideal es aquel que mantiene equilibrada la cantidad de arena, arcilla y limo, denominado de textura franca.
- Color: los suelos de colores oscuros tienden a ser suelos con mayor cantidad de humus en su composición, debido al color oscuro de este.
- Coeficientes Hídricos: capacidad del suelo de retener agua disponible para las plantas:
 - Capacidad de Campo (CC): máxima capacidad de agua que el suelo puede retener.
 - Punto de Marchitez Permanente (pmp): contenido de humedad del suelo donde no se compensa la absorción radicular con la evapotranspiración, propiciando la marchitez de las plantas.
- Estructura: es la forma en que se unen las partículas del suelo para formar agregados. Las partículas gruesas (arena y limo) actúan de esqueleto, mientras que las finas (arcilla y humus) sirven de unión formando el denominado complejo arcillo-húmico, base de la fertilidad del suelo. Del mismo modo, el calcio (Ca) favorece mucho a la agregación, mientras que el sodio (Na) tiene un efecto dispersante.
- Porosidad: porcentaje de espacios vacíos (poros) con respecto del volumen total del suelo.
- Densidad Aparente y Densidad Real:

$$DA=Ms/Vt \quad DR=Ms/Vs$$

Ms: masa sólida

Vs: volumen sólido

Vt: volumen total

- Densidad aparente (DA): depende de la porosidad del suelo. Es un valor variable que depende de la textura, el contenido de materia orgánica y la estructura.
- Densidad real (DR): mide el grado de compactación de un suelo después de haber sido sometido a laboreos constantes.

Una de las características más importantes del suelo, desde el punto de vista de su capacidad de retención de agua, es la relación de la porosidad con la profundidad. La porosidad mide el espacio abierto dentro de un suelo o roca, en función del tamaño de las partículas y de la forma en que estas están dispuestas. Los poros del suelo actúan como reservorio de agua y un parámetro relacionado, la permeabilidad, controla la rapidez con que el agua fluirá a través de los poros del suelo, por lo que ambas están relacionando las conexiones entre estos.

Las principales propiedades químicas del suelo son las siguientes:

- pH: mide el grado de acidez o alcalinidad del suelo, siendo los niveles deseables entre 6,5 y 7, indicador de neutralidad. Es una propiedad que tiene influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y actividad microbiana.
- Complejo arcillo-húmico: este complejo constituido por la unión de arcillas y humus como un todo único, absorbe los cationes del suelo que constituyen la posibilidad de reserva de nutrientes como Ca, Mg, K, Na, H, Al, NH₄, etc. y los intercambia entre el suelo y las raíces de las plantas.
- Conductividad eléctrica (CE): mide el contenido de sales disueltas en la solución de suelo. Suele estar expresada en deciSiemen por metro (dS/m, 1dS/m = 0,6 g/l de sales totales disueltas). A medida que la conductividad eléctrica aumenta, las plantas tienen que emplear más energía en la absorción de agua y por tanto los rendimientos disminuyen.
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Es un indicador de la capacidad que tiene el suelo para adsorber cationes mediante el complejo de cambio desde la solución suelo que después pasarán a ser liberados desde el complejo de cambio hacia la solución suelo para ser tomados

por las plantas.

La cantidad de materia orgánica está ligada a la actividad microbiana. Los microorganismos del suelo participan en:

- Humificación y mineralización de la materia orgánica
- Fijación del N
- Estado óxido-reductor del medio
- Hidrólisis de la úrea
- Intercambio gaseoso
- Actividad biológica y desarrollo vegetal

2.3. Humus

El humus es una mezcla de sustancias orgánicas complejas degradadas.

A medida que se produce la descomposición de los residuos de las plantas, los microbios fragmentan lentamente los componentes complejos en compuestos más simples. La lignina es dividida en subunidades fenólicas, parte del carbono no perdido como dióxido de carbono en la respiración, junto con la mayor parte del nitrógeno, azufre y oxígeno es usado para sintetizar compuestos celulares nuevos y biomoléculas. Los microbios polimerizan los nuevos compuestos unos con otros y con complejos residuales formando cadenas largas. Dichos compuestos interactúan con compuestos aminados que contienen nitrógeno, originando un componente importante del humus: las sustancias húmicas.

Las sustancias húmicas comprenden alrededor del 80% de la materia orgánica del suelo. Son grandes moléculas con estructura y composición variable y de color oscuro. Se agrupan según su solubilidad en: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas; de peso molecular alto, de color oscuro y resistentes al ataque microbiano.

Las sustancias no húmicas comprenden alrededor del 20% de la materia orgánica del suelo. Son menos complejas y menos resistentes que la húmicas al ataque microbiano. Dentro de este grupo se

encuentran los polisacáridos, ácidos orgánicos, proteínas, etc.

2.4. La degradación de los suelos

Fertilidad del suelo

Se define la fertilidad del suelo como una cualidad resultante de la interacción entre sus características físicas, químicas y biológicas. Es un recurso natural encargado del suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas y del mantenimiento de un nivel de producción estable y de calidad, conservando un estado de alta estabilidad frente a los procesos que implican su degradación.

Existen varios tipos de fertilidad:

- Fertilidad física: considera al suelo como un soporte material adecuado de la raíz, teniendo en cuenta también la dinámica de los fluidos. El suelo debe ser un medio adecuado para la germinación de las semillas y al desarrollo óptimo de las raíces, debe contar con buena aireación, con estabilidad térmica y con un régimen de circulación de agua adecuado.
- Fertilidad química: define el estado físico-químico del suelo y la importancia de mantener en él una reserva suficiente de nutrientes disponibles para que puedan ser utilizados por las plantas y microorganismos sin que se produzcan pérdidas.
- Fertilidad biológica: considera la cantidad y calidad de la reserva orgánica, así como de la biomasa presente en el suelo.

Son muchos los estudios que demuestran que la fertilidad de los suelos cultivados de manera convencional, tienen niveles mucho más bajos de materia orgánica que los que poseen vegetación natural. En condiciones primitivas, toda la materia orgánica producida por la degradación de la vegetación presente es devuelta al suelo y el suelo no es perturbado con operaciones de cultivo. Sin embargo, en las áreas cultivadas, la mayoría del material vegetal se retira del suelo, quedando este expuesto a numerosos agentes, sin retorno de materia orgánica y más vulnerable a la descomposición microbiana. El laboreo continuo favorece la oxidación de la materia orgánica, lo que significa una pérdida permanente del carbono orgánico. En los suelos con pendiente, por efecto de la aplicación de

riegos excesivos y la desnudez de los suelos, se ha estado generando la erosión que igualmente deriva en la merma orgánica. En las zonas de secano, este proceso se agrava también a causa de las intensas lluvias invernales.

Manejo de la fertilidad del suelo

El manejo del suelo debe considerar que los componentes de un agroecosistema permanecen interconectados entre sí, organizados en distintos niveles y propiedades.

El buen manejo de la fertilidad del suelo agrícola debe basarse en:

- Uso de prácticas que potencien la diversidad edáfica.
- Suministro equilibrado de nutrientes.
- Prácticas que favorezcan la dinámica del agua.
- Buen aporte de materia orgánica.
- Adopción de prácticas agronómicas y mecánicas que impidan la degradación del suelo de cultivo (por pérdida directa, por contaminación o por empobrecimiento de la biodiversidad).
- Manejo adecuado de la vegetación, del control de plagas y enfermedades y de la gestión de la biodiversidad.

Diferentes prácticas destinadas a optimizar la fertilidad edáfica

- Adecuar el sistema de cultivo de acuerdo a la capacidad agroecológica del suelo.
- Aportar materia orgánica al suelo, disminuyendo los abonados minerales y utilizando abonos verdes.
- Eliminación del aporte de biocidas que puedan causar desequilibrios en el ecosistema.
- Recuperación de sistemas mixtos de producción (agroforestales, agroganaderos, etc.).
- Minimización de pérdidas por erosión con la adopción de medidas para la conservación del suelo y el agua (no laboreo, laboreo siguiendo las curvas de nivel, disposición de setos vivos, implantación de sistemas agroforestales, etc.).

2.5. Erosión

La erosión del suelo está aumentando en Europa. Las estimaciones de numerosos estudios (EEA) sugieren que 115 millones de hectáreas, o el 12% de la superficie total de Europa, se verán afectadas por la erosión hídrica y que 42 millones de hectáreas están afectadas por la erosión eólica. La conservación del suelo depende de muchos factores: del riesgo de erosión y los factores que lo determinan, los sistemas agrícolas que en él se desarrollan y las prácticas adoptadas.

La pérdida directa del suelo por erosión es un proceso de dos fases que consiste en el desprendimiento de partículas de la masa del suelo y su transporte por los agentes erosivos. Las consecuencias de la erosión del suelo se manifiestan tanto en el lugar en donde se produce como fuera de él (erosión difusa). Los efectos *in situ* son muy importantes en las tierras de uso agrícola, donde la redistribución y pérdida de suelo, la degradación de su estructura y el arrastre de materia orgánica y nutrientes, llevan consigo la pérdida del espesor del perfil, la disminución de la biodiversidad y el descenso de su fertilidad. La erosión reduce también la humedad disponible acentuando las condiciones de aridez. La prevención de la erosión del suelo debe potenciar su resistencia a los procesos de desprendimiento y transporte (erosionabilidad). La resistencia de un suelo a la erosión depende de su posición topográfica, pendiente y grado de alteración y de sus propiedades: textura, estabilidad estructural, resistencia al esfuerzo cortante, capacidad de infiltración y los contenidos minerales y orgánicos (Morgan, 1997).

Estrategias de manejo de los suelos para evitar la erosión

1. Coberturas: protección del impacto directo de agentes erosivos (greening, mulching, asociación y rotación de cultivos, barreras vegetales, etc.).
2. Aumento de la capacidad de infiltración del suelo: reducción de la escorrentía y aumento de la retención de agua mediante el incremento de la cantidad de materia orgánica presente en el suelo.
3. Incremento de la rugosidad de la superficie: ralentización de la velocidad de los agentes erosivos mediante la incorporación superficial de residuos orgánicos.
4. Estabilidad estructural: mejorar la estructura del suelo con el fin de optimizar el efecto de las labores anteriores y facilitar el desarrollo del cultivo por medio de la diversificación de la

cantidad y madurez de los aportes orgánicos y la minimización del laboreo.

3. LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO AGRÍCOLA

El principal papel de la materia orgánica en el suelo es actuar sobre sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

La materia orgánica en los suelos permite la supervivencia de cadenas de organismos que la degradan y a partir de ella, garantizan el aporte de nutrientes a las plantas y crean las condiciones adecuadas en el suelo para su correcto desarrollo. También incrementa la tasa de infiltración, la capacidad de agua disponible en el suelo así como la resistencia contra la erosión y mejora la dinámica y la biodisponibilidad de los principales nutrientes de las plantas.

La materia orgánica aporta fertilidad a corto y largo plazo, siendo este último en formas menos degradables. Por tanto, el aporte de materia orgánica a los suelos es una práctica básica para la mejora los suelos degradados y el mantenimiento de la fertilidad de los mismos.

La cantidad de materia orgánica de los suelos depende de las condiciones edafoclimáticas de los mismos. El equilibrio de cada suelo es determinado por la textura, la temperatura y la posición geográfica. Otro factor que determina la concentración de materia orgánica en los suelos es el contenido en arcilla. A mayor cantidad de arcilla, menor nivel de aireación; por otro lado proporciona electrolitos que precipitan las moléculas de materia orgánica, protegiéndola del ataque microbiano y de las pérdidas por lixiviación.

Según varios autores (Roberto Corbella, Juan Fernández de Ullivarri., 2005) en la materia orgánica, pueden diferenciarse cinco fracciones distintas:

1. Residuos sin metabolizar: residuos orgánicos secos (paja, tallos, etc.) Su tiempo medio de mineralización es de tres años y su razón C/N 150.
2. Residuos parcialmente metabolizados: residuos orgánicos húmedos (hojas, estiércol, etc.) Tiene una C/N 10-25 y se descompone en menos de un año, produce CO₂, N mineral y otros productos.

3. Fracción activa: cuerpos de microorganismos y sus metabolitos.
4. Fracción descomponible: similar al compost. Se descompone con el cultivo del suelo y su N es utilizado por la plantas.
5. Fracción pasiva . Es la fracción orgánica recalcitrante. Es la fracción que más contribuye a la cementación entre las partículas del suelo, mediante formación de puentes en los que interviene el Ca.

3.1. Acción de la Materia Orgánica sobre las propiedades del suelo

Influencia en las propiedades físicas

El humus ocasiona en los horizontes superficiales colores marrón oscuro e incluso negro. Este favorece la granulación y la estabilidad estructural debido a la producción de sustancias no-húmicas durante la descomposición. Las fracciones húmicas ayudan a disminuir la plasticidad, cohesión y adhesividad de los suelos arcillosos y mejoran la retención de agua.

Influencia en las propiedades químicas

El humus posee una capacidad de intercambio catiónico (CIC) por kilo muy superior que la de la arcilla. Las arcillas y los coloides húmicos retienen cationes de nutrientes (K, Ca, Mg, etc.) en formas simples intercambiables, fácilmente utilizables por las plantas. Debido a su capacidad de intercambio catiónico y por sus grupos funcionales ácidos y básicos, la materia orgánica influye en gran medida en la regulación del pH en el suelo. Los ácidos húmicos aceleran la descomposición mineral del suelo, de modo que se liberan nutrientes esenciales en forma catiónica. Los ácidos orgánicos, polisacáridos y los ácidos fúlvicos atraen cationes minerales y forman quelatos o se ligan a complejos orgánico-minerales estables.

La pérdida continuada de materia orgánica produce efectos negativos como:

1. Disminuye la CIC e incrementa el pH, debido a que la materia orgánica tiende a la acidificación del suelo.
2. La actividad microbiana disminuye a causa de la carencia de carbono, principal alimento de

- éstos, lo que deriva en desequilibrios en los ciclos minerales del suelo.
3. Disminuye la actividad biológica del suelo, generando desequilibrios en la biomasa microbiana y por ende, en los ciclos de los nutrientes.
 4. Empeora la fertilidad física del suelo, la humedad y la aireación.

Aporte de nutrientes de la Materia Orgánica

- Nitrógeno (N): es el elemento principal de la materia orgánica para el crecimiento de las plantas. Más del 90% del N total del suelo se encuentra de forma orgánica.
- Fósforo (P): el contenido de este elemento en forma orgánica en los suelos es muy variable, constituye entre el 20 y el 80% del P total presente en la capa arable del suelo. El porcentaje restante se encuentra asociado a la fracción inorgánica del suelo como arcillas, óxidos y fosfatos.
- Potasio (K): este elemento se encuentra principalmente asociado a la fracción arcillosa del suelo, por lo que su aporte orgánico no es relevante.
- Azufre (S) y Boro (B): el azufre orgánico transformado en sulfatos permite la adecuada nutrición de las plantas. En seco, la materia orgánica es la principal fuente de estos elementos.
- Micronutrientes: la materia orgánica es una importante fuente de cationes de Fe, Mn, Cu y Zn. Normalmente se encuentran en forma de quelatos para ser absorbidos más fácilmente por las plantas.

3.2. Balance de materia orgánica

El balance de materia orgánica de un suelo se resume en: la parte aprovechable (fracción humificada) y la parte no aprovechable (fracción mineralizada). La dinámica de la materia orgánica se ve influenciada por los requerimientos de los microorganismos del suelo, que dependen de:

1. La presencia permanente o no de vegetación, ya que el sistema radicular actúa como un dinamizador de la vida en el suelo .
2. De la composición bioquímica del sustrato, fundamentalmente del contenido de carbono y nitrógeno, pero también de otros componentes que facilitan su degradación (polisacáridos, aminoácidos) o que la retardan (ligninas, taninos).

3. De la accesibilidad del sustrato a la acción biótica.
4. Del tipo de suelo, agregación, humedad, temperatura, aireación, etc.
5. Del manejo del cultivo.

4. CONTAMINACIÓN DE SUELOS

Los suelos son receptáculo de los desechos no deseables de origen geológico y de parte de los desechos sólidos y líquidos de cualquier actividad humana. Los residuos de procesos industriales, mineros, urbanos, etc., más el aumento de los métodos intensivos de producción agrícola como el uso de abonado excesivo y el control químico de plagas, han originado la acumulación a lo largo de los años de residuos en el suelo sin control alguno. Esto genera problemas como: la contaminación de aguas subterráneas, la bajada de productividad agrícola, la contaminación de cultivos, la contaminación forestal, afectando así de forma directa la salud humana y ambiental. El suelo actúa como interfase entre la biosfera, la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera, por lo que es altamente vulnerable a los contaminantes, que pueden permanecer retenidos grandes períodos de tiempo o ser tan móviles que se incorporen a los demás medios y, de ahí, a las redes tróficas.

