



# Recomendaciones nutricionales para el cultivo del **OLIVO**



Pioneering the Future

## Contenidos

|                                                                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Información general.....</b>                                                                                                                 | <b>4</b>  |
| 1.1 Origen e historia.....                                                                                                                         | 4         |
| 1.2 Valor nutricional y efecto sobre la salud de las aceitunas.....                                                                                | 4         |
| 1.3 Descripción de la planta y fisiología.....                                                                                                     | 5         |
| 1.4 El cultivo del olivo a nivel mundial .....                                                                                                     | 8         |
| 1.4.1 Dinámica de producción y consumo de aceitunas de mesa.....                                                                                   | 9         |
| 1.4.2 Aceite de Oliva .....                                                                                                                        | 9         |
| 1.5 Variedades de olivos.....                                                                                                                      | 10        |
| 1.6 Rendimientos.....                                                                                                                              | 13        |
| <b>2. El cultivo del olivo.....</b>                                                                                                                | <b>14</b> |
| 2.1 Clima .....                                                                                                                                    | 14        |
| 2.2 Tipo de suelo .....                                                                                                                            | 14        |
| 2.3 Propagación .....                                                                                                                              | 15        |
| 2.4 Marco de plantación.....                                                                                                                       | 15        |
| 2.5 Diseño de plantación para la polinización cruzada .....                                                                                        | 17        |
| 2.6 Poda.....                                                                                                                                      | 17        |
| 2.7 Vecería.....                                                                                                                                   | 19        |
| 2.8 Aclareo de frutos.....                                                                                                                         | 20        |
| 2.9 Riego .....                                                                                                                                    | 20        |
| 2.10 Fertilización .....                                                                                                                           | 25        |
| 2.11 Recolección .....                                                                                                                             | 26        |
| <b>3. La nutrición mineral de los olivos.....</b>                                                                                                  | <b>28</b> |
| 3.1 Resumen de las principales funciones de los nutrientes en la planta .....                                                                      | 28        |
| 3.2 Herramientas para la gestión óptima de los nutrientes: observación, análisis de suelo, análisis de hoja.....                                   | 28        |
| 3.3 Necesidades nutricionales del cultivo del olivo .....                                                                                          | 30        |
| 3.4 Principales nutrientes para las plantas, sus concentraciones foliares en el olivo, síntomas de deficiencia, métodos y dosis de aplicación..... | 31        |
| Nitrógeno.....                                                                                                                                     | 31        |
| Fósforo .....                                                                                                                                      | 33        |
| Potasio .....                                                                                                                                      | 34        |
| Macronutrientes secundarios: Magnesio; Azufre; Calcio .....                                                                                        | 38        |
| Micronutrientes: Boro.....                                                                                                                         | 39        |
| Zinc; Hierro .....                                                                                                                                 | 42        |
| Manganeso.....                                                                                                                                     | 43        |
| Cobre; Molibdeno; Cloro y Toxicidad por cloruro.....                                                                                               | 44        |
| <b>4. Prácticas de fertilización .....</b>                                                                                                         | <b>46</b> |
| 4.1 Mejora del suelo.....                                                                                                                          | 46        |
| 4.2 Fertilización como medio para asegurar la alta fertilidad del suelo.....                                                                       | 47        |
| 4.2.1 Absorción/eliminación de Nutrientes.....                                                                                                     | 47        |
| 4.2.2 Análisis de suelo y foliar.....                                                                                                              | 47        |
| 4.3 Aplicación de fertilizantes.....                                                                                                               | 49        |
| 4.3.1 Aplicación de N .....                                                                                                                        | 49        |
| 4.3.2 Aplicación N-P-K.....                                                                                                                        | 50        |
| 4.3.3 Aplicación al suelo para olivares en producción de secano .....                                                                              | 50        |
| 4.3.4 El efecto del riego en la producción y en la aplicación de fertilizante.....                                                                 | 51        |

|                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.5 El efecto de la fertirrigación en la producción y en la aplicación de fertilizantes.....                    | 52        |
| 4.3.6 Nutrición por medio de la fertilización foliar .....                                                        | 52        |
| <b>5. Recomendaciones de HAIFA para una nutrición mineral integral del cultivo del olivar</b>                     | <b>56</b> |
| 5.1 Mejora del suelo en pre-plantación.....                                                                       | 56        |
| 5.2 Abonado de fondo en pre-plantación + programa de abonado al suelo localizado en línea (fase vegetativa) ..... | 57        |
| 5.3 Abono de fondo en pre-plantación + programa de riego con fertirrigación (fase vegetativa) .....               | 57        |
| 5.4 Sin abonado de pre-plantación, pero fertirrigación y/o programa de abonado localizado (fase vegetativa) ..... | 58        |
| 5.5 Cultivo extensivo de secano en fase productiva.....                                                           | 58        |
| 5.6 Cultivo intensivo de secano en fase productiva.....                                                           | 58        |
| 5.7 Cultivo intensivo de regadío sin Nutrigación™ (Fertirrigación) en fase productiva                             | 59        |
| 5.8 Nutrigación™ para olivar intensivo de regadío en fase productiva .....                                        | 59        |
| 5.9 Fertilización foliar con Productos Haifa: Haifa Bonus, Poly-olive.....                                        | 62        |
| 5.10 Nutrigation™ (fertirrigación).....                                                                           | 64        |
| 5.11 Fertilizantes de liberación controlada.....                                                                  | 65        |
| 5.12 Haifa NutriNet™ - programas online de fertilización y Nutrigación™ .....                                     | 66        |
| <b>Apéndice I: Fertilizantes especiales de Haifa .....</b>                                                        | <b>69</b> |
| Soluciones pioneras.....                                                                                          | 69        |
| Nitrato Potásico .....                                                                                            | 69        |
| Nutrigation™ .....                                                                                                | 70        |
| Fertilización foliar .....                                                                                        | 71        |
| Nutrición de liberación controlada.....                                                                           | 71        |
| <b>Apéndice II: Tablas de conversión .....</b>                                                                    | <b>72</b> |

# 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre científico:** *Olea europaea* L.

**Familia:** *Oleaceae*

**Especies relacionadas:** Olivo africano (*Olea africana*), Oleaster (*O. europaea* var. *oleaster*).

**Nombres comunes:** Inglés: Olive. Francés: Olivier; Español: Olivo; Italiano: Olivo;  
Alemán: Olive; Árabe: Zeitoun

## 1.1 Origen e historia

El cultivo del olivo data de hace más de 6,000 años y hoy todavía está floreciendo, no sólo en sus países de origen, sino en la mayoría de las partes del mundo.

El olivo es nativo de la región Mediterránea, tropical, de Asia central y de varias partes de África. El olivo tiene una historia tan larga como la civilización Occidental, siendo su desarrollo uno de los primeros logros del hombre civilizado. En un lugar de España, la datación mediante carbono ha comprobado que la semilla de olivo allí encontrada tiene 8,000 años de antigüedad. El cultivo de *O. europaea* puede haberse iniciado de forma independiente tanto en Creta como en Siria. Las evidencias arqueológicas sugieren que los olivos ya se cultivaban en Creta en el 2,500 a.C. Desde Creta a Siria los olivos estaban repartidos por Grecia, Italia y otras partes del área Mediterránea.

Las frondosas ramas de olivo se han utilizado durante miles de años tanto como un símbolo de la abundancia, de gloria y de paz, como para coronar a los vencedores de juegos amistosos o de sangrientas guerras. También fueron ritualmente ofrecidas en emblemas de bendición y purificación, a las deidades y a figuras poderosas, y algunas incluso fueron encontradas en la tumba de Tutankamón.

Con los años, el olivo ha sido el símbolo de la paz, la sabiduría, la gloria, la fertilidad, el poder y la pureza. El olivo y las aceitunas se mencionan más de 30 veces, tanto en el Antiguo como el Nuevo Testamento de la Biblia. Es una de las primeras plantas mencionadas en la Biblia y una de las más significativas. Por ejemplo, era una hoja de olivo la que la paloma trajo a Noé para demostrar que el diluvio había terminado.

Un olivo en el Algarve, en Portugal, tiene 2000 años de edad, de acuerdo con la datación por carbono. De acuerdo con un estudio científico reciente, hay docenas de olivos milenarios en todo Israel y en la Palestina bíblica, de entre 1,600-2,000 años. Todos estos árboles todavía producen aceitunas.

## 1.2 Valor nutricional y efecto sobre la salud de las aceitunas

El valor nutricional de las aceitunas deriva del hecho de que tienen muy pocos hidratos de carbono y son una gran fuente de monosaturados. Esto hace que sean un buen elemento en una dieta baja en hidratos de carbono. Hay muchos tipos diferentes de aceitunas y las categorías generales son las aceitunas verdes y las aceitunas negras. Las aceitunas son una fuente rica en polifenoles que son fundamentales en la defensa de nuestro cuerpo contra el cáncer. Los polifenoles tienen muchas

características buenas y son estos elementos, los que dan el gusto y el olor a las aceitunas, y también pueden ayudar como anti-inflamatorios.

### Aceite de Oliva

El aceite de oliva, que se extrae prensando las aceitunas, es una buena fuente de muchos nutrientes beneficiosos y también de minerales. El aceite es una buena fuente de antioxidantes y es ingrediente especial que aumenta mucho el sabor de los platos. Como contiene grasa monoinsaturada, no eleva el nivel de colesterol en el cuerpo. Se dice que el aceite de oliva previene la adherencia del colesterol a las paredes de las arterias. Además, las grasas monosaturadas también ayudan en el control del azúcar en la sangre. Esto afecta a la regulación de la insulina en el cuerpo de una manera positiva.

En cuanto a su contenido en fitonutrientes, las aceitunas son nada menos que asombrosas. Pocos alimentos altos en grasa ofrecen tan amplia gama de nutrientes antioxidantes y anti-inflamatorios, algunos de los cuales son exclusivos de las aceitunas. La siguiente lista especifica sólo las categorías de fitonutrientes más importantes: fenoles simples; terpenos; flavonas; ácidos hidroxicinámicos; antocianidinas; flavonoles; ácidos hidroxibenzoicos y ácidos hidroxifenilacéticos

Según el USDA, una sola porción de 10 aceitunas verdes medianas contiene lo siguiente:

**Tabla 1.1:** Valor nutritivo de 10 aceitunas verdes medianas

|                                      |         |                       |          |
|--------------------------------------|---------|-----------------------|----------|
| Energía                              | 49 kcal | Vitamina A            | 7 mcg    |
| Proteínas                            | 0.35 g  | Vitamina B1           | 0.007 mg |
| Grasa, total                         | 5.21 g  | Vitamina B6           | 0.01 g   |
| Hidratos de carbono                  | 1.31 g  | Niacina (Vitamina B3) | 0.08 mg  |
| Fibra                                | 1.1 g   | Vitamina E            | 1.3 mg   |
| Ácidos grasos saturados, total       | 0.69 g  | Luteína + zeaxantina  | 173 mcg  |
| Ácidos grasos monoinsaturados, total | 3.85 g  | Colina, total         | 4.8 mg   |
| Ácidos grasos polisaturados, total   | 0.44 g  | Folato                | 1 mcg    |
| Calcio                               | 18 mg   | Beta-caroteno         | 79 mcg   |
| Magnesio                             | 4 mg    | Hierro                | 0.17 mg  |
| Potasio                              | 14 mg   | Sodio                 | 529 mg   |
| Fósforo                              | 1 mg    | zinc                  | 0.01 mg  |
| Cobre                                | 0.04 mg | Selenio               | 0.3 mcg  |

## 1.3 Descripción de la planta y fisiología

El olivo es un árbol de hoja perenne o arbusto, corto y grueso y rara vez supera los 8-15 metros de altura. Los olivos tienen una esperanza de vida de unos 500 años. Los árboles de olivo también son persistentes, brotando fácilmente de nuevo incluso cuando se cortan.

El tronco suele estar doblado y retorcido. La corteza del árbol es de color gris pálido. Tiene muchas ramas delgadas con ramillas opuestas.

Las hojas son opuestas en forma de pluma, o elípticas y tienen una dimensiones de entre 4-10 cm de largo y 1-3 cm de ancho. Son suaves y de color verde pálido en la parte superior y plateada en la inferior, lo que les da un color verde grisáceo. Su piel es rica en taninos, dando a la hoja madura su apariencia gris-verde. Las hojas son reemplazadas cada dos o tres años y la caída de las hojas, por lo general, ocurre en el mismo momento que un nuevo brote aparece en primavera.

## Flores

Los olivos producen dos tipos diferentes de flores, una flor perfecta que posee las dos partes masculinas y femeninas y una flor estaminada que sólo posee estambres. Las flores son de color blanco cremoso, contienen cáliz, corola, dos estambres y estigma bifido y nacen generalmente en las axilas de las hojas de las ramas de segundo en forma de racimos. Las flores son polinizadas generalmente por el viento y la mayoría de variedades de olivo son auto-polinizadoras, aunque el cuajado suele mejorar cuando existe polinización cruzada con otras variedades. Hay variedades auto-incompatibles, que no dan fruto sin polinización cruzada con otras variedades cercanas y hay variedades que son incompatibles con otras. La incompatibilidad también puede ocurrir por razones medioambientales, tales como las altas temperaturas.



## Inducción de la floración y el cuajado

El olivo es lo suficientemente maduro para producir flores y frutos a partir de los cuatro años de edad. Los factores que afectan al cuajado son:

- La ausencia de estrés hídrico durante el verano anterior favorece la inducción de yemas vegetativas a botones florales.
- Otros estreses como plagas, enfermedades y deficiencia de nutrientes pueden afectar gravemente al desarrollo del fruto y al rendimiento.
- El estado óptimo del olivo en el verano precedente es fundamental para asegurar que el árbol está en condiciones óptimas para producir la máxima floración.
- Los árboles en cultivo de secano pueden tener hasta un 52% más de flores estériles (estaminadas), en comparación con los árboles adecuadamente regados con solo un 7-8% de flores estériles.
- Los árboles deben estar expuestos a una temperatura media máxima de 12° Celsius durante el invierno, para que se produzca un desarrollo adecuado.
- Vientos secos y calientes durante la floración tenderán a aumentar la caída de las flores y a reducir el cuajado del fruto.
- Los olivos en condiciones ambientales adecuadas producen abundante polen.
- El riego correcto y la colocación de cortavientos reducen los efectos del calor y el viento en el cuajado del fruto.



**Los frutos** son una drupa de color verde inicialmente, llegando a ser generalmente negruzco-púrpura cuando está completamente madura. Algunas variedades son de color verde cuando están maduras y algunas se vuelven de un tono marrón cobre. Las variedades cultivadas varían considerablemente en tamaño, forma, contenido de aceite y sabor. Las formas varían desde casi redonda a ovalada o alargada con extremos puntiagudos. Las aceitunas crudas contienen un alcaloide amargo (oleuropeína) que las hace amargas y desagradables, pero no es dañino para la salud. Esto hace que el fruto no pueda consumirse directamente del árbol y tenga que someterse a procesos de curado. Algunas aceitunas son, sin embargo, una excepción a esta regla, porque a medida que maduran se

endulzan directamente en el árbol, en la mayoría de los casos esto se debe a la fermentación. Un ejemplo de ello es la variedad *Thrubolea* en Grecia. Algunas variedades son suficientemente dulces como para ser comidas después del secado al sol.

Las variedades silvestres tienen pulpas más delgadas y son menores que las variedades cultivadas. Contienen una sola semilla, comúnmente conocida como hueso. La recolección de las aceitunas se puede realizar desde que las aceitunas todavía están verdes hasta el envero. Las aceitunas negras en conserva pueden contener productos químicos (sulfato ferroso, por lo general) que las vuelve negras artificialmente.

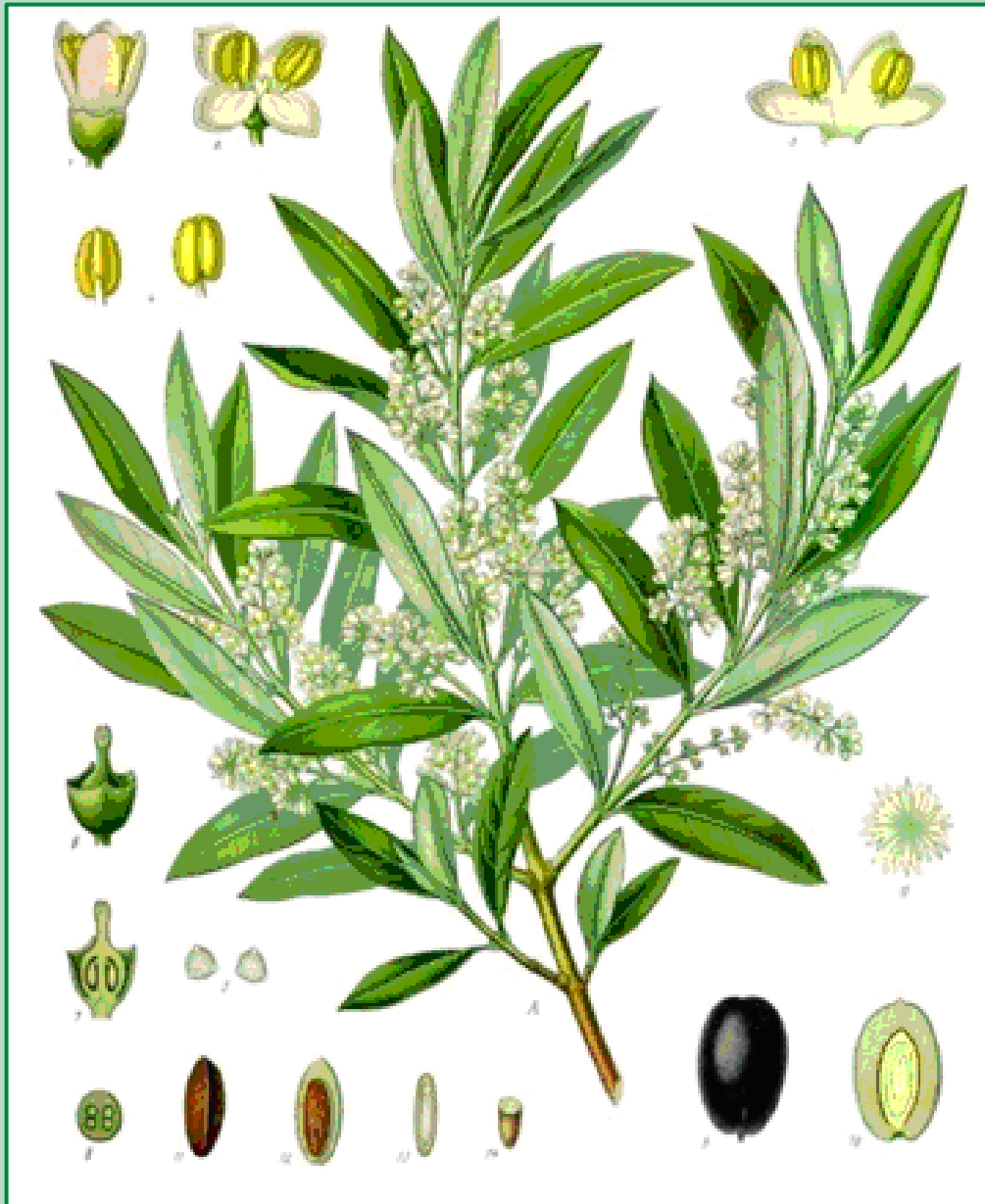


Figura 1.1: Ilustración del siglo XIX de las diferentes partes de un olivo.

## 1.4 El cultivo del olivo a nivel mundial

España, Italia, Grecia, Turquía, Siria y Marruecos son los países con mayor producción de aceite de oliva del mundo, representando aproximadamente el 83% de la producción mundial de aceite de oliva y un porcentaje similar de consumo.

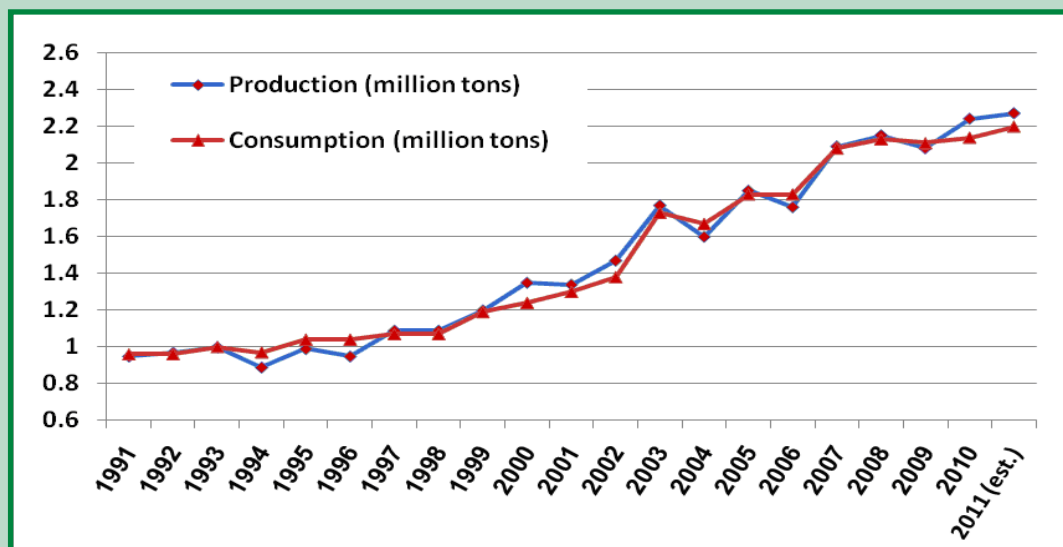
**Tabla 1.2:** Principales países productores en 2009. Fuente: FAOSTAT

|              | Producción<br>(Toneladas)* | Área cultivada<br>(ha) | Rendimiento<br>(t/ha)* |
|--------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Mundo</b> | <b>18,241,809</b>          | <b>9, 922,836</b>      | <b>1.83</b>            |
| España       | 6,204,700                  | 2,500,000              | 2.48                   |
| Italia       | 3,600,500                  | 1,159,000              | 3.11                   |
| Grecia       | 2,444,230                  | 765,000                | 3.14                   |
| Turquía      | 1,290,654                  | 727,513                | 1.77                   |
| Siria        | 885,942                    | 635,691                | 1.39                   |
| Marruecos    | 770,000                    | 550,000                | 1.4                    |
| Túnez        | 750,000                    | 2,300,000              | 0.33                   |
| Egipto       | 500,000                    | 110,000                | 4.55                   |
| Argelia      | 475,182                    | 288,442                | 1.65                   |
| Portugal     | 362,600                    | 380,700                | 0.95                   |
| Líbano       | 76,200                     | 250,000                | 0.65                   |
| Jordania     | 189,000                    | 126,000                | 1.5                    |
| Libia        | 180,000                    |                        |                        |
| Argentina    | 160,000                    | 52,000                 | 3.08                   |



\*Todas las toneladas en esta publicación son métricas, a menos que se indique lo contrario.  
(Fuente: OLIVÆ, Revista oficial del Consejo Oleícola Internacional)

### 1.4.1 Dinámica de producción y consumo de aceitunas de mesa



**Figure 1.2:** Producción y consumo mundial de **aceitunas de mesa** (1990/91–2010/11).

Fuente: OLIVÆ, Revista oficial del Consejo Oleícola Internacional

### 1.4.2 Aceite de Oliva

Los beneficios percibidos para la salud, un interés continuo en la cocina Mediterránea y la promoción del Consejo Oleícola Internacional, han estimulando la demanda del mercado del aceite de oliva, especialmente en los países tradicionalmente no asociados con el aceite de oliva, como Estados Unidos y Japón.

Los Aceites de Oliva pueden clasificarse atendiendo a múltiples criterios. La clasificación más común es la reconocida por la legislación de la Unión Europea (Reglamento CE 1019/2002) y aparece etiquetada en los envases de Aceite comercial para consumo.



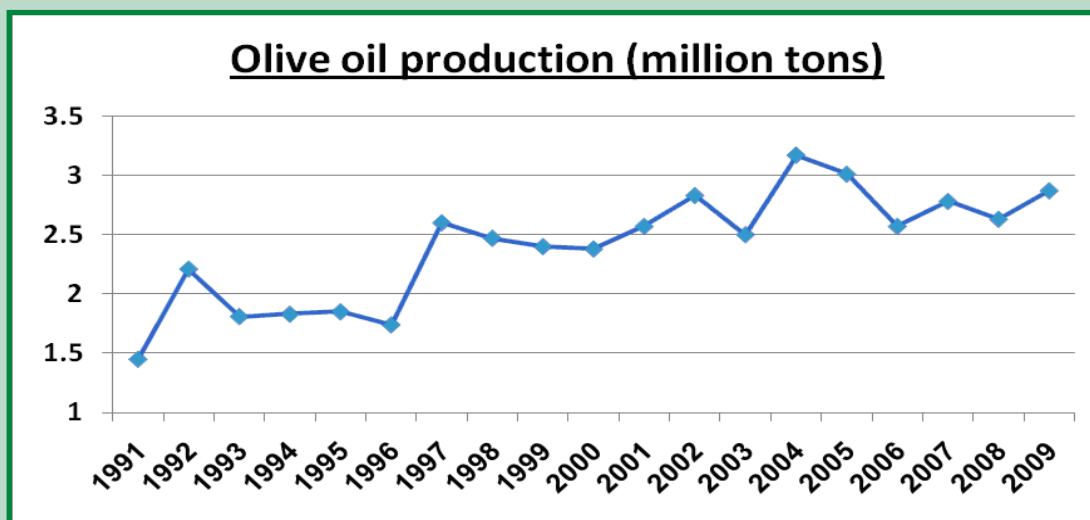
**Aceite de Oliva Virgen Extra.** Sinónimo de máxima calidad, es aquel que conserva intactas todas sus características sensoriales y propiedades para la salud. Se puede considerar zumo de aceitunas sin

aditivos ni conservantes, ha de tener una acidez menor de 0,8% y presentar unas características sensoriales agradables e identificables.

