



OLIB

**FORTALECIMIENTO DEL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE Y
LA CONVIVENCIA EN LÍBANO A TRAVÉS DE LA MEJORA DEL
RENDIMIENTO Y LA PRODUCTIVIDAD DEL OLIVO**

MATERIALES DIDÁCTICOS



**CIHEAM
ZARAGOZA**

Este proyecto ha recibido financiación de la Diputación Provincial de Zaragoza en la convocatoria a proyectos de desarrollo y solidaridad internacional en el ejercicio de 2023-2024



El contenido de este documento forma parte de los recursos y materiales didácticos desarrollados en el contexto del proyecto OLIB “Fortalecimiento del desarrollo local sostenible y la convivencia en Líbano a través de la mejora del rendimiento y la productividad del olivo” coordinado por CIHEAM Zaragoza.

El sector productivo olivarero en la región mediterránea es estratégico con repercusión en distintos ámbitos de la sociedad tal y como el económico, medioambiental y social. Por lo que la mejora del manejo agronómico del olivo y el procesado de aceituna en almazara para un mayor rendimiento y eficiencia de los cultivos desde un punto de vista de producción y resiliencia al cambio climático es el eje central del proyecto OLIB para mejorar la olivicultura como fuente de ingresos familiares y autoconsumo en el sur de Líbano.

El material didáctico está dedicado a reforzar el conocimiento teórico-práctico en materia de olivicultura y elaiotecnica que tienen las cooperativas agrícolas y agricultores del sector oleícola en el sur de Líbano con el apoyo de la cooperativa de mujeres de agricultura ecológica y apicultura de Deir Mimas.

**Edición de la publicación:**

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza - Centro Internacional de
Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM Zaragoza)
Av. Montañana 1005, 50059 Zaragoza España.

Autoría:**El suelo: patrimonio agrario y recurso no renovable**

María Videgain Marco

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural
Área de Ingeniería Agroforestal
Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)

José Antonio Cuchí Oterino

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural
Área de Ingeniería Agroforestal

Cubiertas vegetales como estrategia para la conservación del suelo

María Videgain Marco

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural
Área de Ingeniería Agroforestal
Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)

La calidad del aceite de oliva**La extracción del aceite de oliva****El análisis sensorial del aceite de oliva**

Ana Cristina Sánchez Gimeno

Facultad de Veterinaria- Universidad de Zaragoza
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Área de Tecnología de los Alimentos
Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)



La poda del olivo

Rodrigo Alonso Pinzón Díaz y Gonzalo Esteban Sánchez

Universidad de Extremadura, Escuela de Ingenierías Agrarias

Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal

Plagas y enfermedades del olivo

Fulgencio Honorio Guisado y Damián Fernández Rodríguez

Universidad de Extremadura

Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal

Fertilización del olivar

Subproductos de la producción de aceite

José Casanova Gascón

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior

Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural

La estación meteorológica

Juan Morillo Barragán

Universidad de Extremadura

Escuela de Ingenierías Agrarias

Elaboración de jabones de aceite artesanales

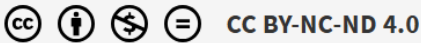
Juan Ignacio Maté Caballero

Departamento de Agronomía, Biotecnología y Alimentación

Universidad Pública de Navarra



Ni el editor, ni los autores asumen responsabilidad alguna por los daños y perjuicios, que pudieran generarse, cualquiera que sea su naturaleza, como consecuencia del uso de los datos e información contenidos en este documento. **Las/os autoras/es son responsables del contenido y conservan la propiedad intelectual de este documento.**



**Creative Commons Attribution-NonCommercial-
NoDerivatives 4.0 International**

Materiales didácticos Proyecto OLIB “Fortalecimiento del desarrollo local sostenible y la convivencia en Líbano a través de la mejora del rendimiento y la productividad del olivo” © 2024 por CIHEAM Zaragoza está licenciado bajo Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Esta licencia exige que los reutilizadores den crédito al creador. Permite a los reutilizadores copiar y distribuir el material en cualquier medio o formato de forma no adaptada y únicamente con fines no comerciales. BY: El crédito debe ser otorgado al creador. NC: Sólo se permite el uso no comercial de la obra. No comercial significa que no está destinado ni dirigido principalmente a obtener ventajas comerciales o una compensación monetaria. ND: No se permiten derivados ni adaptaciones de la obra. Para ver una copia de esta licencia, visite:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Índice

EL SUELO: PATRIMONIO AGRARIO Y RECURSO NO RENOVABLE	9
CUBIERTAS VEGETALES COMO ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO	39
LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA.....	61
LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA.....	75
EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL ACEITE DE OLIVA	85
LA PODA DEL OLIVO	97
PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL OLIVO	113
FERTILIZACIÓN DEL OLIVAR	135
SUBPRODUCTOS DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE	169
LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA	195
ELABORACIÓN DE JABONES DE ACEITE ARTESANALES	213



EL SUELO: PATRIMONIO AGRARIO Y RECURSO NO RENOVABLE

Introducción: el suelo como ente vivo

Propiedades físicas

Propiedades químicas

Propiedades biológicas

Los suelos del Sur del Líbano

Degradación y pérdida del suelo

Bibliografía

María Videgain Marco

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural
Área de Ingeniería Agroforestal
Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)

José Antonio Cuchí Oterino

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural
Área de Ingeniería Agroforestal



EL SUELO: PATRIMONIO AGRARIO Y RECURSO NO RENOVABLE

Introducción: el suelo como ente vivo

El suelo es el recurso natural fundamental que sustenta los ecosistemas terrestres, tanto los naturales como los productivos, por ejemplo, en el cultivo del olivo. La necesidad de conservar un suelo de alta calidad es especialmente evidente en los sistemas agrícolas, donde la productividad depende en gran medida de su buen estado de conservación. Esto es aún más crítico en los paisajes mediterráneos en condiciones de secano, donde las condiciones climáticas, de por sí, ya imponen importantes limitaciones a la producción.

Desde el punto de vista científico el suelo puede definirse como un ente natural organizado e independiente, compuesto por diversos constituyentes y propiedades que resultan de la interacción de varios factores activos (clima, organismos, relieve y tiempo) sobre un material pasivo (la roca madre). El suelo actúa como un sistema abierto en relación a la atmósfera, almacenando y distribuyendo de manera temporal los recursos esenciales para los seres vivos (ver figura 1). La disponibilidad de estos recursos, como agua, energía y nutrientes minerales, depende de la intensidad y rapidez con que se producen los procesos de intercambio entre el suelo y los demás componentes del ecosistema.

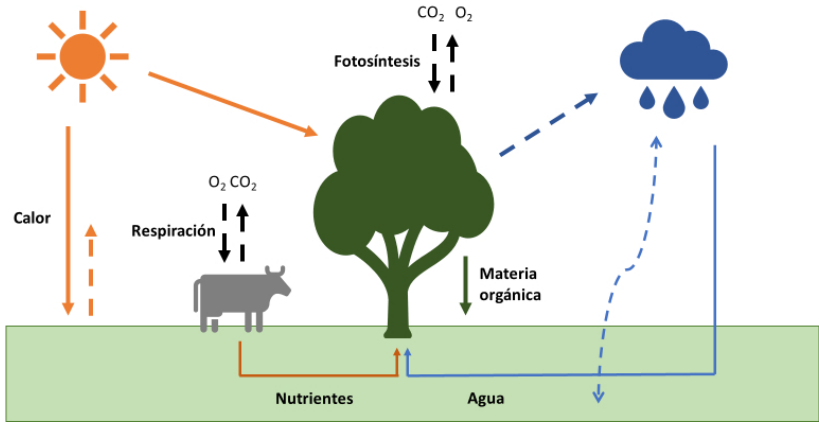


Figura 1. Ciclos e intercambios de materia y energía entre la atmósfera, el suelo, la corteza y los seres vivos (adaptado de Jordán, 2006)

El concepto de suelo ha ido modificándose conforme ha ido avanzando el conocimiento de sus componentes y la relación entre ellos. Durante mucho tiempo se consideró el suelo únicamente como un soporte inerte que daba sostén a las plantas y a las actividades humanas. Dentro de esta concepción se estudiaron ampliamente sus características físicas y químicas. Por fortuna, hoy en día estamos comprendiendo que el suelo es un sistema vivo, donde los organismos que lo habitan no son temporales, si no parte inherente con profunda influencia en las propiedades del suelo y sus atributos de fertilidad, calidad, salud, sostenibilidad, resiliencia, esenciales para la producción continua de cultivos, conservación del medio ambiente y el bienestar humano. Hoy se comprende en mayor profundidad por qué toda la vida sobre la tierra firme se inicia en el suelo.



El suelo es un sistema compuesto por diversas partes: la fracción mineral, la materia orgánica y los organismos, que conforman lo que se denomina la **fase sólida**; el agua, que representa la **fase líquida**; y el aire, correspondiente a la **fase gaseosa**. Estas fases interactúan entre sí para formar el sistema complejo que conocemos como suelo.

En la fase sólida, los materiales inorgánicos, o fracción mineral, constituyen la mayor parte del suelo en términos de masa y superficie. Estos minerales primarios se forman a partir de la cristalización de soluciones concentradas de ciertos elementos. A través del intemperismo –un proceso de degradación y descomposición causado por la acción de los agentes atmosféricos–, estos materiales se transforman en minerales secundarios, como arenas, limos arcillas y productos solubles, que incluyen macro y microelementos. Entre estos, las arcillas juegan un papel particularmente importante en el funcionamiento del suelo.

Dentro de la fase sólida del suelo, la materia orgánica, tanto viva como muerta, es clave en la alteración de minerales primarios y la formación de secundarios. Proviene de restos de plantas y animales en distintos estados de descomposición, así como de exudados de raíces, secreciones de organismos y productos de síntesis química. Lo más visible es el mantillo, una capa de materiales orgánicos sobre el suelo. Estos residuos varían en su complejidad química: algunos se descomponen rápidamente, mientras que otros pueden resistir la degradación durante décadas o incluso siglos.



En el suelo podemos encontrar tres tipos genéricos de materia orgánica (Labrador, 2001):

- a) los organismos vivos, denominada materia orgánica viva.
- b) la materia orgánica activa o fresca, residuos sin descomponer o ligeramente descompuestos, se le llama lábil.
- c) la materia orgánica descompuesta, material humificado, relativamente estable.

Estas dos últimas fracciones reciben el nombre de materia orgánica “no viva” (ver figura 2).

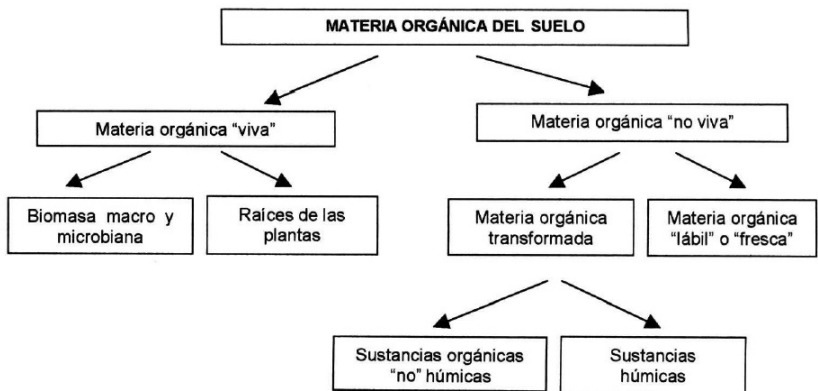


Figura 2. Fracciones de la materia orgánica del suelo (Labrador, 2001)



La materia orgánica viva incluye las raíces de las plantas, que representan una forma visible de vida en el suelo, y los organismos que habitan en él, desde grandes mamíferos hasta microorganismos. Todos ellos, tanto en la superficie como en el interior del suelo, influyen en su desarrollo de diversas maneras. Los minerales, la materia orgánica y los organismos del suelo forman agregados que crean microambientes, esenciales para la vida del suelo. Estos agregados dejan espacios, o poros, que son ocupados por agua y gases, formando la atmósfera del suelo.

El agua, como parte de la fase líquida del suelo, es esencial tanto para el clima como para los organismos vivos, influyendo en la evolución y funcionamiento del suelo al ser su principal agente de formación y cambio. Es vital para la supervivencia y crecimiento de plantas y organismos.

En cuanto a la fase gaseosa, los gases presentes en el suelo incluyen oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2) y dióxido de carbono (CO_2), similares a los de la atmósfera, además de otros como metano (CH_4) y sulfuro de hidrógeno (SH_2), provenientes del metabolismo de raíces y organismos. Estos gases circulan en función de la estructura del suelo.

Las fases sólida, líquida y gaseosa se integran como un todo en el suelo, cuyas propiedades físicas, químicas y biológicas interactúan generando propiedades emergentes como la fertilidad, productividad, salud, calidad, sostenibilidad y resiliencia (ver figura 3).



Figura 3. Interacción de los diferentes factores que influyen en la calidad del suelo (adaptado de Barea, 2017)

Para evaluar adecuadamente las características del suelo en una parcela agrícola, es común realizar **calicatas**, que son excavaciones verticales de diferente profundidad (ver figura 4).



Figura 4. Perfil de suelo observado mediante la apertura de calicata (M. Videgain)

Estas permiten observar los horizontes del suelo y estudiar su perfil en detalle, analizando sus propiedades a diferentes profundidades. Además de las calicatas, es fundamental realizar **muestreos representativos** del suelo. Estos se diseñan teniendo en cuenta la **variabilidad intraparceldaria**, es decir, las diferencias naturales que pueden existir dentro de la misma parcela, como cambios en la topografía, uso previo del suelo o diferencias en la textura. Para obtener una muestra representativa, se suelen recoger varias submuestras en puntos estratégicos, que luego se mezclan para generar una muestra compuesta. Este enfoque asegura que los análisis de suelo reflejen las condiciones generales de la parcela y permiten hacer recomendaciones de manejo más precisas.



Las figuras 5 y 6 muestran el muestreo de un suelo mediante barrena de caña cilíndrica y las diferentes muestras obtenidas, respectivamente.



Figura 5. Muestreo de suelo con barrena de caña cilíndrica. (M. Videgain)



Figura 6. Ejemplo de las diferencias entre muestras de suelo obtenidas en una misma parcela agrícola (M. Videgain)

A continuación, se describen las principales propiedades que se pueden estudiar y determinan la calidad de un suelo.



Propiedades físicas

Las propiedades físicas del suelo son fundamentales para comprender cómo se comporta este medio en relación con el crecimiento de las plantas. Entre estas propiedades, la **textura** es una de las más importantes y se refiere a la proporción de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. La textura influye directamente en la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, así como en la facilidad con que las raíces pueden penetrar en él. Un suelo arcilloso, por ejemplo, retiene más agua, pero tiende a ser menos permeable, mientras que un suelo arenoso drena rápidamente, pero puede necesitar agua de forma más frecuente.

Para clasificar los tipos de suelos según su textura, se utiliza de forma generalizada el triángulo de texturas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Este diagrama permite identificar la textura de un suelo en función de la proporción relativa de arena, limo y arcilla (ver figura 7).

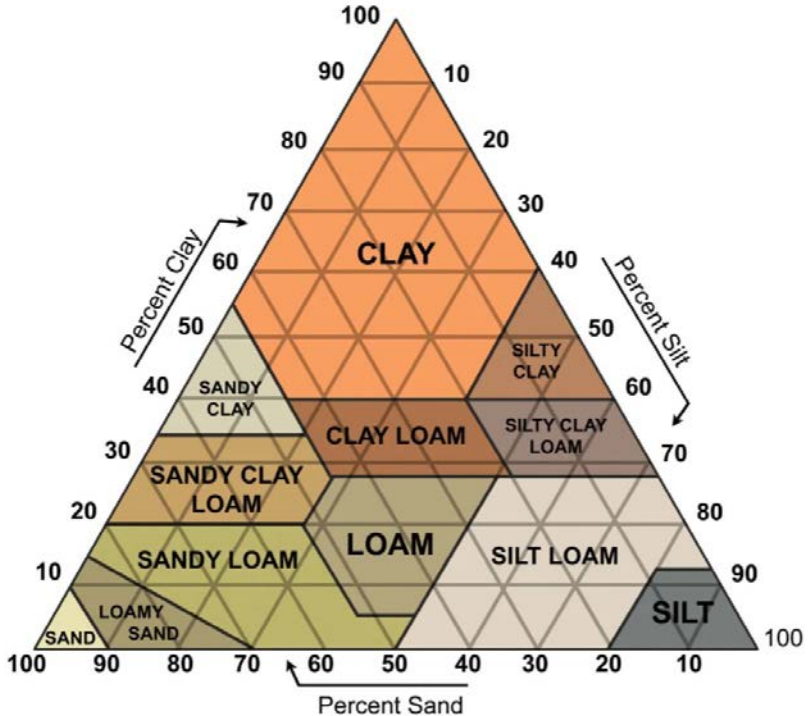


Figura 7. Triángulo de texturas del USDA para la clasificación de suelos según su composición de arena, limo y arcilla (USDA)

Otra propiedad clave es la **estructura** del suelo, que se refiere a cómo se agrupan las partículas de suelo para formar agregados. Una buena estructura mejora la aireación y drenaje, permitiendo que las raíces crezcan libremente y que el agua se infiltre con mayor facilidad. Además, la **densidad aparente** es una medida que refleja si un suelo está compactado, y por lo tanto puede impedir el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes.



La textura y la estructura del suelo regulan la capacidad de **retención de agua**, que se refiere a la cantidad de agua que el suelo puede almacenar en sus poros para ser utilizada por las plantas. Esta capacidad varía en función del tamaño de las partículas del suelo: los suelos arcillosos, por ejemplo, retienen más agua debido a sus pequeños poros, mientras que los suelos arenosos, con poros más grandes, drenan rápidamente. Otro aspecto clave es la **porosidad**, que es la proporción de espacio vacío en el suelo y afecta tanto la infiltración del agua como el intercambio de gases. Un suelo con buena porosidad permite la entrada de agua y aire, esenciales para las raíces y los microorganismos del suelo. La proporción entre la parte de suelo sólida, agua y aire debe guardar un equilibrio para el correcto desarrollo de los procesos que tienen lugar en el suelo. En ocasiones, cuando se trabajan suelos con alto contenido en arcilla, la proporción de aire puede ser baja y se pueden observar efectos positivos del laboreo que inyecta aire en el sistema y favorece la mineralización de la materia orgánica. Sin embargo, existen otros métodos para favorecer este equilibrio, como una correcta estrategia de rotaciones de cultivos, favoreciendo la implantación de especies con diferentes tamaños de raíces, así como la mejora de la actividad biológica, permitiendo que organismos como las lombrices creen de forma natural canales de circulación de agua y aire. Finalmente, la **permeabilidad** describe la facilidad con la que el agua y el aire se mueven a través del suelo. Suelos con alta permeabilidad permiten un buen drenaje, mientras que suelos compactados o mal estructurados pueden dificultar este flujo, lo que puede llevar a problemas de encharcamiento o falta de oxígeno para las raíces.



Propiedades químicas

Las propiedades químicas del suelo determinan su capacidad para proveer los nutrientes esenciales que necesitan las plantas. El **pH** del suelo es un factor crucial, ya que influye en la disponibilidad de los nutrientes. Un suelo demasiado ácido o alcalino puede limitar la capacidad de las plantas para absorber ciertos elementos esenciales, como el fósforo o el hierro. La mayoría de los cultivos prefieren un pH cercano a la neutralidad (entre 6 y 7), aunque algunas plantas pueden adaptarse a rangos más extremos.

Otra propiedad importante es la **capacidad de intercambio catiónico (CIC)**, que refleja la habilidad del suelo para retener y liberar nutrientes como el calcio, el magnesio y el potasio. Un suelo con una CIC alta puede retener más nutrientes, lo que favorece la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas. Además, la **salinidad** (determinada a partir de la **conductividad eléctrica** del suelo) del suelo es otro aspecto a controlarse, ya que niveles altos de sales disueltas pueden afectar negativamente el crecimiento de los cultivos, generando estrés hídrico y reduciendo la capacidad de las plantas para absorber agua.

Otros factores químicos clave incluyen el **contenido de nutrientes esenciales** como el nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales son fundamentales para el crecimiento de las plantas. Estos nutrientes se encuentran disponibles en diferentes cantidades y formas en el suelo, y su disponibilidad puede verse afectada por el pH y la CIC del suelo. La **saturación de bases** es otro parámetro relevante, que indica el porcentaje de cationes básicos (como calcio, magnesio, potasio y sodio) presentes en relación con los cationes ácidos. Una saturación alta de



bases está relacionada con una mayor fertilidad del suelo. Además, la **materia orgánica** no solo influye en las propiedades físicas del suelo, sino que también actúa como una fuente de nutrientes a medida que se descompone, liberando cationes y mejorando la capacidad del suelo para retener nutrientes a través de la CIC. Finalmente, la presencia de **elementos traza** como el hierro, zinc o manganeso, aunque necesarios en pequeñas cantidades, es crucial para la salud de las plantas y puede variar según las condiciones químicas del suelo.

Propiedades biológicas

Como se ha mencionado anteriormente, el suelo no es solo una mezcla de minerales, agua y aire; también alberga una rica comunidad de organismos vivos que desempeñan un papel esencial en su fertilidad.

Durante el pasado siglo, la producción agrícola mundial presentó una gran evolución y un incremento en ellos rendimientos con la aplicación de fertilizantes minerales y productos químicos. El mantenimiento a través de los años de dichos rendimientos, ha requerido de dosis altas de diversos insumos de este tipo, generando una serie de factores negativos en los agroecosistemas, tales como acumulaciones de nitratos, nitritos, pesticidas y otras sustancias perjudiciales desde el punto de vista ecológico. Entre las consecuencias negativas de estos manejos agrícolas están los efectos adversos sobre los habitantes microscópicos del suelo y sobre los procesos biológicos que condicionan la fertilidad de los mismos.

Actualmente, estos factores biológicos del suelo se han convertido en criterios de importancia para valorar la fertilidad del suelo, creando la



necesidad de orientar los sistemas de producción agrícola hacia nuevas tecnologías basadas en un manejo agroecológico sostenible. Hoy en día, el concepto de “calidad de del suelo” se relaciona directamente con la productividad, la salud y la sostenibilidad de los sistemas.

Las propiedades biológicas del suelo se refieren a la **actividad y diversidad** de estos **microorganismos**, que incluyen bacterias, hongos, lombrices y otros invertebrados. Estos organismos ayudan a descomponer la materia orgánica, convirtiéndola en nutrientes disponibles para las plantas, y mejoran la estructura del suelo mediante la formación de agregados y la creación de poros.

Además de la diversidad de organismos presentes en el suelo, existen varios indicadores biológicos que son clave para evaluar la fertilidad biológica. Uno de los más importantes es la **biomasa microbiana**, que mide la cantidad de microorganismos vivos en el suelo, como bacterias y hongos. Estos organismos descomponen la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para las plantas. Una mayor biomasa microbiana generalmente indica un suelo más fértil y activo biológicamente.

Otro indicador es la **respiración del suelo**, que se refiere a la cantidad de dióxido de carbono (CO_2) liberado por los microorganismos durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Este parámetro refleja la actividad microbiana y, por lo tanto, el nivel de descomposición y mineralización de nutrientes. Suelos con mayor respiración suelen ser más fértiles, ya que la descomposición rápida permite una liberación más eficiente de nutrientes.



A pesar de la gran diversidad de tipos de microorganismos que cohabitan en la zona rizosférica (bacterias, algas, protozoos, nemátodos, virus, etc.), la mayoría de los estudios están dirigidos a las bacterias y a los hongos. Estos microorganismos se relacionan de manera bien saprofítica o simbiótica con las plantas ocasionándoles en muchos casos beneficios y, en otros, enfermedades. Algunos microorganismos establecen con la planta las llamadas simbiosis mutualistas (dos organismos íntimamente asociados que se benefician mutuamente).

Hay tres tipos de microorganismos dentro de este grupo:

- a) bacterias promotoras del crecimiento vegetal
- b) hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA)
- c) bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico

Las **bacterias promotoras del crecimiento** son capaces de mejorar el desarrollo de la planta a través de un mejor aprovechamiento de los nutrientes y protegiéndolas frente a enfermedades. Las **bacterias fijadoras de nitrógeno**, proporcionan a las plantas nitrógeno atmosférico. Los **hongos MA** mejoran el crecimiento, la nutrición, las relaciones hídricas y la salud de las plantas, además de la calidad del suelo. Por encontrarse tanto en el interior como en el exterior de las raíces de las plantas, los hongos MA se consideran como componentes clave de la fertilidad del suelo, bien sea a través de la propia simbiosis o por su interacción con otros microorganismos de la rizosfera, y se estudian como indicadores de la fertilidad biológica del suelo. En este sentido, es posible la cuantificación de hongos MA mediante bioensayos con muestras de suelo de las parcelas agrícolas, en los que se realizan diluciones seriadas del suelo y se siembran especies micotróficas para



estudiar en sus raíces el grado de micorrización. Las figuras 8 y 9 muestran este tipo de ensayos y la observación al microscopio de una raíz micorrizada, respectivamente.

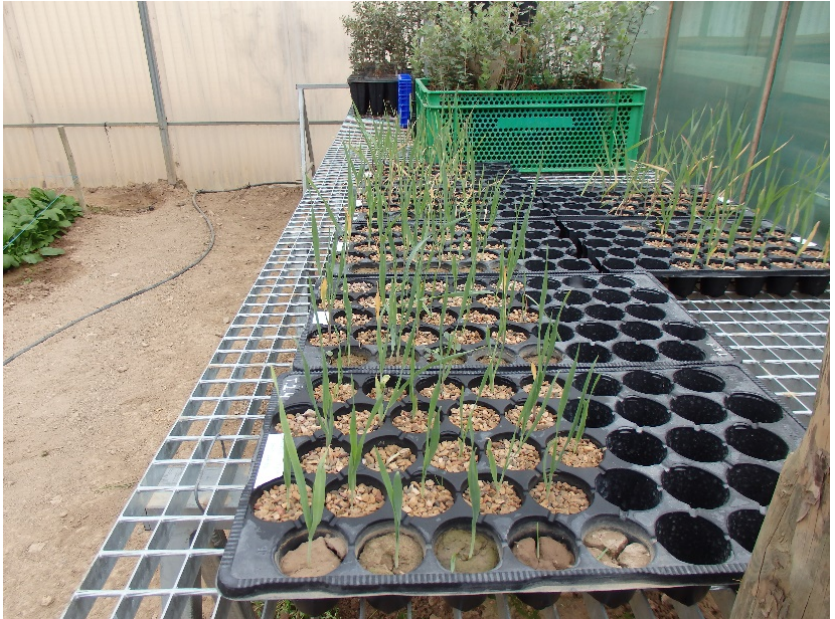


Figura 8. Bioensayos para la cuantificación de hongos MA en muestras de suelo (M. Videgain)

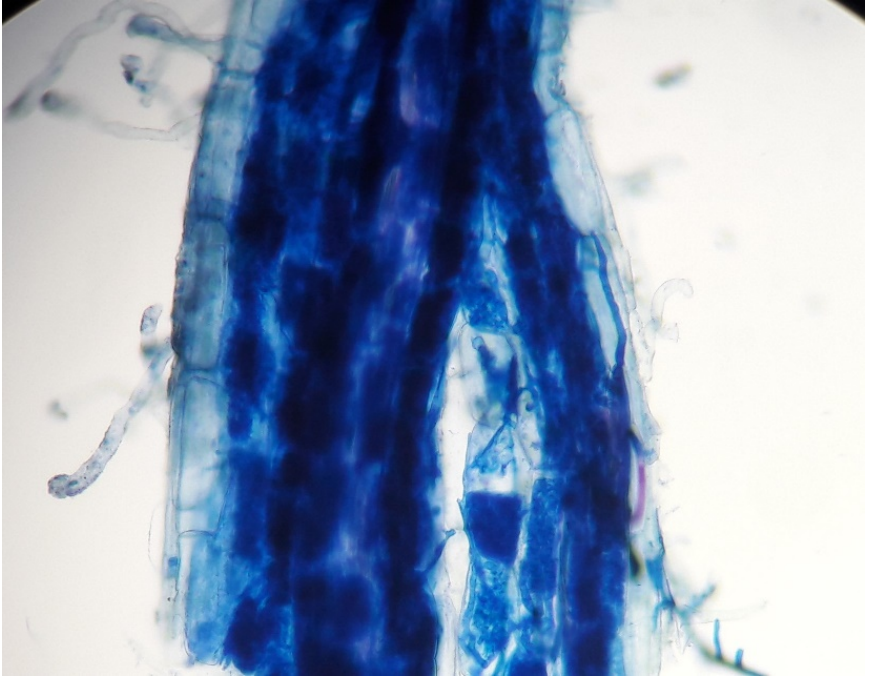


Figura 9. Raíz de cereal micorrizada (M. Videgain)

Diversos factores ambientales y edáficos pueden influenciar el desarrollo de estos microorganismos en la zona rizosférica. Por lo general, elevados contenidos de nutrientes en el suelo repercuten de forma negativa en la actividad de estos microorganismos, cuyo principal cometido de mejorar la asimilación de estos nutrientes pierde sentido ante elevadas adiciones. El laboreo intensivo también se ha relacionado en múltiples estudios con el descenso de microorganismos benéficos, debido a la desestructuración del suelo y, por lo tanto, la pérdida de un hábitat favorable para el desarrollo de estas especies. Otro factor a considerar sería el empleo recurrente de productos fungicidas, por su



efecto en comunidades de hongos patógenos, pero también en especies beneficiosas de interés.