Vulnerabilidad del suelo ante los contaminantes

Los suelos actúan como un filtro altamente reactivo que facilita la inmovilización de los contaminantes, por lo que tienden a acumularlos. El contenido en arcillas del suelo influye en la acumulación de los contaminantes, debido a sus propiedades de adsorción, ya que algunos contaminantes se acumulan en los suelos como especies químicas de alta solubilidad. También pueden transportarse por medio de las aguas de infiltración hacia los acuíferos y contaminarlos.

La geodisponibilidad es la fracción de elementos contaminantes que se encuentran disponibles gracias a la acción de procesos endógenos y exógenos de alteración y meteorización del medio. Esto depende de su profundidad (superior o inferior al nivel freático), su composición mineralógica y del clima, entre otros.

La biodisponibilidad es la capacidad de un organismo de incorporar metabólicamente un contaminante, está determinada por la competencia entre el sistema radicular de la planta, la solución y fase sólida del suelo. Muchas plantas pueden absorber grandes concentraciones de metales pesados

si estos se encuentren en el suelo en formas solubles o asociados a nutrientes básicos.

Por otro lado, la movilidad de dichos elementos regulará su distribución y transporte y, la persistencia, controlará la duración de su nocividad en el suelo.

4.1. Agentes contaminantes de suelos

- Metales pesados: generalmente son elementos metálicos que presentan una densidad superior a 5 g/cm^3 , aunque en estudios medioambientales se consideran metales pesados todos aquellos elementos metálicos o metaloides, de mayor o menor densidad, que aparecen asociados a contaminación. Desde el punto de vista biológico, se distinguen dos grupos de metales pesados: aquellos elementos requeridos por el organismo en pequeñas cantidades pero que pasado cierto umbral se vuelven tóxicos (Co, Cr, Mo, Mn, Se y Zn) y los metales pesados (sin función biológica conocida) que se acumulan en el organismo de los seres vivos, cuya presencia en determinadas cantidades produce disfunciones y resultan altamente tóxicos, tales como Cd, Hg, Pb, Sb y Bi. (Alvarez.L, 2004)
- Lluvias ácidas: son deposiciones húmedas o secas de la atmósfera constituidas principalmente por SO_2 y óxidos de nitrógeno, NO_x . Reaccionan con el agua y el oxígeno, dando lugar a soluciones diluidas de ácido sulfúrico y nítrico que se depositan sobre los suelos, plantas, árboles, ríos, lagos, etc., lo que aumenta la acidez de los suelos y las aguas.
- Salinización: acumulación en el suelo de sales solubles. La salinización produce un incremento en la conductividad eléctrica del suelo, con efectos adversos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, dificultando el crecimiento y la productividad vegetal debido al estrés hídrico.
- Fitosanitarios: plaguicidas, herbicidas, fungicidas y fertilizantes. Son aplicados al suelo, absorbidos por las plantas, volatilizados, lavados y degradados en el suelo. Luego forman nuevos productos más móviles y persistentes que los compuestos de partida y mucho más contaminantes.
- Explotaciones mineras: las actividades mineras provocan grandes impactos ambientales que implican la destrucción de los suelos naturales y la creación de nuevos suelos con limitaciones físicas, químicas y biológicas que dificultan la reinstalación de vegetación.
- Contaminantes orgánicos: hidrocarburos, fenoles, alcoholes, éteres, carbonilos de metales, etc.

4.2. Descontaminación de los suelos

Desde el año 2013, la parcela objeto de este estudio se ha estado fertilizando con lodos provenientes de depuradoras. En la siguiente tabla se adjuntan los análisis de los lodos:



LODOS DE DEPURADORAS VALORIZADOS COMO FERTILIZANTES AGRICOLAS



AUTORIZACION GESTOR: 638 / V / RNP / CV

5. Análisis Químicos (anexo II-A del Real Decreto 1310/1990):

EDAR	EDAR CASTELLÓN	EDAR AL CORA	EDAR BENICASIM	EDAR VILA DE ALVORÀ (SP)	EDAR ALMAZORA	EDAR MANCOMUNADA	EDAR OROPESA	EDAR ALCALA NUEVA	EDAR MORO			
TITULAR :	AYUNTAMIENTO	AYUNTAMIENTO	AYUNTAMIENTO	AYUNTAMIENTO	EPSAR	EPSAR	EPSAR	EPSAR	DIPUTACION			
Laboratorio de analisis	IPROMA	IPROMA	IPROMA	IPROMA	IPROMA	IPROMA	IPROMA	IPROMA	IPROMA			
Fecha analisis:	29/01/2016	10/12/2015	26/01/2016	04/11/2015	06/08/2015	08/10/2015	04/11/2015	26/11/2015	08/05/2015			
Referencia:	7773/2016	111581/2015	6057/2016	98575 / 2015	68326 / 2015	88518 / 2015	98016/2015	107295/2015	35683/2015			
Proceso de tratamiento:	DIGESTION ANAEROBIA	Biologico	Biologico	DIGESTION AEROBIA	DIGESTION ANAEROBIA	Estabilizacion Quimica	Estabilizacion Aerobia	Estabilizacion Aerobia	ESTABILIZACION AEROBIA			
Sistema Deshidratacion:	Centrifuga	Centrifuga	F.Banda	F.Banda	F.Banda	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga			
Parámetros agronómicos:												
Materia seca %	25	19	18	18	17	32	19	18	16			
Materia orgánica total (% sms)	63	63	55	59	49	53	52	52	64			
pH	8,2	6,8	7,3	6,7	7,1	7,6	7,5	7,4	7,3			
Relacion C/N	6	7	8	5,5	4,9	8	4,8	4,7	4,8			
Nitrógeno total (N) (% sms)	5,8	5,1	3,8	6,2	5,8	3,7	6,3	6,4	7,8			
Fósforo (P ₂ O ₅) total (% sms)	8	4,36	9,34	2,9	8,13	3,58	3,27	7	0,37			
Potasio (K ₂ O) total (% sms)	0,22	0,24	0,14	0,39	0,28	0,18	0,4	0,38	0,59			
Calcio (CaO) total (% sms)	7	4,43	3,32	4,48	5,11	13,14	3,98	4,9	0,35			
Magnesio (MgO) total (% sms)	1,1	0,45	0,8	0,52	1,16	0,6	1	1	0,73			
Hierro (Fe) (mg/Kg sms)	46000	31700	89930	3500	35760	22910	8707	33390	2458			
Metales Pesados (mg/Kg sms):	VALORES LIMITE EN LODOS											
	R.D. 1316/1996	R.D. 1319/1996	Reserva Directiva									
	Suelos pH<7	Suelos pH>7	86/278/CEE									
Cadmio (Cd)	20	40	10	2	2	2	2	2	2			
Cobre (Cu)	1000	1750	1000	230	113	396	145	248	153	331	433	170
Níquel (Ni)	300	400	300	29	19	22	20	27	20	29	28	19
Plomo (Pb)	750	1200	750	51	413	40	123	103	697	22	46	29
Zinc (Zn)	2500	4000	2500	1000	1716	896	848	1806	679	760	728	650
Mercurio (Hg)	16	25	10	0,5	0,4	1,2	0,4	0,47	0,3	0,3	0,5	0,8
Cromo (Cr)	1000	1500	1000	60	44	32	41	231	35	50	48	21

En la fecha indicada Facsa me entrega copia de este resumen de analíticas de los lodos con los que abonaron mis fincas

FINCA 355

Tabla 15: Análisis Lodos Depuradora Fuente: Facsa-IPROMA

Como se puede observar, los lodos contienen metales pesados que se transmiten al suelo y, por ende, al cultivo. En la agricultura convencional, la proporción de estos metales pesados está muy por debajo del umbral permitido, por lo que no existe problemática alguna en usarlos como fertilizantes, ya que el residuo es mínimo. Ahora bien, si se quiere hacer el cambio a producción ecológica se debe tener en cuenta que para esto se requieren suelos 'limpios' que respeten el equilibrio natural del mismo, ya que

los metales pesados pueden llegar a limitar el crecimiento vegetal y ser tóxicos para las plantas, animales y seres humanos. Los efectos negativos en las plantas son diversos. Algunos de los más destacables son la alteración de las relaciones planta-agua; el incremento de la permeabilidad de las raíces, que las hace menos selectivas para la absorción de elementos desde el medio; la inhibición de la fotosíntesis y respiración; y la modificación de las actividades de algunas enzimas metabólicas. (Chang et al., 1992)

La toxicidad de los metales pesados es muy alta. Su acción directa sobre los seres vivos ocurre a través del bloqueo de las actividades biológicas, la inactivación enzimática por la formación de enlaces entre el metal y los grupos -SH (sulfhidrilos) de las proteínas. Para que los metales pesados puedan ejercer su toxicidad sobre un ser vivo, éstos deben encontrarse disponibles para ser captados por éste, es decir que el metal debe estar biodisponible. El concepto de biodisponibilidad se encuentra íntimamente relacionado con las condiciones físicoquímicas del ambiente, que determinan la especiación y por lo tanto la concentración de metal libre y lábil. (Diana L. Vullo, 2003)

En el análisis de los lodos realizado, se observa que éstos contienen: *Cadmio(Cd)*, *Cobre(Cu)*, *Niquel(Ni)*, *Plomo(Pb)*, *Zinc(Zn)*, *Mercurio(Hg)* y *Cromo(Cr)*, los que podemos comprobar que están presentes en el suelo de la parcela (Anejo 1. Informe Agronómico).

4.2.1. Técnicas de descontaminación del suelo

Existen una gran variedad de tecnologías de recuperación de suelos contaminados diseñadas para aislar o eliminar las sustancias contaminantes mediante procesos químicos, térmicos o biológicos. Su aplicación depende de las características del suelo y de las del contaminante, de las necesidades de la explotación, de su viabilidad económica y del tiempo estimado para su desarrollo.

En función de los resultados que se desean obtener, existen varias técnicas de recuperación de suelos:

Técnicas de contención

Se aísla el suelo contaminado mediante barreras físicas, con el fin de evitar la migración de los contaminantes.

- Barreras verticales

Se emplean *In situ* para reducir los movimientos laterales de los contaminantes, ya sea a través de lixiviados o por disolución en las aguas subterráneas. Se llevan a cabo excavando el suelo en zanjas profundas e instalando muros pantalla para conformar una barrera subterránea continua. Estas técnicas funcionan bien en suelos de textura gruesa no muy compactos (arenosos) ya que presentan menor esfuerzo de excavación (Thomas y Koerner, 1996).

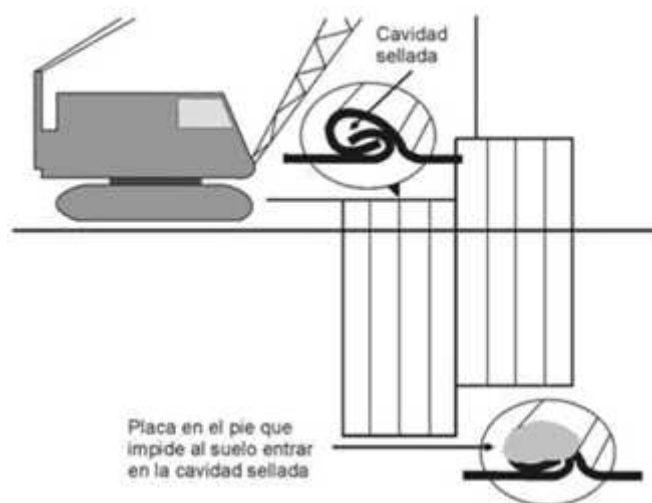


Figura 13: Barreras verticales Fuente: UNAD

- Barreras horizontales

Son zanjas horizontales realizadas *In situ*, las cuáles se sellan con materiales impermeables con el fin de evitar la infiltración horizontal y el desplazamiento de contaminantes a lo largo del terreno. Generalmente se utilizan en derrames de contaminantes metálicos (Mulligan et al., 2001).

- Barreras de suelo seco

Se basa en la desecación del suelo con el fin de incrementar su poder absorbente de sustancias contaminantes líquidas. De esta forma se impide el transporte de éstas sustancias hacia otros terrenos. Consta de un entramado de pozos verticales y horizontales por los que se hace fluir aire seco hasta la zona problema (Ortiz et al., 2007). En la zona superficial se elimina la humedad y se incrementa la presión de vapor, lo que facilita la volatilización de algunos compuestos orgánicos y derivados del petróleo (Aminian y Ameri, 2000).

- Sellado superficial

Evita la exposición directa del suelo a la contaminación y limita la infiltración de agua de lluvia en el suelo contaminado. La superficie del suelo se sella *In situ* con materiales que reducen la permeabilidad, presentando el inconveniente de que estos dejan residuos.

- Sellado profundo

Se emplean *In situ* con el fin de alterar la estructura del suelo y reducir su permeabilidad, evitando el transporte de contaminantes a horizontes más profundos. Se adicionan materiales plastificantes como los silicatos sódicos o mezclas de bentonitas y resinas orgánicas. Se realizan zanjas verticales profundas de hasta 30 m, para inyectar los compuestos sellantes. Esta técnica es utilizada principalmente en suelos de texturas gruesas y de alta permeabilidad (Ortiz et al., 2007).

- Barreras hidráulicas

Esta técnica se basa en extraer el agua de las inmediaciones de la zona contaminada para evitar su contaminación. Se utilizan pozos y bombas para la extracción del agua, la cuál podrá ser reinyectada al sistema una vez se realice la descontaminación (Kaifer et al., 2004).

Técnicas de confinamiento

Se reduce la movilidad de los contaminantes del suelo actuando sobre sus condiciones fisicoquímicas, con el fin de evitar la migración de los contaminantes.

- Estabilización físico-química

Se reduce la movilidad de contaminantes mediante reacciones químicas *Ex situ* que reducen su solubilidad en el suelo y su lixiviado. El suelo contaminado se suele pretratar para eliminar la fracción gruesa y luego se mezcla en tanques con agua y una serie de aditivos o agentes estabilizantes como cementos y fosfatos o álcalis, que aumentan el pH y favorecen la precipitación e inmovilización de determinados metales pesados (Smith et al., 1995).

- Inyección de solidificantes

Se emplea para la remediación de suelos contaminados, por la acción de compuestos inorgánicos inyectados *In situ* en el suelo contaminado a través de pozos (Mulligan et al., 2001) o mezclados con el suelo (Khan et al., 2004), encapsulando físicamente a los contaminantes en una matriz estable impermeable al agua.

- Vitrificación

Es una técnica de estabilización térmica de contaminantes del suelo, basada en el calentamiento del suelo a elevada temperatura para conseguir su fusión y transformación en un material vítreo estable. Se usa para el tratamiento de contaminantes inorgánicos como metales pesados y cianuros o para el tratamiento de microorganismos patógenos del suelo (Ortiz et al., 2007). La vitrificación da lugar a gases tóxicos que deben ser recogidos y tratados antes de ser emitidos a la atmósfera.

Técnicas de descontaminación

Se disminuye y/o elimina la concentración de los contaminantes en el suelo.

1. Tratamientos físico-químicos

1.1. Extracción

Son tratamientos *In situ*, que permiten retirar sustancias contaminantes del suelo con objetivo de separar los contaminantes del suelo para su posterior tratamiento depurador. Son tratamientos sencillos que requieren que los suelos sean permeables. Pueden ser:

- De aire

Se extraen los contaminantes adsorbidos en las partículas de suelos no saturados mediante su volatilización o evaporación a través de pozos de extracción que conducen el aire con los contaminantes a la superficie. Se recomienda para suelos contaminados con sustancias volátiles y semivolátiles como hidrocarburos ligeros, disolventes no clorados y compuestos organoclorados volátiles.

- De agua

Se emplea para acuíferos contaminados. Consiste en extraer el agua contaminada del suelo y del subsuelo para su posterior tratamiento.

- De fase libre

Se emplea para la extracción de hidrocarburos en fase libre, situados entre la superficie y el nivel freático. Se usan bombas extractivas por las que fluye el contaminante. La fase libre extraída con esta técnica puede ser recuperada como hidrocarburo y reutilizarse en refinerías o como combustible siempre y cuando tenga la calidad suficiente.

- De fases densas

Se emplea para contaminantes más densos que el agua y que se acumulan por debajo del nivel freático. Estas sustancias son poco solubles y difíciles de degradar. Su extracción se realiza a través de pozos inyectando disolventes en la zona contaminada para favorecer la circulación de los contaminantes hacia el pozo.