**Aceite de Oliva Virgen.** Sigue siendo zumo de aceituna sin aditivos ni conservantes pero presenta algún defecto sensorial por mínimo que sea. Su acidez ha de ser menor del 2%.

**Aceite de Oliva** Es un aceite de menor calidad al ser resultado de mezcla de aceites refinados y aceites vírgenes. Parte de esta mezcla se obtiene de refinar Aceite de Oliva Virgen con acidez mayor del 2% por lo que el Aceite de Oliva no es zumo de aceituna. Aun así es apto para el consumo y debe tener un grado de acidez no superior al 1%.

**El Aceite de Orujo de Oliva** es el aceite de consumo de menor calidad apto para el consumo. Este aceite no puede ser considerado de Oliva ya que es resultado de la mezcla de Aceite de Orujo refinado con Aceite de Oliva Virgen. Debe tener un grado de acidez no superior al 1%



**Figure 1.3:** Producción mundial **aceite de oliva**, 1990–2009 (millones toneladas),  
Fuente: **OLIVAE**, Revista oficial del Consejo Oleícola Internacional

## 1.5 Variedades de Olivo

Hay dos productos básicos: aceite de oliva y aceitunas de mesa. El aceite de oliva domina el mercado, y del 80% al 90% de la producción del cultivo del olivo se dedica a la producción de aceite de oliva. El mayor interés se centra en la producción de aceite de oliva virgen extra, para el que hay una buena demanda.



A través de los siglos, la humanidad ha producido y propagado un gran número de variedades de olivo. La mayoría fueron seleccionadas para un solo uso, por lo general, para la producción de aceite, pero en las últimas décadas algunas nuevas variedades han sido creadas, con un doble propósito: para producción de aceite y como aceitunas de mesa. Hoy en día, varias decenas de variedades se cultivan comercialmente en todo el mundo. La tipificación del ADN está demostrando que algunas variedades con diferentes nombres son en realidad la misma. Todas tienen sus propias características particulares, tales como: rendimiento de aceite, características organolépticas (sabor y olor), resistencia al estrés, productividad, vigor de los árboles, tiempo de maduración y facilidad de cosecha.

Hay muchos aspectos que considerar, al mismo tiempo, a la hora de decidir cuál será la variedad de un olivar. Las condiciones locales, la productividad y el aceite o la calidad del fruto son algunos de los factores importantes que deben evaluarse. La tolerancia o sensibilidad a diferentes plagas, enfermedades o condiciones climatológicas, junto con la polinización y los períodos de maduración son puntos importantes para la evaluación en el diseño final del olivar.

Variedades como **Leccino**, **Picual**, **Pendolino**, **Arbequina**, **Picolina** u **Hojiblanca** han demostrado en la zona Mediterránea ser más tolerantes a las temperaturas frías que otras variedades. Variedades como **Frantoio**, **Manzanillo** o **Barnea** están consideradas como moderadas a la sensibilidad por daños por heladas.

En los últimos tiempos, los esfuerzos se han dirigido a la producción de variedades híbridas con cualidades como la resistencia a las enfermedades, un mayor y más rápido crecimiento o cultivos más consistentes.

A continuación se presenta una lista de algunas variedades de olivos particularmente importantes, organizada por orden alfabético:

- **Amfissa** es una aceituna de mesa de excelente calidad de Grecia, en Amfissa, Grecia Central. Las aceitunas de Amfissa disfrutan de estatus de denominación de origen protegida (PDO), y son igualmente buenas para la extracción de aceite de oliva.
- **Arbequina** es una aceituna pequeña, de color marrón, que se cultiva en Aragón y Cataluña (España) y es apta para su consumo y la producción de aceite.
- **Ascolano**, Fruto elipsoidal muy grande de color muy claro, incluso cuando está maduro, y tiene un hueso muy pequeño. Es tierna y debe manejarse con cuidado. Contiene muy poco amargor y sólo requiere un tratamiento de sosa moderado. Excelente para encurtidos, pero necesita una aireación apropiada durante el curtido para desarrollar un color "maduro". El árbol es un gran productor, extensamente adaptado.
- **Barouni**, Fruto grande. Árboles frondosos y fáciles de cosechar. Resiste temperaturas extremadamente altas. Esta variedad se utiliza generalmente para la fabricación de aceitunas caseras curadas. Originaria de Túnez.
- **Barnea** es una variedad moderna, obtenida en Israel con un doble propósito: ser resistente a las enfermedades y producir una abundante cosecha. El aceite tiene un sabor fuerte, con un toque de hoja verde. *Barnea* se cultiva ampliamente en Israel y en el hemisferio sur, especialmente en Australia y Nueva Zelanda.
- **Bosana** es el olivo más común cultivado en Cerdeña. Se usa sobre todo para aceites.
- **Chemléli Sfax**, un vigoroso árbol de Túnez, que es productivo y resistente a las condiciones áridas. Produce un aceite afrutado, principalmente al inicio de la campaña, con agradables aromas de almendra verde y altos valores para la salud debido a sus altos contenidos en esteroides.
- **Chetoui**, la segunda variedad en importancia en Túnez. Da un aceite afrutado, con aromas de almendra verde y contiene un compuesto fenólico muy alto (> 300 ppm) que garantiza a esta variedad una estabilidad frente a la oxidación.

- **Cornicabra**, originaria de Toledo (España) y comprende alrededor del 12% de la producción española. Se utiliza principalmente para aceite.
- **Empeltre**, Originaria de Aragón, es un aceituna negra de tamaño medio de doble propósito. Se cultiva especialmente en Aragón y en las Islas Baleares (España).
- **Frantoio** y **Leccino** variedades que son la materia prima principal para la obtención de los aceite de oliva Italianos de la Toscana. **Leccino** tiene un sabor dulce y suave, mientras que **Frantoio** tiene un sabor afrutado con un fuerte regusto. Debido a su sabor, muy valorado, estas variedades se cultivan ahora en otros países.
- **Gemlik** es una variedad de la región de Gemlik al norte de Turquía. Son pequeñas aceitunas negras de tamaño medio con un alto contenido de aceite. Este tipo de aceituna es muy común en Turquía y se venden como una aceituna de desayuno en formatos curados. La característica diferencial de la aceituna curada **Gemlik** es que la carne se separa del hueso con facilidad.
- **Gordal**, mediana a grande, fruta regordeta de maduración temprana. Se asemeja a *sevillano*.
- **Hojiblanca** originaria de la provincia de Córdoba (España), su aceite es muy apreciado por su sabor ligeramente amargo.
- **Kalamata**, una aceituna grande, negra, con un sabor suave y similar a la carne, lleva el nombre de la ciudad de Kalamata, Grecia, y se utiliza como aceituna de mesa. Estas aceitunas normalmente se conservan en vino, vinagre o aceite de oliva. Las aceitunas **Kalamata** gozan de la condición de PDO.
- **Koroneiki** originarias del sur del Peloponeso, alrededor de Kalamata y Mani en Grecia. Esta pequeña aceituna, aunque difícil de cultivar, tiene un alto rendimiento de aceite de oliva de calidad excepcional.
- **Manzanillo** o **Manzanilla**. Una fruta grande, redondeada-oval, se originó en Dos Hermanas (Sevilla) en el sur de España. Conocida por un rico sabor y una pulpa gruesa se cultiva todo el mundo. Piel púrpura brillante resistente a magulladuras, cambiando a un negro-azul profundo cuando está madura. Madura temprano, varias semanas antes que la **Mission**. Excelente para el aceite y encurtidos. Árbol frondoso y vigoroso.
- **Lucques** se encuentra en el sur de Francia (departamento de Aude). Son de color verde, grande y alargada. El hueso tiene forma arqueada. Su sabor es suave y de nuez.
- **Maalot** (La hebrea por excelencia) es resistente a las enfermedades, variedad del Mediterráneo Oriental derivada de la variedad Norteafricana **Chemlali**. La aceituna es de tamaño medio, redonda, tiene un sabor afrutado y se usa casi exclusivamente para producción de aceite.
- **Mission** originada en las misiones de California y ahora se cultiva en todo el estado. Más resistente al frío que otras variedades. Son negras y por lo general se utilizan para el consumo de mesa. Fruta ovalada de tamaño mediano. Piel púrpura intensa cambiando a negro azabache cuando está madura. Carne muy amarga pero firme, sin hueso. Madura un poco tarde. Buena para encurtidos y el aceite, especialmente para encurtidos maduros. Más ampliamente utilizada para prensado en frío y obtener el Aceite de Oliva de California. Árbol vigoroso, de soporte pesado.
- **Nabali**, variedad Palestina, también denominada localmente **Baladi**, que junto con **Souri** y **Malissi**, se considera que produce los aceites de oliva de mejor calidad del mundo.
- **Picolina**, se cultiva en el sur de Francia. Es tamaño mediano y alargada. El sabor es suave y a nuez. Pequeña fruta alargada. Piel verde claro, cambiando a rojo vino, y luego a rojo-negro cuando madura. Pulpa carnosa, de textura firme. Árbol vigoroso, de tamaño medio, produce cosechas abundantes regularmente. Las aceitunas curadas tienen un delicado sabor a nuez, sutil, ligeramente salado. Por lo general, curada en salmuera. Popular en los mercados gourmet y de especialidades.
- **Picual**, de la provincia de Jaén, al sur de España, es el olivo más cultivado en España, comprendiendo alrededor del 50% de la producción de olivo en España y alrededor del 20% de la producción mundial de olivo. Tiene un sabor fuerte pero dulce, y es ampliamente utilizada en España como aceituna de mesa. Por otra parte, su aceite tiene algunas de las mejores propiedades químicas encontradas en el aceite de oliva, siendo el más rico en ácido oleico y Vitamina E.

- **Rubra.** Mediana-pequeña, fruto oval. Piel de color negro azabache cuando está madura. Madura de 3 a 4 semanas antes que la *Mission*. Es más adecuada para la obtención de aceite, pero también se utiliza para el encurtido. Árbol grande y precoz, a menudo produce fruto el segundo año. Un productor excepcionalmente prolífico. Muy resistente y fiable, incluso en situaciones de sequía. Se originó en Francia.
- **Sevillano** Fruto muy grande, de color negro azulado cuando está madura. Hueso grande, que se pega a la pulpa. Madura temprano. Bajo contenido de aceite, sólo es útil en encurtido. Se utiliza para la fabricación de las aceitunas curadas en salmuera estilo siciliano, también es la principal variedad de enlatado. Árbol productor fuerte y regular. Requiere suelos profundos, ricos y bien drenados. No soporta mucho frío.
- **Souri**, se cultiva en el Líbano cerca de la ciudad de Sur (Tiro) y generalizada en el Levante, tiene un alto rendimiento de aceite y un sabor excepcionalmente aromático.

## 1.6 Rendimientos

Las plantaciones extensivas tradicionales de olivos de secano tienen un rango de producción de entre 5 y 14 ton/ha, lo que se transforma en 850–2,400 litros de aceite, de acuerdo con un coeficiente de ~170 litros de aceite por tonelada de fruta.

Las plantaciones de olivos de cultivo Súper-intensivo en plena producción, a partir del quinto año, tienen un promedio de producción de 24 ton/ha, lo que se transforma en 4,560 litros de aceite, de acuerdo con un coeficiente de ~190 litros de aceite por tonelada de fruta.

La siguiente tabla puede utilizarse como guía para obtener los rendimientos esperados de un olivar de regadío en plena producción (Tabla 1.3). El rendimiento esperado del cultivo de secano, es sustancialmente menor.

**Tabla 1.3:** Rendimiento esperado para un olivo maduro totalmente de regadío

|                                                             |                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------|
| Rendimiento anual de aceitunas por árbol                    | 50 kg            |
| % aceite en variedades destinadas a la producción de aceite | 20%              |
| Obtención de aceite de oliva por árbol                      | 10 kg            |
| Peso específico del aceite de oliva                         | 0.9 kg/litro     |
| Producción de aceite por árbol                              | 11.1 litros      |
| Marco de plantación                                         | 8m x 5m          |
| Densidad de árboles                                         | 250 por hectárea |
| Rendimiento aceitunas por hectárea                          | 12.5 ton         |
| Litros de aceite de oliva por hectárea                      | 2,778 litros     |

## 2. EL CULTIVO DEL OLIVO

### 2.1 Clima

Los olivos pueden cultivarse y son cultivados en una amplia variedad de climas en muchos países diferentes. El cultivo se distribuye principalmente entre los 25° - 40° latitud Norte y Sur. El cultivo requiere:

- Inviernos de suaves a fríos con un período de enfriamiento de alrededor de dos meses, con temperaturas media que varían entre 1,5 ° C a 10 ° C para la diferenciación floral dependiendo de la variedad.
- Que no haya heladas tardías de primavera que puedan matar a las flores.
- Veranos largos, calurosos y secos para madurar adecuadamente la fruta.  
Es, por lo tanto, más adecuado el clima mediterráneo.

Algunas variedades de olivo, como las que se cultivan en Egipto, Túnez e Israel, que tienen una floración y fructificación adecuada con muy poco frío invernal, mientras que otras variedades requieren de más frío para que se produzca una diferenciación floral normal.

Las áreas que reciben una precipitación media anual de 400 a 700 mm son las más adecuadas para el cultivo del olivo. El riego suplementario durante el verano aumenta la producción en un 30 - 50%. Veranos largos, cálidos y soleados tienen como resultado un alto contenido de aceite en el fruto. A las aceitunas les viene bien una humedad que oscile entre 40 - 65%. Una humedad alta, por encima del 80%, durante la floración provoca caída floral y la infestación por el hongo que produce la negrilla. El olivo es una planta y se beneficia de la luz solar prolongada (2400 - 2700 horas de sol al año) y de un medioambiente cálido.

Al ser un árbol de hoja perenne, los olivos son sensibles a las extremas temperaturas de congelación. Los brotes y las ramas fructíferas suelen dañarse en temperaturas por debajo de -5 ° C. Las ramas grandes y los árboles en su conjunto pueden morir si las temperaturas caen por debajo de -10 ° C.  
Fuente principal: Netafim.

### 2.2 Tipo de suelo

Los olivos se desarrollan adecuadamente en casi cualquier tipo de suelo bien drenado y aireado, con valores de pH entre 6.5 y 8.5. Por lo tanto, se debe evitar lugares donde el agua se estanque durante los períodos de lluvia o donde el agua subterránea se encuentre a una profundidad menor de 1,2 metros. Los olivos son tolerantes a las condiciones salinas leves, pero los suelos muy salinos o sódicos deben evitarse. Los olivos tienen un sistema radicular relativamente superficial (Fig. 2.1) y por lo tanto requieren solamente un perfil de suelo de 1.0-1.5 metros de profundidad sin ninguna limitación física grave. Los olivos prefieren suelos de textura moderadamente fina.



**Figura 2.1:** Los olivos se dan bien en suelos poco profundos con buen drenaje.  
(Fuente: Connell, UC Davis)

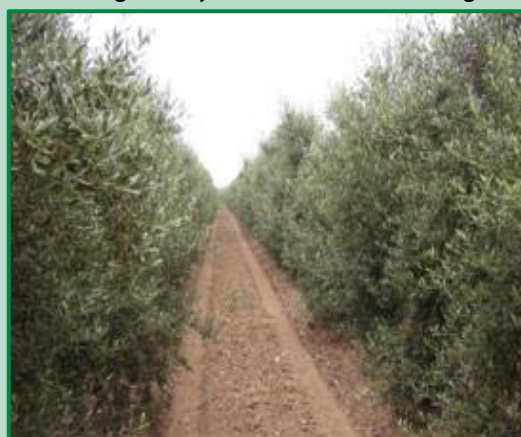
### **Suelos (Alcalinos) Sódicos**

Los suelos que contienen cantidades excesivas de sodio intercambiable en proporción al calcio y al magnesio, se denominan suelos sódicos o alcalinos. Se caracterizan por una dispersión de partículas de suelo que reduce la permeabilidad del suelo al agua y al aire. Por definición, un suelo sódico tiene un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) mayor que 15. Esto significa que el 15% de la capacidad de intercambio del suelo se asocia con el sodio, y el resto con el calcio, magnesio y otros cationes. Los olivos se ven afectados cuando los niveles PSI alcanzan 20 – 40.

Fuente: <http://www.oliveoilfuente.com/page/fertilizers-and-amendments>

## **2.3 Propagación**

Ninguna de las variedades cultivadas se puede propagar por semillas. Los árboles de propagación por semillas vuelven a la variedad original salvaje de fruto pequeño. Las plántulas pueden, sin embargo, ser injertadas con material vegetal de las variedades deseadas. La variedad de olivo también puede cambiarse mediante el injerto de corteza o de corona. Otro método de propagación es trasplantando los retoños que crecen en la base de los árboles adultos. Sin embargo, éstos tendrían que ser injertados si los retoños hubiesen crecido desde el patrón. Un método comúnmente practicado es la propagación por esquejes. Los esquejes son ramas de unos 2.5 cm de grosor y de 30 a 35 cm de largo, de dos años de edad, de un árbol adulto, que son tratadas con una hormona de enraizamiento y plantadas en un medio de enraizamiento ligero donde se mantienen la humedad. Los árboles que desarrollan a partir de estos esquejes se pueden volver a injertar con tallos de otra variedad. Los árboles procedentes de esquejes producen frutos en unos cuatro años.



## **2.4 Marco de plantación**

Antes de analizar el concepto del espacio entre los árboles, es importante introducir el concepto de volumen óptimo de follaje. Muchos trabajos científicos han demostrado que existe un solo volumen óptimo de follaje por hectárea, que depende exclusivamente de las

condiciones medioambientales y que es independiente de la separación elegida dentro de ciertos límites. El volumen óptimo será determinado por una combinación de clima, suelo, riego y otras técnicas de cultivo, y con este volumen la arboleda producirá consistentemente altos rendimientos de aceitunas de alta calidad.

Es posible alcanzar el mismo volumen óptimo de follaje por hectárea, y en consecuencia los mismos rendimientos, con diversos marcos de plantación. La ventaja principal de las densidades más altas (Fig. 2.2) es la posibilidad de lograr el volumen óptimo en un corto periodo de tiempo.

En la práctica, los olivos se cultivan en tres sistemas principales de producción de acuerdo a la densidad de árboles (Tab. 2.1).

**Tabla 2.1:** Principales densidades de árboles de olivares

| Sistema de Producción  | Espacio                  | Densidad de árboles (árboles/ha) |
|------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| <b>Tradicional</b>     | 7 – 20 m                 | 30 – 200                         |
| <b>Intensivo</b>       | En la línea: 3 – 4 m     | 250 – 600                        |
|                        | Entre líneas: 6 – 8 m    |                                  |
| <b>Súper-intensivo</b> | En la línea: 0.9 – 1.5 m | 1,655 – 2,990                    |
|                        | Entre líneas: 3 – 4 m    |                                  |

Los principales problemas asociados a las altas densidades son una elevada incidencia de plagas y enfermedades, las limitaciones de luz y las dificultades para mantener los volúmenes óptimos de follaje por hectárea sin una poda excesiva que pueda afectar al rendimiento.



**Figura 2.2:** Plantación Súper-intensiva de olivos, con espaciamiento de: 1.5-1.8 m X 5.5m = 2,300-2,680 árboles por hectárea

Otro elemento importante a considerar es la distancia mínima entre las filas que se necesita para que la maquinaria pueda trabajar adecuadamente. En el caso particular de realizar la recolección con vibradores, se requiere una distancia mínima entre filas de 6 - 8 metros.

Época de plantación: Durante todo el año, excepto Julio - Agosto y Noviembre - Enero

## 2.5 Diseño de plantación para polinización cruzada

La polinización y la fertilización del óvulo son pasos esenciales para garantizar un cuajado normal y una cosecha adecuada. La polinización exitosa requiere la germinación del grano de polen y su tubo polínico crezca lo suficientemente rápido como para alcanzar un saco embrionario todavía viable para fertilizar el óvulo.

Las flores del olivo son mayoritariamente polinizadas por el viento, siendo la mayoría de las variedades de olivo autógamas, aunque el cuajado suele mejorarse mediante la polinización cruzada con otras variedades. Cuando las condiciones ambientales o de gestión no son óptimas, la presencia de polen de otra variedad normalmente garantizará una mejor fertilización y el cuajado de los frutos. Dado que muchas variedades son auto-estériles o casi, por lo general, se plantan con una sola variedad primaria y de 1-3 variedades adicionales para conseguir una polinización cruzada que optimice el rendimiento.

## 2.6 Poda

**El hecho más importante a tener en cuenta cuando se poda, es que el olivo generalmente da sus frutos en el brote del año anterior y nunca da en el mismo lugar dos veces.**

Una poda adecuada es importante para el cultivo del olivo. La poda regula la producción y moldea al árbol para que la recolección sea más sencilla. Los árboles pueden soportar una poda radical, por lo que es relativamente fácil mantenerlos a la altura deseada. El problema de la vecería puede también ser parcialmente solventado con una poda cuidadosa anual.

La poda entre mediados de Febrero y la maduración de la aceituna en el otoño, excepto unos ligeros toques, puede tener como resultado una reducción de la cosecha.

La poda es necesaria para ajustar los árboles a las condiciones climáticas de la zona e incrementar la productividad de las plantaciones. Los objetivos de la poda son: (1) equilibrar la vegetación con el rendimiento de aceitunas, (2) minimizar el periodo no productivo, (3) prolongar la productividad de los árboles, (4) retrasar la senescencia, y (5) ahorrar agua del suelo, un factor crítico en las plantaciones de secano.

Hay principalmente tres tipos de poda:

- Poda de formación. Su objetivo es desarrollar la estructura del árbol y es de gran importancia en los primeros años de la vida del árbol.
- Poda de producción. El objetivo de esta poda es inducir ramas productivas para formar frutos, sin afectar a las ramas estructurales. Además, tiene como objetivo la producción uniforme en términos de rendimiento y calidad, una característica particularmente importante en variedades de aceitunas de mesa.
- Poda de renovación. Su objetivo es estimular la brotación para rejuvenecer árboles senescentes.

Para cultivo intensivo donde los árboles están densamente plantados, son deseables formas de poda llamadas "copa baja" y "arbusto". En la primera forma, la formación de ramas tiene lugar muy cerca del suelo, a una altura de 30-40 cm, mientras que cuando se hace en forma de arbusto la poda se realiza solo en los primeros 5-6 años. Posteriormente, sólo se eliminan los brotes débiles y las ramas superiores que excedan de 3 m. La forma de arbusto tiene ciertas ventajas para los sistemas de cultivo intensivo, tales como:

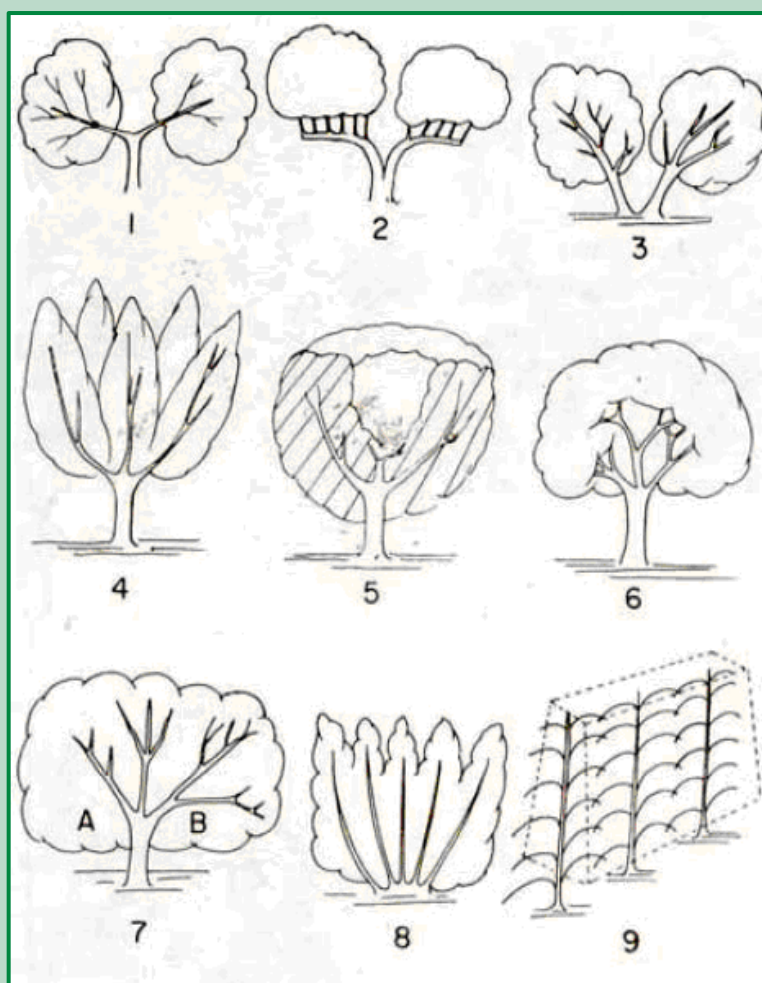
- Periodo fructificación más temprano.
- Mayores rendimientos por hectárea comparada con otras formas de poda.