Los suelos del Sur del Líbano

Hay dos tipos principales de materiales geológicos en el sur del Líbano. La más abundante son los materiales sedimentarios procedentes del Océano Thetys, que se situaba entre las placas africana y euroasiática. Son materiales fundamentalmente calcáreos, del Jurásico al Eoceno. Procedente de estos sedimentos, elevados al cerrarse este océano, del que el actual Mediterráneo es la roca caliza mediterránea que orla sus riberas. Formada fundamentalmente por carbonato cálcico acompañada por arcillas y otros minerales, en pequeñas cantidades. Es una sal soluble con el agua de lluvia, que forma un paisaje específico, el karst, caracterizado por superficies rocosas ásperas, depresiones cerradas y cuevas.

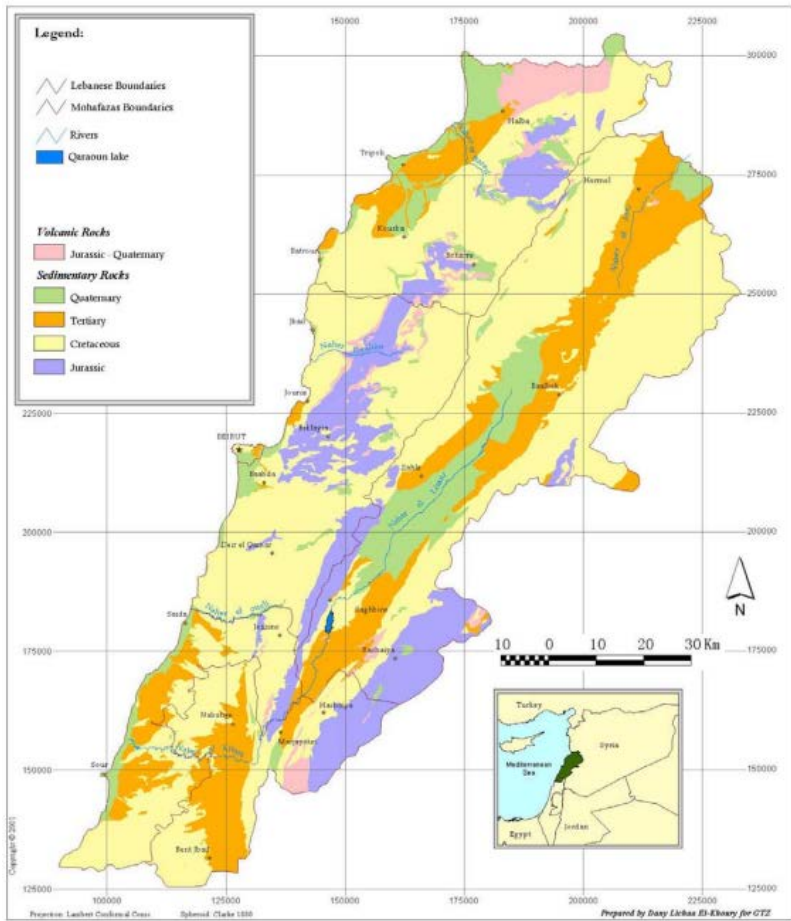


Figura 10. Mapa geológico de Líbano (Ministerio de Agricultura Libanés, 2003)



La pluviometría de la zona del sur del Líbano es del orden de 700-800 mm.

El inicio de la apertura del rift del mar Muerto durante el Oligoceno, hizo aflorar basaltos con olivino, de edad Mioceno-Plioceno, en el sur del Líbano. Son rocas ígneas totalmente diferentes a las calizas, que están ubicadas en puntos muy concretos de la geografía.

Los materiales derivados de la erosión de estas rocas ígneas son transportados y aparecen en laderas o fondo de valles.

La vegetación, muy afectada por la actividad humana, es la típica del Líbano, con una vegetación “potencial” de *Quercus calliprinos*, *Pistacia palaestina*, *Ceratonia siliqua*, *Pinus brutia* and *Arbutus andrachne*. Y zonas cultivadas con olivos centenarios.

Tipos de suelos

De forma clásica, se dividen los suelos en tres horizontes. El superior, llamado A o de lavado, es el más rico en materia orgánica. El intermedio, B o de acumulación, recibe sales y partículas del nivel superior, arrastrados por el agua. El inferior, o C, corresponde a la roca madre, que puede ser desde muy dura a muy blanda en función de las características del material parental.

En el área mediterránea, la propia historia de las civilizaciones ha marcado su relación con los suelos, su manejo y aprovechamiento. Por ello, hay perfiles de suelo sin horizonte A e incluso dónde ha



desaparecido el horizonte B. En aquellas zonas, donde la roca madre es blanda, por ejemplo, calizas margosas y con abundantes fracturas se cultiva directamente sobre la propia roca.

En la zona del sur del Líbano, hay diversos tipos de suelos como se muestran en la figura 11 y 12 en la fotografía aérea de la figura 13. En general, las zonas de mayor altitud tienen suelos más someros que los fondos de valles.

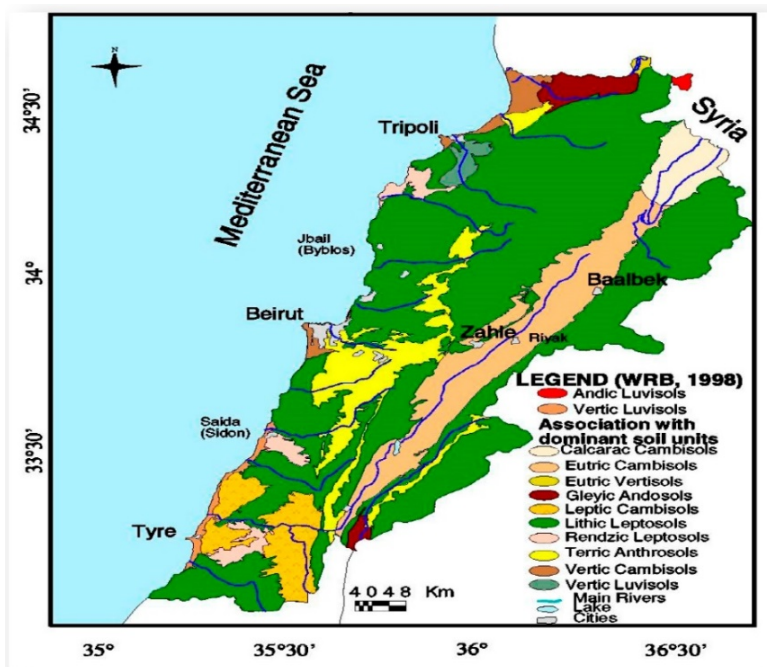


Figura 11. Mapa de suelos de Líbano a escala 1:1.000.000 (Darwish et al., 2000)

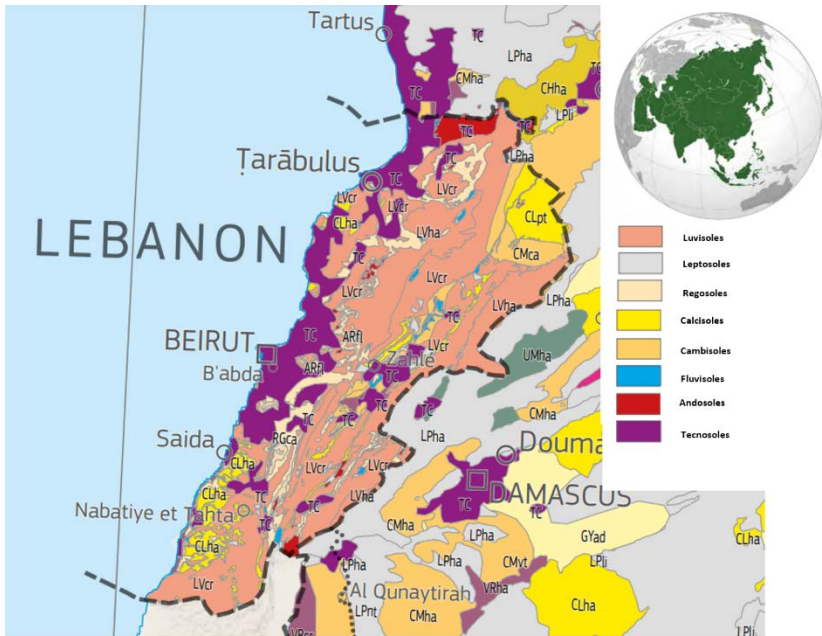


Figura 12. Mapa de suelos de Líbano extraído del Atlas de los suelos de Asia (JRC & FAO, 2023)



Figura 13. Imagen aérea de la zona cercana a la base Cervantes según Google Earth. El color del terreno muestra la variedad de suelos. Las crestas de las colinas son más claras, de suelos calizos poco profundos. Los fondos de los valles, de color más oscuros los suelos son más profundos (Google Earth)

Se pueden señalar los siguientes tipos de suelos en relación con el cultivo del olivo: Sobre calizas se pueden encontrar suelos rojos, debido a la oxidación de minerales con contenido en hierro (Figura 14). Son suelos con un buen desarrollo de horizontes, pero están generalmente muy erosionados. El horizonte A puede estar descalcificado, con pHs que pueden bajar a 7,0, y se ha formado un horizonte B de iluviación de arcilla. Pueden tener una acumulación de materia orgánica y enriquecimiento en óxido de hierro y formación de caolinita.



Figura 14. Suelo rojo en las inmediaciones de El Meri. Profundidad: 1 m. La pedregosidad aumenta en profundidad. La roca madre es blanda y permite el avance de agua y raíces hacia abajo (M. Videgain y J. A. Cuchí)

Por efecto de la erosión pueden aflorar calizas duras, en cuyas diaclasas pueden quedar restos de suelo. Se pueden considerar como litosuelos o leptosoles.

A partir de calizas blandas con grandes cantidades de carbonato cálcico (CaCO_3), se forman suelos blancos, *rendsinas* en la clasificación FAO, con perfiles inmaduros poco diferenciados. La textura puede ir desde franca a arcillosa, en función del contenido en marga de la roca madre. La estructura puede ser grumosa en superficie y masiva en profundidad. Son suelos con elevados niveles de caliza total (incluso más del 80%), y



pH próximo a 8,4. Entre los suelos blancos y los rojos se encuentran suelos pardos, con propiedades similares a los suelos blancos, pero pueden tener una acumulación secundaria de carbonato cálcico en el horizonte B, que puede llegar a ser petrocálcico, impermeable al paso de agua y raíces.

Muy localmente se pueden encontrar suelos calizos negros, bien en zonas forestales que no han sufrido ningún tipo de acción antrópica o en zonas encharcadas. Se caracterizan por poseer un color oscuro y un alto contenido en carbono orgánico en más de 0,25 cm.

Los basaltos básicos con olivino desarrollan diferentes tipos de suelos desde litosuelos rojos a suelos negros. En general la roca madre está muy alterada. Y los suelos tienen una textura limosa o arcillolimosa. La estructura es de tipo masivo, con gravas de la misma roca. La presencia del carbonato cálcico es nula o muy pequeña, aunque pueden encontrarse nódulos secundarios a partir de aportaciones externas. Las arcillas derivadas, cuando la edafización es profunda son esméctica, halloysita and caolinita. Parte de estos suelos pueden estar encharcados y desarrollar características gléyicas (suelos negros, ambiente reductor sin oxígeno). Este tipo de suelos necesitan drenaje para un buen cultivo.

Degradación y pérdida del suelo

El suelo, para permanecer en el tiempo, requiere que se mantengan condiciones de autorregulación que aseguren que las entradas y salidas del ecosistema se compensen. El equilibrio es dinámico, no estático, es sistémico, como una red formada por múltiples hilos, donde si se rompe



uno de ellos afecta a otro y así sucesivamente, hasta que todo el ecosistema se desequilibra, si los hilos no son compensados.

Cuando surgen los desequilibrios el suelo también puede envejecer y morir. Este envejecimiento y muerte puede ser ocasionado por procesos como:

- erosión
- degradación física
- degradación química
- degradación biológica
- agotamiento o disminución de la fertilidad, que producen el desgaste de la superficie terrestre por las fuerzas del agua, del viento y/o por acciones del hombre.

Estos procesos actúan a través de agentes como la deforestación y sequía (ver figura 15), donde tiene lugar la remoción de la cubierta vegetal del suelo a través de la tala de árboles y bosques que mantienen la vida en el suelo, la quemas, que destruyen en segundos lo que la naturaleza ha tardado en construir cientos de años; el uso equivocado de suelos e inadecuado de maquinaria agrícola; contaminación, que puede ser orgánica a través de basuras, biológica por invasión de plagas y enfermedades, u ocasionada por la aplicación de agroquímicos en momentos inadecuados.



Figura 15. Paisaje erosionado por efecto de la sequía, falta de cobertura vegetal y pérdida progresiva de suelo fértil. (M. Videgain)

Ligada a la pérdida o disminución de la fertilidad, se encuentra la degradación no erosiva que comprende fenómenos de compactación, pérdida de materia orgánica, acidificación, alcalinización, laterización, encostramiento, formación de compuestos tóxicos, encharcamientos y problemas de drenaje, que se reflejan en la pérdida de fertilidad de los suelos, estrechamente vinculada al manejo cultural del suelo.

La erosión, natural o artificial, afecta a una superficie relativamente amplia en las zonas altas. Al margen de usos urbanos, la última solución es la restauración mediante maquinaria extrayendo la roca y formando terrazas que retengan finos.



La lucha contra la erosión, especialmente mediante la construcción de bancales, ayuda a la conservación del suelo y permite disminuir la pérdida del suelo aumenta así la profundidad del mismo a disposición de las raíces.

Por otro lado, es importante el aumento de la infiltración mediante medidas mecánicas someras, la construcción de alcorques, la conservación, mejor aumento, de la materia orgánica, e incluso la reconstrucción de suelos mediante bancales y transporte de tierra realizando una buena elección de los aportes.



Figura 16. Suelos cerca de Kaukava (M. Videgain y J. A. Cuchí)



Bibliografía

Andrades, M., Moliner, A., Masaguer, A. 2015. Prácticas de Edafología: métodos didácticos para análisis de suelos. Servicio de publicaciones de la Universidad de La Rioja.

Darwish, T., Atallah T., Hajhasan, S. and Chronak, A. 2000. Aspects of nitrogen fertilizer recovery and balance in fertigated potato in central Bekaa, Lebanon. International Symposium on Nuclear Techniques in Integrated Plant Nutrient, Water and Soil Management. 16-20 October. FAO, IEAE.Vienna, Austria. Book of Extended Synopsis: 129-130.

Jaizme-Vega, M.C. 2019. Las micorrizas, una estrategia agroecológica para optimizar la calidad de los cultivos. Ediciones Phytoma – ICIA – Gobierno de Canarias. 110 pp.

Jones, A., Caon, L. and Yigini, Y. editor(s). Joint Research Centre of the European Commission (JRC), and Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), Soil Atlas of Asia, Publications Office of the European Union & FAO, Luxembourg and Rome, 2023, doi:10.2760/044457, JRC133437, ISBN 978-92-68-03116-2

Jordán, A. 2005. Manual de edafología. Apuntes Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla.

Labrador, M. 2001. La materia orgánica en los agrosistemas. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 293 pp.

Meco, R., Lacasta, C., Moreno, M.M. 2011. Agricultura Ecológica en Secano. Soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Ediciones Mundi-Prensa.

Ministerio de Agricultura Libanés, 2003, National Action Programme to Combat Desertification.

<https://www.unccd.int/sites/default/files/naps/lebanon-eng2003.pdf>



CUBIERTAS VEGETALES COMO ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO

Beneficios de las cubiertas vegetales

Tipología de cubiertas vegetales

Métodos de siega de las especies cubierta

Variación de la fecha de siega

Bibliografía

María Videgain Marco

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural
Área de Ingeniería Agroforestal
Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)



CUBIERTAS VEGETALES COMO ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO

Tradicionalmente, la tendencia en el manejo del suelo en plantaciones de olivo de la península Ibérica ha sido la estrategia de laboreo intensivo con el objetivo de controlar las especies presentes en el banco de semillas del suelo y evitar la competencia con el cultivo por el agua y los nutrientes (ver figura 1).



Figura 1. Manejo del olivar con laboreo intensivo. (M. Videgain)



El establecimiento de cubiertas vegetales es una estrategia agronómica que busca preservar el suelo mediante la cobertura con especies vegetales vivas, principalmente durante las estaciones de otoño e invierno. Esta técnica se basa en mantener una capa vegetal sobre la tierra, lo que contribuye a la protección y mejora del suelo. Al llegar la primavera, se procede a la siega de estas especies con el propósito de evitar la competencia por recursos como el agua y los nutrientes entre las plantas cultivadas, especialmente los árboles, y la vegetación que conforma la cubierta. Esta práctica permite que el material vegetal segado permanezca sobre la superficie del suelo, ayudando a mejorar su fertilidad y a la conservación de la humedad.

Beneficios de las cubiertas vegetales

El uso de cubiertas vegetales tiene múltiples beneficios, como la reducción de la erosión, el aporte de materia orgánica, la mejora de la estructura del suelo y la conservación de la humedad. Además, contribuyen a la biodiversidad del ecosistema agrícola y ofrecen un enfoque sostenible para el manejo del suelo, disminuyendo la necesidad de laboreo y, en algunos tipos de manejo, el uso de herbicidas en los cultivos. Por estas razones, esta estrategia de gestión es una alternativa eficaz para mejorar la salud y la productividad del suelo a largo plazo.

La implementación de cubiertas vegetales en los sistemas agrícolas ofrece una amplia gama de beneficios que impactan de manera positiva tanto en la productividad como en la sostenibilidad del suelo. A



continuación, se detallan las ventajas más destacadas de esta práctica agrícola:

Mejora de la transitabilidad en la finca

La presencia de cubiertas vegetales mejora la estructura del suelo, lo que facilita el paso de la maquinaria agrícola, incluso en épocas de abundantes lluvias. Esto es especialmente útil en terrenos que, de estar labrados, serían inaccesibles durante el invierno o periodos húmedos, acelerando así los procesos de recolección y reduciendo el tiempo que las máquinas necesitan para trabajar en el campo. Es recomendable que el tractor siempre siga las mismas trayectorias para minimizar la compactación del suelo y, si es posible, utilizar neumáticos de alta flotación, que distribuyen mejor el peso y reducen el daño a la estructura del terreno.

Reducción de los costes de producción y tiempos operacionales

El uso de cubiertas vegetales implica menos trabajo de laboreo, lo que resulta en una disminución significativa de los costes y el tiempo necesario para las labores agrícolas. Esto se traduce en menos horas de trabajo en el campo, lo que, a su vez, reduce los costes operativos. En comparación con el laboreo tradicional, las cubiertas vegetales presentan una alternativa más económica para los agricultores, sin comprometer el rendimiento de los cultivos. De hecho, se ha observado que el uso de cubiertas vegetales mantiene o incluso aumenta la producción, haciendo que esta técnica sea una opción más rentable y eficiente en términos económicos.



Aumento del contenido de materia orgánica

Una ventaja clave de las cubiertas vegetales es su capacidad para incrementar la materia orgánica en el suelo. Al no realizar laboreo, se evita la oxidación y la liberación de carbono en forma de CO_2 a la atmósfera. La materia vegetal que queda en la superficie del suelo se descompone lentamente, permitiendo que el carbono se incorpore de forma natural al suelo, aumentando la materia orgánica, lo que es fundamental para mantener la fertilidad y mejorar la capacidad de retención de nutrientes y agua.

Mejora en la infiltración de agua de lluvia

La ausencia de laboreo y la estructura mejorada del suelo facilitan una mayor infiltración de agua en el terreno. Esto resulta en una mayor disponibilidad de agua para los cultivos, especialmente en áreas de secano donde la disponibilidad de agua es un factor crítico. Al incrementar la capacidad del suelo para retener agua, se reduce la necesidad de riego y se optimiza el uso de los recursos hídricos.

Reducción de la erosión del suelo

Las cubiertas vegetales actúan como una barrera protectora contra la erosión del suelo al amortiguar el impacto de las gotas de lluvia. Al proteger el suelo de la erosión, se evita la pérdida de nutrientes y se mejora la retención de agua, contribuyendo a la conservación del terreno a largo plazo.



Aumento de la fertilidad del suelo

El uso de cubiertas vegetales permite reducir el arrastre de nutrientes esenciales como el carbono, nitrógeno, fósforo y potasio. Esto implica que se conservan más nutrientes en el suelo, aumentando así su fertilidad y reduciendo la necesidad de aplicar fertilizantes adicionales. Además, al mantener los nutrientes en el terreno, se reduce el riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por escorrentía, protegiendo el ecosistema acuático. En este sentido, al implementar una cubierta vegetal y tras las sucesivas siegas, se producen modificaciones en el equilibrio carbono/nitrógeno (C/N), que deberán ser tenidas en cuenta hasta alcanzar un nuevo equilibrio en la nueva situación de ciclado de nutrientes en el suelo.

Incremento de la biodiversidad

Las cubiertas vegetales proporcionan un hábitat ideal para una amplia variedad de organismos, tanto micro como macroinvertebrados. Estos organismos encuentran en las cubiertas un entorno adecuado para alimentarse, reproducirse y desarrollarse, incrementando su población de manera significativa. La presencia de estos seres vivos es beneficiosa, ya que muchos de ellos actúan como depredadores naturales de plagas, ayudando a mantener un equilibrio ecológico en el cultivo y reduciendo la necesidad de pesticidas. Se ha comprobado que la implementación de cubierta vegetal favorece el desarrollo del consorcio de hongos micorrícicos presentes en el suelo, otorgándoles un elenco de especies vegetales con las que establecer simbiosis de forma permanente en el suelo.



Mejora de la calidad del aire y contribución a la lucha contra el cambio climático

El uso de cubiertas vegetales elimina la necesidad de laboreo y la quema de restos de poda, lo que reduce la emisión de gases de efecto invernadero, como el CO₂ y otros contaminantes atmosféricos. En lugar de quemar los restos vegetales, estos se trituran y se dejan en el campo, donde se descomponen y aportan nutrientes al suelo. Al disminuir la emisión de gases, se contribuye a la mitigación del cambio climático y se mejora la calidad del aire en la zona.

La implementación de cubiertas vegetales es una técnica agrícola que ofrece múltiples beneficios ambientales, económicos y productivos. No solo mejora la calidad del suelo y la disponibilidad de agua, sino que también contribuye a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y a la protección del medio ambiente, siendo una práctica altamente recomendable para un manejo agrícola responsable y eficiente.



Tipología de cubiertas vegetales

Las cubiertas vegetales se dividen en diferentes tipos, que se distinguen según la forma en que se establecen las plantas que las conforman. Los principales tipos son:

Cubiertas espontáneas

En este caso, las especies que crecen son aquellas que provienen del banco de semillas que ya existe en el suelo. Es decir, no se siembran manualmente, sino que se desarrollan de forma natural. Esta cubierta es ideal en suelos que ya cuentan con una variedad de especies nativas que aportan beneficios al suelo. En esta modalidad, las especies cubren toda la superficie de la plantación (ver figura 2).



Figura 2. Cubierta espontánea a todo terreno. (M. Videgain)



Las especies emergentes suelen ser gramíneas o especies de fácil control, como la margarita (*Bellis perennis*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), caléndula (*Calendula officinalis*), leguminosas, etc. Es ideal para suelos donde las especies predominantes no representan una competencia para los cultivos.

En este tipo de cubiertas, es fundamental controlar la aparición de especies de difícil control, como la malva (*Malva sylvestris*), pepinillo del diablo (*Ecballium elaterium*) o coniza (*Conyza* sp.), que pueden competir con el cultivo principal por agua y nutrientes.

Una de las principales ventajas de este tipo de cubiertas es el bajo coste de implementación, ya que no requiere la siembra de nuevas especies.

En caso de que estas especies aparezcan, puede ser necesario realizar tratamientos fitosanitarios localizados utilizando mochilas aplicadoras, lo que puede derivar en la modalidad de cubiertas espontáneas en bandas, en función de la zona controlada químicamente (ver figura 3).



Figura 3. Cubierta espontánea con tratamiento herbicida en la línea de los árboles. (M. Videgain)

Esta modalidad es similar a la anterior, pero con la diferencia de que las plantas crecen solo en bandas, generalmente en el centro de la calle de cultivo, manteniendo las líneas de olivos (o la zona alrededor del tronco) libres de malezas mediante el uso de herbicidas. No es apta para la agricultura ecológica debido al uso de productos químicos, realizando aplicaciones de herbicidas en post-emergencia temprana, justo después de que las especies de otoño-invierno hayan emergido.

Esta estrategia permite un mejor control de la vegetación, evitando la competencia directa con el cultivo principal. Además, se trata de una opción más organizada y fácil de manejar, ya que se limita el crecimiento de especies espontáneas a una zona específica.



Cubiertas espontáneas seleccionadas hacia gramíneas

Esta modalidad comienza con el crecimiento natural de la vegetación, pero luego se interviene para seleccionar preferentemente las gramíneas, como cebadilla (*Hordeum murinum*), bromo (*Bromus* sp.) o ballico (*Lolium perenne*), en ocasiones utilizando productos fitosanitarios que eliminan las especies no deseadas. Esto permite que las gramíneas, que suelen ser más resistentes y beneficiosas para el suelo, sean las que predominen.

La técnica consiste en dejar que las hierbas crezcan durante el otoño y, mediante la aplicación de herbicidas hormonales que respetan las gramíneas, se eliminan las especies de hoja ancha.

La cubierta se implanta en el centro de la calle, manteniendo las líneas del olivo libres de plantas mediante control químico.

Durante los primeros años, es necesario eliminar cuidadosamente las especies de hoja ancha hasta que las gramíneas dominen el banco de semillas.

Esta cubierta ofrece una excelente protección del suelo frente a la erosión y pérdida de agua, y genera una gran cantidad de materia orgánica, mejorando la fertilidad y estructura del suelo.

Se suele segar químicamente, lo que minimiza la pérdida de agua, ya que las hierbas rebrotan menos que con la siega mecánica.



Cubiertas sembradas de gramíneas en bandas

Esta técnica es especialmente útil en suelos muy erosionados, con un banco de semillas escaso o donde las hierbas predominantes son de difícil control, como malváceas, pepinillo del diablo o coniza. Consiste en sembrar gramíneas en el centro de la calle, manteniendo la línea de árboles limpia mediante el uso de herbicidas (ver figura 4).



Figura 4. Cubierta sembrada de cebada en almendro, con tratamiento herbicida en la línea de los árboles. (M. Videgain)

La siembra se realiza solo el primer año, y en los años siguientes, la cubierta se auto-siembra al dejar una banda de semillado.

Después de 5 a 6 años, pueden aparecer otras especies de gramíneas o plantas de hoja ancha no deseadas, lo que puede requerir una nueva siembra.



Se trata de un manejo similar a las cubiertas seleccionadas hacia gramíneas, proporcionando una buena protección contra la erosión y contribuyendo a la retención de agua. Es una técnica sencilla y efectiva para cubrir el suelo y mejorar su estructura.

Cubiertas sembradas de leguminosas

Aunque son menos utilizadas debido a la rápida degradación de su material vegetal, las cubiertas de leguminosas presentan la ventaja de fijar hasta 40-50 unidades de nitrógeno en el suelo, según la especie utilizada. Se suelen combinar con gramíneas para aprovechar sus beneficios y asegurar una mayor protección del suelo (ver figura 5).



Figura 5. Cubierta de veza en plantación de olivo en Líbano. (M. Videgain)



Este tipo de cubiertas enriquecen el suelo con nitrógeno, un nutriente esencial para el crecimiento de los cultivos, mejoran la fertilidad y la estructura del suelo cuando se combinan con otras especies.

Como desventaja, se podría comentar que el resto vegetal se degrada rápidamente, ofreciendo menos protección al suelo frente a la erosión.

Entre las soluciones comerciales que se ofrecen para cubiertas sembradas, tanto de gramíneas como de leguminosas, se pueden encontrar cubiertas monoespecíficas o multiespecíficas, entre las que destacan *Avena strigosa*, *Bromus parodii*, *Festuca arundinacea*, *Lolium rigidum*, *Medicago polymorpha*, *Sinapis alba*, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium subterraneum* y *Vicia sativa*.

Entre las prácticas agronómicas más actuales, destaca el chafado de las cubiertas con los llamados *rulos faca* o *Roller crimper* (rodillo con cuchillas no afiladas) utilizado en aquellas cubiertas que se pueden controlar únicamente con el marcado y chafado contra el suelo.

Cubiertas de restos de poda

Este tipo de cubierta es poco utilizada, ya que requiere una cantidad considerable de restos de poda, generalmente de olivos grandes sometidos a podas severas. Consiste en triturar los restos de poda y esparcirlos por el suelo (ver figuras 6 y 7), combinándolos a menudo con cubiertas de hierbas vivas.

Como ventajas, se podría decir que este tipo de cubierta aumenta el contenido de materia orgánica y la capacidad de retención de agua del



suelo, reduce la evapotranspiración y ayuda a mantener la humedad del terreno durante más tiempo.

Sin embargo, requiere un mayor esfuerzo para la aplicación de herbicidas, ya que es necesario controlar las especies que crecen entre los restos picados. Además, su implementación es más costosa y laboriosa, lo que limita su uso a ciertas condiciones y cultivos.

La elección del tipo de cubierta más adecuado dependerá de factores como el tipo de cultivo, las condiciones climáticas, la disponibilidad de recursos, y el objetivo final que se desea alcanzar en la gestión del suelo.



Figura 6. Cubierta de restos de poda (López-Bellido, L., Universidad de Córdoba).



Figura 7. Trituradora de martillos actuando sobre restos de poda. (M. Videgain)

Métodos de siega de las especies cubierta

La siega es una práctica fundamental para el correcto manejo de las cubiertas vegetales en los sistemas agrícolas. Existen diversos métodos de siega, cada uno con sus ventajas y desventajas. A continuación, se detallan los tres métodos más utilizados: siega mecánica, siega química y siega a diente.

Siega Mecánica

Este es el método de siega más común y utiliza herramientas como desbrozadoras de cadenas, cuchillas y martillos, siendo las de martillo las más utilizadas. Las de cuchillas son menos populares, ya que tienden a romperse fácilmente en terrenos con piedras.