- Con disolventes y ácidos

Técnica *Ex situ*, el suelo contaminado se mezclan con disolventes orgánicos como la acetona, hexanol, metanol o éter con el fin de arrastrar los contaminantes y lixiviarlos. El disolvente orgánico arrastra los contaminantes y se separa del suelo por evaporación y, posteriormente, el suelo tratado se lava para arrastrar cualquier resto que pueda quedar del disolvente.

1.2. Lavado

Es un tratamiento *Ex situ*, en el que se extrae el suelo y posteriormente es separado físicamente por tamizado, densidad o gravedad para eliminar las partículas con poca capacidad de adsorción y seguidamente lavado con extractantes químicos (Van Benschoten et al., 1997). Posteriormente el suelo se vuelve a lavar con agua para eliminar los contaminantes y agentes extractantes residuales y se devuelve a su lugar de origen (Peters, 1999). La eficacia de la técnica depende del grado de adsorción del contaminante en la fase coloidal, por ello es más difícil realizar lavado a suelos con altos contenidos de arcilla y materiales orgánicos (Reed et al., 1996).

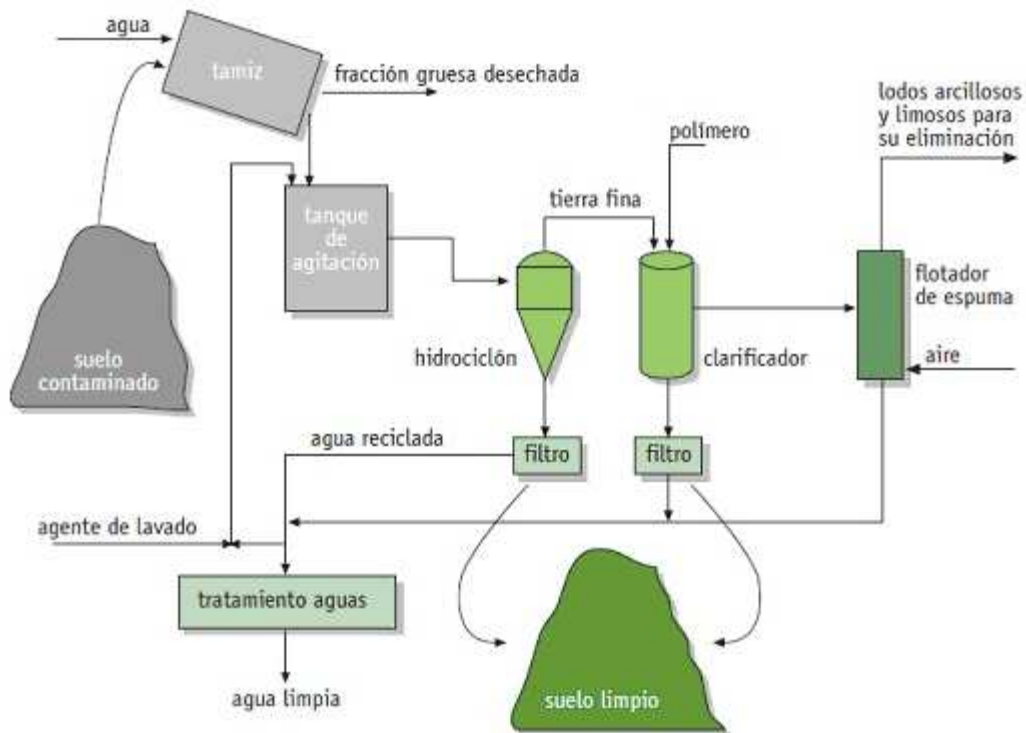


Figura 14: Lavado de suelos contaminados. Fuente: Ortiz et al., (2007)

- Flushing

Es un tratamiento *In situ*, donde los contaminantes son extraídos del suelo haciéndole pasar agua u otras soluciones acuosas mediante un sistema de inyección o infiltración. El agua subterránea y los fluidos extractantes se capturan y bombean a la superficie utilizando pozos de extracción, donde son tratados y, en ocasiones, reciclados (FRTR, 1999; Son et al., 2003).

- Electrocinética

Consiste en aplicar una corriente eléctrica de baja intensidad entre electrodos introducidos *In situ* en el suelo contaminado que permite la movilización de agua, iones y partículas pequeñas cargadas, con el fin de arrastrar agua y contaminantes que contengan cargas eléctricas. De ésta forma se favorece la desorción de los contaminantes en los componentes coloidales del y suelo, siendo una técnica que permite precipitar metales pesados (Pazos et al., 2006).

- Adición de enmiendas

Técnica *In situ* empleada para la remediación de suelos salinos o con presencia de metales pesados, donde son adicionadas sustancias orgánicas e inorgánicas que generan reactividad química y mezclandolas con los horizontes del suelo para transformar los contaminantes. Entre las estrategias de descontaminación de suelos salinos está el tratamiento con enmiendas cálcicas y materia orgánica. Para el tratamiento de metales pesados son usadas enmiendas como fosfatos, bentonita, hidróxido de calcio, compost o levaduras (Seaman et al., 2001).

- Barreras permeables activas

Técnica *In situ* que consiste en instalar pantalla perpendicular al flujo de la pluma de contaminación a través de la cual pasa el agua subterránea contaminada y cuyo material de relleno puede adsorber, precipitar o degradar biótica o abióticamente los contaminantes (Kalin, 2004). Algunas barreras están constituidas por mezclas de sustratos y nutrientes, con el fin de incentivar la presencia de microorganismos e incrementar la biodegradación.

- Inyección de aire comprimido

Esta técnica tiene como propósito separar contaminantes disueltos en el agua mediante la inyección *In situ* de aire comprimido a través de pozos. Se volatilizan los contaminantes disueltos en el agua subterránea, lo que provoca su desplazamiento en forma de vapor hacia la zona no saturada, promoviendo también la biodegradación al aumentar las concentraciones subsuperficiales de oxígeno (Benner et al., 2002). Posteriormente, el aire contaminado que migra a la zona no saturada debe ser extraído y depurado en superficie, generalmente con filtros de carbón activo.

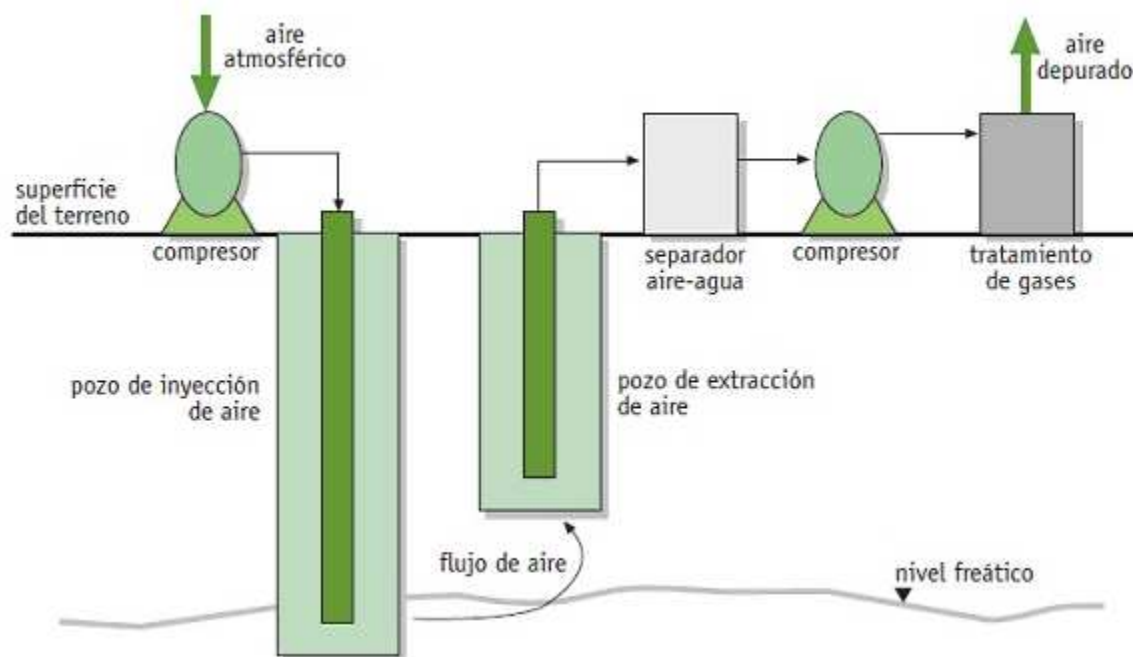


Figura 15 : Proceso de inyección de aire comprimido Fuente: Ortiz et al., (2007)

- Pozos de recirculación

Consiste en la inyección de aire comprimido en la zona saturada con el fin de separar los compuestos contaminantes volátiles de las aguas subterráneas. Se basa en la creación de células de circulación de agua subterránea en el interior y alrededores del pozo. La inyección del aire genera un ascenso de agua hacia la superficie incrementando la eficacia de volatilización de contaminantes por arrastre del aire. Es una técnica adecuada para tratar contaminantes como el tricloroetileno, benceno, tolueno, xileno, etilbenceno y algunos pesticidas (OSRTI, 2003).

- Oxidación ultravioleta

Se trata de un proceso de destrucción a través de la oxidación de los contaminantes mediante la adición de compuestos de oxígeno como el peróxido de hidrógeno o el ozono, en conjunción con luz ultravioleta. Este tratamiento se lleva a cabo en un reactor, donde la oxidación de los contaminantes se produce por contacto directo con los oxidantes, por fotólisis ultravioleta y a través de la acción

sinérgica de la luz ultravioleta y el ozono (Asante-Duah, 1996). Es usada para tratar hidrocarburos del petróleo, hidrocarburos clorados, alcoholes, cetonas, aldehídos, fenoles, pesticidas y dioxinas (Tiburtius et al., 2005).

1.3. Tratamientos biológicos

El tratamiento de suelos contaminados mediante métodos biológicos incluye el uso de la actividad biológica natural, principalmente la de los microorganismos y las reacciones que forman parte de sus procesos metabólicos. Estos tratamientos utilizan bacterias, hongos y plantas para detoxificar las sustancias de riesgo para el hombre y el medio ambiente.

1.3.1. *In situ*

- Biodegradación asistida

La biodegradación es el proceso por el cual bacterias y hongos metabolizan los contaminantes orgánicos que se encuentran en suelos y agua subterránea, convirtiéndolos en productos finales inocuos. Es común la adición de microorganismos eficientes, aceptores de electrones como el oxígeno, nitratos y sulfatos al suelo con el fin de estimular los procesos biológicos para la degradación y transformación de contaminantes a moléculas más sencillas o menos tóxicas. Cuando existe la presencia de sustancias contaminantes solubles y de alta movilidad, se hace necesario emplear pozos profundos de inyección de éstos estimulantes para evitar la contaminación de mantos acuáticos subterráneos (Bouwer et al., 1998).

- Biotransformación de metales

Los microorganismos pueden movilizar metales a través de lavado, quelación por metabolitos microbianos, transformaciones redox y consecuente volatilización. Dichos procesos pueden dar lugar a la disolución de compuestos metálicos insolubles y minerales, incluidos óxidos, fosfatos, sulfuros y menas metálicas, y a la desorción de los metales de arcillas o materia orgánica del suelo (Gadd, 2004).

- Fitorrecuperación

La fitorrecuperación es una técnica que utiliza la capacidad de especies vegetales para sobrevivir en ambientes contaminados con metales pesados y sustancias orgánicas y a la vez extraer, acumular, inmovilizar o transformar estos contaminantes del suelo. Las plantas utilizadas presentan mecanismos adaptativos para tolerar o acumular cierta cantidad de contaminantes en su rizosfera o dentro de sus tejidos. La técnica consiste en establecer cultivos de especies fitorremediadoras sobre suelos contaminados, como plantas del género *Thlaspi spp.*, así como *Brassica juncea*, *Elsholtzia splendens*, *Hemidesmus indicus*, *Phragmites Australis*, entre otras son capaces de extraer metales pesados del suelo como el Zn, Pb, As, Cd y Cu (Chen et al., 2006 y Wu et al., 2006).

- Bioventing

Técnica que inyecta a través de pozos de aire, de oxígeno o nutrientes para estimular la actividad microbiana biodegradadora (Mihopoulos et al., 2001). De esta forma se pueden tratar suelos contaminados con sustancias como hidrocarburos, pesticidas, herbicidas y compuestos orgánicos volátiles. Se usan grandes caudales que son inyectados mediante el uso de compresores, con el fin de generar ambientes que favorezcan la degradación aeróbica. Trata de potenciar lo más posible la biodegradación y minimizar la volatilización de los contaminantes, cualquier sustancia biodegradable aeróbicamente es susceptible de ser tratada con bioventing.

1.3.2. *Ex situ*

- Landfarming

Esta técnica consiste en excavar y extraer la porción de suelo contaminado para posteriormente ser tratado. El suelo se excava y se extiende en una delgada capa sobre la superficie del lugar donde se está realizando la recuperación y se estimula la actividad microbiana aeróbica mediante aireación o adición de nutrientes, minerales y agua (USEPA, 1998b; Hejazi, 2002). Este proceso requiere que el suelo esté bien mezclado para aumentar la superficie de contacto entre los compuestos orgánicos y los microorganismos, y suficientemente oxigenado para que se produzca la biodegradación aeróbica, pudiendo añadirse nuevos aportes de suelo contaminado para su degradación y el mantenimiento de

la actividad biológica.

- Biopilas

Este tratamiento se utiliza para degradar compuestos del petróleo. El suelo contaminado es extraído para ser apilado en montones o pilas sucesivas y se estimula la actividad microbiana aerobia mediante aireación y adición de nutrientes, minerales y agua, obteniendo la degradación a través de la respiración microbiana. Es usado comúnmente para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos (Plaza et al., 2005).

- Compostaje

Consiste en estimular la actividad biodegradadora, aerobia y anaerobia, de microorganismos del suelo bajo condiciones termofílicas que permita transformar compuestos orgánicos tóxicos en sustancias inocuas (USEPA, 1996). Los suelos contaminados son excavados y mezclados con residuos animales y vegetales que proporcionan una porosidad óptima y un balance adecuado de carbono y nitrógeno. El calor generado metabólicamente con este proceso es atrapado dentro de la matriz del compost, lo que da lugar a la elevación de la temperatura característica del compostaje (Williams et al., 1992). Este tratamiento se puede realizar sobre el terreno, con el material contaminado apilado y aireado con bombas de vacío, o en reactores.

- Lodos biológicos

El suelo contaminado es excavado, tamizado para eliminar los elementos gruesos y mezclado con agua y otros aditivos en un biorreactor controlado. La mezcla del lodo resultante mantiene a los sólidos en suspensión y a los microorganismos biodegradadores en contacto con los contaminantes. Los reactores se usan para la agitación o mezcla del suelo y el control de las variables ambientales anteriormente descritas (Christodoulatos y Koutsospyros, 1998).



Figura 16: Tratamiento mediante lodos biológicos. Fuente: Ortiz et al., (2007)

1.3.3. Tratamientos térmicos

- Incineración

Tratamiento *Ex situ* en el que los contaminantes son destruidos mediante el suministro de calor. El suelo se somete a elevadas temperaturas (aproximadamente 1000°C) con el fin de oxidar y volatilizar los compuestos orgánicos contaminantes. Está indicado para recuperar suelos contaminados con explosivos y residuos peligrosos, particularmente hidrocarburos clorados, PCBs y dioxinas (Silcox et al., 1995), aunque su reutilización es muy limitada porque este tratamiento destruye la estructura del suelo.

- Desorción térmica

Tratamiento *Ex situ* en el que se somete al suelo a unas temperaturas más bajas (entre 320-560°C) para conseguir la desorción en vez de la destrucción de los contaminantes que persigue la incineración. Las temperaturas empleadas están elegidas para volatilizar contaminantes orgánicos pero no para oxidarlos. Mediante la desorción térmica de baja temperatura se pueden recuperar suelos contaminados con compuestos orgánicos volátiles no halogenados, combustibles y en algunos casos compuestos orgánicos semivolátiles. Mediante la desorción térmica de alta temperatura se pueden tratar las sustancias anteriores además de hidrocarburos aromáticos policíclicos, PCBs, pesticidas (Piña et al., 2002; Risoul et al., 2002; Araruna et al., 2004) y metales pesados volátiles como el Hg (Chang and Yen, 2006) y el Pb (USEPA, 1994).

1.3.4. Tratamientos mixtos

- Extracción multifase

Técnica de extracción *In situ*, mediante zanjas o pozos, sustancias contaminantes que estén presentes en el suelo en fase vapor (compuestos orgánicos volátiles), fase líquida (en disolución) y compuestos no acuosos en fase libre. Se trata de una técnica que se puede aplicar en suelos de textura gruesa y fina y a profundidades del agua subterránea variables. Puede requerir el posterior tratamiento del agua y los gases extraídos (Khan et al., 2004).