- Reducción de los costes de mano de obra, debido a la posibilidad de cosechar desde el suelo sin uso de escaleras.

Sin embargo, ambas formas presentan una desventaja importante porque dificultan el cultivo mecánico del suelo. Además, son particularmente difíciles de cosechar los frutos caídos al suelo. Una forma de poda baja y mejorada sin estos últimos inconvenientes es darle al árbol forma de árbol de navidad con un tronco central.

Las principales formas de poda aplicadas en el área mediterránea, son las siguientes:

1. Forma en dos ramas, es común en Andalucía, España, para variedades de aceitunas de mesa.
2. Forma en candelabro, en Túnez.
3. Forma de doble o triple tronco en Sevilla.
4. Forma policónica, en la que cada rama tiene forma de cono, encontrada en algunas regiones de Italia.
5. Forma de copa esférica en Francia, Italia y Grecia.
6. Forma esférica, la cual no es muy común porque no proporciona mucha luz a todo el árbol.
7. Forma cilíndrica.
8. Forma sin-tronco en Túnez.
9. Poda en palmeta libre. Esta forma presenta algunas dificultades y no es muy utilizada.

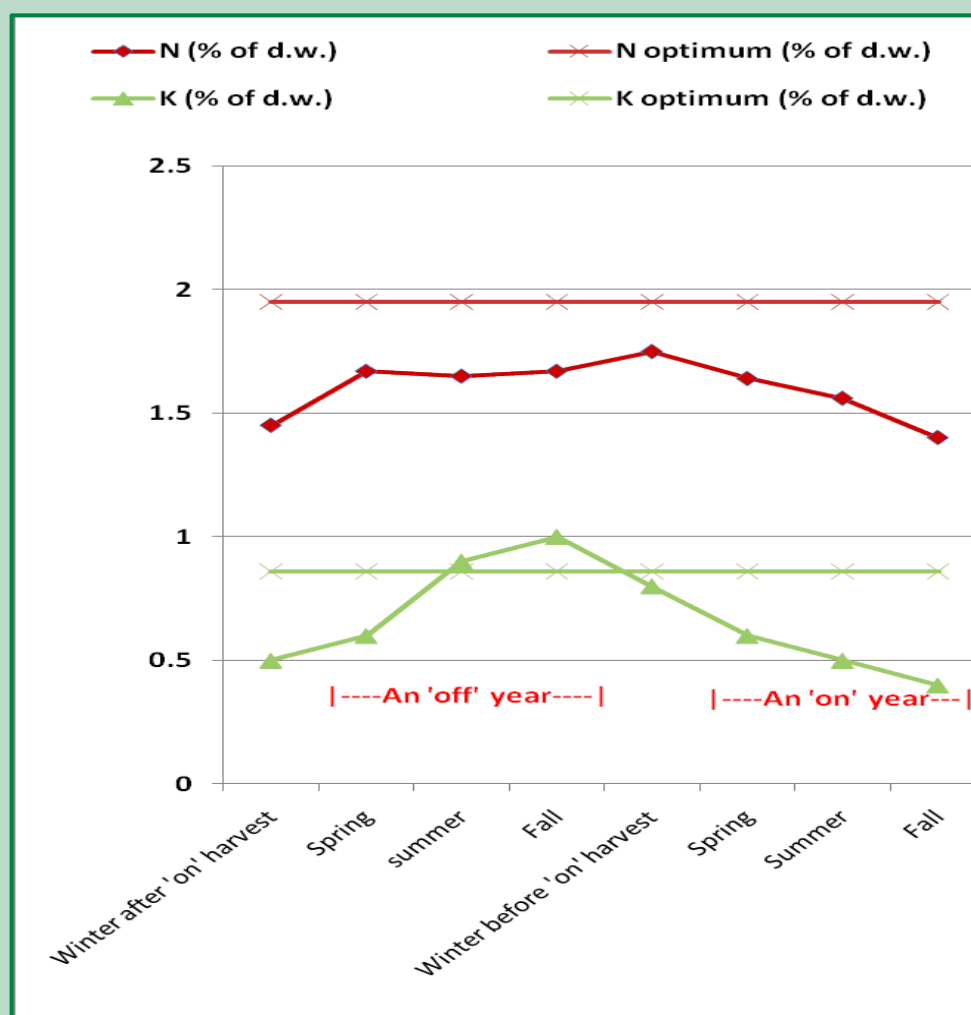


**Figura 2.3:** Diferentes sistemas de poda, como se explicó anteriormente  
(Fuente principal: <http://oliveoilsindia.com/Olive-Árbol-Cultivation.htm>)

## 2.7 Vecería y medios para reducir su impacto

El olivo es genéticamente muy alternante en producción de fruta. En olivares de secano, el rendimiento puede variar entre 7-8 toneladas/ha y unos pocos cientos de kg/ha. La aparición y el desarrollo de vecería también ocurre en plantaciones intensivas, aunque el nivel de la producción es más alto y está mejor controlado. Sin ninguna intervención específica, la diferencia entre años de alta producción y años de baja producción puede variar entre 5 y 30 t / ha. Por lo tanto, la vecería tiene un alto efecto económico.

- El grado de Vecería es altamente dependiente de las condiciones medioambientales. Las condiciones medioambientales afectan tanto a las flores como a los procesos metabólicos endógenos del árbol mediante la inducción de genes específicos de activación o de represión.
- Los reguladores del crecimiento, en particular las giberelinas, reducen la inducción de la floración en el olivo, cuando se aplican durante la etapa de mayor crecimiento vegetativo, en el verano o en el otoño.
- Existen cambios específicos en el contenido mineral de las hojas entre los años de carga y de baja producción relacionados con la actividad de los reguladores del crecimiento interno. Un considerable proceso de agotamiento de los contenidos de N y K en las hojas tuvo lugar durante el año 'on', mientras que estos valores aumentaban durante el año de baja producción, como se muestra en la figura 2.4. Otros elementos como P, Ca, Mg, Fe, Mn y B mostraron cambios muy pequeños.



**Figura 2.4:** Contenido de nitrógeno y potasio de la hoja en diferentes fases del ciclo de producción

El posible efecto de la nutrición, el riego y la fertirrigación en el control de la vecería ha sido demostrado en numerosos estudios. Bajo condiciones normales de crecimiento todos los aspectos de intensificación tienen poca influencia en la vecería. El cultivo intensivo del olivo no afecta significativamente al hábito de fructificación en alternancia del árbol. Deficiencias nutricionales y/o estrés hídrico podrían aumentar la vecería. En tales casos, una intervención nutricional o en el riego afectarían al nivel bianual de producción. El uso adecuado de la fertilización y del agua es útil para evitar o corregir la vecería, cuando haya sido inducida por una deficiencia nutricional aguda o estrés hídrico, en particular durante la primera fase del período de inducción.

Sin embargo, la vecería puede ser reducida suministrando a los árboles más agua y fertilizantes de Nitrógeno y Potasio durante el año de mayor producción, para que haya un crecimiento vegetativo adecuado a pesar de la abundante cosecha y reducir los insumos durante el año de menor producción, para que el crecimiento vegetativo en ausencia de fruto no sea excesivo.

Una intervención mediante poda, aclareo, etc. puede reducir e incluso eliminar la vecería en regiones con condiciones climáticas favorables y estables. En condiciones medioambientales más marginales e inestables, la vecería es más difícil de controlar.

Fuentes: Lavee, 2007, y Vossen & Devarenne, 2007.

## 2.8 Aclareo de frutos

En las zonas donde el olivo, para obtener aceituna de mesa, disfruta de unas condiciones especiales para obtener frutos de mayor tamaño, es aconsejable el aclareo de frutos, solo cuando la floración sea abundante. Pulverizar el follaje 10 días después de plena floración con un producto NAA (naftaleno-acético-ácido) a una concentración de 100 ppm y con un volumen de pulverización de ~ 2.000 l / ha. Si la pulverización se lleva a cabo posteriormente, la concentración se debe aumentar en 10 ppm por cada día de retraso. La aplicación de este producto no se debe hacer si se espera en los días siguientes al tratamiento altas temperaturas y clima seco.

## 2.9 Riego

Debido a sus pequeñas hojas, con su cutícula protectora y un envés peludo que ralentizan la transpiración, el olivo sobrevive incluso en períodos secos prolongados. Sin embargo, este sistema de defensa es a expensas del crecimiento vegetativo y de la productividad del árbol. Una vez establecidos, los olivos son unos de los árboles más resistentes a la sequía del mundo. Pero el olivo no es una planta del desierto. Necesita riego regular para prosperar. La insuficiencia de agua hará que plantación sufra, e incluso muera, si permanece seca durante demasiado tiempo. Por lo tanto, el rendimiento del olivo se incrementa en gran medida mediante la aplicación de pequeñas cantidades de agua. Por otra parte, si se desean rendimientos comerciales, se necesitarán mayores cantidades de agua, siempre que la humedad del suelo no sea excesiva.

Hay 2-3 etapas muy críticas, en las que la humedad del suelo debe mantenerse óptima, para una máxima producción, las cuales son:

Para producción de aceite, los periodos más críticos para evitar el estrés hídrico son el cuajado del fruto y la acumulación de aceite. Para producción aceituna de mesa, el cuajado y la etapa de crecimiento del fruto son las más críticas.

**Tabla 2.2:** Etapas de mayor crecimiento del olivo y el impacto del estrés hídrico en el crecimiento del árbol y el desarrollo del fruto.

| <u>Etapas de crecimiento</u>                             | <u>Impacto de estrés hídrico</u>      |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Crecimiento de brotes                                    | Reduce crecimiento de brotes          |
| Desarrollo de yemas de flor                              | Reduce número de flores               |
| Floración                                                | Floración incompleta                  |
| Cuajado                                                  | Cuajado bajo y aumento de vecería     |
| Etapas 1 del desarrollo del fruto– división celular      | Reduce el tamaño del fruto            |
| Etapas 2 del desarrollo del fruto – endurecimiento hueso | Impacto mínimo en el tamaño del fruto |
| Etapas 3 del desarrollo del fruto - expansión celular    | Reduce tamaño del fruto               |
| Acumulación de aceite                                    | Reduce el contenido de aceite         |

**Tabla 2.3:** Sistemas de riego y sus implicaciones

| <u>Métodos de Riego</u>    | <u>Implicaciones</u>                                                                                                                                                                                        | <u>Disponibilidad de agua</u>                                  |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Riego por surco/inundación | Aplicación desigual del agua, a menudo despilfarro                                                                                                                                                          | Menos del 50%, dependiendo del tipo de suelo y de la pendiente |
| Aspersión                  | Altos costos de implantación, necesidad de buena filtración, estimula la formación de sistemas radiculares más dispersos, pérdidas por evaporación más altas que en el riego por goteo                      | 65%-75%                                                        |
| Riego por goteo            | Altos costos de colocación, necesidad de buena filtración, reduce las pérdidas por evaporación, puede restringir el desarrollo radicular; puede ser enterrado, más fácil de gestionar el agua riego salina. | 75%-85%                                                        |
| Micro-aspersor             | Altos costos de implantación, necesidad de buena filtración, estimula la formación de sistemas radiculares más dispersos, pérdidas por evaporación más altas que en el riego por goteo                      | Superior al 85%                                                |

Los olivos son muy sensibles al exceso de riego y no se desarrollarán bien en suelos anegados. Los suelos anegados a menudo son el resultado de un mal drenaje, que causan una mala aireación del suelo y el deterioro del sistema radicular y pueden conducir a la muerte de los árboles. Los árboles que se cultivan en suelos saturados son más susceptibles a las condiciones variables del clima y a los patógenos del suelo como la *Phytophthora* y el *Verticillium*.

El riego por goteo provocó, en diversas condiciones agroecológicas, un considerable aumento en el rendimiento de aceite de oliva (30-50%), un ahorro en agua (30-45%) y la mejora de las características cualitativas del aceite, en comparación con los métodos de riego por inundación de superficie y de

secano. El riego por goteo subterráneo demostró ser aún mucho mejor que el riego por goteo en superficie.



**Figura 2.5:** El olivo tiene un sistema radicular de dispersión poco profundo, especialmente cuando se riega con un sistema de goteo

**Tabla 2.4:** El efecto del riego por goteo superficial en comparación con el secano en el cultivo del olivar (Fuente: Netafim).

|                                              | Olivar de secano | Goteo en superficie | Incremento |
|----------------------------------------------|------------------|---------------------|------------|
| Rendimiento en frutos (toneladas/ha)         | 4.6              | 12.6                | 174%       |
| Rendimiento en aceite de oliva(toneladas/ha) | 1.1              | 2.4                 | 118%       |

A continuación expondremos algunos ejemplos exitosos de programación del riego:

### **Plantaciones en Clima Mediterráneo**

Como no se espera lluvia en el verano, el primer riego debe hacerse 3 semanas después de la última lluvia efectiva. Debe ser por lo menos a una dosis de 100 m<sup>3</sup>/ha para saturar toda la zona radicular. Como se mencionó anteriormente, el estrés hídrico durante la floración y el cuajado es específicamente dañino, por lo tanto, un riego eficaz debe tener lugar durante ese período. Por el aumento del consumo de agua durante el desarrollo de los brotes florales y la evapotranspiración diaria (la pérdida de agua a la atmósfera por los procesos combinados de la evaporación del suelo y transpiración de los tejidos de las plantas), se recomienda adoptar el siguiente régimen riego durante las estaciones de primavera, verano y otoño.

#### **A. Plantaciones Jóvenes:**

**Tabla 2.5:** Programación de riego y cantidades de agua para olivos jóvenes en clima Mediterráneo.

| Edad (años) | Intervalo Riego (días) | Estación                    |           |                      |                      |        |                   |                     |       |
|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------|----------------------|----------------------|--------|-------------------|---------------------|-------|
|             |                        | Principios de primavera     | Primavera | Finales de primavera | Principios de verano | Verano | Finales de verano | Principios de otoño | Otoño |
|             |                        | Dosis diaria (litros/árbol) |           |                      |                      |        |                   |                     |       |
| 1           | 3-7                    | 5                           | 6         | 8                    | 10                   | 10     | 9                 | 8                   | 7     |
| 2           | 3-7                    | 7                           | 10        | 15                   | 20                   | 20     | 18                | 15                  | 15    |
| 3           | 3-7                    | 15                          | 25        | 35                   | 40                   | 40     | 35                | 30                  | 30    |
| 4           | 3-7                    | 30                          | 40        | 50                   | 60                   | 60     | 60                | 50                  | 30    |

**B. Plantaciones adultas:**

La dosis de riego de olivares adultos debe calcularse partiendo de los datos obtenidos en un evaporímetro Clase "A". Estos datos son multiplicados por el coeficiente de cultivo de la temporada específica, véase la tabla siguiente. Las necesidades estacionales de agua para una producción adecuada son: Cultivo intensivo entre 600-800 mm/ha/año; Cultivo tradicional entre 350-600 mm/ha/año, en riego por goteo y en condiciones normales de clima mediterráneo.

**Tabla 2.6:** Coeficientes de cultivo para olivares que produzcan más de 10 toneladas/hectárea.

|                                                     | Principios de primavera | Primavera | Finales de primavera | Principios de verano | Verano | Finales de verano | Principios de otoño | Otoño |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|-----------|----------------------|----------------------|--------|-------------------|---------------------|-------|
| <b>Aceitunas de mesa</b>                            | 0.3                     | 0.35      | 0.3                  | 0.25                 | 0.25   | 0.25              | 0.2                 | 0.15  |
| <b>Aceitunas de aceite</b>                          | 0.4                     | 0.4       | 0.5                  | 0.5                  | 0.55   | 0.55              | 0.55                | 0.4   |
| <b>Aceitunas de aceite en condiciones de sequía</b> | 0.18                    | 0.27      | 0.08                 | 0.1                  | 0.2    | 0.2               | 0.15                | 0.15  |

**Tabla 2.7:** Programación de riego para plantaciones de aceitunas de mesa y de aceite de oliva en clima mediterráneo

|                                                                                        | Principios de primavera                    | Primavera | Finales de primavera                                             | Principios de verano | Verano                                                               | Finales de verano | Principio de otoño | Otoño                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|
| Etapas fenológicas                                                                     | Desarrollo de racimos florales - floración | Cuajado   | Etapas crecimiento fruto: División celular- endurecimiento hueso |                      | Etapas crecimiento del fruto: Expansión celular – Acumulación aceite |                   |                    | Cosecha y crecimiento de otoño |
| <b>Evaporación (mm/día)</b>                                                            | 5.6                                        | 7.3       | 8.7                                                              | 8.7                  | 8.0                                                                  | 6.9               | 5.4                | 3.5                            |
| <b>Nº de días/ etapa</b>                                                               | 15                                         | 31        | 30                                                               | 31                   | 30                                                                   | 31                | 30                 | 31                             |
| <b>ACEITUNAS DE MESA</b>                                                               |                                            |           |                                                                  |                      |                                                                      |                   |                    |                                |
| <b>Coefficiente de cultivo</b>                                                         | 0.30                                       | 0.35      | 0.30                                                             | 0.25                 | 0.25                                                                 | 0.25              | 0.20               | 0.15                           |
| <b>m³/ha*</b>                                                                          | 252                                        | 792       | 783                                                              | 674                  | 600                                                                  | 535               | 324                | 163                            |
| <b>m³/ha/día</b>                                                                       | 17                                         | 26        | 26                                                               | 22                   | 20                                                                   | 17                | 11                 | 5                              |
| <b>Olivar para la producción de aceitunas de mesa - dosis anual riego: 4,123 m³/ha</b> |                                            |           |                                                                  |                      |                                                                      |                   |                    |                                |
| <b>ACEITUNAS DE ACEITE</b>                                                             |                                            |           |                                                                  |                      |                                                                      |                   |                    |                                |
| <b>Coefficiente de cultivo</b>                                                         | 0.40                                       | 0.40      | 0.50                                                             | 0.50                 | 0.55                                                                 | 0.55              | 0.55               | 0.4                            |
| <b>m³/ha</b>                                                                           | 336                                        | 905       | 1,305                                                            | 1,349                | 1,320                                                                | 1,177             | 891                | 434                            |
| <b>m³/ha/día</b>                                                                       | 19.8                                       | 25.6      | 43.5                                                             | 43.5                 | 44                                                                   | 38                | 29.7               | 14                             |
| <b>Olivar para la producción de aceite - dosis anual riego: 7,717 m³/ha</b>            |                                            |           |                                                                  |                      |                                                                      |                   |                    |                                |

La eficacia en la utilización del agua varía entre 0.15 y 0.5 kg de aceite por m³ de agua.

El sistema de riego por goteo recomendado es la utilización de goteros superficiales durante los dos primeros años de la plantación, seguido por el riego por goteo enterrado para el resto de la vida útil de la plantación, combinado con Nutrigación. Nutrigación (= fertirrigación) es la aplicación de nutrientes de las plantas a través de un sistema de riego.

#### **Especificaciones del sistema recomendado:**

Dos líneas de gotero por fila de olivos en las plantaciones tradicionales y de cultivo intensivo, y un lateral por fila de olivos en plantaciones súper-intensivas.

Separación lateral efectiva de goteo: tradicional (5 -10 m), Intensivo (3-4 m) y súper-intensivo (3-4).

Espaciamento entre emisores: de 0,50 m a 0,75 m en función de la textura del suelo.

Caudal del emisor: de 1,0 a 1,6 litros/h, dependiendo de la textura del suelo.

Profundidad del lateral de goteo en RGS: 0,3 m.

Fuente: Netafim.

## **Límites específicos de agua de riego**

Estudios recientes sugieren que los olivos pueden ser regados con agua que contenga hasta 3.200 mg/l de sal (EC<sub>w</sub> de 5 dS/m) con un valor de índice SAR de 18, produciendo nuevos brotes con los niveles Na en hoja de 0,4 a 0,5% dw

**Tabla 2.8:** Guía de calidad del agua de riego para olivos

| Características del agua | Escala del problema |           |       |
|--------------------------|---------------------|-----------|-------|
|                          | Ninguno             | Creciente | Grave |
| CE (dS/m)                | <2.5                | 3 – 5     | >5.5  |
| Sodio (g/L)              | 0.25                | 0.3 – 1.0 | >1.2  |
| Cloruro (g/L)            | 0.35                | 0.4 – 1.5 | >1.8  |
| Boro (ppm)               | 1 – 2               |           |       |

Fuente: Chartzoulakis, 2005

## **2.10 Fertilización**

Los olivos cultivados en sistemas intensivos se verán muy beneficiados con un buen régimen de nutrición. Durante los primeros años de la plantación, se recomienda el uso de un fertilizante de alta calidad de liberación controlada como **Multicote Agri 17-9-16+2MgO** complementado con micronutrientes.

Alternativamente, pueden utilizarse fertilizantes sólido solubles con una alta eficacia, especialmente por Nutrigación. Si los fertilizantes se aplican por separado, asegúrese de regar muy bien después de la aplicación.

Muchos agricultores en los países mediterráneos aplican abonos orgánicos cada dos años. Los fertilizantes orgánicos son válidos, pero a menudo son mucho más caros por unidad de elemento nutritivo. Puede hacerse una fertilización superficial con material orgánico como el estiércol o compost doméstico, pero el productor debe consultar detenidamente antes de usarlo, ya que es difícil lograr un buen equilibrio de elementos nutritivos mediante este método. Evite siempre colocar compost o cualquier tipo de fertilizante junto al tronco del árbol.

Sea cual sea el tipo de fertilizante que se use, lo mejor es realizar una fertilización ligera y a menudo durante todo el ciclo de cultivo. Hay que evitar la aplicación excesiva de fertilizantes solubles, ya que podrían dañar a las plantas y producir la lixiviación o escorrentía hacia las aguas subterráneas.

La elección de las dosis de aplicación de los fertilizantes minerales debe basarse en el rendimiento objetivo, en la absorción de los nutrientes, en el análisis de los nutrientes del suelo, en el análisis foliar de nutrientes, en los síntomas de deficiencia de las hojas, en los resultados de ensayos sobre la fertilización y en el reciclaje de los nutrientes.

Mucho más a cerca de la nutrición mineral de los olivares se presenta en los próximos capítulos de este manual.

## 2.11 Recolección

### **Aceitunas de mesa**

El fruto que se va a procesar como aceitunas verdes se recogen cuando aún están verdes, pero han alcanzado su tamaño final. También pueden recogerse para su procesamiento en cualquier fase posterior durante su completa madurez. Las aceitunas maduras se magullan con facilidad y deben ser manejadas con cuidado. Hay varias formas clásicas de curación de las aceitunas. Un método común es el proceso de curación alcalina, en el que las aceitunas verdes o casi maduras se introducen en una serie de soluciones alcalinas durante un período de tiempo para eliminar los ingredientes amargos, posteriormente se introducen en agua y finalmente a una solución salina suave. Otros métodos de curado incluyen curado con agua, con sal y al estilo griego. El color negro de las aceitunas negras se obtiene por exposición al aire después de la extracción alcalina y no tiene nada que ver con la madurez.

### **Aceitunas para aceite**

En plantaciones de producción de aceite de oliva el riego debe pararse unas semanas previas a la recolección para evitar la acumulación de un alto contenido de humedad en la fruta y las dificultades durante la extracción de aceite. El contenido de humedad óptimo es de un 50%. Utilice las aceitunas recién recolectadas (no más de 24 - 48 horas desde la recolección al procesado) para la producción de aceite de oliva virgen extra. Coseche las aceitunas en el momento correcto. La fruta inmadura dará menos aceite. Utilice la guía IOOC de índice de maduración del olivo para determinar la etapa de maduración en la que se encuentra las aceitunas. El índice de madurez permite a los productores evaluar las variedades con el fin de especificar la calidad del aceite que el productor quiere obtener y repetir la calidad del aceite en años sucesivos. Los métodos de recolección usados pueden ser mediante recolección manual, con pequeños rastrillos de mano, recolectores neumáticos y vibradores de ramas. Otros métodos incluyen recolección mecánica, con vibradores de tronco, vibradora de ramas, cosechadoras y vareadoras (modelo simple o doble). No se recomienda usar el método tradicional de golpear al olivo.



**Figura 2.6:** Cosechadora mecánica de olivares en Israel

### Cosecha mecánica

Los altos costes y la disponibilidad de mano de obra en el momento de la recolección de la aceituna son las principales limitaciones económicas de la producción del aceite y la aceituna de mesa, llegando a un coste de 40-60% de los ingresos totales.