Para este tipo de manejo se recomienda realizar dos pases de desbrozadora, el primero a finales de enero o principios de febrero, para evitar un crecimiento excesivo de las especies que componen la cubierta. El segundo se recomienda en marzo, para eliminar las restantes. Si después del segundo pase las plantas rebrotan debido a la humedad del suelo, puede ser necesario un tercer pase.

La estrategia de siega mecánica puede conllevar menores producciones comparadas con la siega química, ya que las especies tienden a rebrotar, consumiendo grandes cantidades de agua, especialmente en las cubiertas espontáneas, lo que puede afectar negativamente la producción del cultivo. Pueden presentar una menor protección del suelo, ya que los restos de plantas quedan muy picados y se degradan rápidamente.

Puede darse el caso de aparición de especies perennes difíciles de controlar y con gran capacidad de rebrote: (por ejemplo, malvas y coniza) y especies rastreras (como correhuela - *Convolvulus arvensis* - y pepinillo del diablo), lo que podría requerir el uso de fitosanitarios para su control.

Este método es más respetuoso con el entorno, ya que no implica el uso de productos químicos y es ideal para suelos que no presentan problemas de rebrote excesivo o especies difíciles de controlar.

Siega Química

La siega química implica el uso de fitosanitarios para controlar la cubierta vegetal, siendo el glifosato uno de los herbicidas sistémicos más



utilizados por su bajo impacto ambiental y su efectividad en la translocación de nutrientes. Las dosis recomendadas de glifosato son de 1,5 a 2 litros de producto. En caso de que haya presencia de plantas de hoja ancha, se pueden mezclar herbicidas específicos para su control.

Con este tipo de siega se consigue una reducción del rebrote permitiendo un mayor control sobre la cubierta vegetal. Los restos vegetales permanecen más tiempo sobre el suelo, lo que contribuye a reducir la evaporación del agua durante el verano y mejora la protección del suelo frente a las lluvias otoñales intensas.

Esta estrategia de control es más eficaz para eliminar especies de plantas que son resistentes a la siega mecánica.

Es necesario tener en cuenta que este tipo de control puede causar dependencia del uso de fitosanitarios a largo plazo si no se implementan otras prácticas de manejo sostenible.

Siega a Diente

Este método es más común en olivares de montaña poco productivos, donde se combina la actividad agrícola con la ganadería, obteniendo ingresos adicionales. El ganado utilizado es principalmente ovino, ya que presenta un menor riesgo de compactación del suelo en comparación con el vacuno y protege más el suelo que el caprino.

La estrategia se basa en un pastoreo controlado, regulando la densidad y tiempo de pastoreo para evitar que el ganado cause más daño que beneficio al suelo y a la cubierta vegetal.



Uno de los mayores beneficios es el aporte de estiércol que realizan los animales, enriqueciendo el suelo con nutrientes.

Al ser implementada en zonas montañosas con suelos poco profundos, la capacidad de almacenamiento de agua del terreno es limitada, por lo que, en años secos, la cubierta puede competir con los olivos por el agua, lo que puede reducir la producción de aceitunas.

Como principal ventaja, se puede hablar de la reducción de los costes de mantenimiento al combinar el manejo de la cubierta vegetal con la ganadería, y la contribución a la fertilización del suelo de manera natural gracias a los aportes de estiércol del ganado.

La elección del método de siega más adecuado dependerá de las características específicas de cada parcela y los objetivos del agricultor. La siega mecánica es una opción versátil y respetuosa con el entorno, aunque requiere más intervenciones. La siega química es muy efectiva para controlar la vegetación, pero no es adecuada para la agricultura ecológica. Por su parte, la siega a diente resulta ideal en sistemas que combinan la agricultura con la ganadería, aportando nutrientes al suelo de manera natural, aunque requiere un manejo más cuidadoso del pastoreo.

Variación de la fecha de siega

La siega de la cubierta vegetal debe realizarse en el momento adecuado para asegurar que haya suficiente resto vegetal que proteja el suelo frente a las lluvias otoñales y evitar la competencia de agua con el cultivo. Si bien es difícil establecer una fecha exacta para todas las



cubiertas y regiones, se considera que la segunda quincena de marzo suele ser el periodo óptimo de siega. No obstante, esta fecha puede variar en función de varios factores:

Tipo de Suelo

Suelos poco profundos: es recomendable adelantar la fecha de siega, ya que estos suelos retienen poca agua, y existe un mayor riesgo de competencia entre el olivo y la cubierta vegetal por los recursos hídricos.

Suelos profundos: en suelos con gran capacidad de almacenamiento de agua, la siega se puede retrasar, ya que tienen mayores reservas de agua y la competencia es menos problemática.

Localización de la Explotación

Olivares en zonas de montaña: debido a las temperaturas más bajas, tanto el desarrollo de las cubiertas como el del olivo se retrasa, lo que implica que la siega también debe efectuarse más tarde.

Condiciones Meteorológicas Anuales

En años húmedos, se puede retrasar la fecha de siega sin el riesgo de que las plantas que conforman la cubierta compitan por el agua. Sin embargo, hay que tener en cuenta que cuanto más se retrase, más agua consumirá la cubierta.

Por el contrario, en años secos y calurosos se debe adelantar la siega para evitar la competencia por agua, ya que la falta de humedad puede afectar el crecimiento del olivo si la cubierta sigue activa.



Tipo de Cubierta Vegetal

Cubiertas de gramíneas de ciclo corto (Bromo, *Brachypodium* sp., *Poa* sp.) se desarrollan más rápido, permitiendo una siega más temprana.

Independientemente de los factores mencionados, la siega no debe realizarse más tarde de la segunda quincena de abril, ya que el retraso en la siega aumenta la evapotranspiración de la cubierta, lo que podría afectar negativamente a la producción de aceitunas al reducir la disponibilidad de agua para el olivo.

La variación de la fecha de siega depende de múltiples factores, como el tipo de suelo, la localización, las condiciones meteorológicas y el tipo de cubierta vegetal. Es esencial adaptar el momento de la siega a las condiciones específicas de la explotación para maximizar la protección del suelo y evitar la competencia por el agua con el olivo, asegurando así una producción óptima.



Bibliografía

Delgado, L.M., Gómez-López, M.D., López, J. (2023). Guía de Manejo de cubiertas vegetales. Universidad Politécnica de Cartagena, Synergy Nuts, Sociedad de Gestión, Industrias David (Eds.).

Márquez-García, F., Blanco-Roldán, G.L., González-Sánchez, E. J., Gil-Ribes, J. (2015). Introducción a las cubiertas vegetales en cultivos leñosos. Agricultura de conservación 31, 16-24.

Saavedra, M., Hidalgo, J., Pérez, D., Hidalgo, J.C. (2015). Guía de Cubiertas Vegetales en Olivar. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. 28 pp.



LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA

Factores agronómicos que afectan a la calidad

Factores de procesado que afectan a la calidad

Factores de conservación que afectan a la calidad

Conceptos de calidad en el aceite de oliva

Ana Cristina Sánchez Gimeno

Facultad de Veterinaria- Universidad de Zaragoza
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los
Alimentos

Área de Tecnología de los Alimentos

Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Universidad de
Zaragoza-CITA



LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA

Existen diversos factores que pueden afectar a la calidad del aceite de oliva que pueden clasificarse en agronómicos, de procesado y de conservación (Figura 1).

Factores agronómicos que afectan a la calidad

Entre los primeros, algunos de ellos son factores precosecha como la variedad de aceituna, la fertilización, el riego o secano, la poda, el tipo de plantación tradicional o intensivo (figura 2), etc. Dentro de éstos cabe destacar el grado de maduración y la recolección.



Figura 1. Factores que afectan a la calidad del aceite de oliva



En lo que respecta a la variedad de aceituna, existen numerosas variedades con diferente composición química que le confieren distintas características a los aceites de oliva. Entre las variedades españolas destacan las variedades Picual, Cornicabra (ambas con contenidos elevados de fenoles), Empeltre, Hojiblanca, Arbequina (la más extendida mundialmente por su aptitud para el cultivo intensivo). Entre las variedades libanesas destacan Sourì, Baladi, Airouni, etc.



Figura 2. Olivares tradicionales (izquierda) y superintensivos en Aragón (A. C. Sánchez)

El grado de maduración de la aceituna es también de gran importancia en la calidad del aceite de oliva. Al avanzar la maduración se produce el envero del fruto que se pigmenta de color púrpura mientras se acumula aceite en el interior del fruto. Durante este proceso disminuyen los fenoles y la vitamina E, por lo que no conviene retrasar la cosecha. Además, los parámetros sensoriales se ven también afectados.



No puede indicarse una fecha de cosecha concreta porque dependerá del clima, latitud, altitud de la finca, etc, pero se recomienda no retrasar la cosecha excesivamente porque, en este caso, además pueden producirse heladas y también caída del fruto al suelo.

Es preciso indicar que para un aceite de oliva de calidad se deben utilizar los frutos del árbol y no los del suelo.

Por otra parte, el tipo de recolección puede tener repercusión en la calidad del fruto y del aceite. Si la cosecha es por ordeño o por vibradores mecánicos el fruto no se daña, mientras que por vareo (manual o mecánico) o por cosechadoras el fruto sufre golpes que pueden alterar la calidad, especialmente si no se procesa rápidamente. Otros factores agronómicos son postcosecha, es decir, afectan a la aceituna tras la recolección. En este sentido es fundamental el procesado lo más rápidamente posible tras la cosecha y evitar el amontonamiento de aceitunas en sacos cerrados. Si las aceitunas se conservan de esta forma sin ser procesadas durante unos días, se producen fermentaciones anaeróbicas, es decir, sin presencia de oxígeno. Los aceites que se obtengan de estas aceitunas tendrán un defecto atrojado y no podrán ser de categoría aceite de oliva virgen extra. La recomendación es, a ser posible, procesar las aceitunas el mismo día que se han cosechado. Además, las aceitunas deben transportarse en cajas perforadas para que circule el aire y evitar las alteraciones indicadas.



Factores de procesado que afectan a la calidad

Entre los factores de procesado, en primer lugar, la calidad dependerá de si se ha usado una almazara tradicional con molino de empiedros, prensa de capachos y decantación natural o si se ha utilizado una almazara continua moderna. En el primer caso, si los capachos no están convenientemente limpios, pueden tener lugar fermentaciones acéticas y defectos sensoriales de avinado en los aceites de oliva. Además, si la decantación es al aire se pueden producir oxidaciones.

En el caso de una almazara moderna, la calidad del aceite dependerá también del tipo de decánter utilizado, de dos o tres fases. En estos últimos se añade agua, por lo que los aceites obtenidos tendrán un contenido más bajo en fenoles. En las tablas 1 y 2 se muestran además distintas alteraciones o defectos, sobre todo sensoriales, que pueden producirse en los aceites dependiendo de la etapa del procesado.



Tabla 1. Alteraciones y defectos en los aceites de oliva en diferentes etapas del procesado

Operación	Alteración	Defecto
Recolección	Aceitunas del suelo	Insectos, tierra
Transporte	Golpes	Alteración enzimática: pérdida de frutado fresco
	Sacos ó contenedores cerrados	Atrojado
Recepción en almazara	No separar por calidad	Alteración de todo el aceite
Eliminación de impurezas por aire	Poca efectividad	Aceite más amargo
Lavado	Agua sucia	Más acidez, humedad
Almacenamiento en tolvas	Fermentación anaerobia	Tierra, atrojado



Tabla 2. Alteraciones y defectos en los aceites de oliva en diferentes etapas del procesado

Operación	Alteración	Defecto
Molienda	Eliminación trazas metálicas	Oxidación y rancidez Metal
	Alta velocidad con aireación	Pastas fluentes
	Humedad en aceitunas	
Batido	Tiempo largo Temperatura alta Limpieza deficiente	Quemado/ cocido, alpechín Avinado
Separación sólido-líquido	Prensa con capachos esparto Decánter tres fases	Avinado Disminución intensidad aromática y gustativa
	Filtro sucio	Sucio, avinado
Conservación	Impurezas Depósitos no adecuados	Borras Oxidación Metálico



Por otra parte, el batido en el procesado continuo es una etapa muy importante para la obtención de aceite de oliva de calidad. Por ello, dependiendo de las características de esta operación, la calidad del aceite físico- química y sensorial podrá verse afectada.

El parámetro más importante del batido es la temperatura, que no debe ser muy elevada. En general se habla de “extracción en frío” cuando la temperatura es inferior a 27 °C. En algunos casos se trabaja a temperaturas más elevadas para obtener mayores rendimientos, pero la calidad se verá afectada. En todo caso ésta debe ser una decisión empresarial dependiendo del tipo de aceite que se desee comercializar (standard o Premium).

Factores de conservación que afectan a la calidad

Con respecto a los factores de conservación, es imprescindible conservar el aceite protegido de la luz, en ausencia de oxígeno, a temperaturas no muy elevadas y sin contacto con trazas metálicas. Todos estos aspectos promueven la oxidación en el aceite de oliva y limitan su vida útil (figura 4). La mejor forma de conservar el aceite de oliva en las bodegas es en depósitos de acero inoxidable a 15 °C. En todo caso debe protegerse al aceite de la luz. Además, es muy importante la filtración del aceite previa al envasado para poder conservar el aceite durante todo su período de vida útil. Si existen restos de materia orgánica pueden producirse reacciones de hidrólisis con la consiguiente pérdida de calidad del aceite.



Figura 3. Parámetros que intervienen en la oxidación del aceite de oliva

Como conclusión de todos los aspectos que se han indicado puede establecerse el siguiente decálogo para la elaboración de un aceite de oliva de calidad:

- 1. La aceituna es un fruto y como tal debe tratarse.*
- 2. Controlar adecuadamente las plagas y enfermedades del olivo.*
- 3. Recolectar y transportar con esmero, separando suelo y vuelo.*
- 4. Clasificar, separar y procesar el fruto según calidades.*
- 5. No atrojar.*
- 6. Elaborar a ritmos y temperaturas adecuadas.*
- 7. Clasificar y almacenar los aceites según calidades.*
- 8. Mantener el aceite en depósitos y condiciones adecuadas.*



9. *Limpiar. La falta de higiene imposibilita la calidad.*
10. *Aumentar la cultura en torno al aceite de oliva.*

Conceptos de calidad en el aceite de oliva

Además de los factores que afectan a la calidad de aceite de oliva se pueden definir distintos conceptos de calidad que se indican en la figura 4.

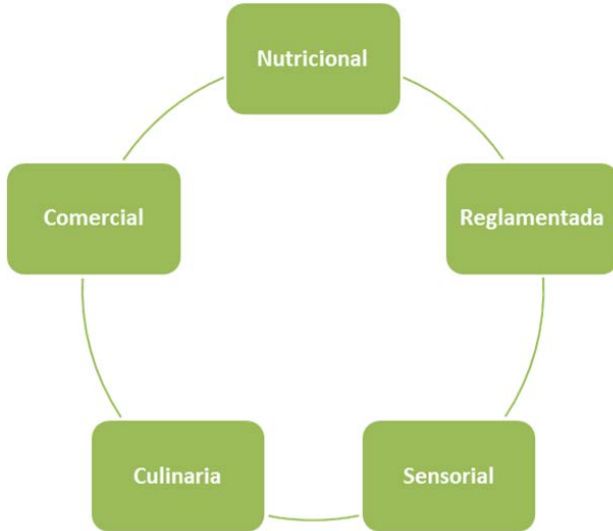


Figura 4. Conceptos de calidad en el aceite de oliva.



La **calidad reglamentada** es la establecida por la normativa. En Europa se siguen los reglamentos europeos. En terceros países como Líbano son de aplicación las normas del Consejo Oleícola Internacional que establece cuatro categorías comerciales en función de parámetros físico- químicos y sensoriales. Las categorías son aceite de oliva virgen extra, aceite de oliva virgen, aceite de oliva virgen corriente y aceite de oliva virgen lampante (Tablas 3 y 4).

En el caso de la Unión Europea las categorías comerciales son solamente tres: aceite de oliva virgen extra, aceite de oliva virgen y aceite de oliva lampante

Tabla 3. Norma del Consejo Oleícola Internacional para la clasificación comercial del aceite de oliva

	Aceite de oliva virgen extra	Aceite de oliva virgen	Aceite de oliva virgen corriente	Aceite de oliva virgen lampante*
4.1 Características organolépticas - olor y sabor . mediana del defecto . mediana del frutado - color - aspecto a 20°C durante 24 horas 4.2. <u>Acidez libre</u> % m/m expresada en ácido oleico 4.3. <u>Índice de peróxido</u> en meq- de oxígeno de los peróxidos por kg de aceite	Me = 0,0 Me > 0,0 ≤ 0,80 ≤ 20,0	0,0 < Me ≤ 3,5 Me > 0,0 ≤ 2,0 ≤ 20,0	3,5 < Me ≤ 6,0** ≤ 3,3 ≤ 20,0	Me > 6,0 > 3,3 no limitado



	Aceite de oliva virgen extra	Aceite de oliva virgen	Aceite de oliva virgen corriente	Aceite de oliva virgen lampante
4.4. <u>Absorbancia ultravioleta</u> ($K^{1\%}_{1cm}$)				
- a 270 nm (ciclohexano) / 268 nm (isooctano)	$\leq 0,22$	$\leq 0,25$	$\leq 0,30$	
- ΔK	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	
- a 232 nm*	$\leq 2,50^{**}$	$\leq 2,60^{**}$		
4.5. <u>Contenido en agua y en materiales volátiles</u> % m/m	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$
4.6. <u>Contenido en impurezas Insolubles en el éter de petróleo</u> % m/m	$\leq 0,10$	$\leq 0,10$	$\leq 0,10$	$\leq 0,20$
4.7. <u>Punto de inflamación</u>	-	-	-	-
4.8. <u>Trazas metálicas</u> mg/kg				
hierro	$\leq 3,0$	$\leq 3,0$	$\leq 3,0$	$\leq 3,0$
cobre	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$
4.9. <u>Ésteres etílicos de ácidos grasos</u> (FAEE, por sus siglas en inglés)	≤ 35 mg/kg			

La **calidad sensorial** está recogida en otro capítulo y es fundamental para la clasificación de los aceites de oliva en diferentes categorías comerciales.

En lo que respecta a la **calidad culinaria**, el aceite de oliva es muy adecuado para su uso en cocina tanto con aceites monovarietales (una única variedad) como en coupages (varias variedades) y tanto en crudo, como en el proceso culinario de fritura. En este sentido permite un elevado número de frituras sin deteriorarse y tiene un elevado punto de humo, por lo que se puede reutilizar más que otros tipos de aceites.



La **calidad comercial** tiene que ver con la vida útil del aceite que suele ser de alrededor de 18 meses. El aceite será más o menos estable a la oxidación dependiendo de su composición química. Así, los aceites más ricos en fenoles son más estables. También dependerá del tipo de envasado. El ideal es utilizar envases que no dejen pasar la luz. Con respecto a la conservación en bodega, ya se han indicado anteriormente las mejores condiciones.

También tienen que ver con la calidad comercial de los aceites las denominaciones de calidad asociadas al territorio o a otros aspectos que pueden aumentar el valor añadido del producto.

La **calidad nutricional** del aceite se debe a su composición química rica en ácidos grasos monoinsaturados (principalmente ácido oleico), alfa-tocoferol (vitamina E) y fenoles. Este producto puede considerarse un alimento funcional debido a sus muchas propiedades beneficiosas para la salud avaladas por estudios científicos. Así, tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias (similares al ibuprofeno), previene la arteriosclerosis etc. Tiene un efecto anticancerígeno, previene la diabetes, disminuye el colesterol LDL y aumenta el HDL. Además, tiene una gran digestibilidad. Todas estas propiedades las aporta el aceite de oliva virgen extra o virgen. En el caso de los aceites que contengan aceites refinados, se han perdido durante esta operación algunas de las moléculas responsables de estas propiedades.



LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA

Sistema tradicional de extracción de aceite de oliva

Sistema continuo de extracción de aceite de oliva

Ana Cristina Sánchez Gimeno

Facultad de Veterinaria- Universidad de Zaragoza
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los
Alimentos

Área de Tecnología de los Alimentos

Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Universidad de
Zaragoza-CITA



LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA

La aceituna, de la que se extrae el aceite de oliva, es el fruto del olivo, cultivo mediterráneo (Figura 1). Es una drupa de forma elipsoidal o globosa de 1 a 4 cm longitud y de 0,6 a 2 cm diámetro que contiene tres tejidos, el epicarpio o piel, el mesocarpio o pulpa (en la que se encuentra el aceite en pequeñas gotitas) y el endocarpio o hueso.

El principal componente de la aceituna es el agua (55 - 56%), seguido del aceite (25 - 30%) y otros compuestos (20 - 25%) como hidratos de carbono, proteínas, etc.



Figura 1. Olivos tradicionales en la provincia de Huesca (España). (A. C. Sánchez

Para poder extraer el aceite que se encuentra en pequeñas gotitas en la pulpa del fruto es necesario romperlo, y así se obtienen las gotitas de aceite de oliva mezcladas con agua y materia sólida (piel, hueso, etc) que deberán unirse en gotas más grandes para separarse finalmente de los subproductos (agua y sólidos). El aceite de oliva virgen es el obtenido a partir de la aceituna exclusivamente por procedimientos mecánicos en condiciones especialmente térmicas que no produzcan



la alteración del aceite. En definitiva, el aceite de oliva es un zumo de aceituna sin intervención de agentes químicos. Por este motivo no precisa un refinado y conserva todos sus componentes nutritivos y calidad sensorial. En la figura 2 se muestra el proceso general en las almazaras o molinos de aceite, y los productos y subproductos que se obtienen.

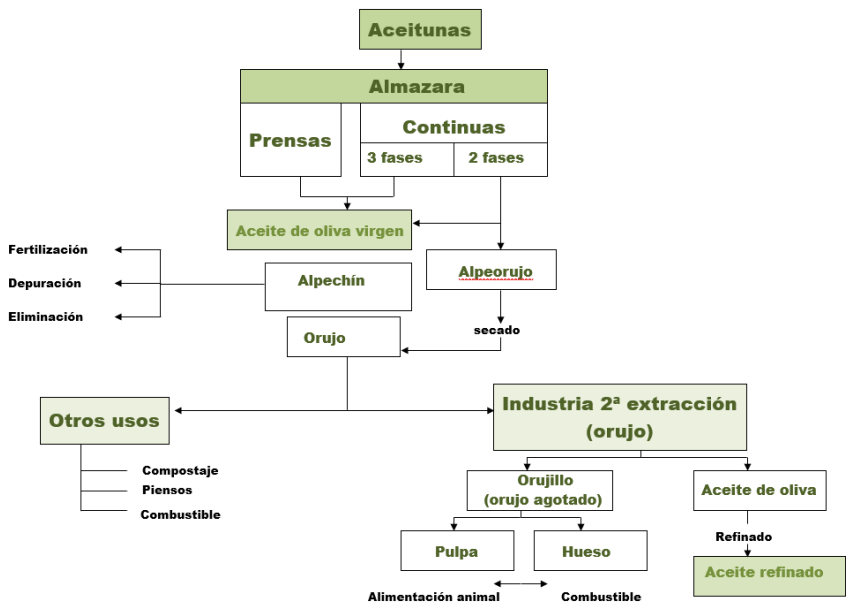


Figura 2. Aceite de oliva y subproductos

El producto es el aceite de oliva y los subproductos son los alpechines (subproducto líquido formado por el agua de composición de la aceituna) y el orujo (subproducto sólido formado por restos de piel y hueso). Este último contiene todavía aceite que se puede extraer utilizando solventes orgánicos para obtener el aceite de orujo que tendrá que ser refinado. También puede utilizarse para compostaje,



como combustible, etc. Los alpechines pueden servir además como fertilizante y/o se tienen que eliminar. La extracción de aceite de oliva puede hacerse por el sistema tradicional o por el sistema moderno continuo. En ambos casos en la almazara deben existir tres zonas, una zona de recepción, una zona de elaboración y una bodega para la conservación de los aceites. En la zona de recepción, que es zona sucia, se realizan las operaciones preliminares (limpieza, lavado, etc), la pesada y almacenamiento. En la zona de elaboración se realiza la preparación de la pasta y extracción y la bodega es la zona de clasificación y almacenamiento. En la figura 3 se muestra un esquema del proceso de elaboración en ambos sistemas.

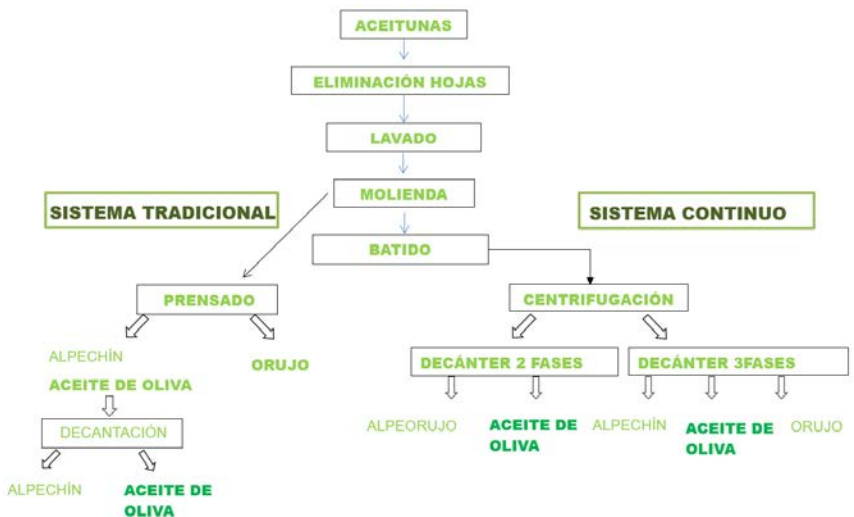


Figura 3. Proceso de elaboración del aceite de oliva



Habitualmente tras la descarga de las aceitunas se clasifican las aceitunas por variedad, productor, etc y se toma una muestra para determinar el rendimiento de la extracción, particularmente en el caso de las cooperativas donde se paga en función de éste al agricultor.

Las aceitunas se almacenan en una tolva en lo que se denomina almacenamiento dinámico, que es el tiempo mínimo de espera para ser procesadas. Es muy importante no almacenar las aceitunas más de

24 horas sin procesar para evitar fermentaciones anaeróbicas y defectos sensoriales como por ejemplo el atrojado que deteriorarían la calidad del aceite.

Sistema tradicional de extracción de aceite de oliva

La primera fase tras la eliminación de hojas y el lavado de las aceitunas es la molienda que tiene lugar en molinos de empiedros con piedras troncocónicas o circulares que giran rompiendo el fruto, que normalmente se tritura entero. Se procesan 2000 kg/h máximo durante 30-40 minutos.

La pasta de aceitunas se lleva a capachos de esparto que se apilan y presan para obtener por un lado el aceite y el orujo que permanece en los capachos. Posteriormente, el aceite que contiene restos de agua (alpechín) y materia sólida se deja decantar al aire para separar por diferencia de densidad el agua del aceite.



Sistema continuo de extracción de aceite de oliva

En este sistema la molienda de las aceitunas se realiza en molinos de martillos que golpean las aceitunas y las hacen pasar por una criba de diferente tamaño de poro (5 mm para aceitunas verdes y 6-7 mm para aceitunas maduras). Normalmente se trabaja a 1500 revoluciones por minuto, procesando hasta 7000 kg/h de aceitunas. De forma continua, la pasta resultante se lleva a una batidora de paletas. La misión de esta operación de batido es que las gotitas de aceite (amarillo) de pequeño tamaño se unan en gotas más grandes que se separen más fácilmente del agua (azul) (Figura 4)

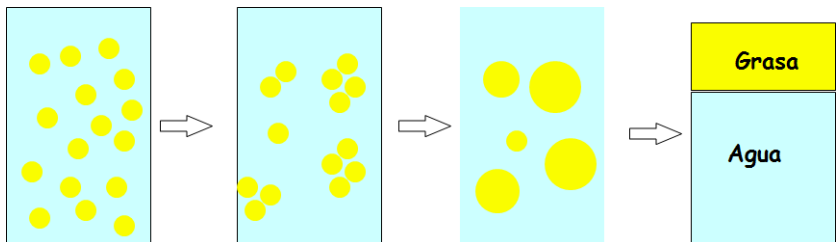


Figura 4. Unión de las gotitas de aceite durante el batido de la pasta de aceitunas

Esta operación se realiza en batidoras modulares horizontales o verticales que trabajan a 20- 30 revoluciones por minuto con una camisa por la que circula agua caliente. De este modo se realiza un termobatido calentando la pasta para disminuir la viscosidad del aceite y facilitar su separación. Generalmente el batido se realiza a temperaturas de 25- 35 °C durante 1-2 horas dependiendo del tipo de instalación. Cuando se realiza a temperaturas inferiores a 27 °C se habla de batido en frío. De este modo se conservan mejor las características nutricionales y sensoriales del aceite de oliva.



En esta etapa puede incorporarse un coadyuvante como el microtalco (silicato de magnesio hidratado) para facilitar la extracción en el caso de aceitunas con mucha humedad, por ejemplo. Este producto absorbe el agua de la pasta favoreciendo la coalescencia de las gotitas de aceite y se añade al 0,5-2%, siendo un producto autorizado. También pueden añadirse enzimas pectinasas, celulasas y hemicelulasas que degradan las envolturas celulares y pueden aumentar el rendimiento de la extracción. Estos productos no están autorizados en todos los países

En la Tabla 1 se observa el efecto de distintos parámetros del batido en las características físico- químicas y sensoriales del aceite oliva.

Tabla 1. Influencia de distintos parámetros del batido en las características físico-químicas y sensoriales del aceite de oliva.