- Atenuación natural

Es la recuperación pasiva o intrínseca del suelo. Consiste en utilizar procesos naturales para contener la propagación de la contaminación procedente de los vertidos químicos y reducir la concentración y la cantidad de los agentes tóxicos en las zonas contaminadas. Los procesos naturales que se invocan para la recuperación son biológicos, como la biodegradación aerobia, anaerobia y co-metabólica, y procesos físico-químicos como la volatilización, dispersión, dilución, desintegración radioactiva, estabilización química y bioquímica y precipitación en partículas de materia orgánica y arcillas del suelo (USEPA, 1999).

5. CONCLUSIONES

Tras el estudio de de degradación de los suelos y de la importancia de la presencia de materia orgánica en estos, se concluye que un suelo equilibrado y rico en materia orgánica es esencial para llevar a cabo un sistema de cultivo ecológico.

Algunas de las principales ventajas que la materia orgánica aporta al suelo son:

1. Mejora la estructura coloidal del suelo y el drenaje
2. Regula la temperatura del suelo
3. Reduce el encharcamiento del suelo
4. Regula el pH

5. Reduce la erosión
6. Favorece el desarrollo microbiano

Por otro lado, queda patente en la parcela en la que se va a llevar a cabo el siguiente proyecto, la presencia de contaminantes en el suelo en forma de metales pesados, tal y como se ha mencionado anteriormente dentro de este mismo anejo, por lo que se considera necesario llevar a cabo la descontaminación del suelo de metales pesados.

Se ha escogido la fitorremediación porque es un procedimiento que no perturba en gran medida el suelo, de bajo coste y fácil aplicación. Aunque es un proceso lento, limitado a suelos poco profundos y requiere una buena gestión de la biomasa resultante para impedir que los contaminantes se reincorporen al suelo.

La fitorremediación es una estrategia de biorremediación, en la que se emplea la vegetación y la microbiota del suelo para el tratamiento de descontaminación. Se basa en el uso conjunto de plantas, enmiendas del suelo y técnicas agronómicas para eliminar, retener, o disminuir la toxicidad de los contaminantes del suelo. (Chaney et al., 1997)

Este grupo de fitotecnologías reúne un gran número de ventajas, especialmente la limpieza y la economía; no utilizan reactivos químicos peligrosos, ni afectan negativamente a la estructura del suelo, sólo aplican prácticas agrícolas comunes; además, el proceso se realiza 'in situ' evitando costosos transportes. (Cunningham et al., 1995)

Los mecanismos de fitorremediación incluyen la rizodegradación, la fitoextracción, la fitodegradación y la fitoestabilización. (Salt et al, 1998; Meagher, 2000; Van Deuren et al., 1997)

Se distinguen (Wenzel et al. 1999):

1. Fitoestabilización: consiste en la reducción de la biodisponibilidad de los contaminantes mediante la revegetación con especies vegetales tolerantes a la toxicidad que inactiven los contaminantes mejorando las propiedades físicas y químicas del medio.
2. Fitoimmobilización: provoca la inmovilización y reducción de la biodisponibilidad de los contaminantes mediante el uso de las raíces de las plantas para la fijación o inmovilización de los contaminantes en el suelo por procesos de absorción/adsorción o precipitación.
3. Fitoextracción o fitoacumulación: uso de plantas acumuladoras de elementos tóxicos o

compuestos orgánicos para retirarlos del suelo mediante su absorción y concentración en las partes cosechables. Una vez terminado el proceso, las plantas son retiradas junto con el contaminante y destruidas o recicladas. La fitoacumulación se puede repetir ilimitadamente hasta que la concentración remanente de metales en el suelo esté dentro de los límites considerados como aceptables (Kumar et al., 1995).

4. Fitovolatilización: uso de plantas para eliminar los contaminantes del medio mediante su volatilización, y para eliminar contaminantes del aire.
5. Fitodegradación: uso de plantas y microorganismos asociados para degradar contaminantes orgánicos. Los contaminantes son metabolizados dentro de los tejidos vegetales y las plantas producen enzimas que ayudan a catalizar la degradación. En el caso de la Rizodegradación o Rizorrecuperación, la degradación tiene lugar alrededor de las raíces de las plantas en contribución con las poblaciones rizomicrobianas. Las raíces liberan sustancias naturales que suministran nutrientes a los microorganismos asociados como bacterias, levaduras y hongos, estimulando su actividad biológica.
6. Rizofiltración: uso de raíces para absorber y adsorber contaminantes del agua y de otros efluentes acuosos.

Para la aplicación de esta tecnología, es de gran importancia la selección de la especie vegetal a utilizar, para lo cual es necesario considerar:

1. Adaptación a las condiciones del sitio y suelo
2. Facilidad para su establecimiento y mantenimiento
3. Rápido crecimiento y desarrollo del sistema radicular
4. Buena cobertura del suelo, para prevenir erosión por viento y agua
5. Bajo mantenimiento
6. Estabilidad a largo plazo

Se optará por el mecanismo de fitoextracción por medio de plantas extractoras, debido a que las necesidades de la parcela requieren plantas acumuladoras de metales pesados. El primer paso para la aplicación de esta técnica es la selección de las especies de planta más adecuada para los metales presentes y las características del emplazamiento. Una vez completado el desarrollo vegetativo de la planta el siguiente paso es cortarlas y proceder a su incineración y traslado de las cenizas a un vertedero de seguridad. La fitoacumulación se puede repetir ilimitadamente hasta que la

concentración remanente de metales en el suelo esté dentro de los límites considerados como aceptables. (Kumar *et al*, 1995)

Algunas plantas empleadas para esta técnica fitocorrectiva son:

- Cadmio(Cd)
 - *Thlaspi caerulescens* (Rigola D., Fiers M., Vurro E., Aarts MG., 2006)
 - *Sedum alfredii*, *Viola baoshanensis* y *Vetiveria zizanioides* (Begonia *et al*, 1998)
- Cobre(Cu)
 - *Brassica napus* (Odjegba y Fasidi, 2004; Sharma *et al*, 2004)
 - *Polygonum punctatum* (Chandra *et al.*, 2005; Zhuang *et al.*, 2005)
- Níquel(Ni)
 - *Thlaspi caerulescens* (Rigola D., Fiers M., Vurro E., Aarts MG., 2006)
 - *Alyssum murale*, *Trifolium nigriscens*, *Psychotria douarrei*, *Geissois pruinosa*, *Homalium guillainii*, *Hybanthus floribundus*, *Sebertia acuminata*, *Stackhousia tryonii*, *Pimelea leptospermoides*, *aeollanthus biformifolius* y *Haumaniastrum robertii* (Bani *et al*, 2007; Wu *et al*, 2007; Zhuang/a/., 2007)
 - *Polygonum punctatum* (Chandra *et al.*, 2005; Zhuang *et al.*, 2005)
- Plomo(Pb)
 - *Sedum alfredii*, *Viola baoshanensis* y *Vetiveria zizanioides*(Begonia *et al*, 1998)
 - *Brassica júncea*, *Helianthus annuus*, *Sesbania drummondii* (Reeves, 2003; Schwartz *et al*, 2003; Wenzel *et al*, 2003)
 - *Brassica napus* (Odjegba y Fasidi, 2004; Sharma *et al*, 2004)
- Zinc(Zn)
 - *Thlaspi caerulescens* (Rigola D., Fiers M., Vurro E., Aarts MG., 2006)
 - *Sedum alfredii*, *Viola baoshanensis* y *Vetiveria zizanioides* (Begonia *et al*, 1998)
 - *Brassica napus* (Odjegba y Fasidi, 2004; Sharma *et al*, 2004)
- Mercurio(Hg)
 - *Lupinus albus* (Zornoza *et al.*, 2010), *Solanum melongena* (Sierra *et al.*, 2008b) y *Hordeum vulgare* (Sierra *et al.*, 2011).
 - *Polygonum punctatum* (Chandra *et al.*, 2005; Zhuang *et al.*, 2005)
- Cromo(Cr)
 - *Chrysopogon/ Vetiveria zizanioides* (Torres, Cumana, Torrealba, Posada, 2009)

Para la fitoextracción del suelo en el presente proyecto se han escogido tres distintas variedades de plantas en función de los metales que son capaces de acumular: *Vetiveria Zizanioides* (Cd, Pb, Zn, Cr), *Polygonum Punctatum* (Hg, Ni, Cu) y *Hordeum Vulgare* (Hg). Se han escogido estas plantas debido a que son cultivos anuales y rústicos, de modo que los cuidados a realizar sean mínimos (FAO). El hecho de que su ciclo vegetativo necesite un año de desarrollo va a hacer que el proceso de extracción sea más lento, pero el completo crecimiento de la planta va a permitir que los metales se acumulen en hojas, tallos y frutos (Millán et al., 2012).



Imagen 10: Vetiveria Zizanioides. Fuente: tipdisease.com



Imagen 11 : Polygonum Punctatum. Fuente: prairiemoon.com



Imagen 12 : Hordeum vulgare. Fuente: Ezuardo Zubiri, UPNA

ANEJO 6. Manejo de la finca

INDICE

1. Plan de Obras y Manejo del cultivo.....	180
1. Labores previas.....	180
1. Bioremediación.....	180
2. Abonado de fondo.....	181
2. Plantación.....	182
3. Labores anuales.....	184
1. Poda.....	184
2. Abonado.....	185
3. Prevención y Control de plagas y enfermedades.....	185

1. PLAN DE OBRAS Y MANEJO DEL CULTIVO

1.1. Labores previas

En primer lugar se procederá al arranque de los árboles y tocones y a la retirada de cualquier resto vegetal presente en la parcela. A continuación, para la eliminación de raíces del terreno, se procederá a hacer labores en profundidad.

Primero, se realizará el subsolado a una profundidad de 80 cm. Esta labor facilitará la penetración del agua y de las raíces del almendro a mayores profundidades. Después del subsolado y con el terreno húmedo se efectuará una labor de vertedera a 40 cm de profundidad.



Imagen 13: arado de vertedera Fuente: agroterra.com



Imagen 14: subsolador Fuente: interempresas.net

Con esta labor se pretende romper la corteza rocosa, pues se forman profundos surcos paralelos que al rellenarse de tierra más fina facilitan la penetración del agua y de las raíces.

Estas labores se llevarán a cabo al inicio de otoño, después de la cosecha, durante el mes de octubre y posteriores.

1.1.1. Biorremediación

Una vez el terreno haya sido limpiado y arado, se procederá a la siembra a voleo de las plantas fitorrecuperadoras. Para la fitoextracción del suelo en el presente proyecto se han escogido tres

distintas variedades de plantas en función de los metales que son capaces de acumular: *Vetiveria Zizanoides* (Cd, Pb, Zn, Cr), *Polygonum Punctatum* (Hg, Ni, Cu) y *Hordeum Vulgare* (Hg). Se han escogido estas plantas debido a que son cultivos anuales y rústicos, de modo que los cuidados a realizar sean mínimos (FAO). El hecho de que su ciclo vegetativo necesite un año de desarrollo va a hacer que el proceso de extracción sea más lento, pero el completo crecimiento de la planta va a permitir que los metales se acumulen en hojas, tallos y frutos (Millán et al., 2012). Una vez las plantas sembradas hayan completado su ciclo productivo, serán arrancadas y eliminadas para posteriormente volver a realizar otra plantación. Estos trabajos se repetirán hasta que el suelo quede limpio de metales pesados, para ello se realizarán análisis de suelo periódicos.

Cuidados durante la fitorremediación

Durante los años en que la parcela estará vacía de cultivo, permanecerán en el suelo las plantas destinadas a acumular los metales pesados del suelo. Debido a que son plantas anuales, se sembrarán a voleo en Febrero. Si la pluviometría anual es muy escasa y se observan síntomas de sequedad, se realizará un riego manual con una aspersora nebulizadora de turbina. Antes de que comience la degradación de las plantas, se procederá al cosechado de las mismas por arranque y después se incinerarán los restos vegetales en un suelo inerte y alejado de la parcela.

Se estima que el período de fitorremediación tendrá una duración de 2 a 3 años, tiempo que se aprovechará para llevar a cabo una conversión vertical de toda la explotación: reducción gradual de los insumos químicos e introducción de métodos ecológicos de cultivo.

1.1.2. Abonado de fondo

Una vez los análisis de suelo indiquen que este está libre de metales, se procederá a la plantación de los nuevos almendros.

Se realizará una labor de arada a 20 centímetros de profundidad para igualar la superficie del terreno. Estas operaciones se realizarán en invierno o a finales de otoño aprovechando el buen tempero dejado por las lluvias otoñales. Antes de la labor de vertedera se incorporará el abonado de fondo, con el fin de incorporarlo al suelo junto con el arado. Los abonos a aplicar serán un abono orgánico NPK de origen vegetal y animal proveniente de una granja de certificación ecológica: a base de estiércol tratado con

microorganismos y enriquecido con microelementos (1999-2017 Agrotterra Tecnologías Agrarias S.L. de <http://www.agrotterra.com>). Se utilizará una dosis de 3750 kg/Ha, 900 kg para toda la parcela objeto de este proyecto.

El contenido del Pellet % (P/P: peso de soluto por cada 100 unidades de peso de la solución)

- Nitrógeno (N) total 3, orgánico 2,5
- Pentóxido de fósforo (P₂O₅) soluble en agua 3,0
- Óxido de potasio (K₂O) soluble en agua 1,0
- Hierro (Fe) total 1,5
- Carbono orgánico (C₂O) 28,5
- Contenido materia orgánica (s.m.s.) 70,0
- Ácidos húmicos 6,0
- Relación C/N 11,4
- Humedad 10-14
- pH 6

1.2. Plantación

La plantación del almendro no debe ser demasiado densa ya que para su correcto desarrollo este árbol necesita luz y cierta cantidad de agua. Siempre que la situación y estructura del terreno lo permitan, la plantación se hará a marco real, para facilitar la mecanización, tanto de las labores como de los tratamientos y recolección de la cosecha y la anchura entre líneas no deberá ser inferior a 6 metros. Se ha escogido un marco de plantación 6x6 (240 árboles/Ha; 57 árboles/2356 m²) en tresbolillo regular con la intención de favorecer la absorción de agua. Se realizará la plantación de dos variedades distintas, distribuidas en hileras alternas.

No se considera la adición de polinizadores, debido a que las variedades escogidas son Marta y Lauranne, ambas autofértiles.

Cultivo en el primer año de plantación

1. Se realizarán 2 riegos de 20 litros cada uno, repartidos en los meses de mayor sequedad y necesidad hídrica de la planta (Mayo - Agosto). El riego será manual con una aspersora de turbina ajustable.
2. Se efectuarán escardas mecánicas manuales para eliminar las malas hierbas más cercanas al tronco si se considera oportuno.
3. No se realizarán más abonados durante el primer año, siempre y cuando no se muestren signos de carencia. En tal caso se realizará un abonado a base de abono orgánico NPK, a razón de 175 kg para toda la parcela objeto de este proyecto.
4. Poda:
 1. Junio: Una vez las ramas hayan alcanzado una longitud de 40 a 50 cm se procederá a la formación de la copa del árbol, eligiendo tres bien formadas alrededor del tronco y separadas entre sí, que se dejarán en su posición normal y sin sufrir ningún recorte.
 2. Noviembre: se cortarán todas las ramas secundarias. Si las tres principales están lo suficientemente desarrolladas se cortarán a dos tercios de su nacimiento para para iniciar la formación de pisos y ramificación.

Época de plantación

Los almendros pueden pasar del vivero a su emplazamiento definitivo en cualquier momento del período invernal, desde la caída de la hoja hasta que empieza la brotación. Es mejor, sobre todo en zonas de baja pluviosidad, realizar el trasplante a principios de otoño. Después del periodo de lluvias empezará el reposo de la planta y, al no ser completo este reposo vegetativo, las raíces continuarán desarrollándose lentamente. El árbol recién trasplantado tendrá todo el invierno para arraigar, lo cual facilitará la pronta brotación de las nuevas plantas.

El pedido al vivero se efectuará con la debida antelación para que en este se pueda proceder a la selección del lote con las debidas garantías. La planta deberá presentar condiciones sanitarias perfectas, con el máximo de longitud de las raíces y con tierra en ellas. Deberán transportarse bien embaladas, con el fin de no dañar ninguna de sus partes y mantener la humedad en la raíz. Se solicitarán 57 árboles de dos años de edad (1999-2017 Agrotterra Tecnologías Agrarias S.L. de

<http://www.agroterra.com>), 28 de la variedad Lauranne y 29 de la variedad Marta.