Ésta ha sido la razón principal para la adopción de soluciones de recolección mecánicas utilizando varios tipos de agitadores/vibradores de árboles.

La recolección de la cosecha mecánicamente ha demostrado ser particularmente difícil porque: 1) la fruta requiere una fuerza considerable para ser retirada del árbol. 2) Los troncos de los olivos se vuelven gruesos, estriados y nudosos con la edad, lo que complica el uso de vibradores mecánicos que cogen al tronco. Lo que podría a menudo dañar el tronco del árbol, magullar la fruta y empobrecer la eficacia de la recolección. De ahí la aceptación limitada de cosechadoras mecánicas. Los equipos de cosecha mecánica no son lo suficientemente eficientes y, en condiciones óptimas (variedad, forma del árbol, la temperatura, la maduración, etc.) producen hasta un 85% de recolección del fruto, por lo que necesita completarse mediante la recolección manual.

La relación entre el peso del fruto y la fuerza del pedicelo es relativamente pequeña en comparación con otras frutas. Como resultado de ello, se requiere una enorme cantidad de fuerza para tirar las aceitunas de los olivos. Los daños producidos en el fruto son una preocupación de la industria debido a que estos daños pueden comprometer la calidad del producto final. La ayuda con tratamientos químicos precosecha, facilita la recolección mecánica mediante la reducción de la fuerza necesaria para cosechar el fruto, por lo tanto, minimizan el daño del fruto. Se utilizan agentes de abscisión del fruto específicos para facilitar la recolección con el fin de mejorar la eficiencia de la cosecha mecánica.

Se han desarrollado numerosos productos químicos con el fin de facilitar la abscisión de los frutos del árbol, aumentando de este modo la eficiencia de la recolección de los dispositivos de mano, así como de los mecánicos. La mayoría de estos productos se basan en el **Ethrel**<sup>®</sup> (ácido 2-cloroetilfosfónico) que se convierte en las hojas en una sustancia natural de crecimiento de la planta etileno, que promueve la abscisión de natural de los frutos en los olivos. Algunos otros compuestos fueron desarrollados de forma que no están basados en interferir con el equilibrio hormonal de la planta, sino que tienen un modo diferente de acción específico.

### 3. LA NUTRICIÓN MINERAL DEL OLIVO

Aunque el olivo tiene unos requisitos de nutrición mineral relativamente modestos, responderá a los fertilizantes con un crecimiento vegetativo y una producción abundante. Por ello es importante mantener un continuo seguimiento del estado nutricional del árbol para evitar períodos de desnutrición, lo que pondría en peligro todos los esfuerzos realizados durante todo el año. Por otra parte, como se mencionó anteriormente, es importante mantener un régimen de nutrición mineral equilibrado, con un especial énfasis en las cantidades correctas de Nitrógeno y Potasio, con el fin de reducir la amplitud de la vecería.

#### 3.1 Resumen de las principales funciones de los nutrientes en la planta

| Nutriente      | Funciones                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nitrógeno (N)  | Síntesis de proteínas (crecimiento y rendimiento).                                                                                      |
| Fósforo (P)    | División celular y formación de estructuras energéticas                                                                                 |
| Potasio (K)    | Transporte de azúcares, control de estomas, cofactor de varias encimas, reduce la susceptibilidad a las enfermedades de las plantas     |
| Calcio (Ca)    | Uno de los principales componentes de la pared celular y reduce la susceptibilidad a las enfermedades.                                  |
| Sulfuro (S)    | Síntesis de los aminoácidos esenciales cistina y metionina.                                                                             |
| Magnesio (Mg)  | Parte central de la molécula de la clorofila.                                                                                           |
| Hierro (Fe)    | Síntesis de la clorofila                                                                                                                |
| Manganeso (Mn) | Necesario en el proceso de la fotosíntesis.                                                                                             |
| Boro (B)       | Formación de la pared celular. Germinación y elongación del tubo polínico. Participa en el metabolismo y el transporte de los azúcares. |
| Zinc (Zn)      | Síntesis de auxinas; enzimas de activación.                                                                                             |
| Cobre (Cu)     | Influencia en el metabolismo del nitrógeno y carbohidratos.                                                                             |
| Molibdeno (Mo) | Componente de las encimas nitrato-reductasa y nitrogenasa                                                                               |

#### 3.2 Herramientas para la gestión óptima de los nutrientes

1. Observación de los árboles y condiciones medioambientales.
2. Análisis del suelo y el agua.
3. Análisis foliares.

##### 1. Observación

Los síntomas visuales deben usarse como una ayuda en la interpretación de los análisis de suelo y foliares:

- Busque síntomas anómalos en el follaje o en el crecimiento.
- Busque variaciones significativas en el rendimiento.
- La observación puede sugerir deficiencias de Nitrógeno, Potasio y Boro.

##### 2. Análisis del suelo

El análisis del suelo no es lo suficientemente preciso para ser utilizado para diagnosticar las necesidades de fertilización de los olivos, pero es útil para determinar el pH y diagnosticar problemas de salinización (exceso o desequilibrio).

A pesar de las muchas discrepancias entre los análisis de suelo y el contenido de minerales de la hoja, se encontraron algunas relaciones empíricas:

- Un contenido mínimo de P en las hojas de un 0,058% corresponde en el suelo a un valor de fósforo disponible de 4,35 ppm.
- Un contenido foliar de P de 0,07% (en materia seca) es adecuado para el olivar de secano, por lo que P intercambiable en el suelo es ~ 8 ppm.
- Un contenido foliar de 0,43% (¡bastante bajo!), puede corresponder a un valor de potasio disponible de 80 ppm, en suelos donde el contenido de arcilla sea inferior a 15%, pero para los suelos arcillosos (> 15% de arcilla), el valor mínimo de potasio disponible debe ser de 110 ppm.

El análisis del suelo se realiza para evaluar la necesidad de aplicaciones de correctoras del suelo, por ejemplo, aplicación de cal para ajustar un pH bajo del suelo, y la aplicación de yeso para ajustar la relación Ca: Mg o recuperar los suelos alcalinos. Idealmente, deben ser muestreados 3-10 puntos en un mismo lugar. Debido a que los suelos difieren en composición a diferentes profundidades, debe hacerse una muestra separada de los primeros 15 - 30 cm, así como para cada capa de 30 cm hacia abajo. Las muestras tomadas de diferentes distancias del tronco se pueden combinar, pero las diferentes profundidades del suelo deben estar separadas. Las muestras deben ser representativas de la zona radicular efectiva. En general, aproximadamente 1 litro de suelo por muestra es adecuado. El laboratorio de análisis a menudo proporciona una interpretación de los resultados, así como sugerencias para una acción correctiva.

### 3. Análisis de hojas

El análisis inicial de hojas debe llevarse a cabo cuando el árbol tiene dos años edad, y después de forma periódica cada 1 – 2 años. Lo ideal sería que la muestra se tomase de árboles similares. En las diferentes variedades o partes de la plantación, con diferentes suelos, microclimas o sistemas de riego, se tomarán muestras por separado. Las muestras deben consistir en unas cuantas hojas de tantos árboles similares como sea posible, seleccionados al azar en la plantación. Evite el muestreo de hojas de árboles anómalos, a menos que sea el problema específico a resolver. En este caso, las hojas o árboles anómalos deben constituir una muestra por separado.

En verano, y sobre todo Julio (hemisferio norte) o por lo menos 5-8 semanas después de la plena floración, es el mejor momento para realizar el análisis de foliar porque los niveles de la mayoría de los nutrientes se estabilizan en la hoja del olivo durante el verano.

### Recolección de hojas

- Retire 4 hojas maduras y de aspecto saludable por árbol del medio de los brotes no fructíferos.
- Seleccione estas hojas de alrededor de 20 – 25 árboles que representen una parcela homogénea de hasta 10 ha.
- Envuelva las hojas en bolsas de papel o de periódico, pero NO en plástico o vidrio u otro material que provocaría la acumulación de humedad.
- Si se hace el estudio del contenido de Boro, las muestras de frutos maduros pueden ser más fiables que las muestras de hojas.

La interpretación de los resultados del análisis de hojas se basa en la relación existente entre la concentración de nutrientes de las hojas y el crecimiento o el rendimiento. La comparación de la concentración real de nutrientes de la hoja con los valores de referencia, permite el diagnóstico de deficiencia de nutrientes, la suficiencia o el exceso. La nutrición óptima del árbol podría lograrse combinando esta información con los factores del suelo y medioambientales que afectan al desarrollo del árbol y con los síntomas de la deficiencia o exceso de los nutrientes.

### Interpretación del análisis foliar

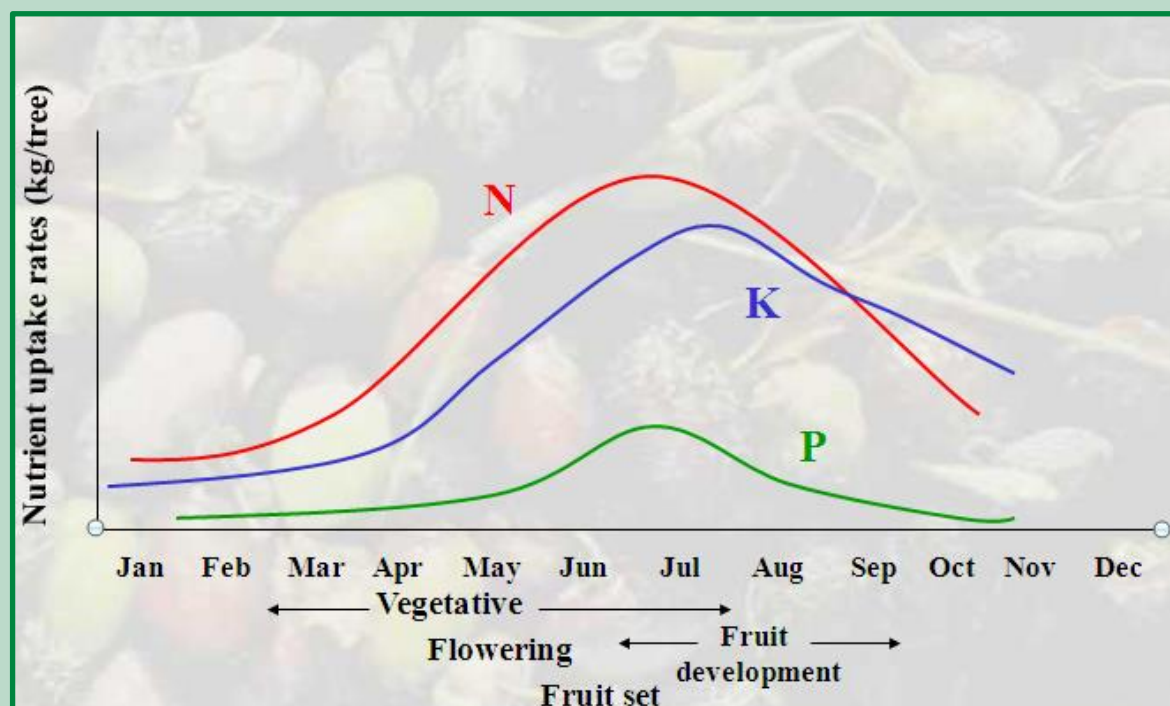
La interpretación del análisis foliar como se indica a continuación (Tabla 3.1) para los países mediterráneos es una guía útil para la gestión de los fertilizantes en el olivar y puede promover un uso más responsable de los fertilizantes con el medio ambiente en el cultivo del olivo.

**Tabla 3.1:** Caracterización del nivel de nutricional de los olivos a partir de análisis de tejidos (basado peso de materia seca)

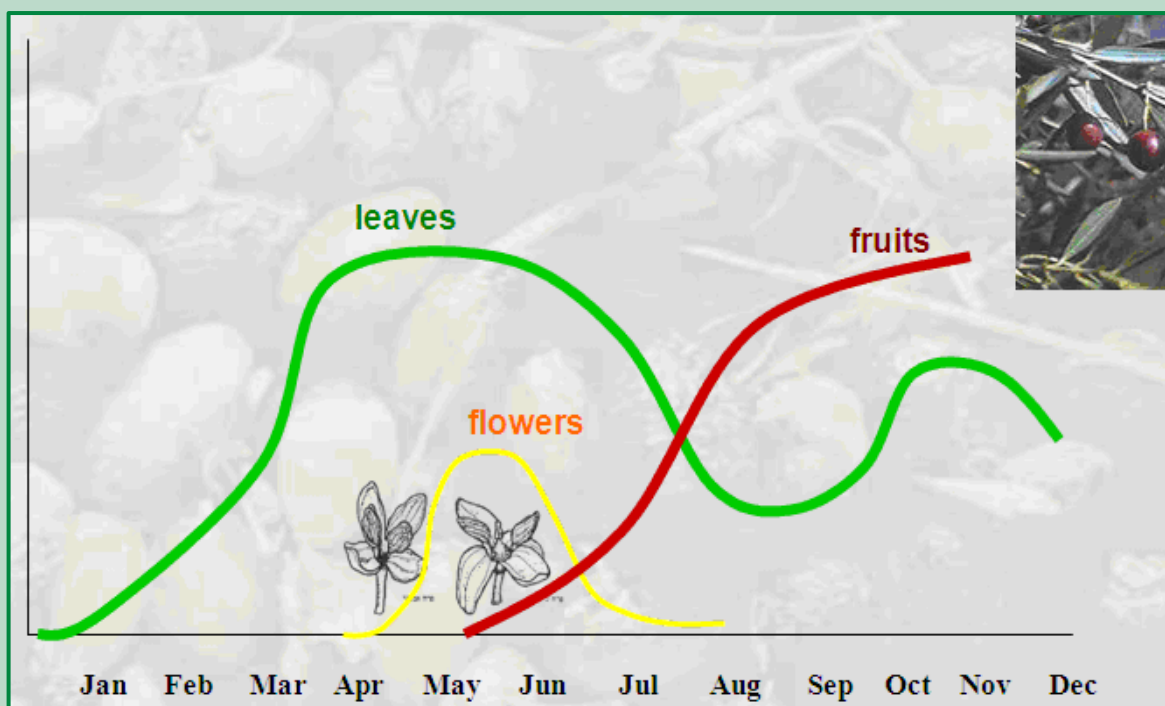
| <b>Nutriente</b> | <b>Deficiencia</b> | <b>Óptimo</b> | <b>Tóxico</b> |
|------------------|--------------------|---------------|---------------|
| Nitrógeno        | < 1.4%             | 1.5 – 2.0 %   | > 2.55%       |
| Fósforo          | < 0.05%            | 0.1 – 0.3%    | > 0.34%       |
| Potasio          | < 0.4%             | 0.8 – 1.0 %   | > 1.65%       |
| Calcio           | < 0.6%             | 1.0 – 1.43 %  | > 3.15%       |
| Magnesio         | < 0.08%            | 0.1 – 0.16 %  | > 0.69%       |
| Sulfuro          | <0.02%             | 0.08 – 0.16 % | > 0.32%       |
| Hierro           | < 40 ppm           | 90 – 124 ppm  | > 460 ppm     |
| Zinc             | < 8 ppm            | 10 - 24 ppm   | > 84 ppm      |
| Boro             | < 14 ppm           | 19 – 150 ppm  | >185 ppm      |
| Manganeso        | < 5 ppm            | 20 – 36 ppm   | > 164 ppm     |
| Cobre            | < 1.5 ppm          | 4 - 9 ppm     | > 78 ppm      |
| Sodio            |                    |               | > 0.20 %      |
| Cloruro          |                    | 100 ppm       | > 0.50 %      |

**Fuentes:** Connell & Vossen, 2007; Producing Table Olives, de Stan Kailis, David Harris, 2007

### 3.3 Necesidades nutricionales del cultivo del olivo



**Figura 3.1:** Necesidades estacionales de nutrientes de los olivos.



**Figura 3.2:** Cambios estacionales en las necesidades de nutrientes de los olivos, por órgano

### 3.4 Principales nutrientes para las plantas, sus concentraciones foliares en el olivo, síntomas de deficiencia, métodos y dosis de aplicación

#### NITRÓGENO (N)

**Nitrógeno** es uno de los nutrientes esenciales necesarios para las plantas, principalmente como un constituyente de todas las proteínas del citoplasma y las enzimas del organismo, y para la acumulación de clorofila asociada con la actividad fotosintética. La captación de Nitrógeno y su metabolismo es un factor clave para que las raíces del olivo cambien el pH de su solución circundante, lo que facilita la absorción de nutrientes por el aumento de su disponibilidad para la planta.

#### Funciones:

El Nitrógeno es uno de los principales nutrientes absorbidos por las raíces de olivo preferentemente en forma de iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). El nitrógeno es un constituyente de los aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos y coenzimas, hexosaminas, etc. Este nutriente es igualmente esencial para una buena división celular, el crecimiento y la respiración.

La composición del aceite de oliva virgen se ve afectada por la variedad, la madurez del fruto, las condiciones agroclimáticas y las técnicas de cultivo. Varios estudios han demostrado los efectos de la fertilización Nitrogenada en la composición del aceite. Las aplicaciones anuales de Nitrógeno influyen en la calidad del aceite de oliva, especialmente, en la composición de ácidos grasos y compuestos antioxidantes.

#### Momento de la fertilización

Para obtener la máxima absorción de nitrógeno por el árbol y un efecto óptimo sobre la inducción floral, el nitrógeno debe estar en la zona radicular justo antes del periodo de mayor captación, es decir, justo antes del crecimiento de los brotes y la floración, desde principio de la primavera hasta principios del verano.

En plantaciones de secano, se añade el fertilizante nitrogenado al suelo desde otoño hasta mediados del invierno, con el fin de tener nitrógeno disponible durante el período crítico. Donde prevalece la escasez de precipitaciones, el Nitrógeno debe aplicarse en el inicio del periodo de inducción floral, mientras que en las regiones que gozan de mayor precipitación, es una práctica común aplicar el Nitrógeno en el final de este período.

La dosis total anual en plantaciones en producción es de 0.5 – 1.0 kg/árbol.

- Si sólo es posible la aplicación en cobertera, lo mejor es aplicar la mitad del fertilizante en enero y la otra mitad en octubre, para moderar la vecería.
- Si tenemos disponibles sistemas de fertirrigación lo mejor es aplicar un 25% de la dosis anual después del cuajado para favorecer el crecimiento vegetativo y un alto rendimiento para el año siguiente.

Cantidades excesivas de Nitrógeno, antes del cuajado, pueden llegar a conseguir una alta carga de frutos, dando como resultado frutos de pequeño tamaño y vecería, véase la tabla 3.2

**Tabla 3.2:** El efecto de las dosis N en el rendimiento y en el tamaño en un año de cosecha abundante, cv. Mission, Palermo, Ca.

| Dosis de N aplicada |                | Rendimiento  |            | Proporción de ajuste de rendimiento para envasado |
|---------------------|----------------|--------------|------------|---------------------------------------------------|
| lbs. / árbol        | kg / árbol     | lbs. / árbol | kg / árbol | (%)                                               |
| Sin fertilizar      | Sin fertilizar | 49           | 22.1       | 97                                                |
| 1/2 lb.             | 0.225          | 172          | 77.4       | 92                                                |
| 1 lb.               | 0.45           | 196          | 88.2       | 63                                                |
| 3 lbs.              | 1.35           | 226          | 101.7      | 43                                                |

**Fuente:** H.T. Hartmann, UC Davis

El exceso de fertilización de nitrógeno provoca la acumulación de nitrógeno en el fruto, que afecta negativamente a algunos componentes. El exceso de nitrógeno reduce el contenido de polifenoles, lo que reduce los principales antioxidantes naturales, la estabilidad oxidativa del aceite y su amargura.

### Fertilización foliar con Nitrógeno.

Si la aplicación de nitrógeno no fue realizada anticipadamente mediante aplicación al suelo, se puede aplicar también la fertilización foliar con urea en las etapas críticas, que da buenos resultados a una concentración de hasta el 3-4%. La fertilización foliar es eficaz en las plantaciones de secano donde la absorción de nitrógeno a través del sistema radicular es muy restringida.

Fertilizantes que contienen nitrógeno:

| Fertilizante      | % N  |
|-------------------|------|
| Urea              | 46   |
| Nitrato de amonio | 33,5 |
| Sulfato de amonio | 20.5 |

| Fertilizante        | % N  |
|---------------------|------|
| Nitrato de potasio  | 13   |
| Nitrato de magnesio | 11   |
| Nitrato de calcio   | 15.5 |

### Síntomas de deficiencia de Nitrógeno

- Hojas pequeñas, amarillentas
- Pobre crecimiento de brotes
- Floración esporádica
- Pobre cuajado



**Figure 3.3:** Síntomas de deficiencia N: color pálido, escasa brotación.

## **FÓSFORO (P)**

### **Funciones:**

El fósforo es uno de los tres principales nutrientes y principalmente se absorbe por las raíces del olivo en la forma de ortofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). El suministro adecuado de fósforo en el momento inicial del crecimiento vegetativo es importante para la producir un rizoma sano y un sistema radicular fuerte, el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las partes reproductivas. Desempeña un papel fundamental en las reacciones que implican ADP y ATP, esenciales para el almacenamiento y transferencia de la energía para su posterior uso en el crecimiento y en los procesos reproductivos. De hecho, casi todas las reacciones metabólicas de cierta importancia en la planta proceden de derivados de fosfato. El fósforo es también un componente estructural importante, ya que es un componente de fosfatos de azúcares, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos, ácido fítico, etc.

Este elemento es necesario para muchos procesos de la vida, tales como la fotosíntesis y el metabolismo de los hidratos de carbono. Ayuda a las plantas, acelerando la madurez y en la resistencia a las enfermedades y a la sequía. También influye en el cuajado de la flor y en el crecimiento vegetativo en general.

La fertilización con fosfato es especialmente necesaria en suelos ácidos y en los suelos que contienen altas cantidades de carbonato cálcico. Lo mismo ocurre en plantaciones con suelos poco profundos, infértiles o en nuevas plantaciones de olivos de regadío (1-10 años de edad) en las que se utiliza bastante nitrógeno cada año.

Algunos síntomas de deficiencia P son hojas de menor tamaño, hojas rojas, puntas de las hojas de color verde claro o color verde oscuro (Figuras 3.4 y 3.5)



**Figura 3.4:** Secuencia gradual de deficiencia P



**Figura 3.5:** Deficiencia severa de P

El síntoma visual característico de la carencia de fosfato es la clorosis generalizada de las hojas. Sin embargo, no es un criterio de diagnóstico seguro, ya que a menudo se confunde con otras causas (por ejemplo, deficiencia de Nitrógeno). El diagnóstico seguro puede realizarse mediante el análisis foliar. Cuando es necesaria la fertilización con fosfato, no se debe exceder la cantidad del 20-30% del nitrógeno aplicado. Por lo tanto, si se añade 1 kg/árbol de N (por ejemplo, 5 kg Sulfato de amonio), la correspondiente cantidad de fosfato no debe exceder de 200 a 350 g/árbol de  $P_2O_5$  (por ejemplo, 1,0 a 1,7 kg de SSP, 0-20-0). Como regla general, se sugiere añadir 500 g/árbol de  $P_2O_5$  cada dos años.

En el caso de deficiencia severa de fosfato, una cantidad de 4 - 5 kg/árbol de  $P_2O_5$  se aplicará a los árboles en la fase de plena producción. Para árboles más jóvenes, se añaden cantidades más pequeñas (1-8 kg SSP), dependiendo de la edad y etapa de desarrollo.

Fuente: Oliveoilsindia.com 2009-2010.

Los laboratorios especializados pueden realizar análisis de P del suelo con tres métodos diferentes: Mehlich III, Bray II, y Olsen, para optimizar la gestión del suelo. Así, se puede evaluar el P total, el P disponible de forma inmediata, la cantidad de reserva que puede estar disponible y la cantidad de P en el suelo que no está disponible. Por ello, es aconsejable llevar a cabo un análisis de suelo cada dos años y aplicar P al suelo sólo si es necesario, evitando la excesiva acumulación de P en el suelo. Es perfectamente posible aplicar fertilizantes fosfatados sólo una vez cada dos - tres años, dependiendo de los resultados de los análisis.

Para aplicación al suelo se aconseja utilizar SSP, superfosfato simple (0-20-0), o TSP, superfosfato triple (0-46-0).

Para aplicación por Nutrigación, se aconsejan fertilizantes totalmente solubles, tales como:

- Fosfato monoamónico (12-61-0)
- Fosfato monopotásico, MKP, (0-34-52).