Parámetros batido	Rendimiento extracción	Parámetros físico- químicos	Fenoles	α -tocoferol	Estabilidad oxidación	Componentes volátiles	Parámetros sensoriales
Tiempo	Aumenta			Disminuye	Disminuye	Aumenta	
Temperatura	"	Aumenta	Disminuye			Disminuye	
Atmósfera	"		Aumenta				Aumenta
Coadyuvante:							
Talco	"						
Agua	"		Disminuye				
Enzimas	"		Aumenta	Aumenta	Aumenta		
Carbonato cálcico	"						

La siguiente etapa es la separación del aceite de la fase líquida acuosa y de la fase sólida. Esta operación se realiza por centrifugación aprovechando la diferencia de densidad entre el agua, el aceite y el orujo. Se realiza en centrífugas horizontales denominadas decánter que constan de un tornillo sinfín y una carcasa y con diferentes salidas para las distintas fracciones. La pasta tras la batidora pasa en continuo al decánter para la separación sólido- líquido. Inicialmente los decánter eran de tres fases separándose el aceite y dos subproductos, el alpechín,



subproducto líquido formado por agua de constitución del fruto y de procesado (que se añade para fluidificar la masa) y el orujo que es el subproducto sólido formado por restos de piel, hueso, etc. La eliminación de los alpechines generaba un problema medioambiental, por lo que se desarrollaron los decánter de dos fases. En éstos se obtiene el aceite de oliva y un subproducto denominado alpeorujo que es la mezcla de orujo y alpechín y también se denomina orujo húmedo. De este modo se genera una menor cantidad de efluentes líquidos. Además, no requieren adición de agua y los aceites obtenidos tienen mayor contenido en polifenoles.

El aceite así obtenido pasa por un vibrofiltro y todavía contiene restos de humedad y pequeñas cantidades de materia orgánica por lo que debe pasar por otro sistema de separación líquido- líquido. En este caso se realiza una centrifugación vertical a 6500 rpm y dentro de un rotor de platillos se separa el aceite del agua, sólidos finos e impurezas. De aquí el aceite de oliva pasa a la bodega donde se debe almacenar el aceite de oliva preferiblemente en depósitos de acero inoxidable de fondo inclinado ó fondo cónico donde se pueden depositar restos de materia orgánica. En estos depósitos pueden realizarse trasiegos para ir limpiando el aceite. Estos depósitos disponen de un grifo para el envasado del aceite y de un nivel exterior. Normalmente, para evitar la oxidación, en el espacio de cabeza se inyecta nitrógeno para desplazar al oxígeno e inertizar. La bodega debe estar a unos 15 °C para conservar el aceite de la mejor forma posible. El ideal es disponer de varios depósitos donde poder almacenar en función de variedad, grado de maduración, estado sanitario, productor, etc. Si se cuenta con pocos depósitos de gran tamaño será muy difícil separar aceites de distintas características.



Previamente al envasado el aceite de oliva debe ser filtrado en filtros de celulosa, tierra de diatomeas, etc para eliminar restos de materia orgánica que pudieran deteriorar el aceite, particularmente si va a conservarse durante un largo período de tiempo.

Si el aceite no se filtra deberá consumirse en un periodo corto de unos pocos meses. Tras el filtrado, el aceite de oliva puede ser envasado para su comercialización. Los envases más adecuados son los que le preserven del oxígeno, de la luz, altas temperaturas y metales. Todos estos factores pueden acelerar la oxidación del aceite. Los mejores envases son de vidrio o plástico oscuro para proteger de la luz, o incluso tipo Tetra- Brik o lata. También es un envase muy apropiado, aunque precisa de una envasadora específica, el envase bag- in- box, donde una bolsa de aluminio está dentro de una caja y se hace vacío al abrir un grifo que incorpora. En todos los casos el almacén donde se guardan los productos envasados estará a una temperatura entre 15 - 20 °C. En el momento del envasado se indicará en el aceite la fecha de consumo preferente que normalmente es de 18 meses.



EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL ACEITE DE OLIVA

El panel de cata

La copa de cata

La sala de cata

Las fases de la cata

Los atributos positivos y negativos

La ficha de la cata y la clasificación de los aceites

Ana Cristina Sánchez Gimeno

Facultad de Veterinaria- Universidad de Zaragoza
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Área de Tecnología de los Alimentos
Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2, Universidad de Zaragoza-CITA



EL ANÁLISIS SENSORIAL DEL ACEITE DE OLIVA

El análisis sensorial o cata de aceite de oliva es necesario para la clasificación del aceite de oliva en diferentes categorías comerciales.

El panel de cata

Para la cata del aceite de oliva se exige un número de 8 a 12 catadores seleccionados y entrenados y un jefe de panel, siendo conveniente disponer de algunos catadores más en reserva, para cubrir posibles ausencias.

La copa de cata

La copa oficial para la cata del aceite de oliva es de color azul ó rojo (figura 1) porque el color del aceite de oliva no es un atributo de calidad. Consta de una copa de dimensiones determinadas y un vidrio de reloj para cubrirla. En el interior de la copa se deben colocar 14-16 ml de aceite, o bien 12,8-14,6 g que se debe calentar a 28 °C para facilitar la salida de compuestos volátiles. Pueden utilizarse para este fin calentadores de copas o calentar en la palma de la mano. Cada copa deberá estar marcada con un código numérico o alfanumérico aleatorio.



Figura 1. Copa de cata oficial del aceite de oliva (A. C. Sánchez)

Existen otros tipos de vasos de cata no normalizadas de plástico ó materiales similares para realizar otro tipo de catas.



Figura 2. Copas de cata de aceite de oliva de plástico (A. C. Sánchez)



La sala de cata

La sala de cata deberá estar a una temperatura comprendida entre los 20° y los 25° C. Esta sala es conveniente que esté próxima a la zona de preparación de muestras o cocina (Figura 3).



Figura 3. Zona de preparación de muestras (A. C. Sánchez)

La cata debe realizarse en cabinas de cata independientes donde los catadores están concentrados (figura 4). La cabina de cata debe disponer de:

- ficha de cata (véase figura 6) en papel o en formato electrónico
- bolígrafo
- bandeja con rodajas de manzana y/o agua con o sin gas y/o tostadas
- escupideras



Figura 4. Cabinas de cata y material necesario (A. C. Sánchez)

Normas generales para los catadores

Los catadores deben abstenerse de fumar y de beber café al menos 30 minutos antes de la cata. Asimismo, no deberán haber utilizado ningún perfume, cosmético o jabón cuya fragancia persista. Se usarán jabones no perfumados para el lavado de las manos.



Las fases de la cata

La cata se debe realizar en tres fases (Figura 5)

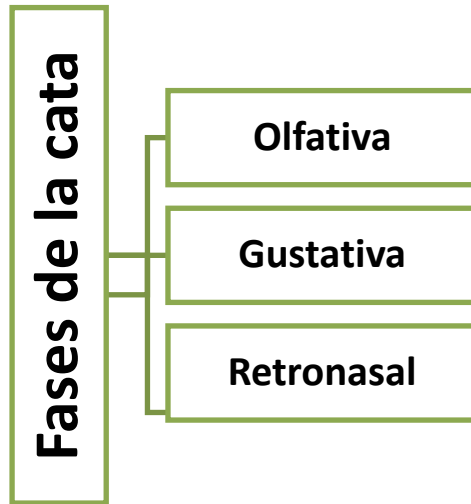


Figura 5. Fases de la cata del aceite de oliva

-Fase olfativa: Los catadores tomarán la copa, cubierta con su vidrio de reloj, la inclinarán ligeramente, y en esta posición le darán un giro total para mojar lo más posible la superficie interior. Después separarán el vidrio de reloj y procederán a oler la muestra.

-Fase gustativa: Una vez realizado el ensayo olfativo, los catadores procederán a evaluar las sensaciones bucales en la lengua para percibir el amargo en la base de la lengua y otros sabores o astringencia.



Para ello tomarán unos 3 ml de aceite y lo distribuirán por toda la cavidad bucal, ya que la percepción de los sabores se hace con distinta intensidad según las zonas de la lengua y el paladar y la garganta.

Debe insistirse en que el aceite se extienda por la parte posterior de la lengua. Si no se procede así, en algunos aceites ambos estímulos pueden pasar inadvertidos o el amargo quedar oculto por el picante.

-Fase retronasal: Sensación conjunta olfato-gustativa por vía retronasal y táctil. Las inspiraciones cortas y sucesivas, introduciendo aire por la boca, permiten percibir por vía retronasal los componentes volátiles aromáticos, al forzarse el uso de esta vía.

La sensación táctil del picante también debe tomarse en consideración, por lo que conviene tragar el aceite.

La valoración organoléptica de un aceite de oliva virgen debe hacerse evaluando un máximo de cuatro muestras por sesión, con un máximo de tres sesiones diarias.

Se recomienda el uso de un pequeño trozo de manzana de unos 15 g, que, después de masticado, puede ser vertido al escupidor, procediendo seguidamente a enjuagarse con un poco de agua para limpiar la boca entre muestra y muestra.



Los atributos positivos y negativos

La cata oficial del aceite de oliva contempla la valoración de atributos positivos y/o negativos ó defectos en una escala de 0 a 10.

Los atributos positivos son:

- Frutado: Conjunto de sensaciones olfativas características del aceite, dependientes de la variedad de las aceitunas, procedentes de frutos sanos y frescos, verdes o maduros, y percibidas por vía directa y/o retronasal.
- Amargo: Sabor elemental característico del aceite obtenido de aceitunas verdes o en envero. Se percibe en las papilas circunvaladas de la uve lingual.
- Picante: Sensación táctil de picor, característica de los aceites obtenidos al comienzo de la campaña, principalmente de aceitunas todavía verdes. Puede ser percibido en toda la cavidad bucal, especialmente en la garganta.

Los **atributos negativos** o defectos pueden deberse a una mala materia prima, mal procesado o mala conservación y son:

- Atrojado/borras: Flavor característico del aceite obtenido de aceitunas amontonadas o almacenadas en condiciones tales que han sufrido fermentaciones anaerobias o del aceite que ha estado en contacto con lodos de decantación en trujales y depósitos.



- Moho-humedad-tierra: Flavor característico del aceite obtenido de aceitunas con mohos y levaduras por haber permanecido amontonadas con humedad, o aceite obtenido de aceitunas recogidas con tierra y que no han sido lavadas.
- Avinado-avinagrado: Flavor característico de algunos aceites que recuerda al vino o vinagre debido a fermentaciones acéticas.
- Ácido-agrio: Flavor debido fundamentalmente a un proceso fermentativo aerobio de las aceitunas o de los restos de pasta de aceitunas en capachos que no han sido limpiados adecuadamente, que da lugar a la formación de ácido acético, acetato de etilo y etanol.
- Rancio: Flavor de los aceites que han sufrido un proceso oxidativo intenso.
- Aceituna helada (madera húmeda): Flavor característico de aceites que han sido extraídos de aceitunas que han sufrido un proceso de congelación en el árbol.
- Otros atributos negativos: Cocido o quemado/ Heno-madera/ Basto/ Lubricante/ Alpechín/ Metálico/ Esparto/ Gusano, etc.



La ficha de cata y la clasificación de los aceites

La ficha de cata del aceite de oliva (figura 6) recoge las puntuaciones de los atributos positivos y/ o defectos en una escala no estructurada de 0 a 10 cm. El jefe de panel recogerá las fichas de cata de cada uno de los catadores y medirá con una regla las valoraciones haciendo equivaler cada centímetro a un punto. Posteriormente deberá introducir los datos de la valoración de cada catador en un programa informático.

El aceite se clasifica en las siguientes categorías en función de la mediana de los defectos (del defecto de mayor intensidad) y de la mediana del atributo frutado (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación comercial de los aceites de oliva en función de parámetros sensoriales.

Categorías	Puntuación
Aceite de oliva virgen extra	Mediana frutado mayor de 0 Mediana defectos igual a 0
Aceite de oliva virgen	Mediana frutado mayor de 0 Mediana defectos 0-3.5
Aceite de oliva virgen corriente	Mediana defectos 3.5- 6 o Mediana defecto menor 3.5 y mediana frutado igual a 0
Aceite de oliva virgen lampante	Mediana defecto mayor de 6



En la Unión Europea las categorías comerciales son virgen extra (mediana de frutado mayor de 0 y mediana defectos igual a 0), virgen (mediana de frutado mayor de 0 y mediana defectos 0- 3.5) y lampante (mediana defecto mayor de 3,5).

COIT.20/Doc. n.º 15/Rev. 10
Página 13

Figura 1

FICHA DE CATA DE ACEITES DE OLIVA VÍRGENES
INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN DE LOS DEFECTOS:

Atrojado/borras:	_____
Moho-humedad-tierra	_____
Avinado/avinagrado	_____
Ácido/agrio	_____
Aceituna helada (madera húmeda)	_____
Rancio	_____
Otros atributos negativos	_____
	Metálico ☐ Heno seco ☐ Gusano ☐ Basto ☐
Descriptor	Salmuera ☐ Cocido o quemado ☐ Alpechín ☐
	Esparto ☐ Pepino ☐ Lubricante ☐

INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS POSITIVOS:

Frutado	_____
	Verde ☐ Maduro ☐
Amargo	_____
Picante	_____

Nombre del catador
Código de la muestra
Fecha
Observaciones

Código del catador
Firma

Figura 6. Ficha de cata del aceite de oliva



LA PODA DEL OLIVO

Objetivos de la poda

Etapas en la vida del árbol

Tipos de poda

Consideraciones generales de la poda

Plantación nueva

Técnicas de plantación

Rodrigo Alonso Pinzón Díaz y Gonzalo Esteban Sánchez

Universidad de Extremadura, Escuela de Ingenierías Agrarias
Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal



LA PODA DEL OLIVO

Objetivos de la poda

Los objetivos de la poda del olivo de manera general son los siguientes: formar el árbol de una manera adecuada, garantizar una producción óptima, obtener una aceituna de mayor calidad y ayudar a incrementar el rendimiento obtenido.

Etapas en la vida del árbol

Para saber qué tipo de poda debemos realizar, en primer lugar, se debe identificar en que etapa nos encontramos, diferenciando las siguientes situaciones:

- **Etapas juvenil:** intenso crecimiento vegetativo, ausencia de producción de frutos. Se realiza **poda de formación**.
- **Etapas adulta:** reproducción y gran producción, equilibrio con crecimiento vegetativo. Se realiza **poda de producción**.
- **Etapas vejez:** decadencia de producción y decadencia de crecimiento vegetativo. Se realiza **poda de renovación**.



Tipos de poda

Poda de formación: durante la etapa juvenil, podar muy poco. La planta debe tener un solo tronco vertical, para esto puede ayudarse de una estaca o tutor con protector. La altura del tronco se busca en torno a 0,8 - 1,1 metros sobre el suelo. Se buscará una adecuada estructura de copa, armada sobre tres ramas principales, bien distribuidas en el espacio o dos ramas bifurcadas dicotómicamente. Se busca hacer las mínimas intervenciones posibles de poda para conseguir mantener un buen equilibrio entre la parte aérea y la radicular. Debemos conseguir una buena iluminación del conjunto de la copa.



Figura 1. Olivo en etapa juvenil, poda de formación (R. Alonso y G. Esteban)



Poda de producción: durante la etapa adulta productiva, poda ligera bianual, menor del 20%. Se debe respetar la tendencia natural de la variedad. Hay que mantener el equilibrio del olivo con elevada relación entre hoja y madera. Se realiza el aclareo de ramillas chupones para eliminarlos. Se produce la eliminación de alguna rama envejecida y entrecruzada. Se debe evitar aclareos fuertes de rama fina (desequibran relación hoja/madera). Se debe evitar la dominancia de unas hojas sobre otras y suprimir o desviar las ramas excesivamente largas.



Figura 2. Olivo en etapa adulta, poda de aclareo y/o producción (R. Alonso y G. Esteban)

Poda de renovación: durante la vejez, poda severa espaciada, menor del 50%. El olivo tiene una gran capacidad de autorregenerarse, dada la abundancia de yemas latentes que tiene en la madera vieja y que, estimuladas debidamente por la poda, evolucionan como las yemas normales de madera. Para poder saber si el olivo se encuentra en esta fase de envejecimiento y necesita una poda de renovación podemos observar los siguientes síntomas: desequilibrio en la relación



hoja/madera, descenso de las cosechas medias, mayor alternancia de las producciones, empeoramiento de la calidad de los frutos. La renovación se puede hacer de varias formas, eligiendo la más conveniente en cada caso, teniendo en cuenta el estado del árbol, la variedad y la experiencia del podador, podemos aplicar alguna de las siguientes:

- Poda de renovación parcial: se rejuvenece mediante una poda severa una parte del árbol y posteriormente la otra. Se dejan algunas ramas principales en producción y se poda el resto, dándole una forma adecuada al árbol. Con ramificaciones que busquen tener una buena aireación del árbol y luminosidad adecuada.
- Poda de renovación total: se realiza un descabezado total del árbol para conseguir una estructura sobre ramas principales y orientado a tener una distribución de ramas correctas desde los brotes nuevos.



Figura 3. Olivo en etapa de vejez, poda de renovación (R. Alonso y G. Esteban)



Figura 4. Recuperación olivar tradicional con poda de renovación (R. Alonso y G. Esteban)

Tras realizar la poda, debemos buscar dos cosas principales:

- Iluminación: debemos eliminar aquellas ramas que solapan o den excesiva sombra a otras.
- Aireación: debemos buscar que el árbol esté aireado para evitar altas humedades que pueden desencadenar en consecuencias negativas para el árbol.



Un truco sencillo que puede realizarse es ponerse junto al tronco principal con la cámara interna del móvil mirando hacia arriba y realizar una fotografía, posteriormente, tras la poda, puede realizarse otra foto y debe verse el cielo.



Figura 5. Antes (izquierda) y después (derecha) de la poda para asegurar iluminación y aeración (R. Alonso y G. Esteban)

Las incisiones practicadas sobre ramas gruesas o tronco facilitan la renovación de los olivos cargados de madera sin necesidad de recurrir a podas demasiado severas. No se debe esperar hasta el momento en que todo el árbol esté envejecido, sino que se empezará a partir de las ramas que muestren los primeros síntomas de envejecimiento o decadencia.



Consideraciones generales de la poda

El olivo fructifica normalmente en las brotaciones producidas en el año anterior. Tenemos al mismo tiempo la cosecha del año y la de la próxima campaña.

Un corte de aclareo mejora la iluminación de las ramas que quedan en el árbol y que estaban situadas cerca de la eliminada. Estas ramas, por tanto, mejoran su nutrición y a la larga su floración y fructificación.

El corte de rebaje favorece la brotación de las yemas presentes en la parte conservada de la rama, con lo cual disminuye la iluminación de las ramas próximas a la rebajada.



Figura 6. Aclareo y rebaje realizado en una poda de olivo.

(<https://acorral.es/malpiweb/florayfauna/olivo.html>)

Los cortes no deben hacerse ni demasiado cerca de la rama madre ni demasiado lejos dejando un “tocón” que cicatriza difícilmente y puede acabar pudriéndose.



Para realizar el corte, primero se realiza un corte por abajo en una zona más separada de donde queremos hacer el corte final, posteriormente cortamos la rama en esta zona donde hemos realizado el primer corte realizando un corte de arriba hacia abajo. De esta manera se evita que se parta la rama por la zona que queremos podar definitivamente. Una vez quitada gran parte de la rama, realizamos un corte de arriba hacia abajo en la zona deseada, ni muy cerca ni muy lejos de la rama madre, sin dejar “tocón”.

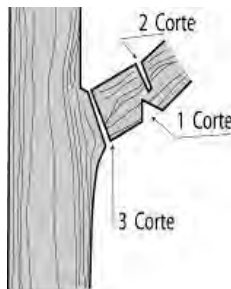


Figura 7. Ilustración y fotografía indicando lugar de corte. (Izquierda https://www.cnfl.go.cr/contenido/documentos/direccion_comercializacion/politicas/m anual-podas-lineas-electricas.pdf, Derecha R. Alonso y G. Esteban)



Tipos de tijeras:

- Tijeras de poda bypass: dos hojas muy afiladas que funcionan como tijeras, este tipo es muy adecuado para plantas con tallos tiernos y huecos.
- Tijeras de poda de yunque (una hoja muy afilada y un bloque plano). El tallo descansa sobre el bloque plano y la hoja cae sobre él para cortarlo. Este tipo de tijeras es muy apropiado para plantas y arbustos con ramas leñosas.
- Tijeras de poda a dos manos: pensadas para las ramas más gruesas. Posible ajustar la longitud de los mangos.
- Tijeras corta-ramas de altura: ramas con mayor altura.
- Tijera de poda eléctrica: mayor comodidad, precisión, velocidad de poda. Corte más limpio.
- Sierra de podar: sierra de hoja estrecha, seguetas, motosierra, serrote (eléctrico o manual).

Cuando se realizan podas en momentos que pueden ser delicados para posibles enfermedades (mucha humedad), pueden realizarse la impregnación de la zona cortada con compuestos ricos en hierro o cobre.

Se debe podar una vez finalizada la recolección, esta dependerá del destino de la producción, siendo antes la recolección para aceituna de mesa, por lo que se podará antes que las destinadas a aceite. Dependerá de cada zona, pero se recomienda realizar la poda una vez finalizada la recolección.



Plantación nueva

Debemos atender a los siguientes condicionantes de cara a ver la viabilidad de una plantación nueva:

- Clima: inviernos suaves, otoño y primaveras lluviosos y veranos secos cálidos y muy luminosos.
- Luz: la mejor orientación es que las filas estén en norte-sur.
- Agua: necesita una pluviometría bien distribuida (otoño, invierno y primavera) de unos 500 - 600 litros/m².
- Suelo: profundos (80 centímetros mínimo), textura franco-arenosa, PH neutro o algo ácido.
- Orografía: terrenos llanos, según las curvas de nivel, bancales o terrazas.
- Mecanización: factor muy relevante ya que este hecho obliga a mantener una separación entre líneas que posibilite el paso de la maquinaria. Dependiendo de la maquinaria disponible o si se realizan las labores a mano se planteará una distribución de la plantación adecuada.

Líbano tiene unas condiciones similares a España en general óptimas para el desarrollo adecuado del cultivo del olivo.



Diseño de plantación

Debemos tener en cuenta:

- La densidad de plantación: debemos tener en cuenta el número de árboles por hectárea, si las condiciones edafoclimáticas responden, la tendencia es tener una densidad de plantación alta donde pueda ser mecanizado el proceso.
- Marcos: el marco de plantación rectangular es el más apropiado.
- Variedad: dependerá del objetivo del producto si es de mesa o para aceite.
- Recolección: puede ser manual o mecanizada.
- Mecanización: va a realizar un proceso más cómodo, siempre analizando la posibilidad dentro del terreno y la viabilidad económica.
- Riego: teniendo en cuenta el clima, aumenta siempre la producción, dentro de la disponibilidad.

Los riegos pueden ser:

Riego por goteo o localizado, por superficie o gravedad, subterráneo, aspersión o microaspersión. El riego por goteo o localizado, así como subterráneo suele considerarse una buena opción para la eficiencia de agua.



Riego en función del ciclo:

Reposo invernal

Riego: poco o ningún riego.

Justificación: durante esta etapa, el olivo se encuentra en reposo vegetativo y sus necesidades hídricas son mínimas. Las lluvias invernales suelen ser suficientes para mantener la humedad necesaria en el suelo.

Crecimiento vegetativo (crecimiento de inflorescencias, floración y cuajado)

Riego: moderado a abundante.

Justificación: esta es una etapa crítica que incluye el crecimiento de nuevas hojas y brotes, así como la formación de las flores y el cuajado de los frutos. El suministro adecuado de agua es crucial para asegurar un buen desarrollo vegetativo y una floración exitosa. La falta de agua durante esta etapa puede afectar negativamente la cantidad y calidad de la cosecha.

Parada estival (endurecimiento del hueso)

Riego: Reducido o moderado.

Justificación: En esta etapa, el olivo está en una fase de endurecimiento del hueso y sus necesidades de agua son menores. El riego excesivo puede llevar a problemas de asfixia radicular y favorecer enfermedades.



Es importante mantener un equilibrio, evitando tanto el estrés hídrico severo como el exceso de agua.

Crecimiento post-estival (crecimiento del fruto e inicio de envero)

Riego: Abundante.

Justificación: Durante esta fase, los frutos crecen y comienzan a madurar (envero). Un suministro adecuado de agua es esencial para el desarrollo del tamaño del fruto y para asegurar una buena calidad de la aceituna. La falta de agua en esta etapa puede reducir el tamaño del fruto y afectar negativamente la calidad del aceite.

Una vez terminado el crecimiento post-estival empieza de nuevo el reposo invernal, repitiéndose el ciclo.

Técnicas de plantación

Preparación del terreno:

- Subsulado: rompe el subsuelo, permitiendo el desarrollo radicular.
- Arado: voltea la tierra permitiendo su oxigenación.
- Abonado: P, K, estiércol.
- Replanteo: señalar la posición donde van a colocarse los árboles en el campo.



Tratamiento de las plantas:

- El material utilizado es un plantón de vivero con un buen sistema radicular, con una altura de 1 m y de una edad comprendida entre 1 - 1,5 años.
- Regarlo (para que se unan las raíces al suelo).
- El plantón debe estar sano, con un solo pie y hay que eliminarle las brotaciones bajas.
- Los plantones deben ser entutorados correctamente durante 2-3 años.
- Es necesaria la colocación sobre los plantones de protectores frente a los roedores, nos permite aplicar herbicidas si fuese necesario e impide el crecimiento de brotes en esa zona.

Época de plantación:

- Climas templados: noviembre o diciembre.
- Climas fríos: febrero o marzo para evitar heladas y coincidir con la actividad vegetativa o en cualquier momento de la primavera o verano.



PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL OLIVO

Plagas más importantes del olivo

Mosca de la aceituna (*Bractocera oleae*)

Barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabaeoides*)

Escarabajo picudo del olivo (*Otiorrinchus criбилиoris*)

Prays del olivo (*Prays oleae*)

Enfermedades más importantes del olivo

Repilo u ojo de pavo del olivo (*Spilocaea oleaginea*)

Tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi*)

Recomendaciones

Bibliografía

Fulgencio Honorio Guisado y Damián Fernández Rodríguez

Universidad de Extremadura

Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal



PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL OLIVO

En este documento se describen las plagas y enfermedades más importantes del olivo observadas en las visitas realizadas a Líbano, los aspectos más relevantes de su ciclo biológico, la incidencia en la calidad de la aceituna y cómo realizar su seguimiento y control.

Como complemento a la poda, fertilización y mantenimiento del suelo, existen varios **métodos para controlar las plagas y enfermedades** como son:

Métodos culturales: aquellos que se realizan como mantenimiento del olivar como es la poda y las labores del suelo.

Métodos biotecnológicos: como son el empleo de trampas y el uso de feromonas o atrayentes para capturar insectos.

Métodos químicos: mediante el empleo de plaguicidas, como son los fungicidas o insecticidas.

Y por último el **control biológico**, mediante el mantenimiento de una cubierta vegetal en las calles de los olivos, que sirva de refugio a los insectos beneficiosos para que nos ayuden a controlar las plagas.

Es importante remarcar que para un buen control de las plagas y enfermedades es necesario acompañar los métodos de control con las prácticas culturales de mantenimiento del olivo (poda, fertilización, mantenimiento del suelo, etc.) adecuadas, así como realizar el seguimiento del desarrollo del olivo durante todo el año, es decir mediante la observación de la fenología.



Fases Fenológicas del olivo

Fases de "A a I" según Colbrant y Fabre, 1975 .Modificada por Vanesa Aybar. (INTA)



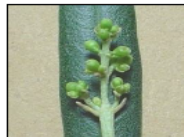
A - Estado inercial: las yemas terminales y axilares se encuentran en estado de reposo



B - Brotación: las yemas terminales y axilares muestran un inicio de alargamiento.



C - Formación del racimo floral: empiezan a distinguirse los botones florales.



D - Hinchamiento del botón floral: Los botones florales se hinchan y se distingue un pedicelo corto. Las brácteas de la base se separan del botón floral.



E - Diferenciación de corolas: Se distinguen claramente el cáliz y la corola. Los pedicelos florales se separan del eje del raquis.



F - Inicio de floración: las primeras flores se abren, después de que las corolas pasan de verde a blanco.



FI - Plena floración: la mayoría de las flores de la inflorescencia se abren.



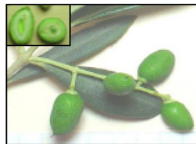
G - Caída de pétalos: los pétalos pardo se caen. Ellos pueden subsistir un cierto tiempo en la inflorescencia.



H - Cuajado de frutos: se distinguen los frutos jóvenes sobrepasando el cáliz.



I - Crecimiento del fruto: los frutos que persisten se agrandan para alcanzar el tamaño de un grano de trigo.



J - Endurecimiento del carozo: Cuando los frutos no pueden ser penetrados por su extremo pistilar.

• Un estado es tal, cuando mas del 50% de los órganos involucrados responden a esa definición.

Fuente: fenología del olivar - Proyecto Regional Olivo - CR INTA Catamarca - La Rioja - 2006.

El seguimiento de la fenología es importante pues sirve para relacionar las plagas y enfermedades con los estados fenológicos y asociarlos por fechas, para así también poder prevenir y realizar los controles necesarios con mayor eficacia.



Plagas más importantes del olivo

Mosca de la aceituna (*Bractocera oleae*)

El adulto es fácilmente reconocible por el triángulo de color marfil que tiene en el dorso (Figura 1).



Figura 1: Adulto de la mosca de la aceituna, en este caso una hembra, reconocible por el ovopositor al final del abdomen (www.phytoma.com)

Es importante reconocer la aceituna cuando está recién picada, presenta una hendidura superficial bajo la piel de la aceituna, a modo de punta de cuchillo. En este orificio está la puesta de la mosca en forma de huevo (Figura 2).