Para la plantación definitiva de la parcela, se abrirán zanjas de 80 cm de profundidad. Se plantarán los árboles, junto con los tutores, a la misma profundidad a la que estaban en el vivero, teniendo en cuenta que las primeras raíces se hallen ligeramente por debajo de la superficie del suelo. Los tutores se colocan durante el primer año de vida del cultivo con el fin de favorecer la sujeción del árbol, evitando que éste sea derribado por el viento y procurando que su crecimiento sea recto. Se utilizarán tutores de bambú de 150 cm de longitud y calibre de 12 a 14 mm (1999-2017 Agroterra Tecnologías Agrarias S.L. de <http://www.agroterra.com>). Seguidamente, se apelmazará bien la tierra para evitar que el plantel se hunda demasiado en el terreno. Una vez relleno el hoyo se regará cada árbol con 20 a 30 litros de agua, para eliminar el aire residual del suelo y conseguir que las raíces se pongan en estrecho contacto con la tierra. Una vez plantado, se equilibrará respecto a la disposición de las ramas por lo que se cortará el tronco a una altura de 80 a 90 centímetros por encima de una yema mediante un corte en bisel, opuesto a la yema, y se rebajarán las ramas laterales a siete u ocho yemas.

1.3. Labores anuales de los almendros

1.3.1. Poda

1. Poda de formación

1. Verano: corte de chupones.
2. Invierno: se podarán del tronco todas las ramas interiores y sólo se respetarán las tres principales, eliminando también los brotes.

La poda de formación se repetirá cada año durante los primeros tres.

2. Poda de producción

Consiste en el aclareo de ramas sobrantes, para que las principales y productoras de fruto se desarrollen mejor. Se eliminan chupones, se despuntan prolongaciones y eliminan ramas muertas,

improductivas y enfermas. Se lleva a cabo durante los meses de reposo invernal (diciembre-enero).

1.3.2. Abonado

Se tratará al almendro como monocultivo, por lo tanto no estará asociado a ninguna otra planta herbácea o arbórea.

Durante los meses de otoño (octubre-noviembre) se realizará un abonado verde, mediante la siega de las adventicias y posterior enterrado con una labor de cultivador. En primavera y después de las labores de poda, debido a la intención manifiesta del productor en llevar a cabo un abonado orgánico, se realizará un aporte de abono orgánico NPK, a razón de 175 kg para toda la parcela objeto de este proyecto.

1.3.3. Prevención y control de plagas y enfermedades

Actualmente la explotación no presenta ninguna enfermedad o plaga que represente una amenaza para la producción. En este caso, se realizarán labores preventivas para las plagas y enfermedades que se han manifestado anteriormente en la finca:

- Monilia (*Polystigma ochraceum*), Lepra (*Tapharina o Exocascus deformans*) y Mancha ocre (*Polystigma ochraceum*) se aplicarán tratamientos cúpricos (hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre, óxido cuproso, etc.) en las heridas de poda, con un máximo de 6 kg de cobre por ha y año.
- En invierno se realizarán tratamientos contra pulgones (*Myzus persicae*, *Myzus varians*, *Hyalopterus amygdali* y *Pterochloroides persicae*), en cuanto se observe la primera colonia, con Rotenona (*extraída de Derris spp.*, *Lonchocarpus spp.* y *Terphrosia spp.*).
- En primavera-verano se realizarán tratamientos contra Tigre (*Monosteira unicastata*). En cuando se vean las primeras larvas, principalmente en el envés de las hojas tratar con Rotenona (*extraída de Derris spp.*, *Lonchocarpus spp.* y *Terphrosia spp.*).

ANEJO 7. Evaluación financiera

INDICE

1. Introducción.....	188
2. Parámetros de rentabilidad.....	188
3. Datos de partida.....	188
1. Pagos.....	189
2. Vida útil.....	189
3. Cobros.....	189
4. Costes.....	190
4. Evaluación de los datos.....	192
1. Datos de coste.....	192
2. Datos de beneficio.....	193
3. Flujo de caja.....	195
5. Resultados.....	196
6. Conclusiones.....	197

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo trata de evaluar financieramente el proyecto, estableciendo su rentabilidad. Para ello, se utilizarán parámetros concretos que ayudarán al estudio de los datos y llevarán a conclusiones acerca de la viabilidad del proyecto.

2. PARÁMETROS DE RENTABILIDAD

Para la realización de la evaluación financiera se van a realizar los siguientes parámetros:

1. VAN (Valor Actual Neto): es la rentabilidad absoluta tomando como referencia el año cero, o momento de pago de la inversión. El VAN debe ser positivo para que la inversión sea rentable.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Figura 17: Cálculo del VAN Fuente: economipedia.com

2. Relación beneficio/Inversión: es un índice de rentabilidad relativa, que indica la ganancia neta del proyecto por cada unidad monetaria invertida en el mismo.
3. TIR (Tasa Interna de Retorno): es el tipo de interés que haría que el valor del VAN fuese nulo. Para que la inversión sea rentable, este valor debe ser mayor que el tipo de interés del mercado.

3. DATOS DE PARTIDA

1. **Pagos por inversión:** se consideran los pagos que ocasiona la inversión.

Tipo de inversión	Coste (€)
Preparación del terreno	398,9 €
Plantación definitiva	3.429,10 €
Presupuesto general	4.017,47 €
Presupuesto total de la obra	5.646,26 €

Tabla 16: Resumen de la inversión

2. Vida útil del proyecto

Como vida útil del proyecto se considera una duración de 30 años. Este periodo es estimado para obtener rendimientos positivos en la explotación, siendo un tiempo prudente según la situación de los mercados.

3. Cobros

1. Cobros ordinarios: originados por la actividad comercial del cultivo.

	Periodo de fitorremediación	Periodo de plantación (años 1-2)	Periodo de crecimiento (años 3-5)	Periodo intermedio (años 6-10)	Periodo de plena producción (años 10-30)
Producción (kg/árbol)	-	-	6,67	8,2	15
Precio (€/kg)	-	10	11	13,23	16,2
Precio (€/kg) sin cáscara (rto. 35%)	-	3,5	3,85	4,63	5,67
Cobro	-	-	25,68	37,97	85,05

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

(€/árbol) sin cáscara					
Cobro (€/parcela/año)	-	-	1540,8	2278,2	5103,6

Tabla 17: Resumen cobros ordinarios

2. Cobros extraordinarios

No se considera la posible subvención procedente de las ayudas del gobierno, ya que no se conoce con certeza la obtención de la misma.

4. Costes

1. Costes ordinarios

Los primeros años en los que la parcela permanezca en fitorremediación, los gastos generados provendrán del arrancado y destrucción de los restos de plantas acumuladoras y de la posterior siembra. No se consideran posibles labores de mantenimiento debido a la rusticidad de las variedades escogidas.

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

ADL005	m²	Desbroce y limpieza del terreno			
Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos , retirada de los materiales excavados y carga a camión.					

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
mq01pan010a	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	1,000	37,94	37,94
Subtotal equipo y maquinaria:					37,94
2		Mano de obra			
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,500	13,92	6,96
Subtotal mano de obra:					6,96
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	44,90	0,90
Costes directos (1+2+3):					45,80
	ud.	Paquete 300 semillas (3 variedades)	3,000	8,00	24,00

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
69,8	6	442,8

Tabla 18: Resumen costes labores previas

Los siguientes años se considerarán las labores de mantenimiento de la parcela. Son el abonado, los productos fitosanitarios procedentes de tratamientos permitidos, la reposición de arbolado e instalaciones que sea necesario, y la cuota de inscripción en el CAECV. Cálculo estimado para la parcela completa (2356 m²).

	Periodo de plantación (años 1-2)	Periodo de crecimiento (años 3-5)	Periodo intermedio (años 6-10)	Periodo de plena producción (años 10- 30)
Fertilizantes autorizados (€)	-	110	110	110
Fitosanitarios (€)	12,33	12,33	12,33	12,33
Reposición e Instalaciones	30	30	30	30
Cuota CAECV	145,75	7,28	7,28	7,28

Total pagos (€/parcela/año)	188,08	159,61	159,61	159,61
--	--------	--------	--------	--------

Tabla 19: Resumen costes vida útil del cultivo

4. EVALUACIÓN DE LOS DATOS

4.1. Datos de coste

AÑO	INVERSIÓN	COSTE MANTENIMIENTO	COSTE TOTAL
0	398,9 €		398,9 €
0		442,8 €	442,8 €
0		442,8 €	442,8 €
1	3.429,10 €		3.429,10 €
2		188,08 €	188,08 €
3		159,61 €	159,61 €
4		159,61 €	159,61 €
5		159,61 €	159,61 €
6		159,61 €	159,61 €
7		159,61 €	159,61 €
8		159,61 €	159,61 €
9		159,61 €	159,61 €
10		159,61 €	159,61 €
11		159,61 €	159,61 €
12		159,61 €	159,61 €
13		159,61 €	159,61 €
14		159,61 €	159,61 €

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

15		159,61 €	159,61 €
16		159,61 €	159,61 €
17		159,61 €	159,61 €
18		159,61 €	159,61 €
19		159,61 €	159,61 €
20		159,61 €	159,61 €
21		159,61 €	159,61 €
22		159,61 €	159,61 €
23		159,61 €	159,61 €
24		159,61 €	159,61 €
25		159,61 €	159,61 €
26		159,61 €	159,61 €
27		159,61 €	159,61 €
28		159,61 €	159,61 €
29		159,61 €	159,61 €
30		159,61 €	159,61 €

Tabla 20: Detalle costes vida útil del cultivo

4.2. Datos de beneficio

AÑO	BENEFICIO	BENEFICIO TOTAL
0	0	0
0	0	0
0	0	0
1	0	0
2	0	0

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

3	1540,8 €	1540,8 €
4	1540,8 €	1540,8 €
5	1540,8 €	1540,8 €
6	2278,2 €	2278,2 €
7	2278,2 €	2278,2 €
8	2278,2 €	2278,2 €
9	2278,2 €	2278,2 €
10	2278,2 €	2278,2 €
11	5103,6 €	5103,6 €
12	5103,6 €	5103,6 €
13	5103,6 €	5103,6 €
14	5103,6 €	5103,6 €
15	5103,6 €	5103,6 €
16	5103,6 €	5103,6 €
17	5103,6 €	5103,6 €
18	5103,6 €	5103,6 €
19	5103,6 €	5103,6 €
20	5103,6 €	5103,6 €
21	5103,6 €	5103,6 €
22	5103,6 €	5103,6 €
23	5103,6 €	5103,6 €
24	5103,6 €	5103,6 €
25	5103,6 €	5103,6 €
26	5103,6 €	5103,6 €
27	5103,6 €	5103,6 €
28	5103,6 €	5103,6 €
29	5103,6 €	5103,6 €

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

30	5103,6 €	5103,6 €
----	----------	----------

Tabla 21: Detalle beneficios vida útil del cultivo

4.3. Flujo de caja

AÑO	COSTE TOTAL	BENEFICIO TOTAL	FLUJO DE CAJA
0	398,9 €	-	-398,9 €
0	442,8 €	-	-442,8 €
0	442,8 €	-	-442,8 €
0	442,8 €	-	-442,8 €
0	442,8 €	-	-442,8 €
1	3.429,10 €	-	- 3.429,10 €
2	188,08 €	-	-188,08 €
3	159,61 €	1540,8 €	1381,19 €
4	159,61 €	1540,8 €	1381,19 €
5	159,61 €	1540,8 €	1381,19 €
6	159,61 €	2278,2 €	2118,59 €
7	159,61 €	2278,2 €	2118,59 €
8	159,61 €	2278,2 €	2118,59 €
9	159,61 €	2278,2 €	2118,59 €
10	159,61 €	2278,2 €	2118,59 €
11	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
12	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
13	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
14	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
15	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €

Conversión a Agricultura Ecológica de una parcela de Almendro en el municipio de La Sierra Engarcerán

16	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
17	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
18	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
19	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
20	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
21	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
22	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
23	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
24	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
25	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
26	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
27	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
28	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
29	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €
30	159,61 €	5103,6 €	4943,99 €

Tabla 22: Detalle Flujo de caja

5. RESULTADOS

Para un interés medio del capital al 6%:

1. VAN: 278,60
2. Periodo de recuperación: 6 años
3. TIR: 11,3%

6. CONCLUSIONES

El proyecto es viable, se necesitan 6 años para recuperar la inversión realizada.

El cultivo del almendro no requiere una gran inversión anual, más al tratarse de una parcela en secano.

En el caso de esta parcela, se necesitan varios años de trabajo y gasto económico para poder recuperar el dinero invertido en el lavado de metales pesados y en la replantación.

Se considera que es viable la ampliación paulatina de este proyecto al resto de la finca, de modo que toda la explotación terminase por cultivarse en ecológico. Debería ser un cambio gradual debido a la necesidad de lavar el suelo de metales pesados y al tiempo que necesitan los árboles de almendro para entrar en una producción rentable económicamente.

3. PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO.....	200
1. Alcance y objeto del pliego.....	200
2. Representación del promotos y contratista.....	200
3. Disposiciones a tener en cuenta en las obras.....	200
4. Documentos que definen las obras.....	201
5. Compatibilidad y relación entre los documentos.....	201
6. Obras que comprende el proyecto.....	202
1. Replanteo general.....	202
2. Plantaciones.....	202
3. Operaciones posteriores.....	205
4. Condiciones generales de medición y pago.....	205
TITULO 1	
Pliego de condiciones de índole técnica.....	207
1. Materiales básicos.....	207
1. Condiciones que deben reunir los materiales.....	207
2. Material vegetal.....	207
2. Ejecución de las unidades de obra.....	209
1. Trabajos previos.....	209
2. Siembras y plantaciones.....	210
3. Medición y abono de las unidades de obra.....	213
1. Condiciones generales.....	213
2. Condiciones particulares.....	213

OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO

1. Alcance y objeto del pliego

El objeto del presente Pliego de Condiciones establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales para que el objeto del Proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes de las deseadas. Se considerarán sujetas a las condiciones de este pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminadas las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos .

2. Representación del promotor y contratista

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero, en quién recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente proyecto. El contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero pueda llevar a cabo su trabajo con eficacia. El contratista estará representado en la fase de ejecución por el Jefe de Obras.

3. Disposiciones a tener en cuenta en las obras

Disposiciones de aplicación general:

- ✓ Orden 13064/17 de mayo de 1993 (BOE 120, 20-5-93), por la que se establece la normalización de los pasaportes fitosanitarios destinados a la circulación de determinados vegetales.
- ✓ Orden 13065/17 de mayo de 1993 (BOE 120, 20-5-93), por la que se establecen las obligaciones a las que están sujetos los productores, comerciantes e importadores de vegetales.
- ✓ Real Decreto 2071/1993 del 26 de noviembre (BOE 300, 16-12-93) relativo a las medidas de protección contra introducción y difusión en el territorio nacional y de la Unión Europea de organismos nocivos para los vegetales.
- ✓ Orden 25776/1995 del 23 de noviembre, por la que se modifican algunos anexos del RD 2071/1993.
- ✓ Ley 31/1995, de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✓ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de

seguridad y de salud en las obras de construcción.

- ✓ Reglamento (CE) 834/2007 y el Reglamento (CE) 889/2008 del Consejo, de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos.

4. Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo. Se consideran contractuales los siguientes documentos del proyecto:

- ✓ El Pliego de Condiciones técnicas es el documento que describe las obras y define los materiales a emplear, así como las formas de ejecución, medición y forma de valorar la misma.
- ✓ Los planos representan gráficamente la obra y definen geoméricamente todas las unidades.
- ✓ Los cuadros de precios, tanto unitarios como descompuestos, son los documentos del presupuesto que definirán el precio de las unidades de obra a ejecutar y a abonar al contratista. El primero se aplicará a las unidades de obra completamente ejecutadas y el segundo a las incompletas.
- ✓ La Memoria es el documento en el que se realiza la descripción general de las obras.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado, deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

5. Compatibilidad y relación entre los documentos

En caso de contradicciones o incompatibilidades entre documentos del proyecto, se deben tener en cuenta las siguientes relaciones:

- ✓ El Pliego de Condiciones Técnicas tiene prelación sobre los demás documentos en el caso de que las contradicciones se refieran a materiales a emplear, ejecución, medición y forma de valorar. En caso de contradicción entre los planos y el pliego de condiciones, prevalecerá lo escrito por este último documento. Lo mencionado en el plano y omitido en el Pliego de condiciones o viceversa deberá ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

- ✓ El cuadro de precios unitarios tiene prelación sobre cualquier otro documento del proyecto, en lo referente a contradicciones relativas a precios a aplicar a las distintas unidades de obra.
- ✓ La Memoria tiene prelación sobre los demás documentos en el caso de que las contradicciones se refieran a descripción de los materiales básicos que conforman la unidad de obra.