### **POTASIO (K)**

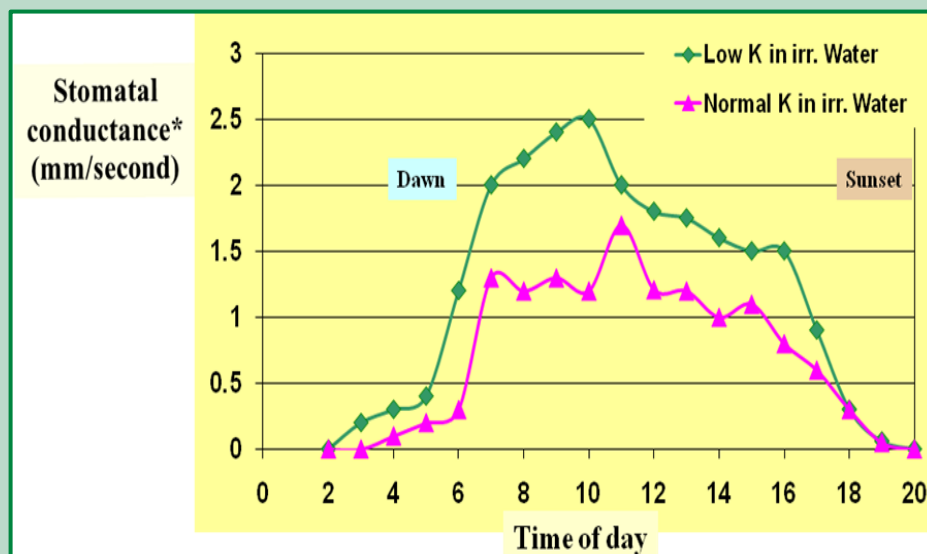
El **Potasio** no se concentra ni forma parte constitucional de ningún tejido u órgano en la planta, pero tiene un papel importante en muchas actividades fisiológicas dentro de la célula de la planta, así como en la coordinación entre los tejidos y los órganos de la planta.

#### **Funciones:**

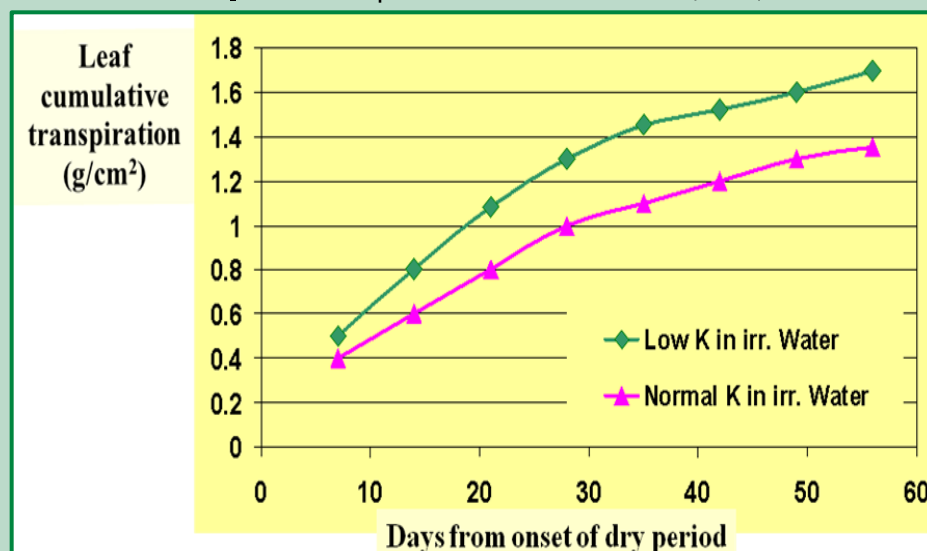
El potasio se requiere como cofactor para más de 40 enzimas. El potasio es necesario para muchas funciones fisiológicas, tales como: formación de azúcares y almidón, síntesis de proteínas, división y crecimiento celular normal, neutralización de los ácidos orgánicos, participación en reacciones enzimáticas. El potasio afecta a la tasa de transpiración mediante la regulación de la apertura y cierre estomática, donde las altas tasas de transpiración aumentan la absorción de los nutrientes. Regulando

la apertura y el cierre estomático también regula el suministro de dióxido de carbono y mejora la eficiencia del uso del azúcar y aumenta la absorción de agua y, en consecuencia, la expansión celular. Aumenta la resistencia de la planta a los estreses bióticos y abióticos, tales como el aumento de la tolerancia a las heladas debido a la disminución del potencial osmótico y aumento de la proporción de ácidos grasos insaturados / saturados. Además aumenta la resistencia a la sequía, influye en la regulación del balance interno de agua y turgencia, regulando la afluencia y / o salida de Na en el plasmalema de las células radiculares y aumenta la tolerancia a la salinidad de las células mediante el aumento de la capacidad de retención de K en la vacuola cuando el Na está presente en el medio externo. El estado subóptimo de potasio reduce la absorción de Nitrógeno.

Algunos ejemplos de la importante función del potasio en los sistemas de gestión del agua del olivo se citan a continuación.

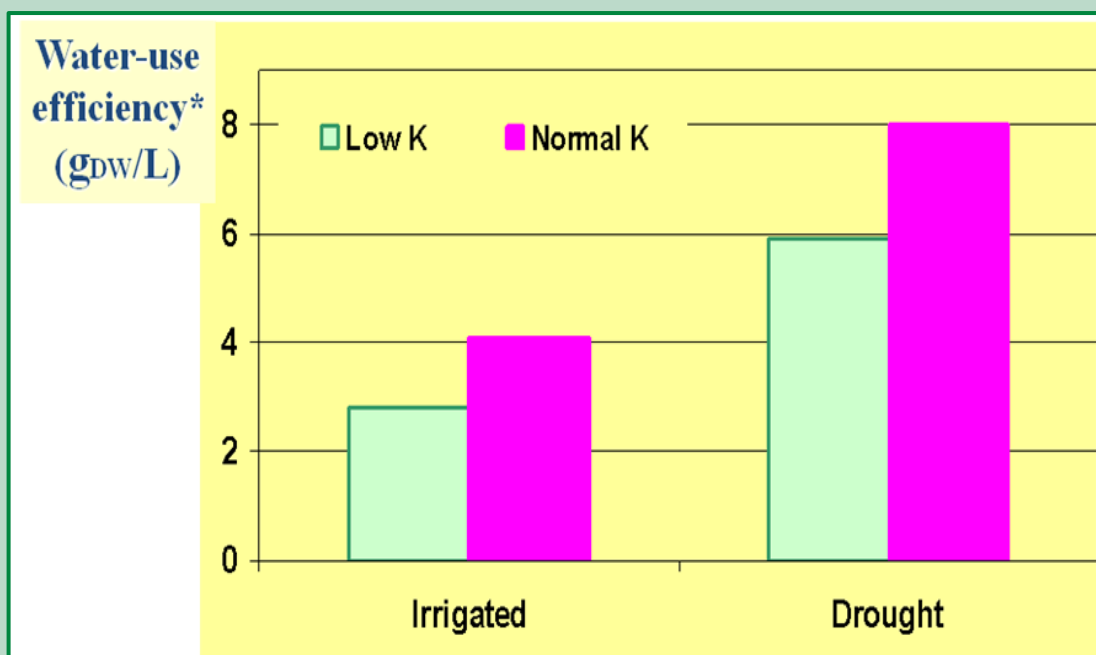


**Figure 3.6:** La deficiencia de Potasio aumenta la conductancia estomática en variedades de olivo: 'Chemalali de Sfax'. Fuente: Arqero, Barranco & Benlloch (2006)



**Figura 3.7:** La deficiencia de potasio incrementa la tasa de transpiración de variedades de olivo: "Lechin de Granada".

Fuente: Benlloch-Gonzalez, Arqero, Fournier, Barranco & Benlloch (2008)



**Figura 3.8:** La deficiencia de Potasio reduce la eficacia del uso del agua en variedades de olivo: 'Chemalali de Sfax'. Fuente: Arqero, Barranco & Benlloch (2006)

Los olivos demandan este nutriente. Altas cantidades de potasio se extraen del suelo con la cosecha y la poda, particularmente en años de alta producción. Se requiere una fertilización regular de potasio con el fin de maximizar el rendimiento y la calidad (Tabla 3.3), especialmente en las plantaciones donde no se haya añadido ningún tipo de fertilizante potásico durante los últimos años.

El potasio es un nutriente móvil y por lo tanto la deficiencia se muestra más claramente en las hojas más viejas. Cuando existe deficiencia de potasio se observan parches cloróticos pálidos que evolucionan con la aparición de "quemaduras" (necrosis) en las puntas y los bordes de las hojas. Estas áreas de tejido muerto progresan desde la punta hacia la base, y desde los bordes de la hoja hacia el área internodal. La punta de la hoja tiende a curvarse hacia abajo.

El diagnóstico de la deficiencia de Potasio no es adecuado, basándose solamente en la observación de estos síntomas y debe ser confirmado mediante un análisis foliar. Las hojas deficientes contienen alrededor de un 0,1 a un 0,3% potasio (materia seca), mientras que el contenido adecuado de K en las hojas oscila entre 0,4 -1,7%.

**Tabla 3.3:** Respuesta del árbol al fertilizante potásico

|                | Rendimientos<br>(Kg/árbol) | % de aceitunas aptas para su procesado |        |        |
|----------------|----------------------------|----------------------------------------|--------|--------|
|                | Media de 4 años            | 1° año                                 | 2° año | 3° año |
| Sin fertilizar | 16.3                       | 20                                     | 19     | 5      |
| K (dosis alta) | 68.9                       | 70                                     | 62     | 33     |

Fuente: H.T. Hartmann, UC Davis

Las hojas deficientes en potasio (Fig. 3.9 a 3.12) son de color verde claro que evolucionan con la aparición de "quemaduras" (necrosis) en las puntas y los bordes de las hojas. La sintomatología progresa con la muerte de pequeñas ramas, un número reducido de frutos y un tamaño del fruto más pequeño.



**Figuras 3.9 - 3.12:** síntomas de deficiencia en hojas de olivo por orden de gravedad, incluyendo muerte de la rama

Los fertilizantes potásicos disponibles se presentan a continuación:

- **Cloruro de potasio** 0-0-60. Es el que mayor contenido de potasio tiene, pero lleva con él una alta carga de cloruro, que puede acumularse en el suelo y causar toxicidad. ver más sobre la toxicidad por cloruro al final del presente capítulo.
- **Sulfato de potasio**, 0-0-50, fertilizante potásico sin cloruro, con relativamente baja solubilidad.
- **Nitrato de potasio**, 13-0-46, fertilizante altamente soluble, llevando consigo una considerable cantidad de nitrógeno, en forma de nitrato, que es una forma de nitrógeno altamente disponible y nutritivo para el árbol.
- **Fosfato monopotásico** (MKP) 0-32-54, fertilizante altamente soluble, lleva consigo una cantidad considerable de fosfato que es nutritivo para el árbol.

La cantidad de potasio ha aplicar se determinará en combinación con el nitrógeno. En los olivares, en los que no haya sido utilizado fertilizante potásico en el pasado, es recomendable añadir el doble de potasio que de nitrógeno. Por ejemplo, si se aplican 0,5 kg/árbol de N entonces habría que añadir 1 kg/árbol de K. Posteriormente, la dosis de potasio se debe ajustar para que sea igual a la de nitrógeno. El análisis foliar, siempre que sea posible, puede dar una mejor orientación para fertilización potásica.

Muchas veces, la deficiencia de potasio es debida a la baja humedad del suelo (sequía); el potasio es fijado por la arcilla y por lo tanto los árboles no pueden tomarlo del suelo. El problema puede ser reducido mediante la realización de técnicas de cultivo que mejoren el crecimiento del sistema radicular y que aseguren una humedad adecuada en el suelo. En estas condiciones, se añaden grandes cantidades de fertilizantes, por lo general 10-15 kg de potasio por árbol.

El potasio debe aplicarse al suelo a una dosis de 2.3 a 4.6 kg de potasio puro por árbol, o alrededor de 280 a 560 kg/ha. Las dosis más pequeñas corresponden a suelos arenosos, o de textura ligera, mientras que las dosis mayores se aplican a los suelos más pesados. Donde no exista un sistema de fertirrigación se recomienda aplicar el fertilizante potásico una vez al año de diciembre a enero (hemisferio norte), para ser disuelto en el suelo por la lluvia de invierno. En tales casos, el fertilizante potásico debe aplicarse en bandas junto a la fila de los árboles o en círculo alrededor del árbol. El uso de los fertilizantes, donde no hay zona radicular activa será en vano. En las parcelas de regadío por goteo, la aplicación se puede hacer bajo los emisores. El mejor sistema de aplicación es la fertirrigación donde el fertilizante es disuelto y distribuido a través del sistema de riego. **Suministros regulares de K maximizan el rendimiento y la calidad.**

Cuando el potasio es notablemente deficiente, una pulverización foliar del 1-2% de nitrato potásico **Multi-K™**, puede corregir rápidamente la deficiencia. Los nuevos brotes de primavera lo absorberán rápidamente y los resultados comenzarán a ser visibles en una semana.

## **MAGNESIO (Mg)**

### **Funciones:**

El magnesio es un nutriente secundario para la planta, que se absorbe como  $Mg^{2+}$ . El magnesio es un componente fundamental de la molécula de clorofila. Se requiere, de manera no específica, por un gran número de enzimas que intervienen en la transferencia de fosfato. Está implicado en la fotosíntesis, en el metabolismo de carbohidratos, en la síntesis de ácidos nucleicos, relacionado con el movimiento de carbohidratos y estimula la absorción y el transporte de P, además de ser un activador de varias enzimas.

El principal síntoma de la deficiencia de magnesio es la clorosis de las hojas, que se inicia en la punta o los bordes de la hoja y se extiende gradualmente sobre toda la superficie foliar. Otros síntomas incluyen una severa caída de hojas y un pobre crecimiento vegetativo.

La deficiencia de magnesio se controla mediante la aplicación al suelo o pulverización foliar de sulfato de magnesio (**BitterMag™**) o nitrato de magnesio (**Magnisal™**).

## **AZUFRE (S)**

### **Funciones:**

El azufre, es también un nutriente secundario para la planta, es esencial para la formación de proteínas, como constituyente de los tres aminoácidos cistina, cisteína y metionina. El azufre se requiere para la formación de la clorofila y para la actividad de la ATP-sulfurilasa. Estas funciones esenciales permiten la producción de plantas sanas y productivas que son la condición previa para conseguir altas producciones y de la mejor calidad.

El azufre se suministra mejor mediante la aplicación de sulfato amónico y sulfato potásico.

Fuente: Producing Table Olives, By Stan Kailis, David Harris

## **CALCIO (Ca)**

### **Funciones:**

El calcio es también uno de los nutrientes secundarios para las plantas, absorbido por las raíces de las plantas como  $Ca^{2+}$ . El calcio es un constituyente de la lamela media de las paredes celulares como Capectato. El calcio se requiere como cofactor por algunas enzimas implicadas en la hidrólisis de ATP y fosfolípidos. Es un elemento importante para el desarrollo radicular y su funcionamiento; un constituyente de las paredes celulares, y se requiere para la flexibilidad del cromosoma y la división celular.

Las deficiencias de calcio tienen lugar sólo en suelos que carecen de este elemento, por ejemplo, suelos lavados en las regiones tropicales. El principal síntoma de deficiencia de calcio es la clorosis de las puntas de las hojas, como en la deficiencia de Boro, pero en este caso las venas en el área clorótica de las hojas más viejas se vuelven blancas. Otros síntomas de deficiencia son en general un pobre crecimiento, especialmente en las raíces y los brotes. A diferencia de la deficiencia de Boro, hay una falta de brotes jóvenes (Fig. 13).



**Figura 3.13:** Deficiencia Calcio

La deficiencia de calcio se corrige con bastante facilidad mediante la adición de 5 a 10 kg de óxido de calcio por árbol. Para evitar la deficiencia de calcio, debe determinarse el pH del suelo antes de la plantar una nueva plantación. La cantidad de calcio aplicada debe determinarse después del análisis de suelo.

El Nitrato de calcio (Haifa Cal™) es un fertilizante de calcio excepcional que debido a su excelente solubilidad puede utilizarse en sistemas de fertirrigación.

### MICRONUTRIENTES

Principales fuentes: Producing Table Olives, por Stan Kailis; David Harris, 2007.

El olivo requiere pequeñas cantidades de boro, zinc, manganeso, cobre y molibdeno. Una deficiencia en cualquiera de estos elementos puede reducir el crecimiento y la fructificación. Las deficiencias de micronutrientes son comúnmente asociadas a suelos alcalinos, ricos en cal (calcáreos), donde son retenidos en forma de óxido. La reducción de pH del suelo por adición de azufre elemental puede superar este problema. El azufre en forma de sulfato **no es** un material acidificante.

### BORO (B)

Fuentes: <http://www.veranolandolives.com.au/>; <http://www.oliveoilfuente.com/>

#### Funciones:

El boro juega un papel importante en el desarrollo de las paredes celulares, en la polinización, en el desarrollo del fruto en y la translocación de azúcares. Un suministro adecuado de boro es importante en la floración. La calidad del fruto se ve afectada en los olivos si el boro es deficiente.

Dentro de las plantas, el boro es relativamente inmóvil. No se traslada fácilmente de los tejidos viejos a los jóvenes de las plantas. Las plantas son, por tanto, dependientes de la absorción continua de boro durante la estación de crecimiento. En este sentido, su comportamiento en las plantas es muy similar al calcio (ambos son inmóviles) y los síntomas de deficiencia pueden confundirse.

### Síntomas de deficiencia de Boro

La deficiencia de boro se produce con mayor frecuencia en clima seco. La actividad microbiana en el suelo se reduce y el movimiento del boro, en la solución del suelo, hacia las raíces de la planta está restringido. El boro no es muy móvil, por lo que la deficiencia aparece en las hojas jóvenes.

Los principales síntomas son:

- Las hojas con deficiencia contienen menos de 20 ppm de Boro, mientras que las de árboles saludables tienen más de 20 ppm (en materia seca).
- Las hojas alrededor de la yema terminal se vuelven de color verde claro en la punta y con el tiempo se caen.
- Gradualmente, el mismo síntoma aparece en las hojas cercanas a la base de los brotes, que aparecen secas en sus bordes.
- Crecimientos posteriores muestra hojas pequeñas y distorsionadas que se atrofian, frágiles y que finalmente caen. Si cortamos un pequeño trozo del tallo con un cuchillo afilado, podemos observar una decoloración marrón debido a la necrosis del cambium.
- Clorosis (amarilleamiento) y la muerte de los puntos de crecimiento.
- Los árboles que sufren de deficiencia de boro se observan cloróticos desde la distancia y tardan en entrar en la etapa de crecimiento vegetativo.
- Distorsión, engrosamiento y agrietamiento de los tallos. Los tallos pueden ser huecos o quebradizos.
- Formación de rosetas, crecimiento de yemas auxiliares, crecimiento arbustivo y múltiples ramificaciones. Entrenudos acortados y producción de brotes secundarios en la base del árbol.
- Engrosamiento, torsión y fracaso de las raíces para extenderse o desarrollarse correctamente. En algunos casos, las raíces pueden mostrar una ramificación excesiva.
- Disminución de brotes o floración. Pobre cuajado.
- Los frutos y las semillas también pueden verse afectados. Zonas hundidas de color marrón pueden desarrollarse en la fruta, en un síntoma llamado "Cara de Mono".



**Figura 3.14:** Deficiencia de Boro – Hojas con puntas necróticas con una banda amarilla, pero aún verdes en la base y con forma de roseta.



**Figuras 3.15 y 3.16:** Síntomas de deficiencia de Boro en hojas de olivo



**Figura 3.17:** Efecto de la deficiencia de Boro en frutos: síntoma "cara de mono" y caída prematura de frutos

### **Corrección deficiencia de boro**

El boro es absorbido por las plantas como ácido bórico no disociado  $H_3BO_3$ .

La deficiencia de Boro se corrige mediante la aplicación de 113 a 225 g/árbol de un fertilizante de Boro con una concentración 14 a 20%, o mediante la aplicación de 28 a 56 kg/ha en la superficie del suelo dentro de la línea de goteo durante el invierno de este fertilizante. Un tratamiento durará varios años. Pero debido a su movilidad en el suelo y la susceptibilidad a la lixiviación, se recomiendan aplicaciones anuales de boro en la mayoría de situaciones. Las aplicaciones frecuentes a dosis bajas también minimizan el riesgo de toxicidad.

TENGA CUIDADO de no aplicar demasiado, ya que puede producir toxicidad.

Una corrección rápida de la deficiencia de boro en una época específica puede lograrse mediante una pulverización foliar de 0,05 - 0.1% de **Borax**. Este tipo de aplicaciones, antes de la iniciación del brote floral o inmediatamente antes de la floración, mejora significativamente el cuajado, aún en árboles sin síntomas visibles y con bajos, pero no deficientes, niveles de boro en las hojas.

### **Fertilizantes con boro**

Borax, (11% B)

Es un producto cristalino fino para aplicación directamente al suelo, o para aplicación mediante una solución al suelo o al follaje.

Granubor, (15 % B) y Borato Granular, (14.3 % B)

Son fertilizantes granulados adecuados para la aplicación mediante máquina al suelo. Pueden ser utilizados solos o mezclados con otros fertilizantes. El granubor y el borato granular no se disuelven, por lo tanto, no son adecuados para aplicación foliar.

#### Solubor, (20.5 % B)

Un fino polvo soluble para aplicación en solución a través de pulverización al suelo o al follaje. Dosis de aplicación 1 a 1,5 g / L. El solubor es más soluble que el bórax, especialmente en aguas frías, y es la opción recomendada para aplicaciones foliares o al suelo en solución.

El mercado de los productos con boro ofrece también soluciones que permiten una mayor absorción foliar y radicular, debido a su formulación con ácidos orgánicos, que ayudan con la asimilación del boro en la planta, que pueden aplicarse como una pulverización foliar, o por fertirrigación. Por ejemplo, AgroDex Boro, (10%). Dosis de aplicación: 1-2 L / ha.

#### **Síntomas toxicidad por boro**

Los olivos se clasifican como "algo tolerantes" al boro en el agua de riego, aceptando niveles de boro en el agua de 1 a 2 mg / litro (aproximadamente equivalentes a 2.1 ppm). Un agua con 12 ppm provocará problemas para los olivos ya que no son tolerantes a altos niveles de boro. Un análisis de suelo sería la única forma de determinar si hay un problema en el suelo. Una de las causas más comunes es la sobre-fertilización con boro o la mala colocación de los fertilizantes con boro. En las primeras etapas, los síntomas de toxicidad por boro se expresan normalmente como una clorosis marginal y en la punta de las hojas más viejas. De una moderada a una severa toxicidad producen necrosis foliar progresiva que comienza en la punta o los márgenes y que gradualmente cubre toda la hoja, teniendo como resultado la caída prematura de las hojas.

#### **ZINC (Zn)**

##### **Funciones:**

El zinc activa una serie de enzimas y es importante en la biosíntesis de las auxinas, tales como la IAA. Los niveles de zinc son adecuados en el olivo si la concentración de zinc en hojas es mayor de 10 ppm basado en peso seco.

**Síntomas de deficiencia de zinc:** Pueden aparecer manchas amarillas en las hojas adultas, pequeñas hojas de color verde pálido, con clorosis intervenal. Por otra parte, los signos son similares a la deficiencia de hierro y manganeso. El reducido crecimiento de los brotes produce formación de rosetas (Fig. 18)



**Figure 3.18:** Deficiencia Zn en hojas de olivo

### **Corrección deficiencia de zinc**

La reposición de Zn es especialmente importante al principio de la primavera. La corrección de la deficiencia de zinc puede hacerse por pulverización foliar con 0,1% de sulfato de zinc o mediante la aplicación de fungicidas que contengan zinc, si éstos están previstos para el control de enfermedades fúngicas.

### **HIERRO (Fe)**

#### **Funciones:**

El hierro es un micronutriente componente de los citocromos, de las proteínas de hierro no hemo; participa en la fotosíntesis y en la fijación de  $N_2$ . El hierro también está implicado en la reducción de los nitratos y sulfatos, y en los procesos de reducción por la peroxidasa y adolasa.

La deficiencia de hierro puede ocurrir, a pesar de que el suelo tenga una abundante cantidad de hierro pero no disponible, debido a un alto pH del suelo o del agua de riego. La competencia con otros iones, tales como manganeso, zinc y potasio también puede contribuir a la deficiencia de hierro, mediante el desplazamiento del hierro desde los agentes quelantes en el suelo.

Los síntomas de deficiencia de hierro son el amarilleamiento de hojas inmaduras manteniendo el nervio central y las venas más verdes que las áreas intervenales. Los frutos tienden a ser de color amarillo pálido en lugar de verde-amarillo.

### **Corrección de la deficiencia de hierro**

La deficiencia de hierro puede ser corregida mediante la pulverización foliar de quelatos de hierro, por ejemplo, Haifa Micro™ Fe-EDTA, que contiene un 13% de Fe, y debe ser aplicado a 50 g / L de agua. Las pulverizaciones foliares de hierro son de acción rápida, pero no son de larga duración. El mismo producto puede aplicarse por fertirrigación al suelo para un efecto más prolongado. Otros tratamientos son la pulverización al suelo de una solución con sulfato de hierro (20% hierro) a una dosis de 20 g/m<sup>2</sup>, o la inyección de sulfato de hierro o citrato de hierro directamente en los troncos de los árboles. Otros quelatos de hierro comerciales son Haifa Micro™ Fe-EDDHA 6% y Haifa Micro™ Fe-DTPA 7%.