Figura 2: Picadura o incisión realizada con el ovopositor en la epidermis de la aceituna (izquierda y centro y orificio de salida del adulto (derecha) (F. Honorio)



Desde finales de julio a primeros de agosto se ven las primeras aceitunas picadas a la llegada del envero, no envera la picadura. Cuando se producen condiciones de bajadas de temperatura, días frescos en agosto o bien días de niebla, existe una mayor probabilidad de ser atacadas las aceitunas por la mosca puesto que le favorecen, por el contrario, si hay altas temperaturas en agosto le perjudica a la mosca y habrá menos daños. El conocer las condiciones meteorológicas en este mes es importante para saber si puede esperar más o menos aceitunas picadas en la recolección. El orificio de salida es mayor y suele dejar un trocito de la piel a modo de pestaña. La mosca suele tener de 2 a 5 generaciones.

La larva de la mosca se come la pulpa de la aceituna y la pudre (Figura 3), posteriormente esta aceituna se suele caer al suelo. Las aceitunas con larvas de mosca dan aceites con mayor acidez.



Figura 3: Larva de mosca en aceituna y pudrición de ésta. Aceituna con orificios de puesta (pequeños) y de salida del adulto (grandes) (F. Honorio)

Para el control se realizan tratamientos con insecticida sintéticos o biológicos (*Bacillus thuringiensis*, piretrinas naturales, etc), repelentes (caolín) desde finales de agosto a mediados de septiembre (Figura 4), aunque esto depende de cómo sea la climatología de cada año. La mosca pasa el invierno enterrada en el suelo, por lo que las labores



superficiales con gradas de púas o discos las descubre y las hace vulnerables al frío y a que se las coman las aves y otros insectos.

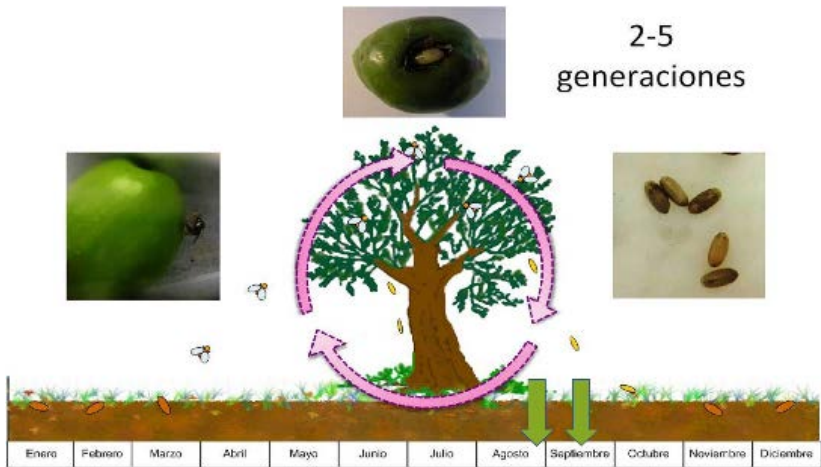


Figura 4: Ciclo de la mosca de la aceituna y momento de tratamiento indicado con flechas (RAIF, Junta de Andalucía)

Se colocan botellas cebadas con fosfato diamónico al 4%, trampas engomadas de color amarillo para su captura o trampas tipo delta cebadas con feromona sexual (Figura 5) para valorar los niveles de su población. Estas trampas son muy útiles para detectar el momento de la presencia y bajar los niveles de plaga.



Figura 5: Arriba: trampa con fosfato diamónico (izquierda), trampa amarilla pegajosa (centro) y fabricación de botella trampa (derecha). Abajo: Tapa delta cebada con feromona sexual y las capturas de adultos (F. Honorio)

Para obtener aceite de calidad es muy importante no realizar:

- ✓ No recoger aceitunas del suelo, picadas por la mosca (Figura 7).
- ✓ No almacenarlas en sacos.
- ✓ El día que se recoge se lleva a la almazara (Figura 6).
- ✓ Programar la recogida por zonas para no almacenarla en la almazara.
- ✓ No almacenar en la almazara, en la tolva de almacenamiento como máximo puede estar entre 12 a 24 horas, según condiciones de humedad y temperatura (Figura 7).
- ✓ El momento óptimo de recolección para hacer aceites de calidad es al envero.



Figura 6: Descarga y almacenamiento de aceitunas. Derecha, aceitunas recolectadas en momento óptimo (F. Honorio)

- ✓ Se recomienda, en caso de esperar aceituna picada, un adelanto de la recolección.
- ✓ Si dejamos que la aceituna madure toda (negra), hay más posibilidad de que esté dañada por la mosca y además no se mejora la calidad del aceite.



Figura 7: Separar las aceitunas del árbol de las del suelo mejora la calidad del aceite. La calidad del aceite se devalúa por la recolección en el suelo. Fuente: Izquierda www.eldiario.es, centro <https://www.agenciasinc.es> y por el almacenamiento de la aceituna (D. Fernández)

Barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabaeoides*)

Es un pequeño escarabajo de apenas 3 milímetros. Es importante saber que para completar su ciclo biológico necesita de leña de poda de la que se alimentarán las larvas.

Para hacer el seguimiento basta con colocar una rama de unos 3



centímetros de diámetro en un lugar accesible, sobre esta rama vemos sobre marzo orificios con serrín (Figura 8) que provocan los adultos y es donde harán la puesta, las larvas se alimentan de esta rama de poda durante unos dos meses.



Figura 8: Arriba: Adulto y ciclo del barrenillo (RAIF, Junta de Andalucía) Abajo: Orificios con serrín por la entrada de adultos (izquierda), orificios sin serrín por los nuevos adultos (centro) y galerías realizadas por las larvas (derecha) (F. Honorio)

Los nuevos adultos que salen y dejan orificios sin serrín (Figura 8) se dirigen al olivar para alimentarse de las ramitas finas (brotes nuevos, donde estará la producción del año que viene) originando orificios en estas (Figura 9), por lo que acaban secando, con la consiguiente pérdida de cosecha.



Figura 9: Galería nutricia en primavera (izquierda). Orificios en ramo (centro) y ramas decaídas por la galería nutricia (derecha) (F. Honorio)

El control consiste en no dejar almacenada leña de poda (Figura 10), debiéndose destruir picándola o quemándola siempre antes de que aparezcan orificios sin serrín (Figura 8) en la rama que usamos para realizar el seguimiento.



Figura 10: Los restos de podas no se deben de almacenar en áreas cercanas a plantaciones de olivos (F. Honorio)

*Escarabajo picudo del olivo (*Otiorrinchus criбилиoris*)*

Es un escarabajo de color oscuro que pasa la mayor parte de su vida enterrado en el suelo. Tiene dos épocas en las que se alimenta de las hojas del olivo (Figura 11) por la noche y subiendo por el tronco, puesto que no puede volar, en primavera y otoño.



Figura 11. Típicos síntomas de hojas festoneadas en forma de media luna (izquierda y derecha) ocasionados por el adulto (centro)

Son especialmente sensibles los olivos recién trasplantados o jóvenes en los que la defoliación puede ser intensa. Para su control se pueden realizar pases superficiales con aperos para desenterrarlos en invierno/primavera y así son expuestos a las aves para que se los coman y a las bajas temperaturas. Podemos hacer tratamientos con insecticidas dirigidos al suelo y tronco del olivo durante la primavera cuando empiezan a salir del suelo para alimentarse, también a partir de las primeras lluvias otoñales, que es la otra época que se alimentan de las hojas del olivo (Figura 12).

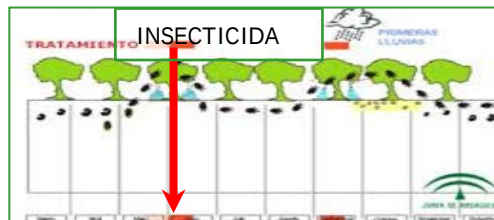


Figura 12. Ciclo del escarabajo picudo del olivo (RAIF, Junta de Andalucía)

Otro método de control es colocar protectores de troncos o bien colocar a modo de sombrero o embudo invertido, o grasa consistente alrededor del tronco para evitar que suban (Figura 13).



Figura 13. Cintas untadas con grasa, izquierda y centro (www.greenagri.com)

Derecha: protector en árbol joven (www.plastyagro.com)

Prays del olivo (*Prays oleae*)

Se trata de una micromariposa cuya oruga se alimenta del hueso de las aceitunas. Sobre junio en tamaño de guisante o garbanzo de la aceituna, es cuando penetra en el hueso, provocando que parte de los frutos se caigan. Los que no se caen y están picados permanecen en el árbol. Cuando la larva se hace grande y abandona el fruto a mediados de septiembre provoca la caída de las aceitunas picadas al suelo. En esa época la aceituna tiene un tamaño casi definitivo, provocando pérdidas de cosecha. Para realizar el seguimiento de esta plaga se utilizan trampas tipo delta cebadas con feromona sexual (Figura 14).

Podemos comprobar que la aceituna que está caída en el suelo o la que todavía está en el olivo y es dañada por el prays, cuando observamos el orificio en el hueso y que podemos perforar con un alfiler (Figura 14).



Figura 14. Hueso de aceituna con orificio provocado por la larva de prays. Trampa tipo delta para realizar el seguimiento (F. Honorio)

Tiene tres generaciones en el olivo cada una en un órgano diferente, flor, fruto y hoja. Es en esta última donde la larva pasa el invierno, produciendo galerías en las hojas (Figura 15).



Figura 15. Hojas comidas por la larva de prays en otoño-invierno por el haz y envés (derecha) (F. Honorio)

Para su control se realizan dos tratamientos con insecticida biológico como el *Bacillus thuringiensis* después de floración y con la aceituna tamaño guisante, o bien uno con insecticidas químicos a tamaño guisante de la aceituna.



Enfermedades más importantes del olivo

Repilo u ojo de pavo del olivo (*Spilocaea oleaginea*)

Se trata de la principal enfermedad del olivo, es provocada por un hongo. Los síntomas son círculos concéntricos de color amarillento y verdoso sobre las hojas (Figura 16), provocando una caída prematura de las hojas, que lo podemos apreciar observando el suelo también, ocasionando una menor producción de cosecha. La caída de hojas puede llegar a ser importante, pudiendo comprometer el desarrollo del árbol.



Figura 16. Hojas con síntomas de repilo (izquierda), hoja con ataque de repilo de otoño en primavera (centro) y hoja con repilo viejo, ya seco del año pasado (derecha) (F. Honorio)

Es importante detectar los niveles de ataque tanto en otoño como en primavera, puesto que de ello dependerá el número de tratamientos. Para ello podemos sumergir hojas de la zona de crecimiento del año y que no presenten síntomas de repilo en una solución de sosa (NaOH) al 4% durante 20 minutos a 25 °C (Figura 17), con ello podemos saber en unos minutos, el ataque que tendremos al cabo de unas semanas en el olivo, cuando el hongo se haya desarrollado dentro de la hoja. Así aceleramos la información y podemos decidir la oportunidad de realizar uno o varios tratamientos.



Figura 17. Hojas en el círculo a muestrear sin síntomas de repilo, izquierda (J. Casanova) y hojas sumergidas en una solución de sosa NaOH al 4% en las que se aprecia las manchas oscuras que serán los síntomas futuros del repilo al cabo de semanas de incubación en el árbol (derecha) (F. Honorio)

Para su control es importante mantener la copa bien aireada y soleada mediante la poda (Figura 18), lo que nos beneficia haciendo que las hojas se sequen lo antes posible, puesto que este hongo para poder penetrar en las hojas necesita de lluvias.



Figura 18. Árbol no aireado y con mayor probabilidad de tener repilo (izquierda), y árboles podados con buena aireación (centro y derecha) (F. Honorio)

Por lo tanto, deberemos tratar con cobre en los momentos que se produzcan lluvias. Es importante tener protegida las hojas nuevas puesto que de ellas dependerá la cosecha de aceitunas. Dos épocas para realizar los tratamientos con cobre pueden ser después de la



cosecha antes de las lluvias otoñales y después de la poda antes de las lluvias primaverales (Figura 19).



Figura 19. Momentos de tratamientos en periodos antes de las lluvias (F. Honorio)

El cobre debe utilizarse como preventivo, es decir para prevenir, al inicio o durante los periodos húmedos que favorezcan su aparición, lluvias (otoño, invierno, primavera), nieblas, etc. No se usa como fungicida de acción directa.

Por lo tanto, en zonas donde haya problemas, es decir que permanezcan con niebla o zonas de umbrías y zonas frescas habrá más problemas (Figura 20), por lo que deben usar el cobre con productos curativos sistémicos o penetrantes. Es decir, en el tratamiento emplear uno preventivo (cobre) y otro curativo.



Figura 20. Olivar en zona de nieblas son más propensos (izquierda) y gotas de agua condensadas en las hojas (derecha) (F. Honorio)

*Tuberculosis (*Pseudomonas savastanoi*)*

Es provocada esta enfermedad por una bacteria. Necesita de una herida en el árbol para poder penetrar e infectar. Los síntomas son verrugas que provocan la estrangulación de las ramas, desecándolas posteriormente (Figura 21). Sobre todo, en las más finas donde la estrangulación es más rápida y es donde se formarán las flores y, por tanto, la cosecha de aceitunas.



Figura 21. Verrugas provocando estrangulación de los ramos fructíferos (F. Honorio)



Por lo tanto, hay que golpear en lo menor posible las ramas del olivo en la recolección. Cuando se produzcan acciones que hagan heridas en el árbol como heladas, granizo o golpes de vareo en la recolección (Figura 22), está recomendado realizar un tratamiento con cobre posterior a ellas.



Figura 22. Después de recolección, poda o cortes de renovación es necesario realizar tratamientos con cobre. En caso de ser los cortes muy grandes se pueden pintar (Izquierda: www.hoy.es Centro: <https://www.maquituls.es> Izquierda: www.sembralia.com)

En los cortes de poda gruesos se deben proteger con una pasta o bien se puede preparar en una mochila de 15 l con pintura blanca plástica de exteriores, 2 kg y 1 kg de cobre.

Es importante recordar que la maquinaria debe ser adecuada al tamaño del árbol y a la superficie a tratar. Siempre debe estar en condiciones óptimas de uso y debe limpiarse después de usarse. No utilizar mochilas o maquinaria para realizar tratamientos de herbicidas e insecticidas, se deben tener dos. En caso necesario de compartirlas se debe lavar muy bien después de cada uso.



Recomendaciones



Debemos potenciar el **control biológico** de las plagas manteniendo una cubierta vegetal (Figura 23) en las calles de los olivos, puesto que nos ayuda a dar cobijo a los insectos beneficiosos que se alimentan de las plagas del olivo, a la vez que nos mantiene la humedad del suelo durante más tiempo.



Figura 23. La cubierta vegetal puede albergar insectos auxiliares (F. Honorio)

- 1.- **Mosca del olivo:** Realizar tratamiento con insecticida cuando veamos aceitunas picadas (julio-agosto). Si llueve, hay niebla o hace tiempo fresco en julio-agosto se puede esperar un mayor ataque de la mosca.
- 2.- **No** recoger aceituna del suelo, ni almacenarla en sacos. **El día** que se cosecha se lleva a la almazara.
- 3.- **Adelantar la recolección** al inicio del envero de la aceituna, si hay aceituna picada por la mosca.



- 4.- **Colocar mosqueros y trampas** para la captura de moscas.
- 5.- **Barrenillo del olivo:** Para controlarlo es suficiente con no dejar leña de poda almacenada, se debe destruir o quemar.
- 6.- **Escarabajo picudo:** Pulverizar la zona baja del árbol, incluido el tronco, con insecticida a final de mayo y colocar, sobre todo en los árboles jóvenes, pegado un tejadillo de plástico alrededor del tronco a modo de barrera para que no suban los escarabajos.
- 7.- **Palomilla del olivo o Prays:** Tratamiento con insecticida cuando la aceituna alcance el tamaño de guisante/garbanzo (junio).
- 8.- **Ojo de pavo o gallo:** dos tratamientos con cobre, primero antes de las lluvias de otoño y segundo antes de las lluvias de primavera.
- 9.- **Heridas de poda, granizo, heladas o golpes al varear en la cosecha:** Tratar con cobre. Desinfectar periódicamente con una disolución de lejía las tijeras y serruchos durante la poda.
- 10.- Mantener una copa **aireada y soleada** con la poda, nos ayuda a controlar las plagas y enfermedades.
- 11.- **Las labores del suelo superficiales** en invierno nos ayudan a controlar plagas.
- 12.- Mantener una **cubierta vegetal** entre líneas de los olivos es bueno para la población de insectos depredadores de las plagas.



Bibliografía

Boletín Fitosanitario de Avisos e Informaciones de la Junta de Extremadura, en <https://www.juntaex.es/w/temas/agricultura-ganaderia/sanidad-vegetal-1>

Guía de Gestión Integrada de Plagas del Olivar. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/guias-gestion-plagas/olivar/default.aspx>

Información sobre el olivo en, <http://www.infolivo.com/>

Manuales de Campo del Olivar. Red de Alerta e Información Fitosanitaria de Andalucía, RAIF. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, en <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescaaguaydesarrollorural/raif/manuales-de-campo/>

Revista Phytoma de Sanidad Vegetal, en www.phytoma.com



FERTILIZACIÓN DEL OLIVAR

Componentes de la fertilidad del olivo

Elementos esenciales para la nutrición

Carencias de nutrientes

Abonado foliar

Análisis de hojas

Análisis de suelo

Vecería

Resumen de aplicación de fertilizantes en secano

Fertirrigación

Resumen de actividades

Bibliografía

Apéndice

José Casanova Gascón

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural



FERTILIZACIÓN DEL OLIVAR

La fertilización del olivo es un aspecto muy importante para gestionar la salud del árbol y la calidad del aceite. Por ello, no es recomendable realizarla de forma rutinaria, ni aportando cantidad de fertilizantes sin un criterio agronómico. Eso genera problemas cuando producciones elevadas, en que se tiende a abonar en exceso al olivo y, lo contrario en años de baja producción. Por ello debemos buscar un equilibrio entre el aporte de abono, la calidad del aceite y de los costes de fertilización. Además de esto, existen más condicionantes para el cultivo, como son el cultivo en parcelas pequeñas, árboles grandes, cultivo en pendiente, parcelas de plantas jóvenes, etc. que condicionan el manejo del cultivo.

En general, el proceso de conocimiento del olivar empieza con la analítica del suelo y sus propiedades, dejando una cubierta vegetal, espontánea o sembrada, controlándola en períodos de competencia por el agua. La aplicación del compost, la introducción de ganado en pastoreo por el olivar, o intercalar cultivo de aromáticas mejorarán el manejo del olivar e incrementará la biodiversidad.

Componentes de la fertilidad del olivo

La absorción de nutrientes se realiza por las raíces que crecen en los primeros 50 cm del suelo para ello, es necesario que haya agua que disuelva esos nutrientes. Así que el olivo se alimenta bebiendo el agua del suelo que lleva los fertilizantes disueltos. Por ello es tan importante la época de aportar nutrientes al suelo.



Por último, es importante saber cómo se comporta un árbol a lo largo del año. El sistema radicular tiene dos fases de crecimiento a lo largo del año. La primera en primavera, que tiene un mayor crecimiento, aprovechando el agua que hay en el suelo. Luego, en verano, se detiene el crecimiento y en otoño, si ha llovido tiene un segundo período de actividad. Esos crecimientos permiten explorar más volumen de suelo (figura 1). La savia bruta (esa agua con nutrientes) sube a las hojas y allí se transforma en los productos que necesita el árbol para crecer, crear reservas y alimentar a las aceitunas. En esa época, llegamos a la recolección que coincide con la formación de las flores del año siguiente. Este aspecto es importante porque cuando recolectamos las aceitunas y están formándose las flores para el año siguiente.



Figura 1. Exploración de raíces de olivo en suelo de 5 a 50 cm (J. Casanova)



Hemos visto la absorción que realizan las raíces del suelo. Hablemos un poco del agua que contiene. Esta se encuentra dentro de los poros más pequeños que tiene el suelo. Podría decirse que el comportamiento del suelo, debido a sus poros, es el mismo que el de una esponja. Si el suelo está seco y lo mojamos por completo, después de un riego o de una lluvia si lo pisamos está pegajoso y se compacta. Al cabo de 2-3 días, ese exceso de agua se filtra y queda un suelo que se laborea fácilmente, tiene agua y aire, se llama "capacidad de campo" y es el momento que el árbol puede aprovechar para crecer y engordar las aceitunas.

El agua se va consumiendo, por lo que cada vez le cuesta más energía al olivo tomarla. Así se va consumiendo hasta que llega al momento que ya no puede absorberse más, el crecimiento se detiene y el árbol da muestras de estar estresado.

Por lo tanto, cuando la cantidad de agua disminuye, la absorción se hace más costosa por el árbol y puede sufrir la producción de fruta y que aumente la vecería del año siguiente. Por otra parte, las hojas tienen células especiales en forma de agujero llamadas estomas, que son responsables de absorber el dióxido de carbono del aire para realizar la fotosíntesis. Los estomas se encuentran principalmente en el envés de las hojas, protegidos por un grupo de células que pueden abrirse o cerrarse según lo estresadas que estén las plantas con lo que evitan la transpiración y regulan el consumo de agua. En secano la producción de aceitunas está directamente relacionadas con las tormentas de agosto y noviembre. Por lo que la producción de aceitunas está ligada a la intensidad de la sequía y la distribución de las precipitaciones.



En el cultivo de olivo hay que evitar plantar en zonas de acumulación de agua, como los fondos de valle, pero hay que conocer algunas de sus características para evitar problemas y aprovechar sus ventajas. Sería ideal plantar en suelos de más de 70-100 cm de profundidad. Aunque no siempre es posible.

Si el terreno está en pendiente y los campos son pequeños, es muy importante evitar la erosión. El suelo se forma a lo largo de muchos años y no se debe perder por fuertes lluvias o por paso repetido de los tractores. Por eso es tan importante el trabajo que hacemos sobre el suelo durante el año ya que podemos hacer las cosas bien o equivocarnos según el manejo que hagamos de la parcela. El suelo también soporta el peso del árbol, por lo que no debemos acercar demasiado las herramientas del tractor al tronco del árbol, para no cortar demasiadas raíces. Como ejemplo se muestra en la figura 2.



Figura 2. Suelo de diferentes regiones. La forma de los agregados, la estructura y los análisis detallarán las cualidades de ellos y las necesidades de fertilización. (Badia, 2017)



Aunque aquí estemos hablando de fertilizantes, hay que tener en cuenta que los olivos obtienen carbono y oxígeno y el hidrógeno del aire y el agua, lo que representa el 95% del peso total de la planta. Entonces, a través de la fertilización y un buen manejo, manejamos el 5% restante para que el árbol crezca adecuadamente y produzca aceitunas.

Elementos esenciales para la nutrición

Los elementos esenciales para las plantas son unos pocos (16), pero algunos son más o menos importantes. Los que usan las plantas en mayor cantidad Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O) son un 95% del peso de la planta. Y se encuentran en forma de agua (por eso desciende el crecimiento si no se riega) y CO_2 procedente del aire. Es decir, que la mayoría del crecimiento de las plantas se obtiene del aire y del agua. El resto del crecimiento depende de nosotros, asegurando que se oriente hacia la producción y a la formación de reservas en invierno.

Los elementos esenciales, además de los anteriores son los macroelementos, usados en grandes cantidades por la planta, que son Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg) y elementos secundarios Calcio (Ca), Azufre (S) y microelementos, que son usados por la planta en pequeña cantidad, Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Cloro (Cl).



El **nitrógeno** (N) es fundamental para el crecimiento de los ramos, del fruto, de las raíces y de hojas dando un color verde intenso a estas. Es un elemento muy importante porque si falta puede reducirse mucho la cosecha y el crecimiento. Además de la aparición de clorosis en las hojas. Pero si hay exceso, puede retrasar la maduración, hacer el árbol más sensible a plagas y enfermedades, o dificultar la absorción de otros elementos.

Las aplicaciones en campo se realizan en aplicaciones cercanas a la época de lluvias (unos 70 kg N/ha). En dos aplicaciones, se dividen a finales de marzo y tras recolección. Y en regadío se aplican unos 120 kg N/hectárea en todo el período de crecimiento. Por poner otra medida, un árbol que coseche 35 kg debería recibir 1 kg de N. Este elemento se puede aportar mediante aplicaciones foliares, que son complementarias cuando no hay agua en el suelo.

Las moléculas más comunes son la urea, el amoníaco y el nitrato. Estas formas se descomponen a diferente velocidad en el suelo. Urea y nitrato se absorben inmediatamente, si hay agua, es el elemento que puede perderse por lavado con facilidad. Y todos deben enterrarse unos centímetros para evitar pérdidas.

El **fósforo** (P) este elemento es fundamental para todos los crecimientos del árbol (raíces, hojas ramos, fruto o maduración) ya que forma parte de la molécula que da energía al olivo. Este elemento es necesario en todos los procesos, pero en poca cantidad.

Se absorbe en forma sólida al suelo (como ácido fosfórico). Aunque los abonos más comunes (super fosfato de cal) se vuelven no asimilables



fácilmente si no se aplican con cuidado. Pero no se lava del perfil cuando llueve. Esto se puede corregir si se aporta en forma de abono foliar. Puede ser suficiente 0,5-1 g/árbol.

El **potasio** (K) este elemento, que está en los suelos del Líbano en cantidad alta, es responsable de la calidad de la aceituna y del proceso de maduración, de la dureza de la madera, por tanto, ayuda a la resistencia del olivo frente a las agresiones del medio. La planta lo necesita a lo largo de todo el año en cantidades de 1 kg/ árbol. Habitualmente con dosis de unas 40-100 unidades fertilizantes/hectárea.

Los **microelementos** son elementos también imprescindibles, pero que se necesita en pequeña cantidad. Y que hay que evitar aportar en cantidades sin control, porque tienen un efecto importante sobre la planta y puede producir desequilibrios.

El **hierro** (Fe) debe ser tenido en cuenta en el olivo, que puede manifestar deficiencias en hierro aun estando este elemento presente en el suelo, debido a la inmovilización que produce el bicarbonato sobre este nutriente y a que en el suelo se encuentra este mineral oxidado, por lo que no es accesible por las plantas. Los árboles afectados por clorosis férrica presentan síntomas característicos.

El **calcio** (Ca) Es un elemento al que tradicionalmente se le ha prestado poca atención, porque la mayoría de los olivares están plantados en suelos muy calizos. Pero el calcio que está presente en el suelo puede no ser asimilable por las plantas.



Carencias de nutrientes

Alguna de las carencias o desequilibrios en la fertilización se manifiesta en la parte aérea. A continuación, en la tabla 1, se muestran los síntomas y efectos que provocan esas carencias, así como fotos que indican esos síntomas.

ELEMENTO Y SÍNTOMAS DE CARENCIA	FOTOGRAFÍA DE IDENTIFICACIÓN
NITRÓGENO Raquitismo, entrenudos cortos, las hojas quedan pequeñas, deformadas y algunas veces con clorosis difusas, pudiendo aparecer más tarde algunos tintes rojizos sobre todo en las hojas viejas. Es difícil observarla en olivos, pero se da en suelos con baja materia orgánica y con pH alto.	

(Faustino de Andrés Cantero, 1997; Barranco 2017)



FÓSFORO Provoca hojas de menor tamaño, en las que, en la parte apical, aparecen zonas de color verde claro, mientras que se mantiene el color normal, en la zona próxima al pedúnculo. Tiene zonas necróticas, en invierno o principios de primavera. Es difícil de observar en olivo, pero se da en zonas frías o bajo contenido en materia orgánica.	
ZINC La carencia de zinc produce la aparición de manchas amarillas en las hojas adultas y una detención del crecimiento de los brotes, con acortamiento de los entrenudos dando lugar a la formación de "rosetas". Se da en suelos con pH alto, o exceso de fósforo.	

(Faustino de Andrés Cantero, 1997; Barranco 2017)



POTASIO

Suelen manifestarse antes en los tejidos y partes más viejas, produciendo un debilitamiento de estos, porque al ser un elemento muy móvil, emigra fácilmente a otra zona de la planta. Provoca reducción del crecimiento. Hojas más pequeñas y con el ápice de color marrón. Se da en zonas de alta precipitación, en seco, con suelos calizos y alto contenido en magnesio.



HIERRO

Los síntomas de clorosis (clorosis férrica), son más visible en las hojas jóvenes, que puede acentuarse y, en los casos extremos, producir necrosis en los bordes y ápices. Se dan en suelos de pH alto, o tras aportes de materia orgánica elevadas. O por altos contenidos de caliza activa en los suelos. Afecta a la calidad del aceite.



(Faustino de Andrés Cantero, 1997; Barranco 2017)



MAGNESIO

Zonas cloróticas en las hojas que avanzan desde el ápice hasta la base, siendo gradual la transición de una zona a otra, por lo que no hay una línea clara de separación entre ambas. Si continúa la situación deficitaria, puede haber defoliación acompañada de necrosis, así como de una reducción general del crecimiento de la planta. Se da con niveles altos de pH y de potasio.



BORO

El síntoma más corriente en las hojas es la presencia en la parte apical de una mancha que parece como una quemadura. En ocasiones, además de algunas deformaciones, puede tener lugar una considerable caída de hojas. Cuando hay exceso de boro, se observan zonas necróticas en la parte apical de las hojas. Se da con bajo contenido de MO y época de sequía



(Faustino de Andrés Cantero, 1997; Barranco 2017)



Abonado foliar

La aplicación de fertilizantes directamente a las hojas, se considera una técnica complementaria útil, pero para aplicarla debemos tener más información, como son los análisis de hoja y de suelo. Esos análisis nos permitirán saber si ha desequilibrios nutricionales o corregir los desajustes del abonado anual. Realmente, si no sabemos el contenido mineral del árbol, no sabremos que necesita.

Para realizar los análisis de suelo y hoja describiremos la metodología más adelante y para interpretarlos, nos ayudará realizar un resumen histórico de las intervenciones y producción de la parcela.