6. Obras que comprende el proyecto

6.1. Replanteo general

Antes de dar comienzo a las obras, el Ingeniero apoyado del personal necesario y en presencia del contratista, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo y se realizarán las comprobaciones.

El contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

6.2. Plantaciones

6.2.1. Arranque del arbolado

Se arrancará la totalidad del arbolado existente en la parcela, mediante el talado de árbol con motosierra para la posterior extracción y troceado del tocón, ramas y raíces. Se procederá también al rellenado y compactación del hueco con tierra de la propia excavación, troceado de ramas, tronco y raíces, retirada de restos y desechos.

El criterio de medición del proyecto se realizará según el número de unidades previstas y la documentación gráfica del mismo. Se realizará una inspección ocular previa del terreno. Se comprobará la posible existencia de instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar.

6.2.2. Subsulado y labores de vertedera

Una vez retirados los restos vegetales se dará un pase de subsolador, que sacará a la superficie restos de raíces restantes, con el fin de eliminarlos completamente del terreno de la parcela.

El laboreo profundo tiene por objeto romper las capas del suelo que puedan limitar el crecimiento

normal de las raíces. Se dará una labor de subsolado de 80 cm y un pase de vertedera a 40 cm de profundidad.

6.2.3. Riego manual

Una vez el terreno haya sido limpiado y arado, se procederá al riego con tractor de 120CV y cisterna arrastrada de 1000L con plato difusor. El agua será extraída de una balsa de acumulación de agua de lluvia presente en la finca.

6.2.4. Siembra plantas a voleo

Una vez el terreno se haya acondicionado y humedecido, se iniciará la siembra a voleo manual de las plantas fitorrecuperadoras. Estas serán *Vetiveria zizanioides*, *Hordeum vulgare* y *Polygonum punctatum*.

6.2.5. Recolección

Una vez las plantas sembradas hayan completado su ciclo productivo, serán arrancadas y eliminadas para posteriormente volver a realizar otra plantación. Se llevará a cabo el desbroce, la limpieza del terreno con medios mecánicos y la retirada de los restos.

6.2.6. Abonado de fondo

La fertilización de fondo tendrá como objeto la mejora de la fertilidad y estructura del suelo, para favorecer el desarrollo de la plantación. Se realizarán enmiendas húmicas con abono orgánico de certificación ecológica. Se incorporará con una labor de vertedera que asegure el contacto de la enmienda con el suelo y de esta forma el cumplimiento de los objetivos perseguidos con esta labor.

6.2.7. Replanteo

El replanteo consiste en fijar la posición de cada árbol en la parcela objeto del presente proyecto y se establecerá en base al marco de plantación definido en la memoria.

Se comenzará con el trazado de una línea y su perpendicular a modo de base de la plantación. La

posición de cada árbol dentro de una línea, se marcará a la distancia determinada por el marco de plantación. La realización de operaciones de formación de caballones y acolchado de los mismos será simultánea al replanteo.

6.2.8. Apertura de hoyos

Consistirá en la excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el proyecto. Se llevará a cabo la excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. El terreno de plantación quedará nivelado, limpio y compactado.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por la excavación, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, se solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Se le notificará al Director de la ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones. En caso de realizarse cualquier tipo de entibación del terreno, presentará al director de la ejecución de la obra, para su aprobación, los cálculos justificativos de la solución a adoptar.

6.2.9. Plantones

Los plantones serán encargados a viveros de reconocida solvencia y garantía, con antelación suficiente para que el viverista pueda satisfacer la demanda realizada. La planta se ajustará las variedades y portainjertos detallados en la memoria, características que vendrán certificadas por el vivero. El cambio por otras variedades o portainjertos, sólo se autorizará si el Director de explotación da su conformidad.

El vivero también certificará que el material vegetal está en buenas condiciones sanitarias y completamente libre de virus. Los plantones estarán bien formados y tendrán un aspecto uniforme.

6.2.10. Recepción de los plantones

La planta del vivero está en condiciones de ser trasplantada cuando su tronco alcance 1,5 cm de diámetro. Los plantones irán en maceta (contenedor) al objeto de evitar la desecación de las raíces y al arrancarlos se procurará conservar el máximo de longitud de las raíces, no dañarlas y además, que quede adherida la mayor cantidad posible de tierra. A su llegada los árboles deben examinarse detalladamente, comprobando su identidad, estado físico y sanitario y si presentan signos de desecación o enfermedad. Tras haberlos recibido, se guardarán en un lugar cubierto y se mojarán las raíces para que conserven la humedad.

6.2.11. Plantación

Los árboles deben plantarse a la misma profundidad que se encontraban en el vivero, de manera que las primeras raíces se hallen ligeramente por debajo de la superficie del suelo. Se irá compactando la tierra para evitar que el plantel se hunda demasiado en el terreno. Después de realizada la plantación se dará un riego de asentamiento, para asegurar el enraizamiento de la planta. Se hará lo antes posible después de plantar, empleando suficiente volumen de agua para mojar toda la tierra del hoyo.

6.3. Operaciones posteriores

Es preciso proporcionar agua a la planta en el momento de la plantación y hasta que se haya asegurado el arraigo, durante el primer año de vida en la plantación.

Para asegurar la inmovilidad de los árboles y evitar que puedan ser inclinados o derribados por el viento se colocará un tutor verticalmente en tierra de tamaño proporcional al de la planta. El tutor debe colocarse en tierra firme una vez abierto el hoyo y antes de efectuar la plantación, de forma que se interponga entre el árbol y los vientos dominantes.

6.4. Condiciones generales de medición y pago

6.4.1. Preparación del terreno

La medición y el correspondiente pago se realizarán por metros lineales de la superficie preparada. El

aporte de tierra, por m².

6.4.2. Plantación

Se realizará la medición y el correspondiente pago según el número de plantas utilizadas y número de horas de trabajo de los operarios.

TÍTULO 1

PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

1. MATERIALES BÁSICOS

1.1. Condiciones que deben reunir los materiales

Todo el material empleado en las obras, deberá reunir las condiciones a que se refiere este Pliego de Condiciones Técnicas, los cuadros de precios o cualquier otro documento del proyecto. En todo caso deben merecer la conformidad del Ingeniero Director, quien de acuerdo a criterios de justicia, tiene facultades para ordenar su retirada, demolición o reemplazo por otros que sean adecuados a las especificaciones, fines y propósitos del proyecto.

1.2. Material vegetal

A continuación se describe el material empleado en el presente proyecto y se enumeran las condiciones que deben reunir en el momento de recepción del mismo para ser apto para su posterior implantación en la finca.

1.2.1. Condiciones generales de suministro, recepción y acopio

En lo referente al material vegetal, se debe cumplir una serie de normas cualitativas en el momento de su recepción para que sean aptas para la implantación en el terreno:

- En el instante de la plantación las posibles heridas deben estar cicatrizadas.
- No se admitirán plantas parcial o totalmente secas.
- No se admitirán plantas que presenten numerosas guías en el tallo.
- Se rechazarán los tallos desprovistos de meritemos apicales.
- Se rechazarán plantas afectadas por estrangulamientos, heridas de animales o insectos, ataques de hongos, etc.
- Se rechazarán plantas con raíz principal torcida o enrollada, o con raíces secundarias inexistentes o seriamente deterioradas.
- Se rechazarán plantas que presentes daños causados por organismos nocivos. No se

admitirán plantas que presenten indicios de recalentamiento, fermentación o humedad debidos al almacenamiento o transporte.

1.2.2. Árboles

Características:

Especie ¹	Presentación ²	Perímetro tronco ³	Altura de copa ⁴
<i>Prunus dulcis</i> var. <i>Marta</i>	Contenedor	4-6 cm	20cm
<i>Prunus dulcis</i> var. <i>Lauranne</i>	Contenedor	4-6 cm	20cm

Un árbol es un vegetal leñoso que alcanza cinco metros (5m) de altura o más, no se ramifica desde la base y posee un tallo principal, llamado tronco. La medición se realiza en unidades.

1.2.3. Herbáceas y plantas de temporada

Una perenne es un vegetal no leñoso que florece y fructifica varias veces durante su ciclo vital, excluyendo a las plantas con órganos subterráneos de reserva. Si su follaje es caduco, se denomina vivaz.

Una tapizante, es una planta herbácea, crasa o arbustiva generalmente de porte rastrero utilizada para cubrir superficies o tapizarlas. Una planta de temporada es un vegetal herbáceo que desarrolla su ciclo vital como máximo en un año.

La medición se realiza en unidades/m², si se indica la densidad de plantación. En caso contrario, se contabilizará el número de semillas aproximado suministrado por el proveedor.

Especie ¹	Presentación	Cantidad
<i>Vetiveria zizanioides</i>	Bolsa	300 unidades
<i>Hordeum vulgare</i>	Bolsa	300 unidades
<i>Polygonum punctatum</i>	Bolsa	300 unidades

1Nombre científico

2Raíz desnuda, cepellón o contenedor

3Medido a un metro sobre nivel del suelo (cm)

4Copa alta (altura de tronco libre de ramas a más de 2,5 m), copa media (2,25 a 2,50 m) y copa baja (menos de 2,25 m)

2. EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

2.1. Trabajos previos

2.1.1. Replanteo general

Antes de dar comienzo a las obras, el Ingeniero Director auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. El principal objeto de este replanteo es comprobar la realidad física y las dimensiones principales del lugar de ubicación de las obras, así como la disponibilidad efectiva de los terrenos. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Director de Obras, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del contratista o de su representante. El contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

2.1.2. Movimientos de tierra

Es el traslado de tierras de un lugar a otro de la parcela para nivelar, compensar o formar determinados elementos como colinas, terrazas, etc. La compensación se realiza extrayendo tierra de unos lugares (desmonte), depositándola en otros (terraplén).

2.1.3. Despeje y desbroce

Es la operación consistente en la retirada en las zonas de actuación de plantas arbustivas y herbáceas, ramas, escombros y basuras superficiales y demás restos que pudiera haber en la superficie del suelo y que interfieran el desarrollo del proyecto o de otra actividad posterior. Si entre los materiales a eliminar existen árboles, la operación se denomina desarbolada.

> Condiciones generales de ejecución

La operación se realizará adoptando las medidas de seguridad pertinentes al objeto de no causar daños en las infraestructuras, propiedades y arbolado existente en las zonas limítrofes. Especial atención se prestará en caso de que haya de eliminarse arbolado, por los daños que pueda provocar en

su caída. En estos caso se procederá al troceado de arriba abajo o al derribo dirigido hacia la zona de trabajo.

Una vez realizada la operación anterior, con los restos se procederá de la siguiente forma:

- ✓ En suelos que vayan a ser compactados o revestidos, deben eliminarse en su totalidad.
- ✓ En suelos destinados a plantación y siembras se enterrarán los restos pequeños con el laboreo, previa eliminación de los grandes.
- ✓ Pueden quemarse los restos sobre el terreno si no existe prohibición expresa para ello, previa obtención de los correspondientes permisos.
- ✓ Caso de que no puedan eliminarse mediante quema, se depositarán en vertedero controlado
- ✓ Los restos pueden quedar en propiedad del contratista si previamente se recibe autorización por la Dirección de Obras.

2.2. Siembras y plantaciones

2.2.1. Replanteo

Consiste en fijar la posición de los árboles o delimitar las zonas de siembra y plantación en el terreno definitivo, mediante la utilización de las señales que se estimen más oportunas por la dirección de obras.

2.2.2. Épocas de plantación y siembra

Siempre con la aprobación previa de la Dirección de Obras, las plantaciones se realizarán durante la época de parada vegetativa. Las plantaciones a raíz desnuda se realizarán entre el mes de octubre y el mes de marzo. Si la plantación es en cepellón, este periodo se puede ampliar hasta dos meses antes y después de las fechas señaladas. Las plantas en contenedor se podrán plantar durante todas las épocas del año. Las palmáceas se plantarán entre junio y septiembre.

Las plantas de flor, bulbos y tubérculos, pueden plantarse en cualquier época del año, en función de las especies y variedades elegidas y las condiciones climáticas que se produzcan.

Las siembras de otoño, deben realizarse con un mes de antelación a las primeras heladas y, las primaverales, al finalizar el periodo de heladas. Si existe sistema de riego, se pueden realizar en cualquier época del año con las limitaciones indicadas anteriormente. Si no fuere así, no se sembrará

en los meses del verano, y en general en los meses que históricamente acrediten una precipitación inferior a 50mm.

2.2.3. Preparación del terreno

Los trabajos de preparación del terreno, consisten en suministrar las condiciones adecuadas en las zonas donde haya de establecerse algún tipo de vegetación.

Se realizarán las operaciones previstas en el proyecto y conforme a las instrucciones de la Dirección de Obra.

2.2.4. Apertura y relleno de hoyos y zanjas

Es la extracción del terreno necesario para la realización de un hoyo o zanja donde se ubicarán las raíces de las plantas con holgura suficiente y a una altura adecuada al tipo de planta. También se incluye en la operación el mullido de la tierra extraída y su posterior incorporación una vez introducida la planta. Las operaciones de apertura y tapado, se realizarán con suelo en tempero, no pudiéndose realizar ni con suelo excesivamente húmedo o excesivamente seco.

Las dimensiones de los hoyos serán, en el sentido horizontal, el doble del diámetro ocupado por las raíces, cepellón o contenedor, y en sentido vertical, 1,5 veces este espacio. En el caso de que los árboles o arbustos estuvieren muy próximos, será preferible la apertura de zanjas.

En el relleno de hoyos y zanjas, una vez ubicada la planta en el mismo, se procederá de la siguiente manera:

- ✓ Si la tierra extraída es homogénea y de buena calidad, se utilizará para realizar el relleno.
- ✓ Si la tierra extraída es homogénea y de mala calidad, se sustituirá esta por otra de calidad aceptable y la tierra rechazada se depositará en vertedero autorizado.
- ✓ Si la tierra extraída es heterogénea, se procurará separar los materiales, adecuado e inadecuado. El hoyo o zanja se rellenarán con la tierra adecuada que se complementará y mezclará con tierra apropiada.

El relleno se realizará por sucesivas tongadas de capas no superiores a 25 centímetros de espesor. Entre cada una de estas tongadas se realizará una compactación manual, al objeto de eliminar bolsas de aire y facilitar el contacto del sistema radicular con la tierra.

2.2.5. Ejecución de trabajos de siembra y plantaciones

Los trabajos de plantación incluyen todas las operaciones que se deben realizar para ubicar cualquier tipo de vegetal en su lugar definitivo y en condiciones adecuadas para que pueda vegetar y crecer adecuadamente. Incluye todos los costes de los materiales empleados, así como la mano de obra y maquinaria utilizada.

Condiciones generales

- ✓ Las plantaciones se realizarán el mismo día que las plantas lleguen a obra. Si esto no pudiera ser, se almacenarán en condiciones adecuadas.
- ✓ Previamente a la realización de las plantaciones el suelo habrá recibido las labores de preparación que se hayan determinado oportunas.
- ✓ Siempre se dispondrá la planta a la misma profundidad que estaba en vivero: En plantas servidas en contenedor, la superficie del nivel de la tierra, quedará al mismo nivel que la superficie del suelo. En las servidas en cepellón y a raíz desnuda, se identificará el nivel del vivero por las señales de tierra existentes en la corteza. En todo caso, si la planta está injertada, el nivel del injerto debe quedar por encima del nivel de la superficie del suelo.
- ✓ Las plantas se introducirán en el hoyo lo más erectas que sea posible, situándolas en el centro del hoyo o de la zanja.
- ✓ Si el subsuelo es de baja calidad y tiene dificultades de drenado, es conveniente situar una capa filtrante en el fondo de los hoyos o zanjas de plantación, especialmente si la especie es de gran tamaño. La capa filtrante se puede formar con áridos.

Árboles y arbustos en contenedor o cepellón

Las plantas servidas en contenedor, no se sacarán del mismo hasta el mismo momento de realizar la plantación. Las servidas en cepellón, si se sirven con ataduras o algún tipo de protección, tal como mallas o telas, tampoco serán desprovistas de las protecciones hasta el mismo momento de la plantación. En ambos casos, las plantas se introducirán en el hoyo con toda la tierra. Se vigilará que los fondos de los hoyos y zanjas no tengan restos de macetas o envoltorios y en caso contrario se procederá a su extracción.

Si la planta viene escayolada, se introducirá así en el hoyo y una vez bien ubicada se procederá a la extracción de la escayola con el máximo cuidado para no descomponer el cepellón.

3. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA

3.1. CONDICIONES GENERALES

El Pliego de Condiciones de Índole Facultativa contiene entre otras, las condiciones generales sobre forma de realizar las certificaciones que servirán de base para realizar los abonos al contratista de las unidades de obra ejecutadas, así como los plazos de ejecución y garantía).