### **MANGANESO (Mn)**

#### **Funciones:**

El manganeso se requiere para la actividad de las deshidrogenasas, descarboxilasas, quinasas, oxidasas, peroxidasas, y no específicamente por otras enzimas activadas por cationes divalentes. El manganeso tiene un papel esencial en la fotosíntesis, en la formación de clorofila, en la reducción del nitrato y en la producción de aminoácidos y proteínas.

La concentración de peroxidasa de metaloenzima en la hoja, es considerada como el mejor marcador de la deficiencia de Mn.

### **Síntomas de deficiencia Manganeso**

Comienza con un moteado clorótico intervenal de las hojas inmaduras, similar al observado en la deficiencia de hierro. Los brotes florales a menudo no se desarrollan plenamente, se vuelven amarillos y fracasan.

En la deficiencia severa, los brotes son de color amarillo, pero, en contraste con la deficiencia de hierro, aparecen generalmente manchas necróticas en el tejido intervenal.

### **Corrección de la deficiencia de manganeso**

El manganeso es absorbido por las raíces de las plantas en forma de  $Mn^{2+}$ . La deficiencia Mn puede corregirse mediante:

- Aplicación de fertilizantes acidificantes tales como el azufre elemental y el sulfato de amonio.

- Pulverización foliar con sulfato de manganeso al 0.2%, o fungicidas que contengan manganeso.
- Podría considerarse el encharcamiento del suelo como una medida de corrección, ya que se reduce el oxígeno del suelo y se libera grandes cantidades de cationes ferrosos y de manganeso solubles, pero las concentraciones excesivas pueden ser tóxicas para las raíces y además, el olivo es intolerante al suelo anegado, por lo que este método debe descartarse!
- 

## **COBRE (Cu)**

### **Funciones:**

El cobre desempeña un papel activo en algunas enzimas que desempeñan funciones clave, como la respiración y la fotosíntesis, por ejemplo, citocromo oxidasa, diaminoxidasa, ascorbato oxidado, fenolasa, plastocianina (una proteína que tiene actividad de la ribulosa bifosfato carboxilasa), oxigenasa ribulosa fosfato, superóxido dismutasa, cianina y quinol oxidasa. Las Cu-proteínas han sido implicadas en la lignificación, en el metabolismo anaeróbico, en el mecanismo de defensa celular, y en el metabolismo hormonal. Las proteínas de cobre exhiben transferencia de electrones y actividad oxidasa. También actúa como un aceptor terminal de electrones de la vía oxidativa mitocondrial.

### **Síntomas de deficiencia de Cobre**

Se encuentran a menudo en suelos arenosos y este problema se agrava si se utilizan cantidades excesivas de fertilizantes con fósforo. Los síntomas de deficiencia de cobre son un retraso del crecimiento, hojas deformadas, rosetas de hojas y hojas pálidas de color blanco-amarillento.

### **Corrección de la deficiencia de cobre**

La aplicación de sulfato de cobre a una dosis de 0,25 a 0,5 kg / árbol al suelo o pulverizaciones foliares de caldo Bordeau o sulfato de cobre al 0.05%.

Hay que tener cuidado con la sobre-aplicación de cobre, ya que puede ser tóxica para el árbol y para los microorganismos del suelo.

## **Molibdeno (Mo)**

Las deficiencias son raras, pero son más probables en los suelos ácidos debido a la baja biodisponibilidad. Los síntomas a menudo consisten en clorosis intervenal en las hojas más viejas. Las hojas jóvenes pueden retorcerse gravemente.

## **Cloro (Cl)**

### **Funciones:**

El cloruro es requerido por todas las plantas en cantidades muy pequeñas, similares al hierro, cuya concentración normal es de alrededor de 100 ppm.

- El cloruro es esencial para el funcionamiento adecuado de los estomas de las plantas, ya que controla el equilibrio interno de agua.
- También tiene funciones en la fotosíntesis, en concreto en el sistema de división del agua.
- Tiene funciones en el balance catiónico y en el transporte dentro de la planta.
- Algunas investigaciones han demostrado que el cloruro disminuye los efectos de infecciones fúngicas de un modo indefinido.
- Está bien documentado que el cloruro compite con la absorción de nitrato tendiendo a promover el uso de Nitrógeno amoniacal. Esto puede ser un factor que suprima enfermedades, ya que concentraciones altas de nitratos en las plantas se han asociado con enfermedades graves.

Aunque el cloruro se clasifica como un micronutriente, se aplica generalmente a dosis muy altas por el agua de riego. Adicionalmente, a menudo se suministra con los fertilizantes, por ejemplo, usando cloruro potásico o cloruro cálcico, produciendo una absorción de este elemento muy elevada, al nivel

de un elemento secundario como el azufre, es decir,  $\sim 0.5\%$ , que es aproximadamente ¡5.000 veces mayor de la dosis requerida!!!

Un experimento demostró que el aumentando de la salinidad del suelo produce una acumulación de Na y Cl en los tejidos de las hojas, brotes y raíz del olivo. Simultáneamente, la concentración de K y Ca se reducen, pero el contenido de Mg no se ve afectado por el estrés por salinidad.

Fuente: Al-Absi, Qrunfleh, & Abu-Sharar, 2002.

### **Toxicidad por cloruro**

La acumulación de cloruro hasta estas altas concentraciones puede convertirse en un problema grave. El anión cloruro reduce notablemente el vigor de la planta y tiende a acumularse en los márgenes de las hojas, produciendo hojas con la punta quemada y necrosis (muerte del tejido). Estas hojas son propensas a la abscisión prematura y reducen su actividad fotosintética.

Por lo tanto, el uso de agua para irrigación con alta concentración de cloruro, especialmente cuando el ratio Ca / Cl es menor de 2:1, es absolutamente arriesgado. Un análisis de agua es importante. No utilizar fertilizantes con alto contenido de cloruro o que contengan mucho cloruro de potasio o cloruro cálcico por razones obvias.

### **Síntomas de toxicidad por cloruro**

Los síntomas típicos de toxicidad por salinidad son hojas con márgenes muertos, caída de las hojas y necrosis de la punta del tallo. Los síntomas de toxicidad aparecen por encima de 50 mM de NaCl, y se vuelven más graves con niveles más altos de salinidad.



**Figura 3.19:** Síntomas típicos de toxicidad por salinidad en el olivo son la muerte de los márgenes de las hojas, la caída de las hojas y la necrosis de la punta del tallo.

Fuente: Chartzoulakis, 2005

## 4. PRÁCTICAS DE FERTILIZACIÓN

### 4.1 Mejora del suelo

#### ■ Corrección del pH en suelos ácidos

Como se señaló anteriormente, los olivos son bastante tolerantes cuando se trata de pH del suelo. Cuando los suelos son demasiado ácidos, la cal se utiliza comúnmente para corregir el pH. La cantidad requerida varía con la textura del suelo. La cantidad aproximada de piedra caliza finamente molida necesaria para elevar el pH, de una capa de 18 cm de suelo, en una unidad de pH, de un pH inicial de 4,5 o 5,5, varía entre de 2 toneladas/ha para suelo arenoso y unas 8 toneladas/ha para un suelo franco arcilloso. Por lo general, sólo la superficie se vuelve lo suficientemente ácida para requerir encalado.

#### ■ Corrección de suelos sódicos y alcalinos, y agua de riego sódica

Los suelos sódicos pueden ser corregidos con la aplicación de yeso. La dosis de aplicación puede determinarse por un análisis de suelo. Después de aplicar el yeso, el sodio desplazado debe ser lixiviado por debajo de la zona radicular. Los materiales orgánicos como el estiércol, cubierta vegetal o residuos de cultivos pueden ayudar a mejorar la estructura del suelo por lixiviación. En las plantaciones establecidas, un riego abundante durante el período de reposo reduce al mínimo el daño que sufriría las raíces del árbol por falta de aireación.

Existe una estrecha relación entre la composición y la concentración de las sales del suelo y las sales en el agua riego. Cuando se usa para riego, un agua con un alto contenido en sodio en relación con calcio y magnesio, es probable que tenga como consecuencia un suelo sódico y la necesidad, por lo tanto, de hacer una corrección del mismo antes de su uso, o puede poner en peligro el bienestar a largo plazo de la plantación.

Fuente: <http://www.oliveoilfuente.com/page/fertilizers-and-amendments>

Como se mencionó anteriormente, (capítulo 3, "La nutrición mineral del olivo"), los suelos alcalinos se pueden acidificar para obtener el pH óptimo para los olivos mediante la aplicación de azufre elemental. El azufre en forma de sulfato **no es** un material acidificante.

Es aconsejable acidificar el suelo gradualmente, durante varios años. Dos pequeñas aplicaciones de material acidificante durante dos años consecutivos son mejores que una sola aplicación de gran tamaño. Las reacciones de acidificación del suelo pueden tardar un año o más en completarse, por lo que hay que comprobar el pH del suelo anualmente para supervisar el cambio. Verificar el pH en la misma época del año, ya que el pH del suelo varía según la estación.

#### Acidificación antes de plantar

El enfoque más eficaz consiste en añadir azufre elemental durante un período de años, controlar el pH del suelo y esperar hasta que se alcance el pH deseado antes de plantar. Añadir S elemental de acuerdo con el contenido de arcilla de suelo. Mezclar el azufre con el suelo. Ejemplos de dosis de aplicación:

- Para suelos arenosos, añada 450-900 kg de S elemental por 1 ha
- Para suelo arcilloso, añadir de 1.8 a 2.25 toneladas de S elemental por 1 ha.
- Un suelo con alto contenido de materia orgánica también requiere más S elemental que un suelo arenoso, para lograr la misma disminución del pH
- Los suelos con una combinación de un alto contenido de materia orgánica y un contenido medio de arcilla, necesitan de 1.8 a 2.25 toneladas de S elemental por 1 ha. Un enfoque lógico es aplicar S en el otoño y comprobar el pH del suelo en la primavera, si el pH deseado no se ha alcanzado, repita el proceso.

#### Acidificación del suelo en una plantación existente

Cavar un mínimo de 4 hoyos por árbol, (preferiblemente 8-12), por lo menos de 30 cm de profundidad y 10-20 cm de diámetro, cerca de la línea de goteo. Mezclar ~ 60 g S elemental con la tierra extraída de cada hoyo. Vuelva a rellenar los agujeros del suelo, y añada agua con moderación. Mantenga el suelo de alrededor de la planta húmedo, pero no encharcado. Este procedimiento puede realizarse en cualquier momento del año, pero es mejor en otoño.

## 4.2 Fertilización como medio para asegurar la alta fertilidad del suelo

Las prácticas de fertilización tradicionales, en olivares cultivados extensivamente se basan principalmente en la tradición, repitiendo el mismo programa de fertilización cada año, enriquecida por los testimonios de los vecinos. Esta práctica conduce a la aplicación arbitraria de dosis excesivas de algunos fertilizantes, principalmente N, y, al mismo tiempo, a la falta de otros nutrientes que podrían ser necesarios para el desarrollo del cultivo. Asimismo, la aplicación excesiva de fertilizantes que no se necesitan puede causar contaminación medioambiental y afectar negativamente a la productividad y la calidad del aceite de oliva.

Desde un punto de vista moderno y racional, cualquier cantidad de un nutriente debe suministrarse sólo cuando existan pruebas sólidas, como los resultados visuales y ensayos de laboratorio, que demuestren que es realmente necesario. A tal efecto, el análisis foliar proporciona una indicación del estado nutricional del árbol, siendo una herramienta importante en la determinación de las necesidades de fertilización.

Pero las dosis de fertilización puede estimarse conociendo la cantidad de nutrientes absorbidos por los árboles y extraídos del suelo por el fruto y las ramas podadas que se retiran de la parcela, y por el crecimiento de la masa de los árboles que aunque todavía estén en la parcela, sus nutrientes no están disponibles para un mayor crecimiento. Todos estos nutrientes tienen que ser devueltos al suelo, con el fin de conservar su fertilidad, para conseguir un crecimiento y una producción de fruto mayor.

### 4.2.1 Absorción/eliminación de Nutrientes

**Tabla 4.1:** Demanda/ absorción/ eliminación de los nutrientes en los principales países productores de olivo

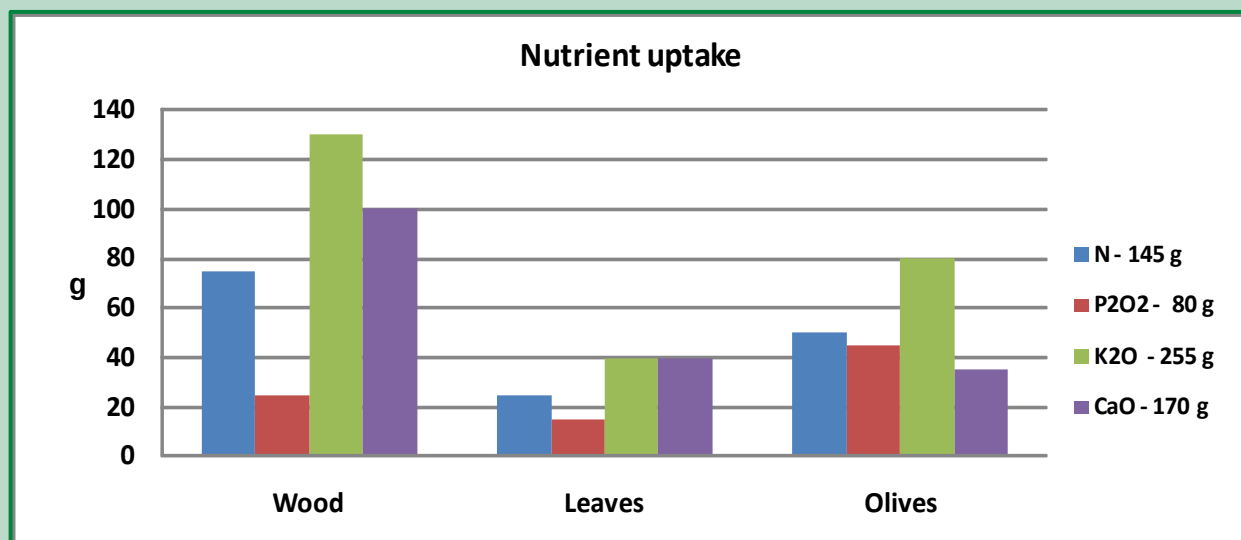
| Absorción Nutrientes - Macronutrientes |              |               |                               |                  |
|----------------------------------------|--------------|---------------|-------------------------------|------------------|
| País                                   | Fuente       | g/ árbol/ año |                               |                  |
|                                        |              | N             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Túnez                                  | Rey          | 578           | 67                            | 502              |
| Francia                                | Bouat, 1968  | 300           | 60                            | 200              |
| España (Jaén)                          | Llamas, 1983 | 310           | 75                            | 560              |
| Italia                                 | Pantanelli   | 276           | 142                           | 488              |

Fuente: World Fertilizer Use Manual, IFA, 1992

**Tabla 4.2:** Macronutrientes de las plantas extraídos por cada tonelada de fruto

| N   | P    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K    | K <sub>2</sub> O |
|-----|------|-------------------------------|------|------------------|
| kg  |      |                               |      |                  |
| 9.8 | 11.3 | 25.9                          | 10.3 | 12.4             |

Fuente: Kinoch: RSA.



**Figura 4.1:** Absorción de los nutrientes por cada parte del olivo

**Tabla 4.3:** Nutrientes absorbidos por la planta y extraídos por el cultivo (5 ton/ha)

|                          | Nutrientes (kg/ha) |                               |                  |     |     |
|--------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
|                          | N                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO |
| Absorción por la planta  | 78                 | 19                            | 98               | 53  | 25  |
| Extraídos por el cultivo | 40                 | 7                             | 60               | 15  | 4   |

Fuente: página Web Haifa Chemicals – NutriNet™

Como se ve claramente en la figura 4.1, el potasio es absorbido por todos los órganos del árbol, incluyendo la parte de la madera, hojas y frutos, en una cantidad más grande que cualquier otro nutriente para las plantas.

Pero, cuando se calculan las necesidades de fertilización, sólo la cantidad de nutrientes que las plantas extraen del campo deben tenerse en cuenta. Estos nutrientes tienen que ser devueltos al suelo en forma de fertilizantes, con el fin de mantener su fertilidad y no esquilmarlo continuamente.

Algunos expertos recomiendan, de forma general, una aplicación anual de fertilizantes equivalentes a 2.3 veces la cantidad extraída por el cultivo en la cosecha.

#### 4.2.2 Análisis de suelo y foliar

Como ya se ha explicado al principio del capítulo 3 ("La nutrición mineral de olivo") el análisis del suelo puede servir de una manera muy limitada para evaluar la fertilidad del suelo para el olivo, mientras que el análisis foliar es el método preferido para este fin. La tabla 3.1 en el capítulo 3, detalla los valores de deficiencia, suficiencia y toxicidad de todos los elementos minerales necesarios para la producción de los olivos.

## 4.3 Aplicación de fertilizantes

El nitrógeno (N), el fósforo (P), el potasio (K) y el boro (B) son por lo general los nutrientes más críticos en la nutrición mineral de los olivares. La concentración de estos nutrientes puede detectarse correctamente a través de un análisis foliar, que es el mejor método de diagnóstico para determinar el estado nutricional y para planificar la aplicación de fertilizantes.

### 4.3.1 Aplicación de N

#### Olivares jóvenes

**Tabla 4.4:** Dosis de aplicación de nitrógeno recomendada para olivos jóvenes.

| Año         | Dosis de aplicación anual de nitrógeno |                                  | Distribución a lo largo de la etapa de crecimiento |                      |                   | Diámetro de la zona radicular (metros) |
|-------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------------|
|             | Por árbol* (g)                         | Por hectárea* (con >400 árboles) | Primavera                                          | Principios de verano | Finales de verano |                                        |
| 1           | 100 – 200                              | 50 kg                            | 25%                                                | 33%                  | 42%               | 0.9                                    |
| 2           | 140 – 280                              | 70 kg                            | 27%                                                | 36%                  | 37%               | 2.7                                    |
| 3           | 200 – 400                              | 100 kg                           | 30%                                                | 35%                  | 35%               | 3.7                                    |
|             |                                        |                                  | Invierno                                           | Primavera            | verano            |                                        |
| 4           | 300 – 600                              | 150 kg                           | 30%                                                | 33%                  | 37%               | 4.5                                    |
| 5 **        | 300 – 600                              | 150 kg                           | 30%                                                | 33%                  | 37%               | 6                                      |
| Productivos | 800 – 1,000                            | 200 – 250 kg                     | Según análisis foliar                              |                      |                   |                                        |

\* Las dosis de aplicación anteriormente mencionados deben ser usadas como una guía que debe ser corregida de acuerdo al análisis foliar anual, teniendo en cuenta las tendencias dinámicas de los valores, así como los valores absolutos.

\*\* Si los árboles han entrado en producción en este año, utilizar los valores indicados a continuación para árboles productivos.

Fuente: Producing Table Olives, by Stan Kailis, David Harris, 2007

#### Plantaciones productivas

En el olivar tradicional de secano cultivado extensivamente, el nitrógeno suele aplicarse al suelo a una dosis de 0,5 a 1,5 kg / árbol, con una sola aplicación hacia el final del invierno, usando urea, sulfato de amonio, o nitrato de amonio; complementado por una aplicación foliar en primavera, usando una solución de urea al 4%. Otros nutrientes se aplican sobre una base inconsistente.

En el olivar con cultivo intensivo, el fósforo, el potasio y el boro, así como otros nutrientes secundarios y micronutrientes se aplican simultáneamente durante todo el año. Cuando los sistemas de Nutrigación (fertirrigación) están disponibles, el uso de fertilizantes nitrogenados completamente solubles es muy común, y los siguientes fertilizantes son los que se usan generalmente:

- Urea (46% N)
- Nitrato de amonio (34% N)
- Nitrato de potasio (13% N & 46% K<sub>2</sub>O)
- Nitrato de calcio (15.5%N & 26.5% CaO)
- Fosfato monoamónico (12% N & 61% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

### 4.3.2 Aplicación N-P-K

Como se ha dicho, en los olivares productivos la demanda de NPK se suministra mediante la aplicación de estos nutrientes, como se muestra en la tabla 4.5. Para esto, los agricultores tradicionales suministran abonos orgánicos, a razón de 50 kg / árbol cada 2-3 años, aplicados en el pie del árbol. Con esto quieren añadir un poco de todos los nutrientes y mejorar la estructura del suelo y la capacidad de infiltración.

**Tabla 4.5:** Aplicación de nutrientes esenciales para mantenimiento del olivar.

|                                          | Dosis aplicación anual |                                      |
|------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
|                                          | Por árbol (g)          | Por hectárea (con >400 árboles) (kg) |
| Nitrógeno                                | 800 – 1,000            | 200 – 350                            |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 200 – 300              | 50 – 70                              |
| Potasio (K <sub>2</sub> O)               | 1,000 – 1,200          | 400 – 500                            |

Como se observa en el cuadro 4.2, la eliminación potasio por el fruto es algo mayor que la de nitrógeno, que requiere una adecuada compensación por fertilización.

Este concepto de compensación se está convirtiendo en común en muchos de los principales países productores del Mediterráneo, como España (Jaén), Siria y Túnez (Sfax). Pero debe darse un paso más con el fin de aplicar plenamente este concepto, es decir, cuanto mayor es la producción, mayor es la cantidad de nutrientes extraídos y más alta debe ser la dosis de aplicación de estos nutrientes, así como de todos los demás que no se incluyeron en la tabla básica anterior (Tabla 4.5). Para obtener una lista completa de estos nutrientes y sus dosis de aplicación, por favor, vea las recomendaciones de Haifa en el próximo capítulo.

#### 4.3.3 Aplicación al suelo para olivares en producción de secano

Los olivares cultivados tradicionalmente, que no están equipados con un sistema de riego, por lo general tienen una producción menor y por lo tanto la dosis de aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio debe ser relativamente modesta, por ejemplo, 100, 30-40, 200 kg / ha, respectivamente.

Esta aplicación debe realizarse sobre la segunda mitad del invierno, para completarse antes de que finalice la temporada de lluvias, con el fin de asegurar que los minerales penetren en el suelo y se queden en la zona radicular activa, sin ser lixiviados demasiado profundo en el suelo.

El siguiente plan de aplicación de N y K se basa, por lo tanto, en uso de fertilizantes totalmente solubles como es el caso de la urea (46-0-0) y del nitrato de potasio Multi-K™ (13-0-46). El P debe aplicarse sólo si está indicado por el análisis foliar del verano anterior, mediante la aplicación de un fertilizante, como el SSP (superfosfato simple) 0-20-0 a finales de otoño. Todos los fertilizantes deben aplicarse sólo debajo de la copa de los árboles.

**Tabla 4.6:** Dosis y forma de aplicación N-P-K para plantaciones en producción de secano y rendimientos esperados de hasta 10 ton/ha (25 kg/árbol).

| Nutriente                      | N                                                          | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                 |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Dosis (kg/ha)                  | 100                                                        | 200              | 30-40                                         |
| Fertilizantes recomendados     | Urea                                                       | Nitrato potásico | SSP                                           |
| Dosis de aplicación (kg/ha)    | 44                                                         | 435              | 150 – 200                                     |
| Método y momento de aplicación | 2-3 aplicaciones en superficie durante la época de lluvias |                  | 1 aplicación en superficie a finales de otoño |

Un factor importante que afecta al rendimiento es la densidad de plantación que tiene muchas variantes en forma de plantaciones de Alta-Densidad, así como plantaciones de Súper-Alta Densidad. De esta forma, la extracción de nutrientes por las plantas se ve directamente afectada, y así se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 4.7:** Efecto de la densidad de plantación en el rendimiento y en las necesidades nutricionales

| Densidad   | Producción |      | Necesidades nutricionales (kg/ha) |                               |                  |
|------------|------------|------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Árboles/ha | kg/árbol   | T/ha | N                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 417        | 10         | 4.2  | 150                               | 50                            | 145              |
| 556        | 9          | 5.0  | 160                               | 55                            | 155              |
| 1,250      | 6          | 7.5  | 170                               | 60                            | 165              |
| 1,905      | 5          | 9.5  | 180                               | 65                            | 175              |

El programa de fertilización detallado teniendo en cuenta estos valores, usando fertilizantes totalmente solubles, se puede encontrar en la tabla 5.7 en el capítulo siguiente.

#### 4.3.4 El efecto del riego en la producción y en la aplicación de fertilizantes

En el caso de que el olivar tenga un sistema de riego, pero no un sistema de fertirrigación, es generalmente más fructífero que el olivar de secano y necesita, por lo tanto, una mayor cantidad de fertilizantes para compensar los nutrientes exportados desde el suelo. Las dosis progresivas de nutrientes necesarios deberían ser aplicadas como se especifica en la tabla 4.8.

Estos nutrientes deben ser aplicados en superficie debajo de la copa de los árboles.