Las hojas de olivo están muy bien protegidas por ceras, por ello es resistente a los períodos de sequías, no obstante, acepta bien el abonado foliar realizado a principio de verano. Para que estos productos sean funcionales, debemos utilizar un mojante y ajustar el pH de la solución para que dé tiempo al producto a ser absorbido. Este tratamiento es caro, pero resuelve problemas puntuales. Por ejemplo, la urea cristalina al 46%, se diluye al 0,25% en primavera. O aplicar extractos de aminoácidos y extractos antes de floración.

En los períodos de estrés y, para fomentar la inducción foliar del año próximo es recomendable aportar potasio foliar (1-3% de nitrato potásico) para proteger a las células de las hojas. Para reducir el riesgo de quemaduras en las hojas, se debe respetar las dosis, aplicando los productos al amanecer, atardecer, o en días nublados. Además el abonado foliar permite una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.



Análisis de hojas

Para realizar una fertilización adecuada debemos tener en cuenta satisfaciendo las extracciones para la formación de las aceitunas, las hojas, maderas y raíces. Los elementos que se encuentran en el suelo pueden estar en forma absorbible o no, y disueltos en el agua del suelo o no. Además, hay que considerar que los nutrientes deben encontrarse en cantidad suficiente, pero no en exceso, ya que afectará a la calidad del aceite y a la formación de demasiados ramos de madera entre otros aspectos. Por ello, conocer el estado nutricional del olivar nos ayudará a realizar un abonado correcto y no gastar demasiado en la fertilización.

El muestreo se realiza por toda la parcela, tomando hojas jóvenes de todas las orientaciones, tomadas a la altura de los ojos, sanas y se reúnen unas 200 que se conservan en una bolsa y se envían en 1-2 días al laboratorio. La Figura 2 muestra la zona de toma de muestras.

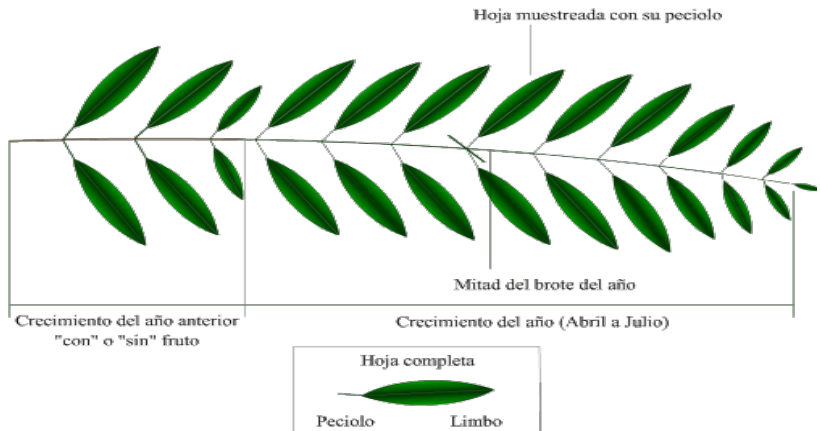


Figura 1: Ramo fructífero en julio. La mitad apical, sin frutos, corresponde al crecimiento del año de donde se toman las hojas del muestreo. (Fernández Escobar, 2009)



El muestreo se realiza a mediados de julio y el resultado del análisis nos dará una idea del estado nutricional del olivo (tabla 2).

Tabla 1: niveles de nutrientes en hoja de olivo

ELEMENTO	Niveles nutritivos estándar sobre peso seco			
	Deficiente (MB)	Bajo (B)	Normal (N)	Alto (A)
N (%)	<1,40	1,41-1,50	1,51-2,00	>2,00
P (%)	<0,05	0,06-0,09	0,10-0,30	-
K (%)	<0,40	0,40-0,79	0,80-1,00	>1,00
Ca (%)	<0,30	0,30-1,00	>1,00	-
Mg (%)	<0,08	0,08-0,10	>0,10	-
Mn (ppm)	-	-	>20	-
Zn (ppm)	-	-	>10	-
Cu (ppm)	-	-	>4	-
B (ppm)	<14	14-19	20-150	-

* Para el Fe no es válido el análisis foliar como método de diagnóstico

Fuente: Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía (1996)

Análisis de suelo

El conocimiento de las características del suelo es de gran utilidad al planificar la fertilización del olivar. Es importante abrir una calicata que permita conocer si hay factores limitantes del suelo (una capa de agua, poca profundidad del horizonte fértil, etc.). Conociendo las limitaciones físicas del suelo, podemos realizar un análisis químico que determinará otros factores limitantes como salinidad o pH y el contenido de nutrientes del suelo. Este estudio se realizará tanto para plantaciones nuevas, como en las adultas.

Las muestras se deben tomar en diferentes puntos de la finca, desde 0 a 50 cm de profundidad. Una vez tomadas las muestras se mezclan y se toman 2 kg para llevarlas al laboratorio. A partir de los resultados realizaremos el análisis de fertilidad.



El análisis se debe realizar una vez para saber si hay, por ejemplo, un exceso de caliza, que puede bloquear la absorción de otros nutrientes.

Vecería

Las flores comienzan a formarse en otoño y se terminan de formar durante el invierno y la primavera del año siguiente. Aunque no se ven a simple vista, cuando cosechamos, ya se están formando en el ramo por eso se dice que cuando cosechamos tenemos dos cosechas en el árbol, la que cogemos y la del año que viene. Es importante saber esto porque los brotes terminales no se pueden dañar con el vareo. Hay que ir con cuidado,

Pero muchas veces, a pesar de ir con cuidado, se produce la alternancia o vecería. Esta es una tendencia natural en algunas variedades de olivos agravada por el cultivo en secano, las plagas, precipitaciones, recolección, poda o aporte de abonos.

Se puede resumir en: si hicimos un abonado adecuado, el olivo se poda regularmente y además recibe suficiente cantidad de agua, la vecería será menor. El resultado se muestra en la figura 2. A la izquierda hay un ramo que contiene muchas aceitunas para esta cosecha, pero el crecimiento posterior, para el próximo año, no tendrá, por tanto, apenas producción (a partir de la flecha roja). Y a la derecha hay un ramo que tiene pocas aceitunas para este año, pero el crecimiento es fuerte, por lo que el año que viene tendrá producción (a partir de la flecha roja).



Figura 2: El momento de la formación de la flor coincide con el crecimiento del fruto y la formación de flores para el próximo año. A la derecha, tendremos un poco de aceitunas. A la izquierda podemos tener una gran cantidad de aceitunas (flecha roja) debido al crecimiento de la rama (J. Casanova)



Resumen de aplicación de fertilizantes en seco

El aporte de fertilizantes debe realizarse en función del contenido mineral del suelo y del agua que facilite su absorción. En suelos fértiles, los fertilizantes nitrogenados se proporcionan en la primavera. En suelos más pobres, los abonos minerales se pueden aplicar tras la cosecha, al igual que el compost depende de las precipitaciones para que las lluvias lo disuelvan y lo hagan accesible a las raíces. En general los abonos se aportan al suelo, bajo la copa de forma sólida, no demasiado cerca del tronco. los abonos deben enterrarse ligeramente y no dejarlo en la superficie del suelo para evitar pérdidas.

La **materia orgánica** es el conjunto de residuos vegetales o animales que tienen diferentes grados de descomposición que se produce de forma natural en el suelo. El proceso se produce de forma rápida cuando la transformación de los materiales tiene poca estructura (hierbas, restos de cosecha, etc.). La transformación más lenta es llamada humificación, que depende del contenido de N de la materia orgánica y de la relación entre C y N, por ello los productos generados son más estables en el tiempo. Dos ideas clave:

- La duración de los procesos naturales depende del clima, de las características del suelo y de la composición de los restos. Estos procesos pueden realizarse de forma artificial mediante el compostaje, que explicaremos en otro apartado.
- La materia orgánica aporta muchas ventajas a los suelos, ya que ayuda a retener agua y nutrientes, estabiliza la estructura del suelo y ayuda a reducir el estrés en el olivo.



Se pueden aprovechar los restos de la extracción de aceite o de la poda para fertilizar el propio olivar. Esos materiales, junto residuos vegetales o animales forman la materia orgánica que aportará una serie de ventajas al suelo de cultivo, por ejemplo, mejoran la estructura del suelo, reducen la erosión o pérdida de suelo, tienen un efecto regulador de la temperatura del suelo, sobre todo se nota en verano, y ayuda a almacenar más humedad mejorando significativamente su fertilidad; además, la materia orgánica es un alimento necesario para los organismos del suelo. Si la materia orgánica ha sido fermentada previamente se le llama compost.

En el caso de los residuos de poda pueden dejarse en la superficie o enterrarse. Es importante este último tratamiento para que la fauna del suelo para que actúen sobre esos restos y liberen los nutrientes para nuestros olivos.

El abono foliar en seco se aplica en los últimos años de manera creciente, ya que, aunque es una aplicación más cara, la absorción del nutriente es más eficiente y pequeñas cantidades de fertilizantes pueden ser muy eficiente.

Las hojas de olivo toleran bien el abono foliar, especialmente en la temporada de crecimiento de las hojas jóvenes, de abril a junio. Es recomendable, además, utilizar un producto mojante, ya que el producto de esta manera queda húmedo las hojas y el abono se absorbe mejor y puede resolver ciertos problemas. Por ejemplo, se puede usar una solución de urea cristalina al 4% con un contenido de pureza inferior al 0,25% en primavera; o usar nitrato de potasio al 2% en el otoño; o utilizar aminoácidos, oligoelementos, Boro, Magnesio,



etc. aplicados entre abril y junio, etc.

Para reducir el riesgo de quemaduras en las hojas, se deben respetar las dosis recomendadas. Es mejor aplicarlos en días nublados, a primera hora de la mañana o a última de la tarde para evitar que las gotas se sequen rápidamente. En definitiva, la fertilización foliar permite la realización de tratamientos cuando se aprecian síntomas de carencias, reducir las pérdidas de nutrientes, el mejor aprovechamiento de los nutrientes frente a los aplicados al suelo y combinarse con plaguicidas en la misma aplicación.

Las aplicaciones de otros oligoelementos son muy eficientes en aplicación foliar, con las dosis apropiadas, teniendo unos efectos muy claros sobre la calidad de la producción. Por ejemplo 2 g/l de sulfato de cinc, cloruro potásico, ácido bórico o quelatos de hierro, manganeso. Esas son las cantidad de aproximadas de aplicación. La aplicación de cloruro cálcico o en aspersión foliar permite aumentar el rendimiento del aceite.

Se puede aprovechar la aplicación de fertilizantes orgánicos como aminoácidos, extractos vegetales, etc., para complementar el abonado mineral en momentos puntuales como prefloración, cuajado o decrecimiento del fruto.

La cantidad de aporte de fertilizantes depende de la producción. En algunos suelos fértiles, los fertilizantes nitrogenados se proporcionan en la primavera. Dado que la eficacia del compost depende de las precipitaciones, generalmente se recomienda aplicarlo después de la cosecha, para que las lluvias de primavera lo disuelvan y lo hagan



accesible a las raíces. Deben enterrarse y nunca dejarse en la superficie del suelo, ya que los nutrientes pueden perderse. En el caso de aplicar los fertilizantes sólidos, los abonos complejos (que llevan nitrógeno, fósforo y potasio) son una forma de aportar la mayoría de los elementos nutricionales juntos.

Para los elementos químicos, nitrógeno, fósforo y potasio, sus símbolos son N, P y K, respectivamente. Sin embargo, la proporción nutricional en los elementos fertilizantes se expresa como un porcentaje de N, P_2O_5 y K_2O , llamados unidades de fertilizante (UF). Cuando compramos fertilizante, el porcentaje nutricional se muestra como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Equivalencia entre diferentes elementos fertilizantes

Equivalencia	Unidades de abono	Símbolo	Elemento
N=1	N	N	Nitrógeno
$P_2O_5 = P \times 2.29$	P_2O_5	P	Fósforo
$K_2O = K \times 1.2$	K_2O	K	Potasio

Por ejemplo, si compramos 100 kg de Superfosfato de cal triple vemos que su riqueza o concentración es del 46%. Eso quiere decir que sólo 46 kg son de fósforo en forma asimilable (P_2O_5). Usando la tabla 1 podemos conocerlas cantidades de abono a aplicar. Nos podemos ayudar con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{E * S}{c}$$

Siendo: F= Cantidad de fertilizante inorgánico necesario (en kg)



S= Superficie de cultivo (en hectáreas)

E= Cantidad del elemento en la fórmula general (en kg)

C= Concentración del abono

Si tengo que aportar 40 UF de fósforo por hectárea con la riqueza antes mencionada necesitaremos aplicar:

$$F_{\text{superfosfato de cal}} = \frac{40 * 1}{0.46} = 86.95 \text{ kg}$$

Este es un sencillo ejemplo que permite hacer los mismos cálculos con los abonos más habituales que podamos conseguir.

Además, en los cálculos del abonado que vamos a aportar, debiéramos tener en cuenta lo que nos llevamos de la parcela. Por ejemplo, si conseguimos 1000 kg de aceitunas, sacamos esos nutrientes de la parcela, además el árbol ha retenido en su madera y hojas nutrientes, que ya no están disponibles en el suelo y que también hay que restaurar. Para hacernos una idea la tabla 4 nos dará una idea de la cantidad de abono que debemos restituir. Con una producción de 65 kg/árbol de aceitunas, hojas y madera.



Tabla 4: Extracción media de nutrientes de frutos, material podado y nutrientes totales por año y por olivo. Datos por producción del árbol

Elemento	Frutos (65 kg/árbol)	Material podado (madera + hojas)	Cantidad total (nutriente/año/árbol)
/árbol			
Nitrógeno (kg)	0.176	0.090	0.266
Fósforo (kg)	0.025	0.011	0.036
Potasio (kg)	0.244	0.045	0.289
Calcio (kg)	0.029	0.174	0.203
Manganeso (g)	0.218	0.370	0.588
Zinc (g)	0.250	0.130	0.380
Cobre (g)	0.184	0.217	0.401
Hierro (g)	2.734	1.141	3.875
Boro (g)	0.481	0.120	0.601

Fuente: El-Fouly et al. (2014); Fernández-Escobar et al. (2015)

Fertilizantes simples: son los que contienen un único elemento fertilizante:

- Contienen solo nitrógeno (N): sulfato de amonio (21% N y 24% de azufre), nitrato de amonio (33,5% N), urea (46% N)
- Contiene solo fósforo (P): 45% o 18% de superfosfato de cal.
- Contiene solo potasio (K): 60% cloruro potásico. sulfato de potasio 50%.

Fertilizantes complejos: son los que contienen dos o tres de los nutrientes esenciales: nitrógeno, fósforo y potasio. Están determinados por 3 números consecutivos que representan su riqueza en nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Así, 100 kg de 8-15-15 aportarán 8 kg de nitrógeno (N), 15 kg de fósforo (P_2O_5) y 15 de potasio (K_2O). Entre los fertilizantes complejos más comunes se encuentran los fertilizantes triples con tres elementos: 8-15-15, 8-24-8,



15-15-15, 9-18-27 etc. Fertilizante binario de dos componentes: fosfato diamónico (DAP: 18-46-0), fosfato monoamónico (MAP: 12-56-0).

Fertilizantes compuestos: provienen de plantas de fabricación de fertilizantes.

Los componentes reaccionan químicamente y el resultado son esferas de un tamaño homogéneo y cada gránulo de la mezcla debe contener las mismas cantidades de N, P y K.

Mezcla de fertilizantes: Son mezclas físicas de diferentes materias primas, sin reacción química, pero que, al igual que los complejos, contienen dos o tres nutrientes principales en su composición.

Fertirrigación

Aunque esta no es una técnica habitual en el Sur del Líbano, la mencionamos, porque puede ser útil en zonas que puedan tener riego de apoyo o en nuevas plantaciones. Se entiende por fertirrigación la aplicación de los fertilizantes junto al agua de riego, actuando ésta de vehículo de transporte de los nutrientes.

Para la elección de los fertilizantes en fertirrigación hay que tener presente la calidad del agua ya que el abono que aportamos puede aumentar la salinidad de esta hasta niveles superiores a los aconsejables.



La fertirrigación tiene como ventajas:

- Asimilación eficaz de los nutrientes, al realizar la aportación localizada en la zona de máximo desarrollo radicular y de mayor absorción de agua.
- Sinergia o acción positiva entre el agua y los elementos nutritivos.
- Ahorro de mano de obra en la aplicación de los fertilizantes.
- Posibilidad de incorporar los fertilizantes en el momento más adecuado a las necesidades del cultivo.
- Control riguroso de la dosis en la aplicación de los fertilizantes.

Como inconvenientes:

En zonas con capa freática alta se sufre un descenso de la fertilidad debido al lavado de los elementos nutritivos.

En esta técnica de fertilización el riego con nutrientes se realiza con un calendario que aporta, junto al riego las necesidades mensuales del cultivo. La aplicación debe ser muy cuidadosa y necesita de conocimientos técnicos para no generar problemas de salinización del olivo.



Resumen de actividades

Hay una serie de actividades que debieran recomendarse si queremos obtener un aceite de buena calidad. Lo primero es analizar el suelo y las hojas para saber el contenido mineral de ambos que nos servirá para calcular el aporte de fertilizantes. También es importante observar las hojas para prever las posibles carencias.

No deben aportarse elementos en exceso ya que provocan toxicidades o daños en el olivo.

Las aplicaciones de nitrógeno y potasio por abonado foliar debiesen realizarse en varias aplicaciones en primavera para evitar toxicidad.

La fertilización es una técnica de manejo que debe realizarse con cuidado para aportar las cantidades adecuadas sin excesos.



Bibliografía

Barranco, D. Fernández Escobar, R., Rallo, L. (2017). El cultivo del olivo 7ª ed. Ediciones Mundi-Prensa.

Busso, M. A., Suñer, L. G., & Rodríguez, R. A. (2022). Effects of different fertilization sources on *Olea europaea* (Oleraceae): Impact on olives and oil yield and quality. Considerations on environmental sustainability and soil use. A review. Lilloa, 199-220.

Castro, G., Gómez, J. A., & Fereres, E. Determinación de la fecha de siega de la cubierta protectora en olivar mediante un modelo funcional de balance de agua.

De Luca, A. I., Iofrida, N., González de Molina, M., Spada, E., Domouso, P., Falcone, G., ... & García Ruiz, R. (2023). A methodological proposal of the Sustainolive international research project to drive Mediterranean olive ecosystems toward sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1207972. <https://sustainolive.eu/>

Espada Carbó, J. L. (2004). La fertilización razonada del olivar. *Informaciones Técnicas-Gobierno de Aragón, Centro de Técnicas Agrarias (España)*, (140).

Fernández-Escobar, R., Parra, M. A., Navarro, C., & Arquero, O. (2009). Foliar diagnosis as a guide to olive fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(1), 212-223.

García Castellanos, B., García García, B., & García García, J. (2023). Economic and environmental effects of replacing inorganic fertilizers with organic fertilizers in three rainfed crops in a semi-arid area. *Sustainability*, 15(24), 16897.

Jiménez Herrera, G., García Zamorano, F., Ruiz Coleto, F., Cano Rodríguez, J., Pérez García, J., & Molina de la Rosa, J. L. (2010). Suelo, riego, nutrición y medio am

Restrepo-Díaz, H., Benlloch, M., Navarro, C., & Fernández-Escobar, R. (2008). Potassium fertilization of rainfed olive orchards. *Scientia Horticulturae*, 116(4), 399-403.



Rius, X., & Lacarte, J. M. (2010). La revolución del olivar: El cultivo en seto. *Comografic, SA Barcelona, Spain.*, Barcelona, 318.

Rodrigo-Comino, J., Senciales-González, J. M., Yu, Y., Salvati, L., Giménez-Morera, A., & Cerdà, A. (2021). Long-term changes in rainfed olive production, rainfall and farmer's income in Bailén (Jaén, Spain). *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6(2), 58.

Shaheen, A. A. (2019). Effect of using some sources of phosphorus on flowering, fruiting and productivity of olive trees. *World J. Agric. Sci*, 15, 103-113. biente del olivar. Agricultura. Formación-Junta de Andalucía (España).

Sotiropoulos, Stavros & Chatzissavvidis, Christos & Papadakis, Ioannis & Kavadias, Victor & Christos, Paschalidis & Antonopoulou, Chrysovalantou & Koriki, Antonia. (2022). Inorganic and organic foliar fertilization in oliveS. *Horticultural Science (HORTSCI)*. 50. 10.17221/69/2022-HORTSCI.

Badia, D. B., Perpiñá, O. O., Martí, C. (2017). Experimentos didácticos con el suelo para la educación pre-universitaria. Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza.
<https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2017/03/EXPERIMENTOS-DID%C3%81CTICOS-CON-EL-SUELO-PARA-LA-EDUCACI%C3%93N-PRE-UNIVERSITARIA-web.pdf>

VVAA. (2010) Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España.
[https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_FERTILIZACI%C3%93N\(BAJA\)_tcm30-57891.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_FERTILIZACI%C3%93N(BAJA)_tcm30-57891.pdf)



Apéndice

Resumen de las necesidades del cultivo del olivo

- Clima: inviernos suaves, otoño y primaveras lluviosos y veranos secos cálidos y muy luminosos.
- Luz: la mejor orientación es que las filas estén en norte-sur.
- Agua: necesita una pluviometría bien distribuida (otoño, invierno y primavera) de unos 500-600 milímetros (litros/m²).
- Suelo: preferentemente profundos (80 centímetros mínimo), textura franco–arenosa, PH neutro o algo ácido.
- Orografía: preferentemente terrenos llanos. En laderas, cultivo según las curvas de nivel, bancales o terrazas.
- Mecanización: factor muy relevante ya que este hecho obliga a mantener una separación entre líneas que posibilite el paso de la maquinaria. Dependiendo de la maquinaria disponible o si se realizan las labores a mano se planteará una distribución de la plantación adecuada.

Líbano tiene unas condiciones similares a España en general óptimas para el desarrollo adecuado del cultivo del olivo.



Diseño de plantación

Debemos tener en cuenta:

-La densidad de plantación: debemos tener en cuenta el número de árboles por hectárea, si las condiciones edafoclimáticas responden, la tendencia es tener una densidad de plantación alta donde pueda ser mecanizado el proceso.

-Marcos: el marco de plantación rectangular es el más apropiado.

-Variedad: dependerá del objetivo del producto si es de mesa o para aceite.

-Recolección: puede ser manual o mecanizada.

-Mecanización: va a realizar un proceso más cómodo, siempre analizando la posibilidad dentro del terreno y la viabilidad económica.

-Riego: teniendo en cuenta el clima, aumenta siempre la producción, dentro de la disponibilidad.

Los riegos pueden ser:

-Riego por goteo o localizado, por superficie o gravedad, subterráneo, aspersión o microaspersión. El riego por goteo o localizado así como subterráneo suele considerarse una buena opción para la eficiencia de agua.

-En cuanto al momento de riego:



-Durante el reposo invernal el riego es poco frecuente o ninguno. Justificación: durante esta etapa, el olivo se encuentra en reposo vegetativo y sus necesidades hídricas son mínimas. Las lluvias invernales suelen ser suficientes para mantener la humedad necesaria en el suelo.

-Crecimiento vegetativo (crecimiento de inflorescencias, floración y cuajado): el riego es de moderado a abundante. Justificación: esta es una etapa crítica que incluye el crecimiento de nuevas hojas y brotes, así como la formación de las flores y el cuajado de los frutos. El suministro adecuado de agua es crucial para asegurar un buen desarrollo vegetativo y una floración exitosa. La falta de agua durante esta etapa puede afectar negativamente la cantidad y calidad de la cosecha.

-Parada estival (endurecimiento del hueso): riego de reducido a moderado. Justificación: En esta etapa, el olivo está en una fase de endurecimiento del hueso y sus necesidades de agua son menores. El riego excesivo puede llevar a problemas de asfixia radicular y favorecer enfermedades. Es importante mantener un equilibrio, evitando tanto el estrés hídrico severo como el exceso de agua.

-Crecimiento post-estival (crecimiento del fruto e inicio de envero): el riego debe ser abundante.

Justificación: Durante esta fase, los frutos crecen y comienzan a madurar (envero). Un suministro adecuado de agua es esencial para el desarrollo del tamaño del fruto y para asegurar una buena calidad de la aceituna.



La falta de agua en esta etapa puede reducir el tamaño del fruto y afectar negativamente la calidad del aceite.

Una vez terminado el crecimiento post-estival empieza de nuevo el reposo invernal, repitiéndose el ciclo.

Técnicas de plantación

Preparación del terreno:

- Subsolado: rompe el subsuelo, permitiendo el desarrollo radicular.
- Arado: voltea la tierra permitiendo su oxigenación.
- Abonado: P, K, estiércol.
- Replanteo: señalar la posición donde van a colocarse los árboles en el campo.

Tratamiento de las plantas:

- El material utilizado es un plantón de vivero con un buen sistema radicular, con una altura de 1 m y de una edad comprendida entre 1-1.5 años.
- Regarlo (para que se unan las raíces al suelo).
- El plantón debe estar sano, con un solo pie y hay que eliminarle las brotaciones bajas.



- Los plantones deben ser entutorados correctamente durante 2-3 años.
- Es necesaria la colocación sobre los plantones de protectores frente a los roedores, nos permite aplicar herbicidas si fuese necesario e impide el crecimiento de brotes en esa zona.

Época de plantación:

- Climas templados: noviembre o diciembre.
- Climas fríos: febrero o marzo para evitar heladas y coincidir con la actividad vegetativa o en cualquier momento de la primavera o verano.



SUBPRODUCTOS DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE

Proceso del compostaje

Materiales y mezclas utilizadas

Métodos de compostaje

Manejo del compost

Cálculo de necesidades

Control del proceso

Residuos de almazara

Olivicultura ecológica

José Casanova Gascón

Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural



SUBPRODUCTOS DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE

En este apartado se van a repasar los residuos de la extracción del aceite y algunos de sus usos, aprovechamientos o consecuencias.

Agua residual o alpechín. Es un líquido oscuro, de color negro, con un olor desagradable. Se trata de la mezcla del agua utilizada para lavar y de composición de las aceitunas. Contiene un 83% de agua, así como de un 15% de materia orgánica y finalmente, de un 1% de minerales. Su pH es de 5. Tiene un alto contenido de azúcares y de minerales. Pero es un producto bastante contaminante debido a su alta fitotoxicidad. Por ello se prohibió tirarlo a los ríos en España. Se utiliza para obtener energía y aunque menos, como fertilizante mediante el compostaje. Además, tiene la ventaja de aumentar la recirculación de los nutrientes, ahorrar en fertilizantes o mejorar la calidad del suelo.

Alperujos. Es el subproducto obtenido del centrifugado de la aceituna durante el proceso de extracción en 2 fases del aceite de oliva. Está compuesto por diferentes residuos junto con restos de aceite de oliva. Cuenta con una parte más sólida (el orujo) y otra más líquida (el alpechín), que quedaban separadas con el tradicional sistema de extracción en 3 fases pero que con el actual modelo de 3 fases permanecen juntas. Entre sus propiedades destaca un alto contenido de agua (en torno al 56%), un pH ácido de 5.4 y un contenido en materia orgánica que llega al 91%. Se usa para alimentación animal, fertilizante, recurso energético o para la fabricación de jabones y ladrillos o biopesticida (solo después de ser compostado Son unos 800 kg de cada 1000 kg molidos contiene gran cantidad de nutrientes.



Cogeneración. Los subproductos de la industria oleícola (orujillo, alperujo, pellet, hueso de aceituna) proporcionan biomasa perfectamente aprovechable para la cogeneración de calor y energía eléctrica, tanto para uso industrial como doméstico.

Hueso de aceituna. Puede utilizarse como carburante de gran poder calorífico. Como aislante en la construcción y para la elaboración de ladrillos y como biocida ya que puede usarse como plaguicida de cultivos. Puede utilizarse como alimentación o en cosmética.

Lodos. Los alperujos obtenidos en las almazaras como subproductos de la extracción del aceite de oliva, toda vez han perdido parte de su humedad y forman una pasta espesa, reciben el nombre de "lodos de almazara".

Demanda biológica de Oxígeno (DBO). Es un parámetro que mide la cantidad de moléculas de Oxígeno consumidas al degradar la materia orgánica de una muestra líquida.

Es un indicador de la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Durante el ensayo de laboratorio, a partir de unas condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos, se mide el Oxígeno molecular consumido por una población microbiana en condiciones en las que se han inhibido los procesos fotosintéticos de producción de Oxígeno.

Se utiliza para estimar el grado de contaminación de un efluente y se expresa en miligramos de Oxígeno molecular por litro (mg 2/l). En el



caso de emplear aguas residuales depuradas para el riego del olivar, su DBO no podrá superar los 25 mg de O₂ por litro de agua.

Las aguas residuales que salen de la almazara tras la extracción del aceite de oliva presentan un rango de DBO entre 4.000 y 6.000 mg de O₂ por litro de agua residual. Por lo que son muy contaminantes hasta su fermentación.

Trituración de restos de poda. La trituración de los restos del olivar y su aplicación directa sobre el suelo o sobre la cubierta vegetal tiene varios efectos positivos sobre el cultivo:

- i) Incrementa el contenido de P, K y materia orgánica del suelo,
- ii) Mejora la infiltración del agua en el suelo,
- iii) Previene la pérdida de suelo,
- iv) Genera un interesante efecto herbicida.

Orujillo. También denominado "orujo seco", es un subproducto obtenido a partir del orujo (tanto de la extracción en 2 como en 3 fases) una vez deshuesado parcialmente, reducida la humedad en secaderos y desengrasado en plantas de extracción físico-química. Es una biomasa que, al igual que el hueso de la aceituna, se produce en grandes cantidades.

Se utiliza como biomasa, bien para el autoconsumo en la propia instalación para el secado del orujo, bien para la generación de energía



eléctrica en plantas de biomasa y energía calorífica en distintos tipos de industrias. O como fuente de energía para las casas.