Las unidades de obra completas, se medirán por la dirección de obras en la unidad especificada en el cuadro de precios unitarios (en letra).

Las unidades de obra incompletas se medirán por la dirección de obras en las unidades especificadas en las partidas que corresponda abonar y que figuren en el cuadro de precios descompuestos.

Las unidades de obra serán susceptibles de medición, caso de que estas se hayan ejecutado de conformidad con este pliego y demás documentos del proyecto y se hayan utilizado los materiales señalados.

Las unidades de obra no previstas, deberán dotarse del precio contradictorio correspondiente que se formará considerando los precios simples de la maquinaria, los materiales y la mano de obra que figuren en el presupuesto del proyecto. En todo caso el precio debe fijarse previamente a la ejecución de la unidad de obra.

Todas las mediciones se realizarán por unidades de obra y todas las unidades de medida corresponderán al sistema métrico decimal. En todas las medidas se utilizarán dos decimales. El abono que corresponda será el resultado de multiplicar la medición realizada conforme a estas normas por el precio de la unidad de obra que corresponda y figure en el presupuesto del proyecto.

3.2. CONDICIONES PARTICULARES

3.2.1. Trabajos que se abonarán al Contratista

Al Contratista se le pagará el trabajo que realmente ejecute basándose en el proyecto o en las modificaciones autorizadas. Por tanto, el número de unidades de cada clase que formen parte del presupuesto no podrá servir para establecer reclamaciones de ningún tipo.

3.2.2. Precio de valoración de las obras certificadas

A los diferentes trabajos realmente ejecutados se les aplicarán los diferentes precios unitarios de

ejecución material por contrata que figura en el Presupuesto (cuadro de precios unitarios de ejecución material por contrata) engrosados por los porcentajes de Gastos Generales y Beneficio Industrial.

Los precios unitarios fijados en el presupuesto de ejecución material para cada unidad de trabajo, cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución del material correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, siempre que no se especifique expresamente lo contrario en el este documento.

3.2.3. Partidas alzadas

Se abonarán íntegras al Contratista las partidas alzadas que se consignen en las prescripciones técnicas, bajo esta forma de pago. Las partidas alzadas a justificar, se abonarán consignando las unidades de trabajo que comprenden a los precios del Contrato; o a los precios contradictorios aprobados, si se trata de nuevas unidades.

3.2.4. Instalaciones y equipos de maquinaria

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados, separadamente, a no ser que expresamente se indique lo contrario en el contrato.

3.2.5. Certificaciones

El importe de los trabajos ejecutados, siempre que éstos estén conforme al proyecto aprobado, se acreditará mensualmente al Contratista mediante certificaciones y sus valoraciones realizadas de acuerdo con las normas antes reseñadas servirán de base para redactar las cuentas en firme que darán lugar a los libramientos a percibir directamente por el Contratista para el cobro de cada trabajo certificado.

Cuando los trabajos no se hayan realizado de acuerdo con las normas previstas o no se encuentren en buen estado, o no se cumplan el Programa de Pruebas previsto en el Pliego, el Ingeniero Director no podrá certificarlos y dará por escrito al adjudicatario las normas y directrices necesarias para que subsane los defectos señalados. Dentro del plazo de ejecución, los trabajos deberán estar totalmente terminados de acuerdo con las normas y condiciones técnicas que rijan para la adjudicación.

3.2.6. Recepción provisional

Si al terminar su ejecución, y dentro del plazo previsto, los trabajos se encuentran en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, se procederá a su recepción provisional, que tendrá lugar como máximo dentro del mes siguiente a la fecha de terminación de la plantación.

3.2.7. Plazo de garantía

Dado el carácter de esta plantación, se establece como plazo de garantía aquel periodo necesario para confirmar si se ha conseguido o no la supervivencia de las plantas implantadas.

3.2.8. Otros gastos a cargo del Contratista

Serán de cuenta del Contratista, siempre que en el contrato no prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- ✓ Los gastos de protección de materiales contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de carburantes
- ✓ Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- ✓ Los gastos de remoción de herramientas y materiales.
- ✓ Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua necesaria para los trabajos.
- ✓ Los gastos de corrección de los deterioros producidos en la red viaria existente durante el plazo de ejecución de los trabajos y motivados por la realización de los mismos, y los de todas las reparaciones que sean imprescindibles para la realización de las obras.
- ✓ Los gastos que origina la copia de los documentos contractuales, planos, etc.
- ✓ Los gastos de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por las correspondientes pruebas.
- ✓ Los gastos de replante de los trabajos.
- ✓ Los gastos de revisión de las marras.

La Sierra Engarcerán, Julio de 2017

Fdo: Sara Leche Monfort

4. BIBLIOGRAFÍA

- A. Gallego Barrera. Centro de Formación de la Asociación (CAAE), 2006. "El cultivo del almendro en producción ecológica"
- A. Stokes, Ioannis Spanos, Joanne E. Norris, Erik Cammeraat, 2007. "Eco and Ground Bio-Engineering: The Use of Vegetation to Improve Slope Stability: Proceedings of the First International Conference on Eco-Engineering"
- Angélica Evelin Delgadillo-López, César Abelardo González-Ramírez, Francisco Prieto-García, José Roberto Vilagómez-Ibarra, Otilio Acevedo-Sandoval. "Phytoremediation: an alternative to eliminate pollution". Tropical and subtropical agroecosystems vol.14 no.2 Mérida may./ago. 2011.
- Antonia González Vizcaíno. et. al. – Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera: Junta de Andalucía, 2011. "Manual de conversión a la producción ecológica"
- Axel Mie, Karolinska Institutet, Emmanuelle Kesse-Guyot, Johannes Kahl, Ewa Rembiałkowska, Helle Raun Andersen, Philippe Grandjean, Stefan Gunnarsson, 2016. "Human health implications of organic food and organic agriculture", Science and Technology Options Assessment Panel, managed by the Scientific Foresight Unit (STOA) within the Directorate-General for Parliamentary Research Services (DG EPRS) of the European Parliament.
- Baranski, M. et al. (2014) "Higher antioxidant concentrations and less cadmium and pesticide residues in organically-grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. British Journal of Nutrition"
- Baranski, M. et al. British Journal of Nutrition, 2014. "Higher antioxidant concentrations and less cadmium and pesticide residues in organically-grown crops: a systematic literature review and meta-analyses."
- Carlos Sierra, Carlos Rojas. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD). Vicerrectoría académica y de investigación. "La Materia Orgánica y su efecto en las características físico-químicas y biológicas del suelo"
- Cintia Elizabeth Paisio , Paola Solange González, Melina Andrea Talano y Elizabeth Agostini. Departamento de Biología Molecular, FCEFQN, Universidad Nacional de Río Cuarto, 2012. "Remediación biológica de Mercurio: Recientes avances".
- Comisión de Agricultura y Desarrollo Rural del Parlamento Europeo. *Reglamento (CE) 834/2007* y el *Reglamento (CE) 889/2008* del Consejo, de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el *Reglamento (CEE) n°*

2092/91

- Comité Aragonés de Agricultura Ecológica (CAAE). GUÍA CONTROL DE RIESGOS EN AGRICULTURA ECOLOGICA.
- Comité Aragonés de Agricultura Ecológica (CAAE). GUÍA PARA LA CERTIFICACIÓN.
- COMITÈ D'AGRICULTURA ECOLÒGICA DE LA COMUNITAT VALENCIANA(CAECV). MANUAL PARA LA CERTIFICACIÓN DEL CAECV, 2015
- Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG), 2006. "De la producción agraria convencional a la ecológica. Programa de medidas de información de la PAC"
- Dangour, A.D., Dodhia, S.K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K. & Uauy, R. (2009) "Nutritional quality of organic foods: a systematic review. The American Journal of Clinical Nutrition"
- Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario (SSA.LGM), 2014 "Plan estratégico para el fomento y desarrollo de la producción ecológica en Aragón 2014-2020"
- Diana L. Vullo, 2003. "Microorganismos y Metales Pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente". Química Viva, vol. 2, núm. 3, diciembre, 2003, pp. 93-104. Universidad de Buenos Aires.
- E. Martínez Blánquez, Arboreto. SAT, Ltda y CRISOL. SAT. "El cultivo del almendro ecológico en la práctica"
- Elvira Queralt Gimeno , 1987. Cultivo Moderno del Almendro.
- Emilio Galán Huertos, Antonio Romero Baena. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química Universidad de Sevilla, 2008. "Contaminación de Suelos por Metales Pesados"
- F. Dicenta López-Higuera, CEBAS-CSIC. "Nuevas variedades tardías adaptadas a las condiciones productivas de la comarca"
- Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), 2006. "Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural"
- Francisco Cabrera Capitán; 2007 "Materia orgánica del suelo: papel de las enmiendas orgánicas". Real Academia Sevillana de Ciencias. Año de publicación: 2009.
- Francisco José Montero Riquelme, 1993. Caracterización Morfológica Del Almendro

- Francisco José Vargas García, 1997. "Mejora de variedades de almendro y pistachero" UNESCO
- Francisco Vargas , Miguel Romero , Joan Clavé , Simó Alegre y Xavier Miarnau "Variedades de almendro. IRTA"
- Francisco Vargas García, 2014. "Nuevas variedades de almendro: programa de mejora del IRTA"
- Irene Ortiz Bernad, Juana Sanz García, Miriam Dorado Valiño, Susana Villar Fernández, 2007. "Técnicas de recuperación de suelos contaminados". Universidad de Alcalá del Círculo de Innovación en tecnologías Medioambientales y Energía (CITME)
- J. Antonio Velasco Trejo , D. Alejandro de la Rosa Pérez, Gustavo Solórzano Ochoa, Tania L. Volke Sepúlveda ; 2004. "Evaluación de tecnologías de remediación para suelos contaminados con metales"
- J.M. Alonso, M.T. Espiau, J.M. Ansón, R. Socias i Company Unidad de Fruticultura. CITA., 2005. "Estimación de las necesidades en frío y en calor para la floración en el almendro mediante series temporales fenológico-climáticas"
- Javier Sánchez V. FERTITEC S.A. "Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas"
- Jorge de las Heras, Ramón Meco, Concepción Fabeiro, 2003. Fundamentos de agricultura ecológica: realidad actual y perspectivas
- José Egea Caballero, Cebas – CSIC, 2010. "La polinización en el almendro"
- José Fco. Climent Sirvent, 2016. "Informe sobre variedades de Almendra"
- José López Palazón, 1965. El Almendro y su cultivo.
- Jose Luis Porcuna Coto. SEAE, 2004. "Control de plagas y enfermedades en Agricultura Ecológica".
- Julio César Tello Marquina, Francisco Camacho Ferre. Fundación Cajamar, 2010. "Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos. Prácticas culturales para una agricultura sostenible"
- Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, 2001. El almendro: variedades y técnicas de cultivo.
- Leandro Ibar , 1985. Cultivo Moderno del Almendro.
- Luis Guerrero Alarcón, 2001. Manual para hacer Agricultura Ecológica.
- Manuel Muncharaz Pou, 2004. El almendro. Manual técnico.

- Manuel Perdigones Beloso. Junta de Andalucía, 2012. "Producción ecológica: conceptos y normativa"
- Meco Murillo, Ramón. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM), CARLOS LACASTA DUTOIT. Centro de Ciencias Medio Ambientales (CCMA-CSIC), MARTA MARÍA MORENO VALENCIA. Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), Nadia El-Hage Scialabba (FAO) publicado por el MAGRAMA, 2011. "Agricultura Ecológica en Secano. Soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos."
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (MAGRAMA). Agricultura ecológica estadísticas 2011.
- Mónica Peris Mendoza. UNIVERSITAT DE VALENCIA, 2006. "Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellón"
- Morgan RPC, 1997 . Erosión y conservación del suelo.
- Octavio Arquero, Antonio Rodríguez y José María Quejo, 2013. Manual del Cultivo del Almendro.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN; 2002. "Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra";
- R. Socias i Company. Unidad de Fruticultura. SIA-DGA , 2000. "La polinización del Almendro"
- R.O. Carpena , M. Pilar Bernal, 2007. "Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos". Revista Ecosistemas, vol. 16, núm. 2, 2007, pp. 1-3. Asociación Española de Ecología Terrestre.
- Ramón Carpena Ruiz, Pilar Zornoza Soto, Maria José Sarro, Jesús Manuel Peñalosa Olivares, Elvira Esteban Fernández, Eduardo Moreno Jiménez, Beatriz Sánchez-Pardo Rodríguez. UAM, CSIC, CIEMAT. "Metales pesados en plantas superiores. Fitorremediación"
- Ramón Meco Murillo-Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM), Carlos Lacasta Dutoit. Centro de Ciencias Medio Ambientales (CCMA-CSIC), Marta María Moreno Valencia. Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM); 2011 "Agricultura ecológica en secano. Soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos".
- Science and Technology Options Assessment Panel, managed by the Scientific Foresight Unit (STOA) within the Directorate-General for Parliamentary Research Services (DG EPRS) of the European Parliament (2016). "Human health implications of organic food and organic agriculture"

- Science and Technology Options Assessment Panel, managed by the Scientific Foresight Unit (STOA) within the Directorate-General for Parliamentary Research Services (DG EPRS) of the European Parliament. (2016). "Human health implications of organic food and organic agriculture"
- Shivam Singh , S. M. Ali Jawaid, Shipra Deep. 2014. "Heavy metal removal from contaminated soil by soil washing – a review"
- Simó Alegre i Castellví ; Xavier Miarnau i Prim ; Miguel Romero Romero ; Francisco Vargas García, IRTA 2007. "Potencial productivo de seis variedades de almendro en condiciones de riego deficitario"
- TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS AGRARIOS, S.A. Dirección Adjunta de Ingeniería y Servicios Agrarios, 2011 . "Estudio de Frutos cáscara: Caracterización estructural, estudio de mercado y perspectivas de desarrollo"
- X. Miarnau y F. J. Vargas, 2011. "Susceptibilidad varietal a dos de las principales enfermedades del cultivo del almendro: Fusicoccum y Mancha ocre"

- AEMET
- asaja.com
- botanical-online.com
- caecv.com
- CRISOLAR
- FACSA/IPROMA
- facua.org
- FAO
- MAGRAMA
- riegos.ivia.es
- sierraengarceran.es
- uclm.es

5. PRESUPUESTO

INDICE

1. Presupuesto Año 0.....	224
2. Presupuesto Año 3.....	226
3. Presupuesto Fitorremediación.....	228
4. Presupuesto Final.....	229

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA AÑO 0 (2017)

ADL015	Ud	Talado de árbol.			
Arranque de árbol, de 30 a 60 cm de diámetro de tronco, con motosierra.					

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Equipo y maquinaria					
mq09sie010	h	Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 kW de potencia.	1,000	3,00	3,00
mq01exn020a	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 105 kW.	1,000	16,24	16,24
mq02roa010a	h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	1,000	8,45	8,45
Subtotal equipo y maquinaria:					27,69
2					
Mano de obra					
mo040	h	Oficial 1ª jardinero.	0,500	17,24	8,62
mo086	h	Ayudante jardinero.	0,500	16,13	8,07
Subtotal mano de obra:					16,69
3					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	1,000	44,38	0,44
Costes directos (1+2+3):					44,82

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
44,82	4	179,28

ADL001	m²	Labores de arado			
Labores de Vertedera y Subsulado					

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Equipo y maquinaria					
	h	Tractor de 120 CV	1,000	30,00	30,00
	h	Arado de vertedera	1,000	7,61	7,61
	h	Subsolador	1,000	7,64	7,64
Subtotal equipo y maquinaria:					45,25
2					
Mano de obra					
mo086	h	Ayudante jardinero.	1,000	16,13	16,13
Subtotal mano de obra:					16,13
3					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	1,000	61,38	0,61
Costes directos (1+2+3):					61,99

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
61,99	2	123,98

ADL002	m²	Riego manual y siembra			
Riego con cisterna arrastrada de 1000L con plato difusor y siembra a voleo plantas biorremediadoras					

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Equipo y maquinaria					
	h	Tractor de 120 CV	0,500	30,00	15,00
	h	Cisterna arrastrada de 1000 L con plato difusor	0,500	8,64	4,32

			Subtotal equipo y maquinaria:	19,32
2		Mano de obra		
mo086	h	Ayudante jardinero.	0,250 16,13	4,03
			Subtotal mano de obra:	4,03
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000 23,35	0,47
			Costes directos (1+2+3):	23,82
	ud.	Paquete 300 semillas (3 variedades)	3,000 8,00	24,00

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
23,82	2	71,64

Presupuesto obra año 0 (€)	398,9
----------------------------	--------------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA AÑO 3 (2020)

ADL001	m²	Abonado de fondo y arado			
Labores de vertedera y abonado con esparcidora de estiércol autocargable					

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
	h	Tractor de 120 CV	1,000	30,00	30,00
	h	Arado de vertedera	1,000	7,61	7,61
	h	Esparcidora de estiércol autocargable	1,000	8,36	8,36
	Kg/m2	Estiércol pelletizado	500,000	0,63	315,00
		Subtotal equipo y maquinaria:			360,97
2		Mano de obra			
	h	Ayudante jardinero	1,000	16,13	16,13
		Subtotal mano de obra:			16,13
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	1,000	377,10	3,77
		Costes directos (1+2+3):			65,87

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
315	4	1260

ADE010 m³ Excavación de zanjas y pozos.

Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arena densa, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.					
---	--	--	--	--	--

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
mq01ret020b	h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	2,000	34,44	68,88
		Subtotal equipo y maquinaria:			68,88
2		Mano de obra			
mo113	h	Peón ordinario construcción.	1,000	13,92	13,92
		Subtotal mano de obra:			13,92
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	1,000	82,80	0,83
		Costes directos (1+2+3):			83,63

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
83,63	4	334,52

ADE010 m² Plantación y riego

Plantación de almendros y tutores en la zanja. Compactación y riego del suelo.					
---	--	--	--	--	--

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
	h	Tractor de 120 CV	1,000	30,00	0,48
mq02roa010a	h	Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg, anchura de trabajo 70 cm.	1,000	8,45	2,97
	h	Cisterna arrastrada de 1000 L con plato difusor	1,000	8,64	8,64

			Subtotal equipo y maquinaria:		12,09
2		Mano de obra			
mo040	h	Oficial 1ª jardinero.	0,250	17,24	13,02
mo086	h	Ayudante jardinero	0,750	16,13	12,10
			Subtotal mano de obra:		25,12
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	1,000	37,21	0,37
			Costes directos (1+2+3):		37,58
	ud.	Plantones Lauranne	28,000	6,00	168,00
	ud.	Plantones Marta	29,000	4,00	116,00
	ud.	Tutores	57,000	0,20	11,40
			Subtotal material		295,40

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
332,9775	4	1627,31

Presupuesto obra año 3 (€)	3221,83
----------------------------	----------------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA AÑO 0 (2017)

ADL005	m²	Desbroce y limpieza del terreno			
Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos , retirada de los materiales excavados y carga a camión.					

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
mq01pan010a	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	1,000	37,94	37,94
					Subtotal equipo y maquinaria: 37,94
2		Mano de obra			
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,500	13,92	6,96
					Subtotal mano de obra: 6,96
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	44,90	0,90
					Costes directos (1+2+3): 45,80
	ud.	Paquete 300 semillas (3 variedades)	3,000	8,00	24,00

Precio unitario (€)	Unidades	Precio total (€)
69,8	6	442,8

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA**

Presupuesto general año 2017	398,90 €
------------------------------	----------

Presupuesto de ejecución de material (PEM)	398,90 €
Presupuesto de ejecución de material (PEM1) 12-20% gastos generales	458,74 €
Presupuesto de ejecución de material (PEM2) 6% beneficio industrial	486,26 €

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) 21% IVA	588,37 €
---	----------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto general año 2020	3.221,83 €	IPC año 2020	3.429,10 €
------------------------------	------------	--------------	------------

Presupuesto de ejecución de material (PEM)	3.429,10 €
Presupuesto de ejecución de material (PEM1) 12-20% gastos generales	3.943,46 €
Presupuesto de ejecución de material (PEM2) 6% beneficio industrial	4.180,07 €

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) 21% IVA	5.057,88 €
---	------------

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA	
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) 21% IVA	5.646,26 €

Asciende el presente Presupuesto a la expresada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON VEINTISÉIS CÉNTIMOS (5.646,26 €)

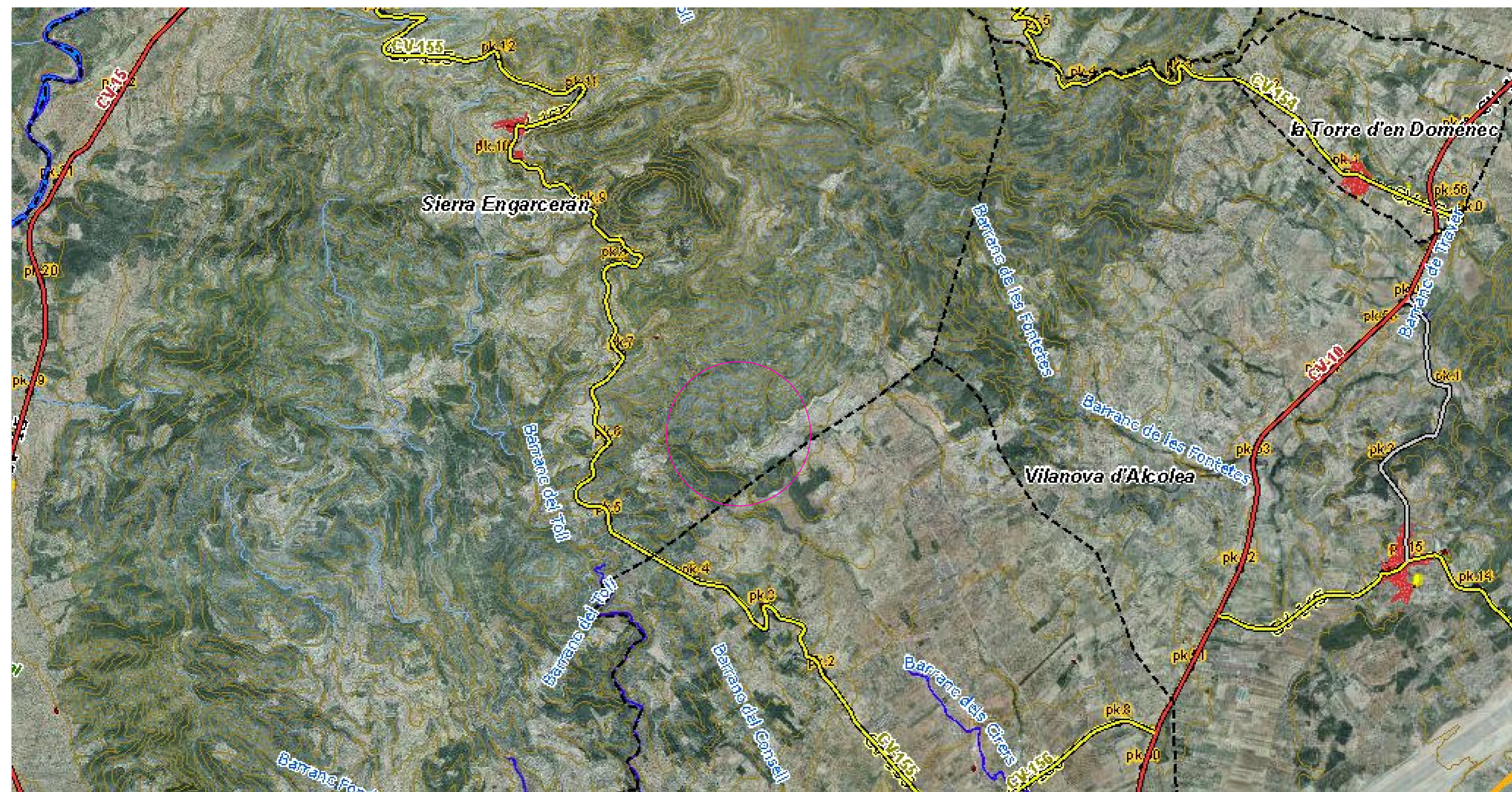
La Sierra Engarcerán, Julio de 2017

Fdo: Sara Leche Monfort

6. PLANOS

INDICE

1. Plano Situación
2. Plano Emplazamiento
3. Plano Plantación
4. Plano Replanteo



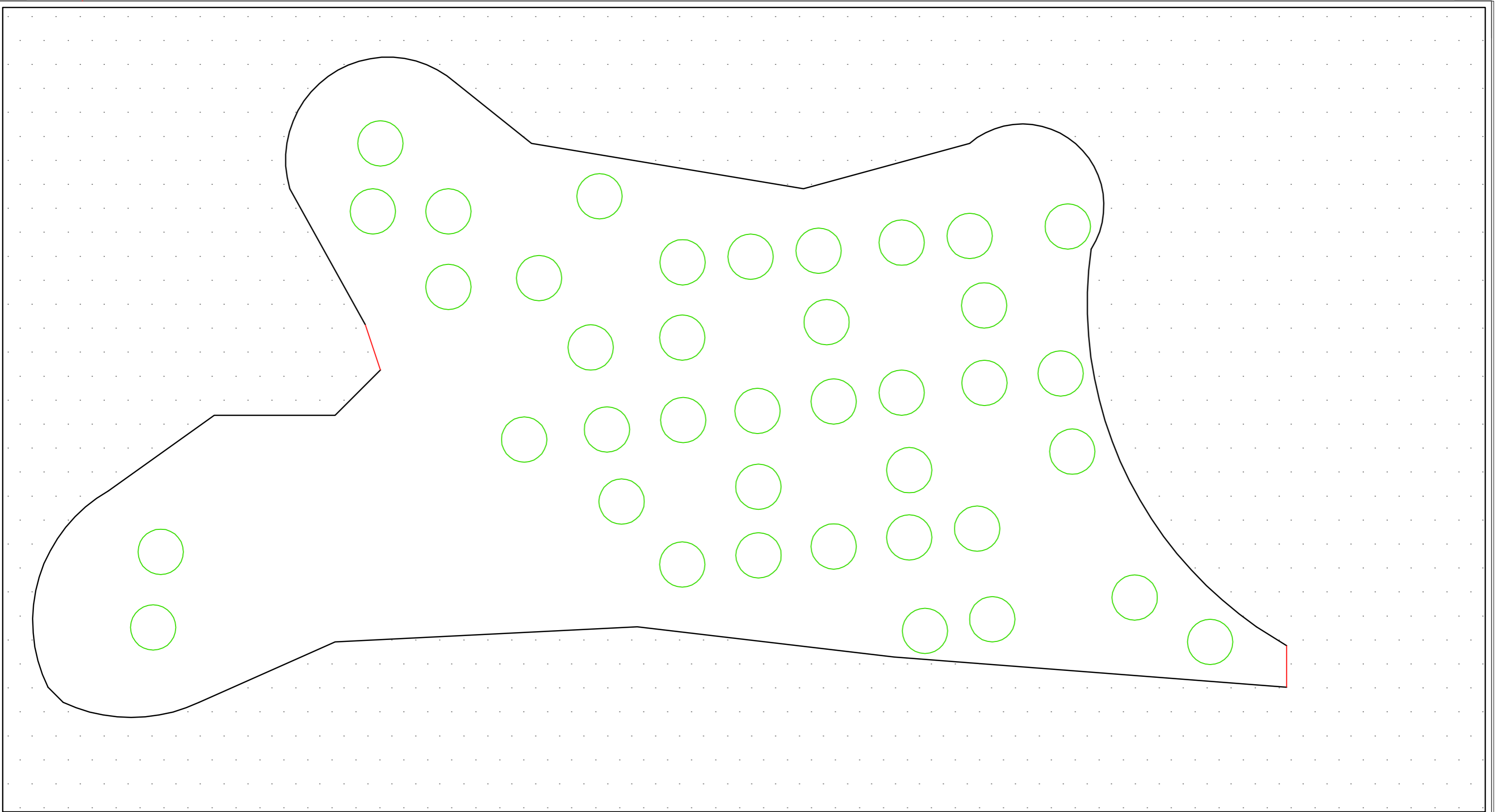
○ Situación de la parcela

Fecha: 17/07/2017	Escala: 1/50000	CONVERSIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA DE UNA PARCELA DE ALMENDRO EN EL MUNICIPIO DE LA SIERRA ENGarcerÁN	
PLANO SITUACIÓN		Sara Leche Monfort	Nº 1



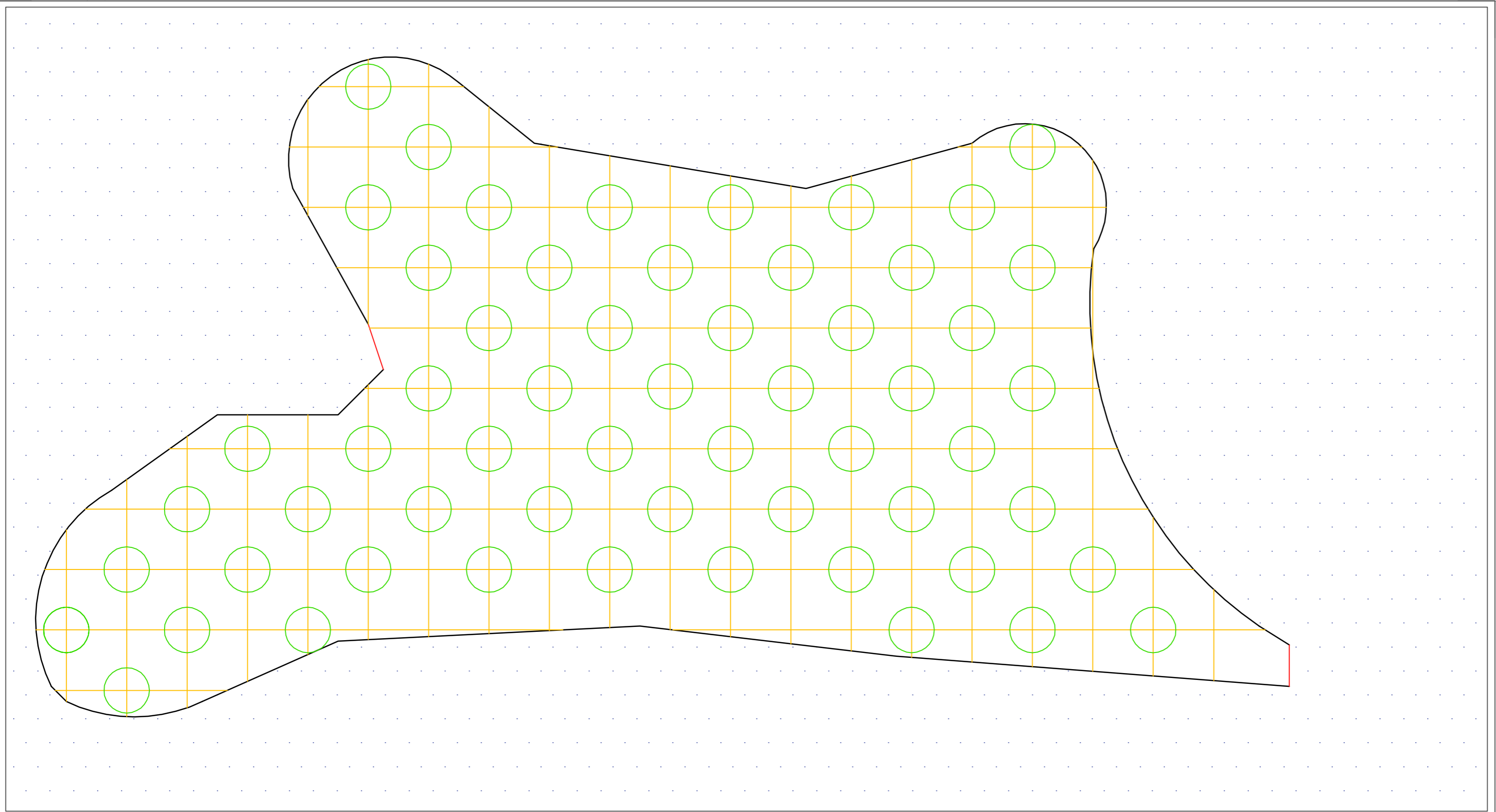
○ Situación de la parcela

Fecha: 17/07/2017	Escala: 1/4000	CONVERSIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA DE UNA PARCELA DE ALMENDRO EN EL MUNICIPIO DE LA SIERRA ENGARCERÁN	
PLANO EMPLAZAMIENTO		Sara Leche Monfort	Nº 2



- Árbol
- Acceso parcela
- Contorno parcela

Fecha: 17/07/2017	Escala: 1/500	CONVERSIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA DE UNA PARCELA DE ALMENDRO EN EL MUNICIPIO DE LA SIERRA ENGARCERÁN	
PLANO PI ANTACIÓN		Sara Leche Monfort	Nº 3



- Árbol
- Acceso parcela
- + Apertura hoyos
- Contorno parcela

Fecha: 17/07/2017	Escala: 1/500	CONVERSIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA DE UNA PARCELA DE ALMENDRO EN EL MUNICIPIO DE LA SIERRA ENGARCERÁN
PLANO REPLANTEO		Sara Leche Monfort
		Nº 4