**Tabla 4.8:** Dosis y formas de aplicación N-P-K, para olivares en producción de regadío, pero no fertirrigados, con producciones desde 6 hasta 20 ton/ha.

| Rendimiento |              | Dosis de Nutrientes recomendadas* (g / árbol)                                   |                               |                  |       |
|-------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-------|
|             |              | Invierno (a finales de invierno, antes del comienzo del crecimiento vegetativo) |                               |                  | Otoño |
| kg / árbol  | Tonelada/ ha | N                                                                               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N     |
| < 15        | < 6          | 250                                                                             | 150                           | 250              | 250   |
| 15-30       | 6 – 12       | 330                                                                             | 200                           | 250              | 250   |
| 30-50       | 12 – 20      | 500                                                                             | 300                           | 300              | 300   |
| > 50        | > 20         | 630                                                                             | 370                           | 350              | 350   |

\* Si se añade estiércol, las dosis deberían reducirse de manera proporcional al contenido de minerales del estiércol.

El programa de fertilización detallado teniendo en cuenta estos valores, usando fertilizantes totalmente solubles, se puede encontrar en la tabla 5.4 en el capítulo siguiente.

#### 4.3.5 El efecto de la fertirrigación en la producción y en la aplicación de fertilizantes

En el caso de que el olivar tenga un sistema de Nutrigación (fertirrigación), en general es más productivo que todos los sistemas y necesita, por lo tanto, una mayor cantidad de fertilizantes para compensar los nutrientes exportados desde el suelo. Las dosis progresivas de nutrientes necesarios deberían ser aplicadas como se especifica en la tabla 4.9. Naturalmente, el sistema de Nutrigación permite un programa de aplicación de nutrientes totalmente flexible, que puede cambiarse fácilmente teniendo en cuenta los análisis foliares y de suelo, la morfología de los árboles, las plagas, las condiciones climáticas y de agua de riego, las oportunidades y amenazas del mercado con respecto a los precios de las aceitunas, así como el precio de los fertilizantes. La flexibilidad completa del sistema Nutrigación permite la aplicación de fertilizantes incluso en los meses de invierno, cuando un olivar de secano por lo general no se fertiliza. No hace falta decir que los nutrientes se aplican mediante los emisores de agua del olivar.

El siguiente programa de fertilización es un caso real bajo condiciones de crecimiento mediterráneas. El programa se detalla por meses de aplicación.

**Uso previsto:** Extracción de aceite

**Densidad de árboles:** 500 árboles/ha

**Tipo de suelo:** ligero a medio

**Rendimiento esperado:** 30 toneladas/ha

Como se puede observar, las dosis de fertilizantes se indican por mes y el agricultor podría dividir aún más las dosis mensuales en cantidades semanales. Es evidente que las dosis recomendadas tienen que ajustarse de acuerdo con los resultados del análisis foliar.

**Tabla 4.9:** Programa de fertirrigación bajo condiciones de crecimiento mediterráneas

| Aplicación por Mes | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|--------------------|-------|-------------------------------|------------------|
|                    | kg/ha | kg/ha                         | kg/ha            |
| Febrero            | 25    | 91.5                          | 0                |
| Marzo              | 38    | 61                            | 0                |
| Abril              | 48    | 57                            | 0                |
| Mayo               | 76    | 57                            | 12               |
| Junio              | 89    | 29                            | 35               |
| Julio              | 85    |                               | 58               |
| Agosto             | 45    |                               | 90               |
| Septiembre         | 26    |                               | 92               |
| Octubre            | 26    |                               | 92               |

El programa de fertilización detallado teniendo en cuenta estos valores, usando fertilizantes totalmente solubles, se puede encontrar en la tabla 5.6 en el capítulo siguiente.

#### 4.3.6 Nutrición por medio de la fertilización foliar

La fertilización foliar es un método de aplicación único, útil para satisfacer las necesidades de la planta, rápidamente y con una alta eficacia. El nitrógeno y el potasio son absorbidos fácilmente por la planta y se distribuyen en ella cuando se realiza una aplicación foliar. La fertilización foliar es una solución útil, especialmente para cultivos de secano en zonas áridas, donde la escasez de agua en el verano reduce drásticamente la absorción de nutrientes del suelo, por lo tanto, haciendo difícil

corregir las deficiencias, en el momento que los árboles pueden perder también una gran cantidad de su productividad debido a la sequía.

Además, las aplicaciones de fertilizantes foliares son importantes también en condiciones normales de desarrollo, complementando las necesidades nutricionales en los periodos de máxima demanda. La nutrición del olivo es de especial importancia en la primavera (cuando tienen lugar la floración y el crecimiento vegetativo), y al final del verano, antes de la recolección. Las aplicaciones foliares ayudan a acelerar el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo, fomentando el crecimiento de brotes, mejorando la fructificación y reduciendo la vecería.

Por lo tanto, si la fertilización foliar es la única fuente de aplicación durante los picos de demanda, deben llevarse a cabo varias aplicaciones por campaña.

El fruto del olivo es muy eficaz en la captación de nutrientes procedentes de las hojas. Las aplicaciones foliares ayudan a enriquecer las hojas en estos periodos de alta demanda de nutrientes. La fertilización foliar en este periodo ayudará a aumentar el rendimiento y mejorar la calidad nutricional del aceite.

La siguiente parte de este capítulo proporcionará una gran cantidad de información científica que describe los logros de la fertilización foliar en los olivares en diferentes partes del mundo.

#### **Túnez - Nitrato potásico (Multi-K™)**

En Túnez, (región de Sfax) las necesidades de potasio de los árboles Chemlali de secano fueron estimadas teniendo en cuenta una producción de 200 kg/árbol. Dos dosis de Nitrato potásico (Multi-K™) fueron aplicadas mediante aplicación foliar como se especifica a continuación:

| Dosis de los tratamientos     |                      |                                             |
|-------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| Control, sin nutrición foliar |                      |                                             |
| F50                           | Pulverización foliar | 50% de las necesidades estimadas del árbol  |
| F100                          | Pulverización foliar | 100% de las necesidades estimadas del árbol |

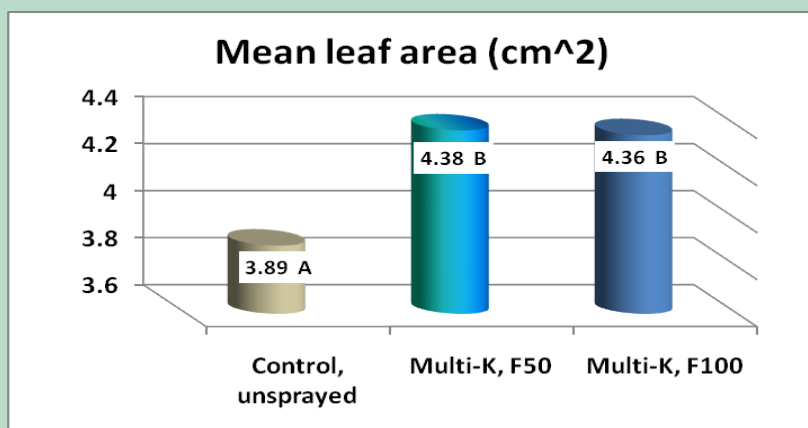
La fertilización foliar de cada tratamiento ha sido distribuida en tres aplicaciones de la siguiente manera:

- 30% - Durante el crecimiento de los brotes florales
- 40% - Durante la segunda etapa de desarrollo del fruto
- 30% - Al comienzo del envero del fruto

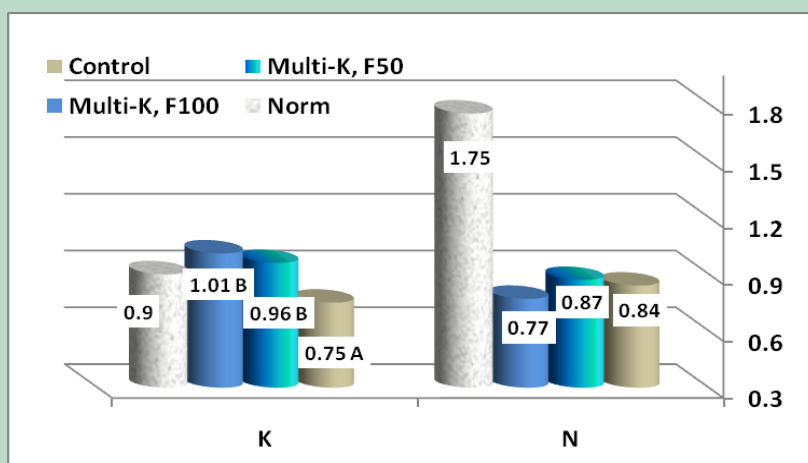
#### **Resultados: Tamaño de las hojas, contenido mineral de la hoja y características pomológicas de las aceitunas**

Las hojas de los dos tratamientos foliares tenían un área de hoja mayor que la de control (Figura 4.4).

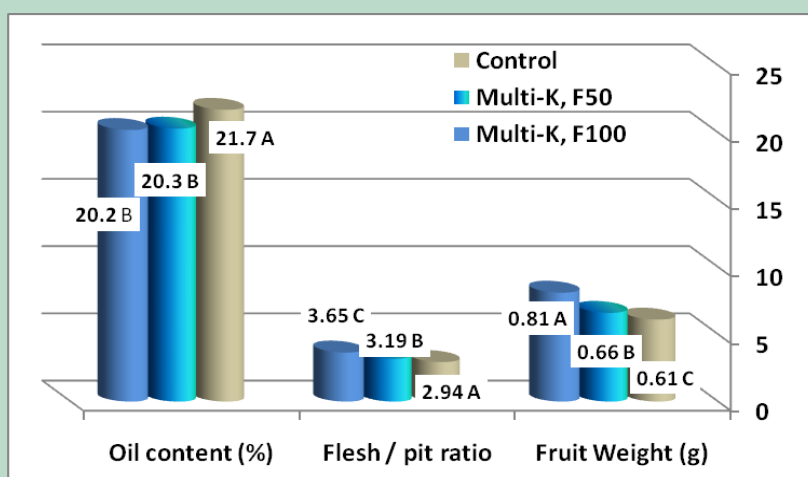
Por otra parte, estas hojas tenían una mayor concentración de los nutrientes aplicados, es decir, N y K y no cambiaron las concentraciones de los demás nutrientes (Figura 4.5). Estos incrementos mejoraron la capacidad fotosintética de la hoja, con un notable efecto positivo en el desarrollo y valor del fruto (Figura 4.6).



**Figura 4.4:** Efecto de diferentes dosis de aplicación foliar de nitrato potásico en tamaño de las hojas del olivo. Análisis estadístico mediante el test de Duncan.



**Figura 4.5:** Efecto de diferentes dosis de aplicación foliar de nitrato potásico en la composición mineral de la hoja comparado con normas Freeman (1994). Análisis estadístico mediante el test de Duncan



**Figura 4.6** Efecto de diferentes dosis de aplicación foliar de nitrato potásico en las características pomológicas de las aceitunas. Análisis estadístico mediante el test de Duncan.

La figura 4.6 muestra que las relaciones carne/hueso y pesos de los frutos obtenido en el ensayo, donde se puede observar que estos valores fueron estadística y significativamente más altos en el tratamiento Multi-K™ F100 que en el resto de los tratamientos.

### Conclusiones

- El nitrato potásico (**Multi-K™**) aumenta el tamaño de las hojas y la concentración foliar de nitrógeno y potasio, lo que reduce sus deficiencias, y mejora significativamente el peso del fruto y la relación carne/ hueso.
- El tratamiento **Multi-K™** F100 produce generalmente mayores efectos y mejores resultados que los que se observan con **Multi-K™** F50. Ambos tratamientos fueron generalmente mejores que el control sin fertilización foliar.

### Turquía

La aplicación foliar de nitrato potásico es un procedimiento bien conocido y recomendado en el olivar de Turquía, debido a los bajos contenidos de potasio en muchos suelos locales. En un estudio llevado a cabo por Dikmelik, Puskulku y Altug del Instituto de Investigación del Olivo, en la Universidad Ege, Turquía, en 1998, con la importante variedad "*Memecik*", se realizaron cuatro pulverizaciones foliares @ 4%. Dos aplicaciones foliares (separadas 20 días entre ellas) se realizaron después del cuajado (mayo); dos aplicaciones adicionales (separadas 20 días entre ellas) se realizaron después del endurecimiento del hueso (agosto). Las pulverizaciones se realizaron al 4% de nitrato potásico en 1000 L/ha combinadas algunas veces con urea. Estos tratamientos foliares se compararon con los tratamientos tradicionales del agricultor, de aplicación al suelo localizada en líneas con sulfato potásico.

**Tabla 4.10:** Comparación entre la aplicación al suelo de sulfato potásico y la fertilización foliar de nitrato potásico.

|                                                             | Aplicación al suelo de sulfato potásico | Nutrición foliar con nitrato potásico |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| Contenido K en hojas (% de materia seca) en diciembre       | 0.61                                    | 0.81 (+ 33%)                          |
| Contenido K en la pulpa del fruto maduro(% de materia seca) | 1.56                                    | 1.65 (+ 6%)                           |
| Peso medio de 100 unidades aceitunas (g)                    | 217.5                                   | 278.7 (+ 28%)                         |
| Relación peso Pulpa/hueso                                   | 2.90                                    | 3.54 (+ 22%)                          |
| Contenido de aceite en materia seca                         | 47.8%                                   | 52.9% (+ 11%)                         |

### Conclusiones

Las aplicaciones foliares de **Multi-K™**, llevadas a cabo a partir del cuajado (verano) hasta la maduración (finales de principios de otoño), resultaron que tenían efectos muy positivos en el estado nutricional de los árboles que sufrían deficiencia de potasio. La calidad de las aceitunas de mesa, obtenidas de árboles nutridos foliarmente con nitrato potásico, fue mucho mejor debido al aumento de tamaño, mayor relación pulpa / hueso y mayor contenido de aceite.

## 5. RECOMENDACIONES DE HAIFA PARA UNA NUTRICIÓN MINERAL INTEGRAL DEL CULTIVO DEL OLIVAR

### 5.1 Mejora del suelo en pre-plantación

Como se mencionó en el capítulo anterior, antes de suministrar al suelo los nutrientes que servirán a la plantación en los primeros años de su vida, las propiedades del suelo deben ser adecuadas para el crecimiento de los olivos. Después de realizar un estudio a fondo del suelo, el agricultor debe cerciorarse de que el suelo no es demasiado ácido ni demasiado básico ni sódico. Si el análisis de suelo muestra la necesidad de mejorar del suelo, deben tomarse las siguientes medidas:

#### Corrección del pH en suelos ácidos

Por lo general, sólo la superficie, es decir, la capa de suelo de los 18 cm superiores se vuelve lo suficientemente ácida para requerir encalado. La cantidad de piedra caliza, molida finamente, necesaria varía con la textura del suelo. Con el fin de elevar el pH de dicha capa una unidad de pH a partir de un pH inicial de 4,5 o 5,5, se necesitan las siguientes dosis:

- En suelo arenoso : alrededor de 2 toneladas/ha
- En suelo franco de arcilla : alrededor 8 toneladas/ha

#### Corrección de suelos alcalinos

Los suelos alcalinos pueden ser acidificados mediante la aplicación de azufre elemental. El azufre en forma de sulfato **no es** un material de acidificación. Es aconsejable acidificar el suelo gradualmente, durante varios años. Dos pequeñas aplicaciones de material acidificante durante dos años consecutivos son mejores que una sola aplicación de gran tamaño. Las reacciones de acidificación del suelo pueden tardar un año o más en completarse, por lo que hay que comprobar el pH del suelo anualmente para supervisar el cambio. Verificar el pH en la misma época del año, ya que el pH del suelo varía según la estación. Controlar el pH del suelo y esperar hasta alcanzar el pH deseado antes de plantar. Añadir S elemental de acuerdo con el contenido de arcilla de suelo. Mezclar el azufre con el suelo. Ejemplos de dosis de aplicación:

- Para suelos arenosos, añada 450-900 kg de S elemental por 1 ha
- Para suelo arcilloso, añadir de 1.8 a 2.25 toneladas de S elemental por 1 ha.
- Un suelo con alto contenido de materia orgánica también requiere más S elemental que un suelo arenoso, para lograr la misma disminución del pH.
- Los suelos con una combinación de un alto contenido de materia orgánica y un contenido medio de arcilla, necesitan de 1.8 a 2.25 toneladas de S elemental por 1 ha. Un enfoque lógico es aplicar S en el otoño y comprobar el pH del suelo en la primavera, si el pH deseado no se ha alcanzado, repita el proceso.

#### Corrección de los suelos sódicos

Los suelos sódicos pueden ser corregidos con la aplicación de yeso. La dosis de aplicación puede determinarse por un análisis de suelo. Después de aplicar el yeso, el sodio desplazado debe ser lixiviado por debajo de la zona radicular. Los materiales orgánicos como el estiércol, cubierta vegetal o residuos de cultivos pueden ayudar a mejorar la estructura del suelo facilitando la lixiviación.

## 5.2 Abonado de fondo en pre-plantación + programa de abonado al suelo localizado en líneas (fase veetativa)

El siguiente programa está recomendado para situaciones en las que la parcela no está equipada con sistemas de riego ni fertirrigación, el suelo no es fértil, y no hay residuos de cultivos anteriores que se puedan reciclar. En tales situaciones se recomiendan los siguientes nutrientes, fertilizantes y dosis:

| Nutrientes:   | N                          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                     | K <sub>2</sub> O                          | CaO                | MgO                           |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Dosis (kg/ha) | 4                          | 87                                                | 40                                        | 16                 | 13                            |
| Fertilizantes | Nitrato amónico (34.5 % N) | Superfosfato (25% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | Sulfato de potasio (50% K <sub>2</sub> O) | Dolomita (26% CaO) | Sulfato de magnesio (16% MgO) |
| Dosis (kg/ha) | 12                         | 350                                               | 80                                        | 62                 | 81                            |

En los próximos dos años, es suficiente con aplicar el nitrógeno solamente, con una aplicación de 11 kg/ha x año, mientras que todos los demás nutrientes han sido suministrados por los fertilizantes anteriormente mencionados.

## 5.3 Abonado de fondo en pre-plantación + programada de riego con fertirrigación (fase vegetativa)

**Ejemplo**                      Densidad de plantación:                      500 árboles/ha  
                                          Tipo de suelo:                                              Ligero a medio

El abonado de fondo en pre-plantación se hace igual que en el apartado 5.2, es decir de la siguiente manera:

| Nutrientes:   | N                          | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                     | K <sub>2</sub> O                          | CaO                | MgO                           |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Dosis (kg/ha) | 4                          | 87                                                | 40                                        | 16                 | 13                            |
| Fertilizantes | Nitrato amónico (34.5 % N) | Superfosfato (25% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | Sulfato de potasio (50% K <sub>2</sub> O) | Dolomita (26% CaO) | Sulfato de magnesio (16% MgO) |
| Dosis (kg/ha) | 12                         | 350                                               | 80                                        | 62                 | 81                            |

Una vez realizada la plantación, se debe aplicar los fertilizantes por fertirrigación como se indica en la siguiente tabla con un ratio de aplicación 1:1 entre el N y el K. La aplicación de fósforo se debe realizar a partir del 3º año y teniendo en cuenta el análisis foliar.

**Tabla 5.1:** Programación de fertilización de olivos en fase vegetativa.

| Edad de plantación (años) | Nutrientes requeridos |                  | Fertilizantes recomendados |           |
|---------------------------|-----------------------|------------------|----------------------------|-----------|
|                           | N                     | K <sub>2</sub> O | Urea                       | Multi-K™  |
|                           | (kg/ha)               |                  |                            |           |
| <b>1</b>                  | 50 - 80               | 50 - 70          | 78 - 130                   | 110 - 150 |
| <b>2</b>                  | 80 - 120              | 70 - 120         | 130 - 170                  | 150 - 260 |
| <b>3</b>                  | 120 - 150             | 120 - 145        | 170 - 240                  | 260 - 315 |

## 5.4 Sin abonado de pre-plantación, pero con fertirrigación y/o aplicación de abonado localizado (fase vegetativa).

Este programa se basa en el fertilizante de Haifa: **Poly-Feed™ 14-7-28 + 2MgO + micronutrientes**, un fertilizante completamente soluble en agua que contiene todos los nutrientes esenciales para las plantas. La siguiente tabla indica el momento de aplicación y las dosis de este producto, en el supuesto de que la siembra se realice en primavera.

**Tabla 5.2:** Programa de fertilización para olivar recién plantado

| Edad del árbol (Años) | Estación                                                            | Poly-Feed 14-7-28 + 2 MgO + ME (g/árbol) | Diámetro de la zona radicular (m) |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                     | Primavera                                                           | 100                                      | 0.6                               |
| 1                     | Principios de verano                                                | 120                                      | 0.9                               |
| 1                     | Mediados de verano                                                  | 120 - 150                                | 1.2                               |
| 2                     | Primavera                                                           | 263                                      | 2.1                               |
| 2                     | Verano                                                              | 286                                      | 2.7                               |
| 2                     | Finales de verano                                                   | 204                                      | 1.8                               |
| 3                     | Invierno                                                            | 298                                      | 3.4                               |
| 3                     | Primavera                                                           | 335                                      | 3.7                               |
| 3                     | Verano                                                              | 358                                      | 4.3                               |
| 4                     | Aplicar fertilizante basándose en los análisis foliares y de suelo. |                                          |                                   |

## 5.5 Recomendaciones de fertilización para un cultivo extensivo de secano en fase productiva

(rendimiento de hasta 10 ton/ha (25Kg/árbol))

**Tabla 5.3:** Dosis y forma de aplicación

|                                | N                                                             | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                       |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
| Dosis de nutriente (kg/ha)     | 100                                                           | 200              | 30-40                                               |
| Fertilizante recomendado       | Urea                                                          | Multi-K™         | SSP (20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )            |
| Dosis fertilizante (kg/ha)     | 44                                                            | 435              | 150 – 200                                           |
| Método y momento de aplicación | 2-3 aplicaciones superficiales durante la estación de lluvias |                  | 1 aplicación superficial durante el final del otoño |

## 5.6 Recomendaciones de fertilización para un cultivo intensivo de secano en fase productiva

(rendimiento de 6 a 20 ton/ha (25 Kg/árbol))

Este programa se basa en el fertilizante de Haifa: **Haifa Turbo-K™ 14-14-17+ Mg+S+Fe, Zn**, un fertilizante granular complejo fabricado con el nitrato potásico Multi-K™ de Haifa, como única fuente de potasio. Esto hace que sea un fertilizante de baja salinidad ideal para cultivos sensibles, o para cultivos bajo condiciones adversas de suelo y agua. Además de su bajo contenido de cloruro (Cl⁻) y de sodio (Na⁺), el nitrato potásico que tiene en su composición inhibe la absorción y acumulación en los tejidos del cloruro y el sodio previniendo su toxicidad. Haifa Turbo-K™ aporta en un grano uniforme todos los nutrientes esenciales para las plantas, debido a que su equilibrio está diseñado especialmente para nutrir a las plantas durante todo su ciclo de cultivo. Si se añade estiércol, las dosis de aplicación deben reducirse de acuerdo a la riqueza nutricional dada en el análisis del estiércol.