Algunas ventajas del aprovechamiento de este subproducto son:

- i) Las cenizas de orujillo son apropiadas para fertilización por su contenido en K, Mg y Ca,
- ii) Sus propiedades le confieren un alto rendimiento calorífico,
- iii) La humedad, granulometría y densidad facilitan su transporte hasta el punto de consumo

Orujo. En los sistemas de extracción de 3 fases, cuando a la aceituna ya se le extrae todo el aceite, queda una pasta formada por los restos de pulpa y hueso, que puede someterse a 3 elaboraciones diferentes:

- i) El orujo bruto extraído con disolventes (que se retiran después). Tiene una acidez de 2º, no indicada para el consumo humano.
- ii) El orujo refinado obtenido tras un proceso de refinamiento del anterior. Su acidez es de 0,5º y tampoco está indicado para consumo humano.
- iii) El orujo de oliva, que se consigue a través de la combinación del refinado con la aportación de pequeñas cantidades de aceites de tipo virgen. La acidez del mismo es de 1,5º; es de mayor calidad y apto para el consumo. El orujo de oliva se emplea ampliamente en las frituras, eso sí, solamente cuando no se mezcla con otro tipo de aceites porque los niveles de acidez no serán similares y esto repercutiría en el sabor. Se



aconseja tomarlo crudo, porque a altas temperaturas podría perder sus virtudes.

Otro de los usos más comunes del orujo es:

- i) Elaboración de algunos productos de higiene como jabones,
- ii) Una vez seco, puede ser usado como combustible para generar electricidad,
- iii) Unido a otros residuos orgánicos puede ayudar a mejorar el nivel de nutrientes del suelo,
- iv) Como parte integrantes de piensos para animales.

Pellets. Se pueden producir pellets a partir de dos de los residuos más comunes en el olivar:

- i) Restos de poda, que se trituran hasta conseguir serrín; el serrín se somete a presión mecánica, no siendo necesario ningún aditivo, ya que la propia lignina de la madera actúa como pegamento natural.
- ii) Huesos de aceituna, que una vez limpios y secos, son triturados y compactados en forma de pastillas o cápsulas. Por cada 1.000 kilos de aceituna prensada, se desechan aproximadamente 190 kilos de huesos.

Valorización de residuos. Cualquier medida que lleve a cabo el olivarero para aprovechar la energía y los nutrientes almacenados en los subproductos y residuos del olivar es mucho más rentable que deshacerse de ellos, tanto desde un punto de vista ecológico como



económico. Cuando los olivereros entiendan que cada kilo de poda que se quema es dinero que se evapora a la atmósfera, quizás den el primer paso hacia la práctica de una agricultura más sostenible.

En la figura 1 se puede observar el proceso de recuperación de nutrientes para el olivar en los residuos de los restos de la almazara.

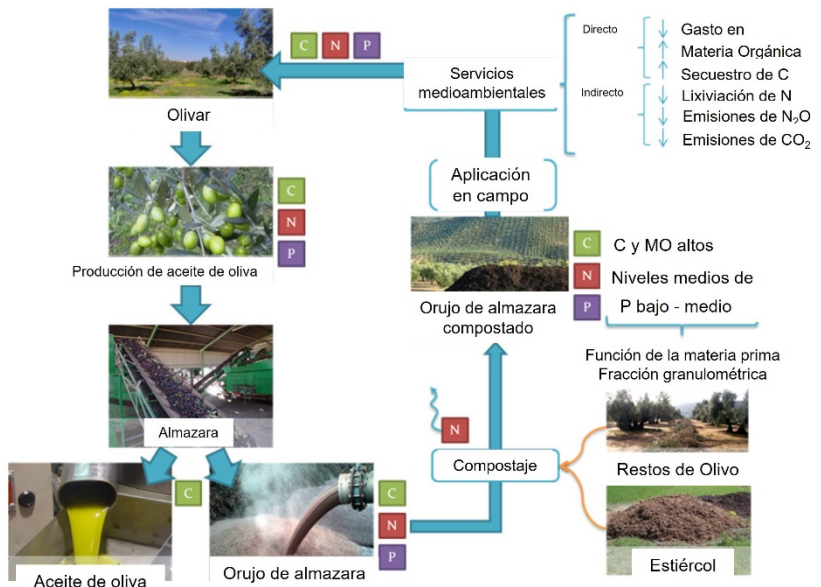
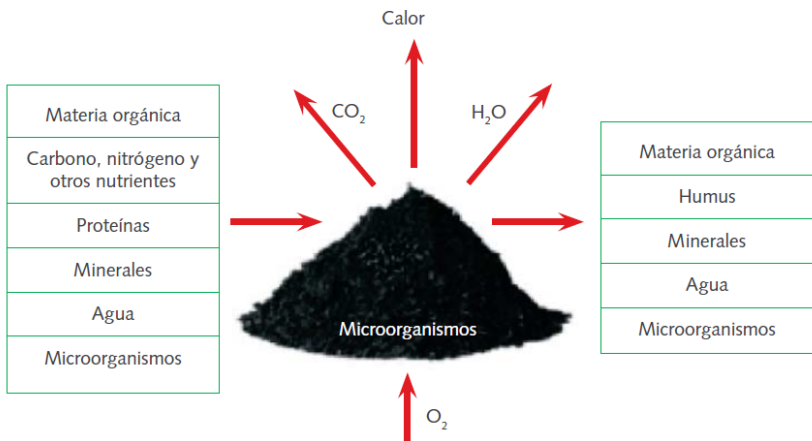


Figura 3: flujo de Carbono(C), Nitrógeno(N) y Fósforo(P) en el procesado del orujo de almazara (Adaptado de Gómez-Muñoz et al., 2012).



Proceso del compostaje

Uno de los procesos más útiles para recuperar nutrientes al olivar se obtiene del proceso del compostaje. Este se define como la oxidación biológica de residuos orgánicos en condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación a través de microorganismos.



Fuente: Adaptado de Rynk et al., 1992

Figura 4: Proceso de formación del compost (adaptado de Rynk et al., 1992)

Para realizar este proceso sólo necesitaremos terreno liso o de cemento, mano de obra y conocer la calidad de la materia orgánica.

Durante el proceso actúan diferentes microorganismos en función de la evolución principalmente de la temperatura de la pila. Estos transforman los hidratos de carbono y las proteínas de la materia orgánica. Las bacterias son las principales responsables del proceso de descomposición y de la generación de calor. Cuando la temperatura alcanza los 40° C comienza a predominar las termófilas, principalmente



Bacillus. Los *actinomicetes* son un tipo de bacterias que aparecen cuando la temperatura es alta, cuando sólo quedan materiales muy resistentes a degradar.

Los hongos atacan sobre todo ligninas y celulosas, y crecen en las etapas de temperaturas moderadas. Por ello (figura 3), todos los organismos actúan en diferentes fases produciendo compuestos que contribuyen a homogeneizar el compost y obtener un producto terminado que pasa por cuatro etapas:

Fase I o mesófila (10°C a 40°C). los residuos se encuentran a temperatura ambiente, se empiezan a desarrollar los microorganismos y, como consecuencia de ello se eleva la temperatura hasta los 40°C. La duración de esta etapa depende de la humedad, temperatura y el tipo de materiales utilizados.

Fase II o termófila (40°C 70°C). La temperatura llega a su máximo, es cuando los termófilos degradan la lignina y, a partir de los 60°C, los hongos termófilos, dejan su actividad y aumentan los actinomicetos. Durante varios días se esteriliza el medio, por la alta temperatura y se destruyen las semillas, huevos de parásitos, conidios y otras fuentes de inóculo de organismos nocivos. En esta etapa se realizan volteos para oxigenar la muestra.

Fase III o de enfriamiento. Cuando la materia orgánica se ha transformado, disminuye la temperatura y no aumenta a pesar del volteo.



Fase IV o de maduración. Este período requiere meses a temperatura ambiente en el que se produce la polimerización del humus y se degradan los ácidos orgánicos, que son fitotóxicos.

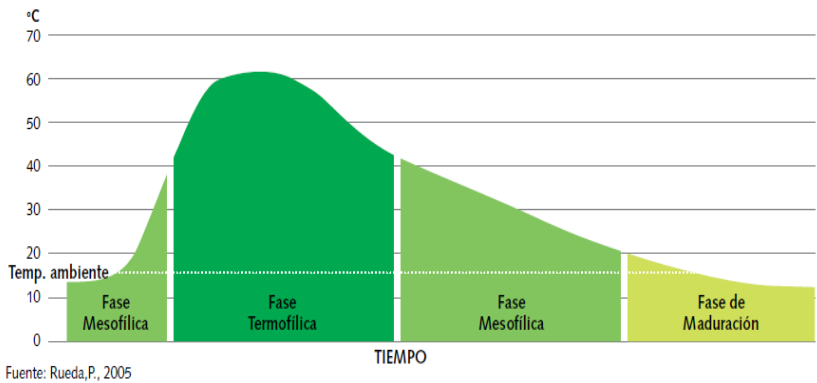


Figura 5: Evolución de la temperatura en el proceso de compostaje (Rueda, 2005)

Factores que influyen en el proceso

El sustrato utilizado confiere características diversas al compost, ya que proporciona porosidad (facilitando la aireación). El tamaño de las partículas debe ser de 2 a 5 cm, a menor tamaño, más compactación. La relación de Carbono y Nitrógeno es muy importante, ya que nos permite conocer la velocidad de descomposición de la materia orgánica. La relación adecuada es de un 25-35. Si es mayor, no hay suficiente Nitrógeno para descomponer la materia orgánica. Si hay menos en proporción, puede perderse parte del nitrógeno como amoníaco. Por ello debe establecerse una cantidad equilibrada de los componentes de del compost.



Otros aspectos que deben ser considerados son, la humedad de la muestra, que debe ser un 60% aproximadamente y la aireación permite el desarrollo adecuado de los microorganismos y la evacuación del CO₂ producido. La concentración de Oxígeno debe ser mayor del 5%. El volteo cumple esas funciones, además de mezclar los materiales y ayudar a la disgregación. La temperatura alcanzada depende del tamaño de la pila, el contenido de agua y la relación Carbono/Nitrógeno. Por último, el pH influye en la fermentación y debe ser de 6,5 a 8.



Fuente: Ozores-Hampton, 2003.

Figura 6: Test de germinación para determinar la madurez de compost (Ozores-Hampton, 2003)

Materiales y mezclas utilizadas

Se utilizan, generalmente, residuos de cultivos, restos triturados de poda, hierbas, etc. que son ricos en Nitrógeno y pobres en Carbono. Los estiércoles animales deben ser analizados previamente, pero pueden



ser utilizados. Los restos de madera, paja, etc. tienen una alta relación Carbono/Nitrógeno, por lo que pueden utilizarse mezclados con otros restos de alto contenido de Nitrógeno, por ejemplo, los restos de poda pueden triturarse en el campo o reducir su tamaño a 2-5 cm mediante una picadora para dejarlo en el terreno o incorporarlo al compost. Residuos de almazara u otras industrias y minerales. Los residuos sólidos urbanos deben ser usados únicamente cuando estemos seguros del contenido de metales pesados. Ya que ellos pueden contaminar nuestros suelos.

Métodos de compostaje

Compostaje en pilas estáticas. Es el más antiguo y menos laborioso, ya que la aireación se produce de manera natural. Obtiene un producto de mediana calidad y produce malos olores, ya que no se llega a las temperaturas adecuadas, en momentos precisos.

Hay una variante que consiste en dejar tuberías por las que se deja pasar aire forzado para la oxigenación del compost y evitar el volteo. Ese método deja un pH muy alto, que puede reducirse con sulfato amónico. Pero es mejor la aireación del compost.

Compostaje en pilas de volteo. Este método realiza pilas de unos 2 m de altura con forma triangular, con una base de 2-5 metros, siendo tan largo como se pueda. La frecuencia de volteo es dos veces a la semana el primer mes, el segundo mes una vez a la semana, y va descendiendo



el número de volteos a hasta el cuarto mes, que se voltea una vez al mes. Se deben proteger de las lluvias excesivas o de la anaerobiosis.

Manejo del compost

La seguridad del manejo de la producción debe ser tomada en cuenta. Hay que evitar malos olores, lixiviados y la sanidad del producto. Para la protección personal, deben utilizarse lentes protectores, guantes y zapatos de seguridad. Debe vigilarse la combustión de la pila, si la temperatura supera los 75°C. O hay una humedad inferior al 40%. La sanidad debe ser prioritaria, evitando la *Escherichia coli* y otras bacterias tóxicas.

Deben considerarse las condiciones climáticas de la zona de elaboración. En climas fríos los microbios tienen menos actividad y se ralentiza el proceso de fermentación. Por el contrario, en climas cálidos se pierde mucha humedad.

Cálculo de necesidades

Objetivo: preparar una mezcla para realizar compostaje de dos residuos de origen vegetal, determinando la proporción de cada uno de los componentes manteniendo una correcta relación de carbono (C) y nitrógeno (N). Debemos tener en cuenta, además, la humedad, densidad aparente y obtener la relación C/N entre 25 y 30.



Para el cálculo del contenido y proporción de cada compuesto, tendremos esta fórmula:

$$P = A + B$$

$$\frac{(A \times \% C_A \times \% MS_A) + (B \times \% C_B \times \% MS_B)}{(A \times \% N_A \times \% MS_A) + (B \times \% N_B \times \% MS_B)} = 25$$

Siendo:

P: peso del material que compondrá la pila de compostaje

A: Peso del componente A en kg

B: Peso del componente B en kg

C: Porcentaje de Carbono del componente A o B

N: Porcentaje de Nitrógeno del componente A o B

MS: Porcentaje de Materia seca de los componentes (100-%H)

También debemos considerar aspectos como: el tamaño de partícula, la ausencia de contaminantes, bajo contenido en sales, polifenoles y pH neutro.



Ejemplo con residuos de planta de tomate

Parámetro	Planta de tomate	Poda triturada
MS (%)	76	84
C (%)	28.3	46.1
N (%)	3.3	0.9
DA (kg/L)	0.05	0.30

$$\frac{(A \times 28,3 \times 76) + (B \times 46,1 \times 84)}{(A \times 3,3 \times 76) + (B \times 0,9 \times 84)} = 25$$

Materia	Peso (kg)	Volumen (L)
Planta de tomate	147.35	2947.0
Poda	852.65	2842.2

Se divide todo por el volumen menor y tenemos una proporción de restos de 1:1 para realizar el compost.

Control del proceso

La temperatura se controla con termómetros de 70 cm y se anotan las temperaturas a la misma hora en la zona central de la pila. La humedad se puede medir apretando con la mano un trozo de compost o pesar una porción determinada, introducirla en microondas durante 5 minutos, sacarla, dejar que se enfríe y pesarla nuevamente.



La madurez del compost se determina cuando se sintetizan sustancias húmicas. El final del proceso se observa una reducción del volumen, y la aparición de moscas determina que la fase termófila no ha sido suficientemente alta. Los olores a amoníaco se dan por una relación Carbono Nitrógeno es baja y se pierde Nitrógeno. Con olor a putrefacción o a huevos podridos indica falta de oxigenación.

Un compost inmaduro puede mostrar síntomas de fitotoxicidad. Para conocerlo, se puede realizar una prueba de germinación sembrando en el compost y en un sustrato inerte a una serie de semillas. Si la reducción de germinación es inferior al 20% el producto no es tóxico.

Residuos de almazara

El alperujo es un compuesto que representa un 80% del peso de las aceitunas y que está formado por aguas vegetales, residuos grasos y partes sólidas de la aceituna. Según el tipo de almazara los residuos son diferentes. En una almazara de prensado tradicional o en una de tres fases se obtiene orujo (que tiene una humedad de un 30-40% mezcla espesa de agua, aceite, fenoles, etc.) y alpechín (es un líquido con alto contenido de agua, alrededor del 85%, color oscuro y alta cantidad de materia orgánica), mientras que en una de dos fases se obtiene un único residuo que es el alperujo (mezcla de los dos anteriores con una humedad de un 50-70% de agua) que, para su producción consume menos agua y genera menos residuos. Contiene muchos nutrientes, pero si se utiliza de forma inmediata provoca una alta fitotoxicidad. Pero una vez fermentado presenta unas características interesantes como



fertilizante orgánico. Para poder compostarlo hay que ajustar su relación C/N a 30. El compostaje suele incluir la hoja del olivo y/o paja para facilitar el manejo de los montones, junto a otros restos vegetales o animales. Para producir un correcto arranque de fermentación, cuando se aporta una parte de compost maduro.

En una almazara pequeña se establece una estructura en capas (figura 5), como una lasaña intercalando material estructurante, como hojín, material de poda, etc., alperujo, sucesivamente, terminando una capa de estiércol.

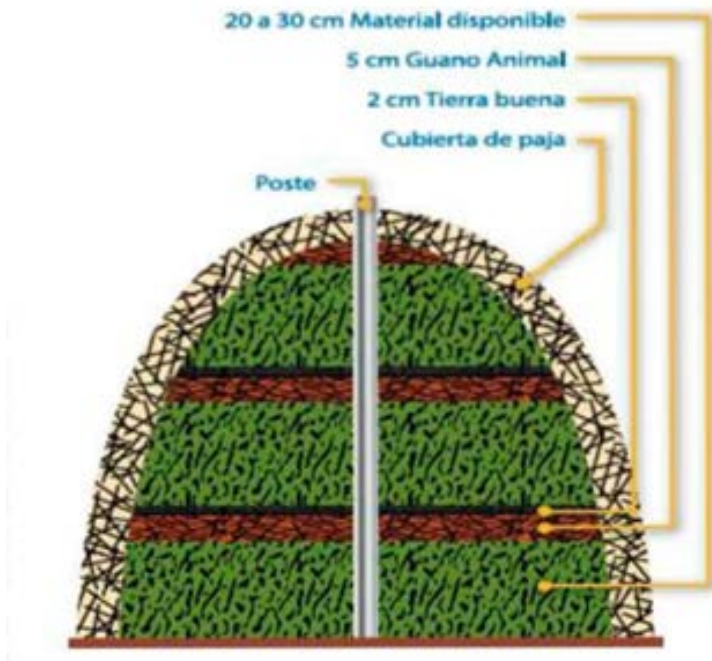


Figura 7: Elaboración de compostera en montón (Céspedes, 2019)



Se han publicado varios trabajos del compostaje de alperujo y residuos de almazaras, mezclados con hojas, y se ha demostrado como un complemento adecuado para evitar las pérdidas de nutrientes. Aunque el contenido de humedad del compost, la salinidad y la toxicidad son altos debido a los polifenoles, pero al fermentar, se consigue un producto adecuado con una C/N cercano a 15-20 y baja fitotoxicidad en unos 180 días que devuelve productos al olivar con un producto estable, de gran poder fertilizante, higiénico y duradero. La duración del proceso en olivo dura entre 4 y 9 meses. Cuando se aplica en olivares tradicionales, el compost procedente de residuos de almazara produce un crecimiento de las bacterias y hongos del suelo aportando, también compuestos fácilmente asimilables por el olivo y reduciendo la contaminación de los residuos. Además de aumentar en contenido de Nitrógeno en el suelo, mejorar la estructura de este, con un efecto plurianual y más estable que el abonado mineral.

Hay muchas referencias bibliográficas que apoyan la calidad de un buen compost aplicado en olivos cultivados tanto en regadío como en secano (Kavvadias, V *et al.* 2019; L de Sosa *et al.* 2021; Lopes *et al.* 2021; Rahji, *et al.* 2023, De Luca, *et al.* 2023).

Vermicompost

Es un producto similar al compost, de partículas finas, de gran porosidad y capacidad de absorción y retención de nutrientes, por lo que es utilizable como enmienda orgánica para suelos poco productivos ya que forma compuestos fácilmente asimilables de nutrientes favorables al crecimiento y salud de las plantas y ayuda a aumentar la cantidad de



microorganismos del suelo, además de producir muchas fitohormonas útiles para el crecimiento.

Té de compost

Es un preparado para aplicar a las hojas como fuente de nutrición foliar. El té se elabora a partir de un buen compost, realizando una mezcla del 90% agua y 10% compost. Por ejemplo, en un bidón de 200 L con 20 kg de compost durante 4-6 días con aireación. Se aplica diluyendo al 20% y puede aplicarse cada 10 días, pero debe realizarse nuevamente para cada aplicación.

Olivicultura ecológica

La agricultura ecológica es un método de producción cuyo objetivo es obtener alimentos utilizando sustancias y procesos naturales, sin residuos y obteniendo productos de calidad. Por ello, la agricultura ecológica tiende a gestionar un impacto medioambiental limitado, ya que promueve: el uso responsable de la energía; el mantenimiento de la biodiversidad; la conservación de los equilibrios ecológicos regionales; la mejora de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la calidad del agua.

Uno de los elementos importantes en el manejo ecológico es la fertilización descrita anteriormente y, es,, además una ventaja del cultivo del olivo en el sur del Líbano, debido al poco uso de productos fitosanitarios y a la buena calidad del clima y el suelo del territorio. A



continuación, mencionaremos alguna de las claves para la realización del manejo ecológico del olivar.

Manejo del suelo

Como se ha visto en los objetivos de la Olivicultura Ecológica (OE) hay que gestionar y evitar los procesos de degradación del suelo. Uno es la erosión hídrica o pérdida de suelo debido al arrastre del suelo en los cultivos con pendiente. La degradación física o la biológica, se deben al laboreo mal ejecutado, poco aporte de materia orgánica o uso excesivo de plaguicidas.

Para reducir esos problemas y aumentar la disponibilidad de agua el laboreo debe realizarse siguiendo las curvas de nivel, realizar zanjas de retención o de infiltración, que dificultan el flujo de la erosión hídrica, control de la formación de cárcavas y cultivos de cobertera que dificulten el flujo del agua y faciliten su infiltración. Su efecto se nota mucho en cultivos de secano en zonas de baja pluviometría.

Cubiertas vegetales

Tienen diferentes manejos, ya que suelen dejarse cubiertas vegetales de flora que sale de forma natural en la parcela; o se siembran mezclas de semillas como gramíneas o leguminosas. Hay que gestionar la competencia de la cubierta con el cultivo del olivo que se suele realizar el control mediante la siega o pastoreo. Por el contrario, favorecen la biodiversidad de insectos y reducen la erosión.



La siembra se realiza con especies poco exigentes en agua y nutrientes, que ocupen el suelo rápidamente; también tienen que ser baratas, que hagan biomasa y no deben rebrotar.

Los restos de poda triturados y otros restos vegetales pueden servir como acolchado para evitar la erosión hídrica y también tienen importancia como aporte de materia orgánica.

Materia orgánica

Es un componente fundamental para la calidad del suelo, ya que aumenta la disponibilidad de nutrientes y agua en el suelo, favorece la estructura del suelo, evita pérdidas de agua e intensifica la aireación. Los productos derivados del olivar son residuos de poda, alpechín, etc. Pero se pueden utilizar estiércoles de granjas autorizadas y abonos minerales naturales, no tratados, como sales naturales de Potasio (sulfato o cloruro), fosfatos naturales calcinados y diversos restos vegetales o animales.

Fertilidad y fertilización

La fertilidad del olivar depende del manejo del suelo y aportar materia orgánica de forma regular permiten una adecuada forma de regular una producción de calidad. No es una sustitución de materiales fertilizantes, si no un cambio de mentalidad, ya que el objetivo está en aumentar la materia orgánica y la vida del suelo.



En la tabla 1 se muestran opciones distintas de abonado en olivo ecológico para una producción de 3000 kg/ha de producción media anual:

Tabla 2: Alternativas de abonado ecológico en función del manejo del suelo y del abono

Manejo con cubierta natural sin picar la poda	Estiércol de ovino 9000kg/ha y año
Manejo de cubierta natural picando la poda	Compost de alperujo 2500 kg/ha y año
Manejo de cubierta vegetal madura y picando la poda	Compost de alperujo 2500 kg/ha cada 3 años
	Sulfato potásico 130 kg/ha y año

Como la liberación de estos nutrientes es más lenta que la fertilización convencional nos interesa saber

Manejo de plagas y enfermedades

Es necesario conocer el ciclo y momento de aparición o daño de las plagas. Hay muchas fuentes de información de las plagas y enfermedades en nuestro territorio. Así que un olivicultor ecológico debe tener esa información a mano, ya que la estrategia de actuación preventiva es la más habitual. Así que crear o facilitar refugios para la fauna auxiliar, podas que permitan la aireación de la copa, regular el aporte de nutrientes evitando excesos, etc. ayudan a la sanidad del olivo.



Si vemos la plaga (tabla 2), debemos pensar en tratar a partir del daño potencial que puede causar esa plaga. Es decir, hay un umbral de capturas de plaga que determina cuándo tratar y cuando no.

Tabla 3: Organismo, efecto y tratamiento en cultivo ecológico de olivo

Organismo	Efecto o daño	Tratamiento
Mosca del olivo	Reducción de producción y calidad del aceite	Laboreo invernal Captura masiva Piretrinas
Polilla	Caída de flores y frutos	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Cochinilla de tizne	Aparición de negrilla	Poda de aclareo Aceites minerales Fungicida cobre
Repilo	Caída de hojas infección de fruto	Poda de aclareo Fungicida cobre



Bibliografía

Alonso Mielgo, A. M., & Guzmán Casado, G. I. (1999). Cultivo del olivar en agricultura ecológica. Divulgación agricultura ecológica. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, (2/99).

Céspedes, C. (2019). Elaboración y uso del Compost o abonera de montón.

García-Gómez, A., Roig, A., & Bernal, M. P. (2003). Composting of the solid fraction of olive mill wastewater with olive leaves: organic matter degradation and biological activity. *Bioresource technology*, 86(1), 59-64.

O'Ryan Herrera, J., & Riffo Prado, M. O. (2007). *El compostaje y su utilización en agricultura: para pequeños (as) productores (as) de la agricultura familiar campesina*. FIA: Universidad de Las Américas.

L. de Sosa, L., Benítez, E., Girón, I., & Madejón, E. (2021). Agro-industrial and urban compost as an alternative of inorganic fertilizers in traditional rainfed olive grove under mediterranean conditions. *Agronomy*, 11(6), 1223.

Kavvadias, V., & Koubouris, G. (2019). Sustainable soil management practices in olive groves. *Soil fertility management for sustainable development*, 167-188

Rajhi, H., Bardi, A., Ajmi, L., Hazoug, M., Des Tureaux, T. H., Haq, I., ... & Podwojewski, P. (2023). Effect of multi sourced compost on a rainfed olive tree grove in an arid land: Management practices to adapt to global climate change. *Journal of Arid Environments*, 218, 105058.

Lopes, J. I., Gonçalves, A., Brito, C., Martins, S., Pinto, L., Moutinho-Pereira, J., & Correia, C. M. (2021). Inorganic fertilization at high N rate increased olive yield of a rainfed orchard but reduced soil organic matter in comparison to three organic amendments. *Agronomy*, 11(11), 2172.

De Luca, A. I., Iofrida, N., González de Molina, M., Spada, E., Domouso, P., Falcone, G., & García Ruiz, R. (2023). A methodological proposal of the Sustainolive international research project to drive Mediterranean olive



ecosystems toward sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1207972. <https://sustainolive.eu/>

Gómez-Muñoz, B., Hatch, D. J., Bol, R., & García-Ruiz, R. (2012). The compost of olive mill pomace: from a waste to a resource-environmental benefits of its application in olive oil groves. *Sustainable Development-Authoritative and Leading Edge Content for Environmental Management*, 459-484.



LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Servidores meteorológicos

Configuración

Instalación

Acceso a los datos

Descarga de los datos

Meteorología y el cultivo del olivar

Pronóstico del tiempo

Juan Morillo Barragán

Universidad de Extremadura

Escuela de Ingenierías Agrarias



LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La estación meteorológica de la marca Bresser con pantalla wifi TFT de alta resolución permite conectarse por wifi con diferentes servidores meteorológicos a nivel mundial.



Figura 1: detalle de la pantalla y los sensores de la estación (fuente: manual_estación 7003500_WIFI-HD-WC-7in1_es_BRESSER_v062024a)



Se compone de 3 elementos:

- Los elementos sensores articulados en torno a un soporte que se instala en la cubierta del edificio. Cuenta con 7 sensores para medir temperatura, humedad, velocidad del viento, dirección del viento, precipitaciones, nivel de UV y la intensidad de la luz.
- La pantalla de visualización TFT de 7 pulgadas que recibe los datos de forma inalámbrica en la frecuencia de 868 MHz desde los sensores. Se ubica en interiores con disponibilidad de alimentación eléctrica y wifi.
- Adicionalmente pueden existir otros sensores para medir temperatura y humedad de diferentes espacios

Servidores meteorológicos

Antes de realizar la configuración de la estación es conveniente darse de alta en los diferentes servidores meteorológicos a los que quiera subir la información puesto que en cada uno de ellos se precisa de un identificador y una clave para cada estación.

Desde la pantalla de la consola se pueden cargar datos meteorológicos a ProWeatherLive, WUnderground, Weathercloud y Awekas a través del enrutador wifi, siguiendo los siguientes pasos para configurar su dispositivo.



ProWeatherlive

El proceso de alta sería el siguiente:

1. Acceda a la web de <https://proweatherlive.net>
2. Regístrese en la plataforma
3. Vaya en mi perfil a editar mis dispositivos
4. Añada uno nuevo
 - a. Le indicará el ID y su clave
 - b. Complete el resto de los datos con la MAC
 - c. Confirme

Wunderground

El proceso de alta sería el siguiente:

5. Acceda a la web de <https://www.wunderground.com>
6. Regístrese en la plataforma
7. Vaya en mi perfil al apartado mis estaciones meteorológicas
8. Añada una nueva
 - a. En el tipo indique otras
 - b. En la ubicación indique sobre el mapa su posición
 - c. Complete el resto de los detalles entre ellos el nombre y altitud
9. Anote el "ID de estación" y "Clave de estación"



Weathercloud

El proceso de alta sería el siguiente:

1. Acceda a la web de <https://weathercloud.net>
2. Crea una nueva cuenta
3. Vaya en mi perfil al apartado mis dispositivos
4. Añada una nuevo
 - a. Indique la información básica
 - b. Indique su ubicación
 - c. Indique sus coordenadas
5. Anote su ID y clave en el siguiente paso de configuración

Awekas

En AWEKAS solo podrá tener una estación por cada cuenta, y la cuenta está vinculada a una dirección de correo. El proceso de alta sería el siguiente:

1. Acceda a la web de <https://www.awekas.at/es/benutzer.php>
2. Crea una nueva cuenta
3. Vaya en mi perfil al apartado mis dispositivos
4. Añada una nuevo
 - a. Indique su ubicación
 - b. Indique los sensores de la estación a transmitir
 - c. Indique la información del tiempo necesario para enviar un mensaje si deja de funcionar
 - d. Datos adicionales para aceptar
5. Anote su ID y la clave de la estación es la del usuario y no la API KEY



Configuración

Es conveniente hacer la configuración con ambos elementos cercanos para asegurarnos una correcta sincronización entre los sensores y la pantalla puesto que dependiendo de la distancia y los materiales entre ambos dispositivos se puede ver afectada la transmisión de la información.

Para configurar siga el procedimiento siguiente en el lugar donde vaya a situar la pantalla en el que debe disponer de conexión de wifi y eléctrica:

1. Coloque la pila botón en la **pantalla** y conecte a la red
2. Seguidamente ponga las 3 pilas AA en el compartimento de los **sensores** de la estación
3. Presione en la **pantalla** la tecla sensor/wifi durante más de 6 segundos para acceder al modo AC
4. Acceda desde el portátil o móvil a la nueva wifi con el SSID: PWS-xxxxxx
5. Introduzca en el navegador la IP: 192.168.1.1
6. Cumplimente la configuración del ruter
 - a. Seleccione el enrutador (SSID) para la conexión
 - b. Seleccione el tipo de seguridad: WPA/WPA2
 - c. Contraseña
7. Ingrese el ID de la estación y la clave asignados para cada servidor meteorológico seleccionado
8. Seleccione servidor de tiempo y coordenadas
9. Aplique la configuración



Instalación

- Elija un área de espacio abierto con luz solar directa por encima de la cumbrera del tejado sin ninguna obstrucción a la lluvia, viento y sol. El rango de transmisión entre el conjunto de sensores y la consola de visualización podría alcanzar una distancia de 100 m en línea de visión, siempre que no haya obstáculos que interfieran la señal, como árboles, torres o líneas de alta tensión. Verifique la calidad de la señal de recepción para asegurar una buena recepción.
- Aproveche un mástil de cualquier antena de televisión o bien instale uno específico de esas características para fijar la estación.
- Configure el ángulo de inclinación del panel solar que esté más cerca de su latitud.
- Oriente la estación con la ayuda de una brújula
- En la pantalla acceda a la configuración en el botón de ajustes
 - Actualice la fecha y hora
 - Borre los registros para depurar los datos incorrectos almacenados durante la instalación



Figura 2: detalle de la instalación de la estación de la EIA (Badajoz) (J. Morillo)

Acceso a los datos

Las estaciones meteorológicas pueden ser consultadas en el explorador de su ordenador en las siguientes direcciones:

- ProWeatherlive:
<https://proweatherlive.net/dashboard?id=63f8fc9b635a1f00073d8665>
- Wunderground:
<https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IBADAJOZ19>



- Weathercloud:
<https://app.weathercloud.net/d4829967815#current>
- Awekas:
<https://www.awekas.at/es/instrument.php?id=36375>

Desde el teléfono móvil la aplicación recomendada es Wunderground:

- Google:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wunderground.android.weather&hl=en>
- Apple: <https://apps.apple.com/us/app/weather-underground-local-map/id486154808>

Descarga de datos

La descarga de datos puede reportar una información muy interesante para analizar posibles incidencias sobre el cultivo que luego se detallan en un apartado posterior.

Wunderground

Es la única red que permite la descarga directa de los datos de cualquier estación meteorológica sin estar registrado. Además, estando registrado le permite automatizar las descargas.



El proceso de descarga manual sin registrar sería el siguiente:

- Accede al sitio web de Weather Underground.
- Seleccionar la estación meteorológica: busque en el mapa la estación meteorológica de la que deseas obtener datos.
- Utilizar WU-History: descienda hasta el histórico de datos que le permite indicar un intervalo de fechas, que posibilita acceder a las estadísticas organizadas en forma de gráficos y tablas. Indique modo mensual y en formato tabla.
- Descarga: seleccione todas las filas de la tabla, copie y pegue en un fichero tipo csv para importar a Excel.

Para la descarga automática tiene que estar registrado para disponer de una clave para la descarga:

- Vaya en su perfil al apartado mis dispositivos
- Acceda a la pestaña API KEY para solicitar una clave
- Consulte la documentación para el uso de la clave
- Puede hacer descargas de cualquier estación y fecha
- Tipo de petición:
https://api.weather.com/v2/pws/history/hourly?stationId=IzAFRA1&format=json&units=m&date=20191001&apiKey=c8b17a1****b408eb17a101a4be****
- Los datos pueden ser:
 - Históricos horarios: history/hourly
 - Históricos diarios: history/daily
 - Históricos semanales: daily summary/7day
 - Pronostico a 5 días: daily/5day



Weathercloud

Para un **usuario registrado** la descarga de los datos de otra estación que no sea la suya propia **no es posible**.

<https://app.weathercloud.net/database>

Si está registrado, puede exportar los datos seleccionando el año y mes a tabla de Excel. La cuenta gratuita le permite acceder a los datos de los últimos 12 meses.

Awekas

Para un **usuario registrado** la descarga de los datos de otra estación que no sea la suya propia **no es posible**.

Si está registrado, para la descarga de los datos de su estación solo tiene que ir a su perfil y seleccionar el periodo que precisa para la importación o exportación de los datos.

Meteorología y el cultivo del olivar

El olivar está profundamente influenciado por la meteorología, y los cambios en las condiciones climáticas pueden tener un impacto significativo en la producción y calidad del aceite de oliva.



A continuación, se detallan las principales relaciones entre el olivar y las condiciones climáticas:

Vientos dominantes

Los vientos fuertes pueden causar la rotura de ramas y la caída de hojas, flores y frutos. Esto puede resultar en una reducción directa de la producción de aceitunas, afectando la cosecha y la calidad del aceite.

Una estrategia adecuada en aquellas zonas en la que la velocidad de estos vientos pueda producir un fuerte impacto, es la colocación de barreras vegetales o artificiales en la dirección perpendicular a esos vientos. Con los datos de nuestra estación podemos determinar la dirección y velocidad medida a lo largo de un periodo de tiempo, y si los datos lo aconsejan, se puede instalar algún tipo de barrera que obstaculice la circulación del viento.

Temperatura

Tanto las bajas temperaturas como temperaturas elevadas tienen efectos significativos en el cultivo del olivar.

Heladas

Las heladas severas, especialmente aquellas que alcanzan temperaturas de -10 grados Celsius o inferiores, pueden causar daños irreparables a los olivos, incluyendo la muerte de los árboles. Sin embargo, el olivo es un árbol resistente que puede tolerar ciertas heladas, especialmente si son de corta duración.



Se puede considerar que:

- Si la temperatura mínima absoluta es cercana a - 10 °C, y se repite el evento cada cinco años o menos, es una temeridad plantar olivos.
- Los tres primeros años de vida del olivar no debería bajar la temperatura de - 5 °C en invierno como mínima absoluta.

Brotación

La acumulación de frío es crucial para romper el estado de latencia de las yemas y facilitar la floración y fructificación del olivo.

El olivo requiere un número específico de horas de frío para asegurar una brotación adecuada y la fructificación. Este número varía según la variedad del olivo, pero generalmente se establece entre 350 y 800 horas de frío (variedad Arbequina al menos 350 horas frío).

Las horas de frío se acumulan cuando la temperatura está por debajo de 7,3 °C. Sin embargo, si la temperatura supera los 20,7 °C en un día, esto puede anular la acumulación de horas de frío.

Floración

La floración del olivo se produce cuando la temperatura media diaria supera los 18 °C esto suele suceder entre los meses de abril y mayo. Sin embargo, las temperaturas excesivas durante este período pueden tener efectos adversos significativos en la producción de aceitunas.



Con altas temperaturas y baja humedad en plena floración, el estigma de la flor se deshidrata, siendo imposible la fecundación, ya sea por polen propio o externo, no produciéndose el cuajado y perdiéndose la futura aceituna.

Aunque nos encontramos con tasas altas de fertilidad en muchos de nuestros olivares, con zonas que rozan el 35-40 %, tenemos otras donde el calor puede reducir la fertilidad al 7 %.

Pluviometría

La pluviometría necesaria para el cultivo del olivar varía según las condiciones de cultivo, pero en general se considera que el olivo se adapta bien a climas con precipitaciones anuales entre 400 y 600 mm. Esta cantidad de lluvia es especialmente adecuada para el cultivo en secano, donde es crucial que las precipitaciones se distribuyan adecuadamente a lo largo del ciclo vegetativo, especialmente durante las fases críticas como la floración (abril y mayo) y la maduración del fruto (noviembre) para asegurar un buen rendimiento.

Enfermedades: repilo

Para que la infección se produzca, es necesario que haya agua libre sobre la conidia (elemento reproductor del hongo) y sobre los órganos susceptibles (normalmente, la hoja), así como temperaturas comprendidas entre 15 °C y 20 °C, lluvia o una humedad relativa muy elevada (superiores al 98 %). Por esto, los periodos húmedos del otoño-invierno y en primavera lluviosas y frescas son los idóneos para prevenir el desarrollo de la enfermedad.



Riego

Durante la floración, que ocurre entre abril y mayo, es crucial que el olivar reciba suficiente agua. La falta de humedad en este periodo puede reducir la fecundación y el número de flores, afectando negativamente la cosecha del año siguiente.

Entre mayo y junio, el cuajado de los frutos también depende de la humedad. Si no hay precipitaciones adecuadas, muchas aceitunas no se formarán, lo que impactará la producción.

Humedad

Un exceso de humedad en el suelo puede favorecer el desarrollo de hongos y otras plagas, que pueden dañar las raíces y afectar la salud general de la planta.

Plagas: Mosca del olivo

La mosca del olivo es un insecto que ataca los frutos maduros después del endurecimiento del hueso. Las temperaturas suaves y la alta humedad son la mezcla perfecta para su desarrollo, junto con el descenso de las temperaturas acompañadas por fenómenos tormentosos. Generalmente las temperaturas ideales para que la mosca logre atacar eficazmente nuestras aceitunas oscilan de los 22 °C a los 30 °C.



Plagas: Prays del olivo

Las condiciones meteorológicas afectan al desarrollo de la plaga:

- Si el ambiente tiene humedad relativa inferior al 60 %, los huevos se secan en unas horas.
- Si la temperatura es inferior a 12 °C, el insecto reduce su actividad hasta límites muy bajos.
- Si la temperatura es elevada y coincide con un descenso brusco de la humedad, algunos estados del insecto modifican sus hábitos; por ejemplo, las larvas carpófagas que no pueden penetrar en el fruto cuando $T > 30\text{ °C}$ y la HR $< 20\%$.
- El frío del invierno, y sobre todo el calor del verano, causan una mortalidad muy variable (en torno a una media del 40 %), destruyendo huevos y larvas pequeñas.

Pronóstico del tiempo

Ya sea en la propia estación o bien a partir de los diferentes servidores a los que se envían los datos, una de las herramientas interesantes es la de pronóstico para conocer el tiempo que hará en un futuro.

Estación propia

Basándose en la tasa de cambios en la presión atmosférica, la estación meteorológica predice el tiempo que hará durante las próximas 12-24



horas en un radio de 30-50 km. Para ello emplea hasta 6 iconos diferentes para el pronóstico del tiempo: soleado, parcialmente nublado, nublado, lluvioso, tormenta y nieve.

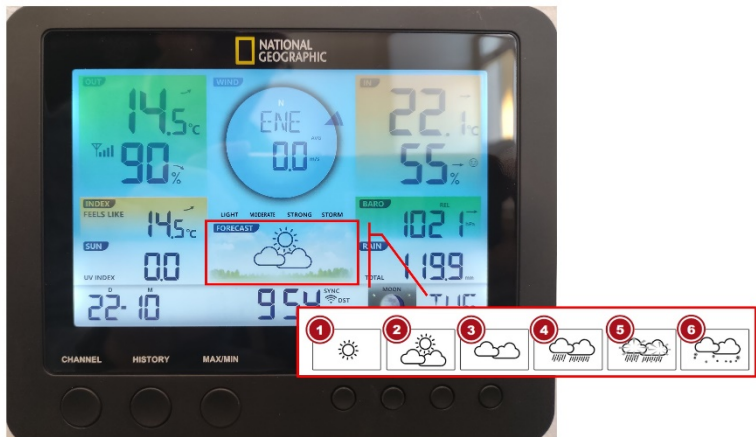


Figura 3: pronóstico a corto plazo (1 día) en el panel de la estación (J. Morillo)

Esta herramienta es muy útil para aplicaciones de fitosanitarias que no se pueden aplicar si va a llover, puesto que la lluvia implica que hay que volver a aplicar el tratamiento por el lavado del producto.

También en la recogida de la aceituna es importante conocer la previsión de lluvia puesto que supone una dificultad adicional por el barro con lo que se reduce el rendimiento del trabajo.

La precisión de un pronóstico meteorológico basado en la presión atmosférica es de un 70 % a un 75 %.



Servidor meteorológico

Además de este pronóstico a corto plazo, que suele resultar bastante fiable, los servicios meteorológicos como Wunderground ofrecen previsiones a 10 días basadas en una extensa red de estaciones meteorológicas personales, lo que permite obtener datos muy específicos y localizados. Esto es especialmente útil en áreas donde las condiciones climáticas pueden variar significativamente en distancias cortas que pueden ser cruciales para planificar el cultivo del olivar, ya que como hemos podido ver la meteorología influye significativamente en el crecimiento, la producción y la calidad del aceite de oliva. Tanto en aplicaciones para móvil como para ordenador personal la ventana de tiempo es de 10 días y puede ampliarse hasta 15 con una tarifa de pago.

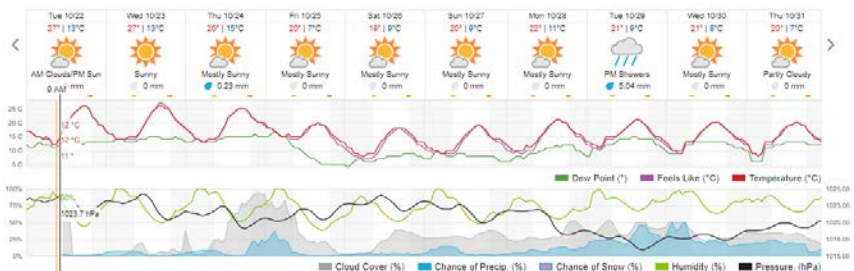


Figura 4: pronóstico a largo plazo (10 días) en la aplicación web de Wunderground (J. Morillo)



ELABORACIÓN DE JABONES DE ACEITE ARTESANALES

Ingredientes

Materiales

Proceso de elaboración

Receta de un jabón de aceite básico

Juan Ignacio Maté Caballero

Departamento de Agronomía, Biotecnología y Alimentación
Universidad Pública de Navarra



ELABORACIÓN DE JABONES DE ACEITE ARTESANALES

El jabón de aceite es el resultado de mezclar aceites y mantecas vegetales con sosa y agua a través de una reacción natural denominada **SAPONIFICACIÓN**.

Esta reacción de saponificación se puede realizar en frío o en caliente. La primera se realiza a temperatura ambiente o ligeramente superior ($<40^{\circ}\text{C}$). En la saponificación en caliente, los ingredientes se calientan y se mantienen a una temperatura constante durante un período de tiempo determinado.

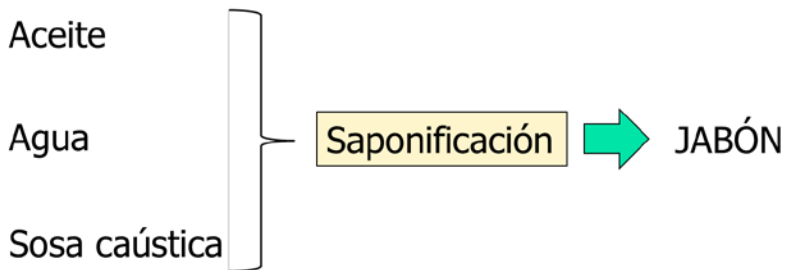
La principal ventaja de la saponificación en caliente es la velocidad de la reacción que puede completarse en cuestión de horas. El proceso en frío, aunque es rápido al principio, tarda unos 40 días en terminarse completamente dando lugar a un jabón curado **con un pH adecuado para la piel**.

La saponificación en frío, permite una mejor conservación de los ingredientes y sus propiedades, ya que las altas temperaturas podrían dañarlos. Estos jabones tienden a ser mucho más aromáticos y se pueden utilizar aditivos beneficiosos para la piel, como aceites esenciales o ingredientes hidratantes, sin que se vean afectados negativamente por el calor.

La saponificación en frío es un proceso más seguro, no requiere las precauciones de un proceso caliente con sosa. Además, el proceso en frío es más respetuoso con el medio ambiente, ya que no requiere grandes cantidades de energía para calentar los ingredientes.



Por todas estas razones en este trabajo nos centraremos en el proceso de obtención de jabones de aceite en frío. Para este proceso hay que combinar los aceites con la proporción correcta de aceite y agua y añadir aroma, color y principios activos para enriquecer el jabón



Ingredientes

Los principales ingredientes para realizar un jabón de aceite son los aceites, la sosa y el agua. Existen otros ingredientes minoritarios pero que ayudan a personalizar el jabón que incluyen activos, colorantes, fragancias y conservantes.

ACEITES

Los aceites y mantecas son los principales ingredientes en la elaboración de un jabón casero. Existe una amplísima variedad de aceites que proporcionan distintos grados de dureza y efecto sobre la piel. Es importante enfatizar que es recomendable utilizar aceite nuevo (sin



usar) cuando se va a producir jabón para el cuerpo. Se puede utilizar un aceite reciclado (filtrado) cuando se va a producir jabón para la ropa.

Entre los distintos aceites, el aceite de oliva es muy recomendado para hacer jabón, con excelentes propiedades hidratantes. Se considera ideal para pieles sensibles. Se consigue un jabón suave, cremosos y con poca espuma. Se puede hacer jabón basado sólo en aceite de oliva.

El aceite de almendras también se recomienda para pieles irritadas. Pero la pastilla es muy dura. Se aconseja incorporar un máximo de 12% de este aceite.

El aceite de rosa mosqueta se añade por sus propiedades cicatrizantes y regeneradoras y el aceite de argán por sus propiedades antioxidantes.

SOSA CÁUSTICA

La sosa cáustica es una sustancia química (hidróxido de sodio) encargada de la reacción química que hace transformar los aceites en jabón. Es un producto muy irritante por lo que hay que trabajar con gafas, guantes y mascarillas.

Las perlitas de sosa son higroscópicas por lo que hay que guardarlas en un recipiente cerrado para evitar que la humedad ambiente provoque un apelmazamiento de las mismas lo que dificultaría su manejo.

AGUA

El ideal es utilizar agua desmineralizada dado que el agua corriente puede tener impurezas que pueden afectar el proceso de



saponificación. Por otra parte, se pueden utilizar aguas florales que aromatizarán el jabón y aportarán propiedades beneficiosas para la piel. El ideal es emplear una parte de agua desmineralizada y otra de agua floral.

ACTIVOS

Son componentes que se añaden a la formulación del jabón artesanal para mejorar su efecto sobre la piel. Se añadirá uno u otro dependiendo del efecto buscado. Estos activos se añaden a la traza (ver elaboración) antes del moldeo para que sus características se vean afectadas lo mínimo por la reacción de saponificación. La dosis recomendada ronda el 5%. Los principales son los aceites esenciales y los extractos vegetales.

Los **aceites esenciales** se obtienen mediante destilación y concentran los beneficios de las plantas de las que se extraen. Una pequeña cantidad basta para aportar beneficios a los jabones. Por otra parte, la incorporación de los aceites esenciales puede influir en la dureza final del jabón por lo que conviene realizar pruebas para testarlo.

Los aceites esenciales son muy variados y proceden prácticamente de cada planta incluyendo: Albahaca, árbol del té, incienso, laurel, tomillo, hierba buena, eucalipto, limón...

Las propiedades beneficiosas dependen del tipo de aceite, incluyen:

Capacidad antioxidante, antimicrobiana y específicamente antibacteriana, calmante, reafirmante, antiséptica, cicatrizante, ...



Estas características beneficiosas se supone que se transmitirían a través del jabón al usuario.

Los **extractos vegetales** son, por otra parte, macerados de plantas. Estos macerados pueden ser hidrosolubles si se utiliza agua con glicerol en la maceración o liposolubles si se utilizan aceites vegetales.

Los liposolubles u oleosos son más recomendables porque se integra con más facilidad en la masa final de jabón. Las características que en teoría pueden incorporar al jabón son las mismas que con los aceites esenciales, pero en general de forma menos intensa.

La forma más sencilla de realizar extractos vegetales es el uso del mismo aceite que se va a utilizar en el jabón como medio para realizar la maceración. Como ejemplo los pasos a realizar para conseguir un extracto de romero con aceite de oliva:

1. Seleccionar ramas de romero sanas y dejar secar totalmente. Seleccionar un recipiente con tapa idealmente opaco y de vidrio. Llenar el recipiente con las ramas de romero. Cuantas más ramas, más concentrado será el extracto.
2. Añadir aceite de oliva de buena calidad hasta que se cubra todo el romero
3. Tapar el recipiente y dejarlo macerar en un lugar oscuro a temperatura ambiente durante al menos un mes
4. Agitar el recipiente diariamente
5. Pasado el mes, colar el aceite y ya podrá ser utilizado. Deberá añadirse a la traza antes del moldeo



COLORANTES

Con los colorantes se pueden hacer jabones con distintos colores, a capas con diferentes efectos. Los colorantes a utilizar tienen que ser cosméticos, porque van a ir en contacto con la piel. Hay dos tipos principales:

Pigmentos minerales. Se obtienen de los minerales, pero sin metales pesados (van a ir en contacto directo con la piel). Son insolubles y colorean por dispersión. Son colores muy estables. Hay tres tipos principales:

- Óxidos de hierro (negro, rojo y amarillo)
- Óxidos de cromo (verde)
- Ultramarino (violeta, azul)
- Dióxido de titanio (blanco)

Para agregarlos al jabón hay que dispersarlos previamente en unas gotas de jabón con un mortero.

Pigmentos orgánicos. Los pigmentos orgánicos están disponibles en una amplia gama de colores. Son menos estables que los minerales. En general hay que dispersarlos en aceite, aunque se pueden conseguir en el mercado ya dispersados por lo que su uso es mucho más sencillo.

FRAGANCIAS Y CONSERVANTES

El jabón se puede perfumar bien con aceites esenciales o esencias aromáticas. Los aceites esenciales se pueden utilizar tanto como agente



activo (para mejorar el efecto sobre la piel), como fragancia y también como agente conservante (antioxidante) por lo que es un aditivo utilizado muy comúnmente.

Cuando se añaden aceites esenciales o esencias aromáticas como fragancia, la cantidad no ha de superar el 1%. Los conservantes se añaden para retrasar el enranciamiento oxidativo de los componentes del jabón, que reduciría considerablemente su vida útil.

Materiales

Los materiales que se necesitan para hacer jabón están presentes en cualquier cocina, pero eso sí una vez utilizados para este fin, conviene **no volver a utilizarlos para cocinar**. Los materiales básicos son:

- cubo de plástico
- jarra de vidrio
- boles
- batidora
- espátula de silicona

No hay que utilizar contenedores de aluminio, dado que la sosa caustica reaccionaría con este metal

Además, se necesitaría tener a mano una báscula de precisión un termómetro.



Por otra parte, desde el punto de vista de la seguridad, debemos utilizar

- Guantes
- Gafas de protección
- Mascarilla

Por último, necesitaremos moldes donde formar los jabones. Estos pueden ser de silicona (con propiedades antiadherentes) pero también pueden estar basados en madera (conviene utilizar papel vegetal para que el jabón no se pegue a la madera). La clave es reducir la adherencia del jabón con las paredes para poder retirar el jabón resultante del molde con facilidad.

No está de más, tener tiras medidoras de pH para asegurarse que el pH del jabón es neutro y así asegurarse que la reacción de saponificación ha terminado al cabo de 40 días.

Proceso de elaboración

Cálculo de cantidades

El primer paso en la elaboración es el cálculo de las cantidades de cada uno de los ingredientes que van a formar parte del jabón y determinar cuándo se deben añadir. Es importante determinar la cantidad de aceite, agua y sosa para que la reacción de saponificación se lleve a cabo completamente. Un exceso de uno de estos ingredientes afectará al pH.



Sosa

La cantidad de sosa a emplear va a depender de la cantidad y del tipo de aceite. La fórmula que para calcular la sosa es la siguiente:

$$\text{Cantidad sosa (g)} = \text{Índice de saponificación} * \text{cantidad aceite (g)}$$

El índice de saponificación depende del tipo de aceite. En el caso del aceite de oliva

$$\text{IS (aceite de oliva)} = 0,192$$

Si empleamos 300 gramos de aceite de oliva necesitaremos $300 * 0,192 = 57,6$ gramos de sosa

En una receta con 200 gramos de aceite de oliva (IS=0,192), 100 de aceite de coco (IS= 0,187) y 50 de aceite de palma (IS= 0,198) necesitaremos:

$$200 \times 0,192 + 100 \times 0,187 + 50 \times 0,198 = 67 \text{ gramos de sosa}$$

Agua

La cantidad de agua viene determinada por la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de agua(g)} = \left(\frac{\text{g de sosa}}{\text{porcentaje de agua}} \right) - \text{cantida de sosa (g)}$$



Lo habitual es que los jabones tengan entre un 30 y 40% de agua. Cuanta más agua, más blando. Dentro de estos límites se elige el porcentaje que uno desee.

Sobre engrasado

Para conseguir jabones especialmente hidratantes y suaves se recurre al sobre engrasado. Se trata de utilizar más aceite del necesario para la saponificación. El aceite remanente no saponificado es el que mejoraría las características del jabón resultante. Lo habitual es utilizar un porcentaje de sobre engrasado entre el 5 y 10%.

El sobre engrasado se puede conseguir añadiendo un aceite diferente cuando la traza ya está lista para moldear. De esta manera este aceite no se deterioraría con las temperaturas alcanzadas en la saponificación. Otra posibilidad es añadir menos cantidad de sosa. La fórmula para calcular la sosa añadir cuando se requiere un sobre engrasado es la siguiente:

$$\text{Gramos de sosa} - (\% \text{ sobre engrasado} \times \text{gramos de sosa})$$



Elaboración paso a paso

Paso 1: preparación de la lejía

- Pesar sosa y agua
- Añadir siempre la sosa sobre el agua
- Mover suavemente hasta disolución
- Esperar a que la temperatura baje a 40-45°C

Precauciones:

- o Siempre con guates y gafas de seguridad
- o En un lugar ventilado
- o Siempre sosa sobre agua

Paso 2: preparación del aceite

- Medir o pesar aceite
- Calentar el aceite (al baño maría) hasta 40-45°C

Paso 3. Mezclar y agitar

- Verter el aceite en un cubo
- Remover y añadir lentamente la lejía con cuidado
- Batir hasta que se pueda dejar una línea en la superficie: **la traza**



Paso 4. Añadir aditivos

- Añadir aromas, colorantes, componentes activos cuando aparece la traza
- Remover lentamente con espátula para distribuir los aditivos

Paso 5. Moldeado

- Verter líquido espeso en los moldes
- Si la traza queda demasiado líquida hay que batir más tiempo

Paso 6. Secado

- El jabón está seco al cabo de 24/48 horas
- Desmoldar y cortar el jabón (todavía blando)
- Cortarlo en pastillas

Paso 7. Maduración

- La saponificación continúa durante 30/40 días
- Conviene controlar el pH para asegurarnos que tiene un pH cercano al 7
- Envolver las pastillas en un papel transparente. Están listas para ser usadas



Receta de un jabón de aceite básico

Ingredientes

• Aceite de oliva virgen	800 g
• Agua mineral	386,4 g
• Aceite de coco	300 g
• Sosa cáustica	150,3 g
• Aceite esencial de bergamota	30 g
• Pigmento líquido verde oliva	a discreción

Paso a paso

1. Verter la sosa sobre el agua (NUNCA AL REVÉS) y remover. Dejar enfriar hasta aproximadamente 40 °C
2. Calentar aceite (idealmente al baño maría) hasta los 40 °C
3. Añadir lentamente la lejía sobre el aceite (no al revés) y batir
4. Añadir colorante al gusto y seguir batiendo
5. Cuando la mezcla suficientemente espesa (aparece la traza), añadir el aceite de bergamota y mezclar con una espátula silicona.
6. Rellenar el molde y dejar endurecer 24/48 horas
7. Desmontar y cortar pastillas
8. Mantener en un sitio fresco sin luz por 40 días y el jabón estará listo para usar



**CIHEAM
ZARAGOZA**



**DIPUTACIÓN
DE ZARAGOZA**

Este proyecto ha recibido financiación de la Diputación Provincial de Zaragoza en la convocatoria a proyectos de desarrollo y solidaridad internacional en el ejercicio de 2023-2024



**CIHEAM
ZARAGOZA**

El olivo, símbolo de la paz, su cultivo y explotación es el eje central del proyecto «Fortalecimiento del desarrollo local sostenible y la convivencia en Líbano a través de la mejora del rendimiento y la productividad del olivo» coordinado por el CIHEAM Zaragoza.

Este proyecto ha recibido financiación de la Diputación Provincial de Zaragoza en la convocatoria a proyectos de desarrollo y solidaridad internacional en el ejercicio de 2023-2024

 **LIB**