**Tabla 5.4:** Programa para un cultivo intensivo del olivar en secano en fase productiva

| Rendimiento esperado |         | Otoño     |                                    | Finales de Invierno<br>(antes de que comience el crecimiento vegetativo) |                               |                  |                                    |
|----------------------|---------|-----------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------------|
| Kg/árbol             | T/ha    | Nutriente | Fertilizante recomendado (g/árbol) | Nutrientes                                                               |                               |                  | Fertilizante recomendado (g/árbol) |
|                      |         | N         | Urea 46-0-0                        | N                                                                        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Haifa Turbo-K™ 14-14-17 + ME       |
| < 15                 | <6      | 250       | 550                                | 270                                                                      | 160                           | 430              | 1,900                              |
| 15-30                | 6 – 12  | 250       | 550                                | 370                                                                      | 220                           | 550              | 2,600                              |
| 30-50                | 12 – 20 | 300       | 650                                | 500                                                                      | 300                           | 800              | 3,550                              |
| > 50                 | >20     | 350       | 760                                | 630                                                                      | 370                           | 1,000            | 4,500                              |

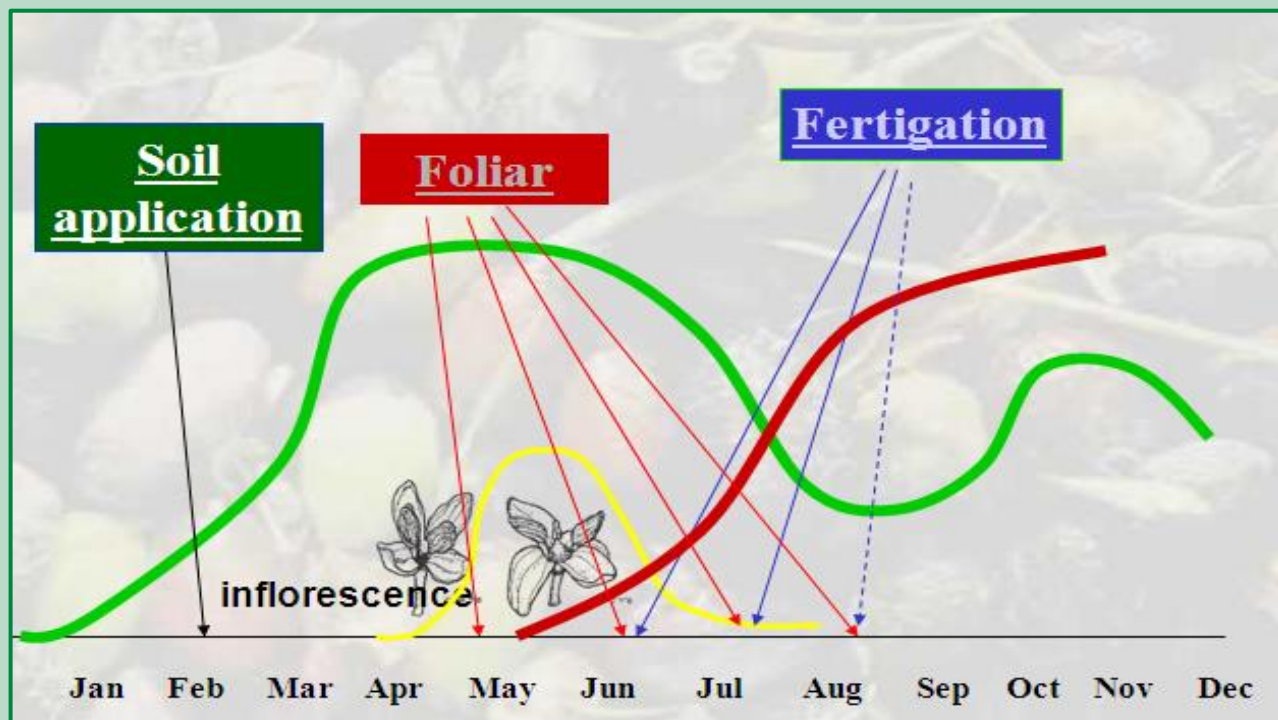
## 5.7 Recomendaciones de fertilización para un cultivo intensivo de regadío en fase productiva sin Nutrigación™ (fertirrigación)

La cantidad total de nutrientes debería dividirse en 4-6 aplicaciones de abono, desde principios de primavera hasta principios de verano y el lugar de aplicación debería ser debajo de la línea de goteros.

| Nutrientes plantas (kg/ha) |                  |                                             | Fertilizante recomendado (kg/ha) |
|----------------------------|------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
| N                          | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>               | Haifa-Ter™ 15-5-20 + 2 MgO       |
| 190                        | 300              | 50-100<br>(dependiendo del análisis foliar) | 1,500                            |

## 5.8 Recomendaciones para Nutrigación™ de olivar de regadío intensivo en fase productiva

Los programas Nutrigación se basan en las curvas de absorción de los nutrientes por los diferentes órganos de la planta, representadas en la figura 5.1



**Figura 5.1:** Curvas de las necesidades nutricionales de las hojas (curva verde), flores (curva amarilla) y frutos (curva roja).

**Situación A:** Para olivares con rendimientos ~30 ton/ha

Densidad plantación: 500 árboles/ha

Tipo de suelo: ligero a medio

Equipo de abonado localizado en línea no disponible

Equipo de pulverización foliar no disponible

Opción I

**Tabla 5.5:** Programación de fertirrigación teniendo en cuenta el estado fisiológico de los olivos

| Momento de aplicación            | Necesidades nutricionales |                               |                  | Fertilizantes |               |                        |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------|---------------|---------------|------------------------|
|                                  | N                         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Multi-K™<br>* | Haifa-MAP™ ** | Nitrato amónico<br>*** |
|                                  | (Kg/ha)                   |                               |                  | (Kg/ha)       |               |                        |
| Primavera - principios de verano | 125-185                   | 200-240                       | 246-300          | 540-650       | 320-390       | 190-200                |
| Poscosecha                       | 75-115                    | -                             | 150-180          | 330-400       | -             | 50-130                 |
| Total                            | 200-300                   | 200-240                       | 395-480          | 870-1,050     | 320-390       | 240-330                |

\* Multi-K™ – Nitrato potásico (13-0-46)

\*\* Haifa MAP™ – Fosfato monoamónico (12-61-0)

\*\*\* Nitrato amónico (34-0-0)

Instrucciones generales:

- Final de la fertirrigación, 50 días antes de la cosecha.
- Dividir la dosis de Nutrigación™ en dosis semanales.
- Ajustar la dosis de fertilización teniendo en cuenta los datos obtenidos en el análisis foliar

Opción II – Programación de Nutrigación™ detallado por meses:

Mismas características de los olivares que en la Opción I

**Tabla 5.6:** Programación de Nutrigación™ bajo condiciones de clima mediterráneo

| Aplicación por Mes | Multi-K™ * | Haifa-MAP™ ** | Nitrato amónico *** |
|--------------------|------------|---------------|---------------------|
|                    | (kg/ha)    |               |                     |
| Febrero            | 0          | 150           | 21                  |
| Marzo              | 0          | 100           | 78                  |
| Abril              | 0          | 94            | 111                 |
| Mayo               | 26         | 94            | 183                 |
| Junio              | 75         | 47            | 219                 |
| Julio              | 125        | 0             | 205                 |
| Agosto             | 195        | 0             | 60                  |
| Septiembre         | 200        | 0             | 0                   |
| Octubre            | 200        | 0             | 0                   |

\* Multi-K™ – Nitrato potásico (13-0-46)

\*\* Haifa MAP™ – Fosfato monoamónico (12-61-0)

\*\*\* Nitrato amónico (34-0-0)

Instrucciones generales:

- Dividir la dosis de Nutrigación™ en dosis semanales.
- Ajustar la dosis de fertilización teniendo en cuenta los datos obtenidos en el análisis foliar

### Opción III – Programa de Nutrigación™ para diferentes densidades de plantación

**Tabla 5.7:** Efecto de la densidad de plantación en producción y en las necesidades nutricionales

| Densidad de plantación | Producción |         | Necesidades nutricionales |                               |                  | Fertilizantes recomendados        |             |
|------------------------|------------|---------|---------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------|
|                        |            |         | N                         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Poly-Feed™ 14-7-28 + + 2 MgO + ME | Urea 46-0-0 |
| Árboles / ha           | Kg/árbol   | kg / ha | kg / ha                   |                               |                  | kg / ha                           |             |
| 417                    | 10         | 4,2     | 150                       | 50                            | 145              | 537                               | 168         |
| 556                    | 9          | 5,0     | 160                       | 55                            | 155              | 574                               | 136         |
| 1,250                  | 6          | 7,5     | 170                       | 60                            | 165              | 611                               | 144         |
| 1,905                  | 5          | 9,5     | 180                       | 65                            | 175              | 648                               | 152         |

**Situación B:** Para olivares con rendimientos ~30 ton/ha

Equipo de abonado localizado en línea disponible

Equipo de pulverización foliar disponible

**Tabla 5.8:** Programa de nutrición de un olivar basado en abonado de fondo, Nutrigación™ y fertilización foliar

| Momento (hemisferio norte) | Método de aplicación | Productos                             | Dosis               |             |
|----------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|
|                            |                      |                                       | Kg/árbol            | Kg/ha       |
| Febrero                    | Abonado              | Haifa Turbo-K™ 14-14-17+ Mg+S+Fe, Zn, | 3 – 5               | 1,200-2,000 |
| Mayo                       | Foliar               | Poly-Feed™ GG 19-19-19 + ME           | 1% @ 1,000L/ha      |             |
| Junio                      | Nutrigación          | Poly-Feed™ GG 20-9-20 + 2MgO + ME     | 1.25                | 500         |
| Junio                      | Nutrigación          | Multi-K™ 13-0-46                      | 1                   | 400         |
| Junio                      | Foliar               | Poly-Feed™ GG 14-7-28+ 2MgO+ ME       | 1% @ 1,000L/ha      |             |
| Julio                      | Nutrigación          | Poly-Feed GG™ 14-7-28+ 2MgO+ ME       | 1.8                 | 720         |
| Julio                      | Foliar               | Poly-Feed GG™ 14-7-28+ 2MgO+ ME       | 1% @ 1,000L/ha      |             |
| Agosto                     | Nutrigación          | Multi-K™ 13-0-46                      | 1                   | 400         |
| Agosto                     | Foliar               | Haifa Bonus™ 12-5-42                  | 4 – 5 % @ 1,000L/ha |             |

## 5.9 Fertilización foliar con Productos de Haifa

La fertilización foliar es un método rápido, altamente eficaz, para proporcionar nutrientes cuando se utiliza como un suplemento de la administración de fertilizantes a través del suelo. Se trata de un método de fertilización ideal cuando la absorción de nutrientes del suelo es ineficiente, debido a condiciones temporales o continuas que limitan la absorción de los nutrientes del suelo, como son la proliferación de malas hierbas no controladas, un ataque de nematodos, el encharcamiento, etc. Las aplicaciones foliares puntuales son también un método de acción rápida y eficaz para corregir las deficiencias nutricionales, para mejorar el crecimiento de la planta y del fruto, y mejorar la calidad de la cosecha.

A continuación se exponen algunos consejos operacionales para obtener los mejores resultados con los productos foliares de Haifa.

- El mejor momento para la aplicación foliar es por la mañana temprano o por la noche, cuando las temperaturas son más bajas y la humedad relativa es comparativamente alta. Las altas temperaturas y la baja humedad aumentan la susceptibilidad de las plantas a daños producidos por la aplicación foliar de productos químicos. Los cultivos deben estar bien regados y no deben estar sometidos a estrés hídrico cuando se realiza la aplicación foliar, con el fin de que las plantas mantengan sus estomas completamente abiertos para absorber los ingredientes activos de la pulverización.
- Las recomendaciones deberían considerarse sólo como una guía general. El programa de fertilización exacto debe determinarse de acuerdo a las necesidades específicas de los cultivos y a la experiencia del agricultor.

HAIFA ofrece una línea de fertilizantes especiales para aplicaciones foliares bajo las marcas comerciales de Haifa Bonus™ y Poly-Feed™ GG.

### Haifa Bonus

Haifa Bonus™ es una fórmula foliar innovadora que permite pulverizaciones a una concentración superior a la habitual, lo cual reduce el número de aplicaciones necesarias. Las fórmulas de Haifa Bonus contiene adyuvantes especiales para conseguir una mejor adhesión a la superficie de la hoja, una mejor absorción y una acción prolongada.

Las fórmulas de Haifa Bonus™ están enriquecidas con fósforo, que sirve como nutriente y reduce el pH de la solución a 4-5, haciéndola por lo tanto adecuada para su mezcla en tanque con una gran variedad de fitosanitarios. También es compatible con otros nutrientes para las plantas, que son utilizados para la corrección de las deficiencias típicas del olivo tales como magnesio, zinc y boro. Se recomienda confirmar la compatibilidad de la mezcla que vamos a utilizar mediante la preparación de una pequeña muestra donde se mezclen todos los productos a la dosis prevista, con el fin de descartar la posibilidad de una reacción cruzada perjudicial. Esta mezcla debe ser pulverizada sobre una pequeña área del cultivo, una semana antes del tratamiento comercial, con el fin de evaluar si se produce algún efecto adverso.

Se recomienda realizar de 2 a 4 aplicaciones foliares de Haifa Bonus, desde principios de primavera hasta el final del verano, a una dosis de 3 - 4 kg de Haifa Bonus /100 litros de agua (3 - 5% de concentración) y con un volumen de aplicación de 8-10 litros/árbol (dependiendo del tamaño de árbol).

### Compatibilidad

Por lo general, no se espera que haya problemas de compatibilidad en el tanque del pulverizador, mezclando Haifa Bonus™ con fungicidas de cobre y con insecticidas. Puede producirse hidrólisis con el dimetoato a un pH de 8 o superior, en menos de una hora. Por lo tanto, debe mantenerse un intervalo de pH de la solución entre 5 y 6. Un acidificante surfactante/adyuvante debe añadirse para evitar la hidrólisis alcalina de los pesticidas y para asegurar la absorción de los nutrientes. Haifa MAP™ también se utiliza como un fertilizante foliar para las plantas y puede añadirse para reducir el pH de la solución de pulverización.

**Tabla 5.9:** Aplicaciones foliares recomendadas con Haifa Bonus

| Momento de pulverización                    | Nº. de aplicaciones | Concentración de pulverización | Volumen de pulverización (Litro/árbol) |
|---------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| Principios de primavera – Finales de verano | 3 - 4               | 3 – 5%                         | 8 – 10                                 |

Es preferible añadir Magnisal™ (fuente de Mg) y Boro al Haifa Bonus™ para el tratamiento de primavera, mientras que se recomienda la aplicación de Haifa Bonus solo para la segunda aplicación.

### Poly-Olive™ 15-7-30+2MgO+Micronutrientes

Poly-Olive™ es un fertilizante ideal para mejorar el desarrollo vegetativo y la producción de fruto en olivos.

#### Análisis del producto:

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Nitrógeno Total (N)                      | 15 %  |
| Nitrógeno nítrico (N-NO <sub>3</sub> )   | 8.5 % |
| Nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>4</sub> ) | 1.5 % |
| Nitrógeno ureico (N-NH <sub>2</sub> )    | 5.0 % |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 7 %   |
| Potasio (K <sub>2</sub> O)               | 30 %  |
| Magnesio (MgO)                           | 2 %   |

| Micronutrientes |          |
|-----------------|----------|
| Hierro (Fe)     | 1000 ppm |
| Manganeso (Mn)  | 500 ppm  |
| Zinc (Zn)       | 150 ppm  |
| Boro (B)        | 4500 ppm |
| Cobre (Cu)      | 110 ppm  |
| Molibdeno (Mo)  | 70 ppm   |

- Alto contenido en potasio y nitrógeno para fomentar el crecimiento de brotes y mejorar el desarrollo del fruto.
- Alta concentración de Boro (B) para mejorar el cuajado.

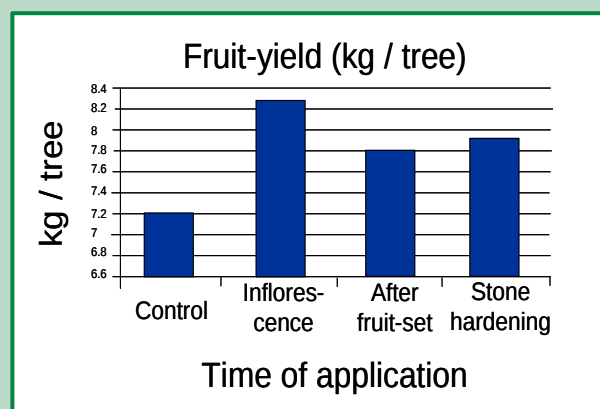
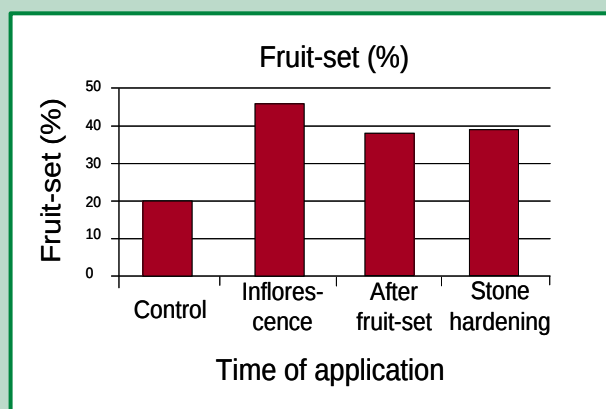
Se recomienda aplicar Poly-Olive™ en la fase de desarrollo de la inflorescencia, antes de floración y durante la fase principal de desarrollo del fruto (Agosto-Septiembre).

#### Programa recomendado para la fertilización foliar con Poly-Olive™:

**Tabla 5.10:** Aplicaciones foliares recomendadas con Poly-Olive™ 15-7-30+2MgO+ME

| Fase de desarrollo | Volumen de pulverización (L/ha) | Concentración de pulverización | Nº. de aplicaciones | Intervalos    |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------|
| Inflorescencia     | 500-700                         | 1% - 2 %                       | 1- 2                | 2 – 3 semanas |
| Desarrollo fruta   | 500-1000                        | 1%                             | 2                   | 2 – 3 semanas |

#### Resultados probados



**Figura 5.2:** Efectos de la aplicación foliar de Poly-Olive™ 15-7-30+2MgO+ME en relación con el cuajado y el rendimiento en frutos en el cultivo del olivar

**Tenga en cuenta que además Haifa tiene los siguientes fertilizantes en su gama de productos de fertilización foliar.**

Poly-Feed™ GG, Haifa MAP™, Haifa MKP™, Haifa Cal™ y Haifa Micro™ también son adecuados para aplicación foliar.

## 5.10 Nutrigación™ (Fertirrigación)

La Nutrigación™ (fertirrigación) es el suministro de nutrientes puros a la planta a través del sistema de riego, ofreciendo nutrientes esenciales precisamente en el área de mayor actividad de la raíz. Esta técnica ha sido desarrollada durante varias décadas y se ha establecido como un método potente en la agricultura moderna, teniendo como resultado mayores producciones y una mejora de la calidad de los cultivos.

### Fertilizantes hidrosolubles y libres de cloro adecuados para Nutrigación™:

La aplicación de fertilizantes hidrosolubles de alta calidad a través del sistema de riego es el método óptimo para proporcionar la nutrición equilibrada de las plantas, durante todo su ciclo de cultivo. Un programa equilibrado de Nutrigación™ asegura que los nutrientes esenciales se coloquen precisamente en el lugar de mayor actividad radicular y estén exactamente disponibles con la cantidad correcta - cuando las plantas los necesitan.

HAIFA ofrece una amplia gama de fertilizantes solubles en agua para Nutrigación™. Todos los productos contienen solo nutrientes puros para las plantas y están libres de sodio y cloruro:

| Marca comercial | Fertilizante                                                    | N total | N-NO <sub>3</sub> | N-NH <sub>4</sub> | N-NH <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO | CaO  | SO <sub>3</sub> |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-----|------|-----------------|
| Multi-K™        | Nitrato potásico                                                | 13      | 13                |                   |                   |                               | 46               |     |      |                 |
| Haifa MAP™      | Fosfato Monoamónico                                             | 12      |                   | 12                |                   | 61                            |                  |     |      |                 |
| Haifa MKP™      | Fosfato Monopotásico                                            |         |                   |                   |                   | 52                            | 34,5             |     |      |                 |
| Haifa DKP™      | Fosfato Dipotásico                                              |         |                   |                   |                   | 41                            | 54               |     |      |                 |
| Magnisal™       | Nitrato de Magnesio                                             | 11      | 11                |                   |                   |                               |                  | 16  |      |                 |
| Haifa Cal™      | Nitrato de Calcio                                               | 15,5    | 14,4              | 1,1               |                   |                               |                  |     | 26,5 |                 |
| BitterMag™      | Sulfato de Magnesio                                             |         |                   |                   |                   |                               |                  | 16  |      | 32              |
| Haifa SOP™      | Sulfato Potásico                                                |         |                   |                   |                   |                               | 50               |     |      | 45              |
| Haifa UP™       | Urea Fosfato                                                    | 17,5    |                   |                   | 17,5              | 44                            |                  |     |      |                 |
| Haifa Micro™    | Micronutrientes quelatados solubles en agua                     |         |                   |                   |                   |                               |                  |     |      |                 |
| Poly-Feed™ GG   | Fertilizantes NPK solubles para invernadero y aplicación foliar |         |                   |                   |                   |                               |                  |     |      |                 |

## 5.11 Fertilizantes de liberación controlada

CoteN™ Mix Son Fertilizantes de Liberación Controlada diseñados para aportar los nutrientes a los olivos, de forma continua a lo largo de todo el ciclo del cultivo, con el objetivo de lograr un óptimo desarrollo y obtener un excelente rendimiento. Basados en la tecnología de recubrimiento polimérico de Haifa, CoteN Mix libera el nitrógeno al suelo de forma gradual, de acuerdo a las necesidades de la

planta. De esta forma se evita la lixiviación de nutrientes, mejorando así la eficiencia en el uso de los mismos.

### Beneficios de CoteN™ Mix

- **Aporta nutrientes a las plantas de acuerdo a sus necesidades**  
CoteN™ Mix está diseñado para ofrecer a los olivos una nutrición equilibrada, acorde a sus necesidades, a lo largo de todo su ciclo de desarrollo y maximizando los rendimientos. Una nutrición precisa y eficiente de la planta logra un ahorro en el uso de los recursos naturales.
- **Permite reducir la dosis de aplicación convencional**  
CoteN™ Mix libera nutrientes con un porcentaje de liberación que coincide con la absorción de la planta. De esta forma, la mayoría de los nutrientes son consumidos tan pronto como están disponibles, con mínimas pérdidas. Esto permite una considerable reducción en las dosis de aplicación (hasta un 30% en comparación con los fertilizantes granulares convencionales o los fertilizantes líquidos).
- **Ahorra mano de obra**  
Una sola aplicación de CoteN™ Mix cubre las necesidades nutricionales a lo largo de todo el ciclo de desarrollo. Esto genera ahorros de mano de obra y costos asociados a la aplicación de fertilizantes.
- **Se aplica de forma independiente del sistema de riego**  
Dado que CoteN™ Mix se aplica directamente en el suelo, no depende ni del equipo de riego ni de las cantidades de agua. Cuando se riega en exceso (para evitar la acumulación de salinidad) los fertilizantes solubles aplicados por medio del sistema de riego se pierden. Con CoteN™ Mix esto no ocurre.
- **Minimiza el impacto medioambiental de la fertilización**  
Debido a su alta eficiencia, CoteN™ Mix minimiza las pérdidas por lixiviación, volatilización o fijación, evitando de esta forma la contaminación medioambiental.



### Recomendaciones para el uso de CoteN Mix

- Olivar de secano – Hacia el final del invierno – antes de que comience el crecimiento vegetativo (final Febrero- mediados Marzo); aplicar CoteN™ Mix a una dosis de 3-7 kg/árbol.
- Olivares de regadío – (olivares de cultivo intensivo y superintensivo) – Hacia el final del invierno – antes de que comience el crecimiento vegetativo (final Febrero-mediados de Marzo), aplicar CoteN™ Mix a una dosis 300-400 kg /ha.

## 5.12 Haifa NutriNet™ - Programas online de fertilización y Nutrigación™

Las recomendaciones de fertilización de Haifa también están disponibles online y se puede acceder a través de la página web de Haifa, [www.haifa-group.com](http://www.haifa-group.com). Haga clic en la pestaña Haifa Know-how, o directamente en: <http://www.haifa-nutrinet.com> y entrar en NutriNet™, un software único, que le ayudará a elegir los fertilizantes adecuados, calcular sus dosis de aplicación de acuerdo con el rendimiento esperado y le informará del momento adecuado de la fertilización de los olivares bajo sus condiciones de desarrollo.

El programa y las dosis de fertirrigación pueden variar según la variedad, las condiciones climáticas, las etapas de desarrollo y el rendimiento esperado. Mediante el uso del programa online **Haifa NutriNet™** puede obtener recomendaciones de **Haifa** más adecuadas a sus condiciones de cultivo, seleccionando el rendimiento esperado, el método de cultivo y las etapas de desarrollo.

A continuación se expone un ejemplo de recomendaciones para dos niveles de rendimiento esperados (2 y 6 t / ha) de aceituna de mesa, según lo determinado por **NutriNet™**:

#### I – **Rendimiento esperado: 2 t/ha**

Una vez que introducimos el rendimiento esperado en la tabla, el software nos dará la dosis de aplicación recomendada (Tabla 5.12).

**Tabla 5.12:** Necesidades nutricionales - olivos

|                                               |                               |                  |              |     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|-----|
| Rendimiento<br>esperado:                      | 2                             |                  | toneladas/ha |     |
| Necesidades nutricionales (kg/ha)             |                               |                  |              |     |
| N                                             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO          | MgO |
| 16                                            | 3                             | 24               | 6            | 2   |
| Consumo total de la planta                    |                               |                  |              |     |
| 37                                            | 10                            | 45               | 27           | 14  |
| Nutrientes disponibles del cultivo precedente |                               |                  |              |     |
| 8                                             | 2                             | 14               | 3            | 3   |
| Dosis de aplicación recomendadas              |                               |                  |              |     |
| 36                                            | 95                            | 31               | 11           | 11  |

En el siguiente ejemplo (Tab. 5.13) podemos ver el supuesto que la fertilización del olivar se realiza parcialmente por abonado de cobertera (Tab. 5.14), y parcialmente por Nutrigación™ (fertirrigación) (Tab. 5.15). Sin embargo, se pueden seleccionar otros métodos de aplicación y las recomendaciones variaran en consecuencia.

**Tabla 5.13:** Fertilización – olivo (kg/ha)

| <b>Método de riego:</b>         | <b>Goteo</b>                             |                                   |                       |            |            |
|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|
| <b>Método de fertilización:</b> | <b>Abono de cobertera + Nutrigación™</b> |                                   |                       |            |            |
|                                 | <b>N</b>                                 | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>MgO</b> |
| NPK requerido kg / ha           | 36                                       | 95                                | 31                    | 11         | 11         |
| Abonado de cobertera            | 11                                       | 57                                | 12                    | 9          | 9          |
| Nutrigación™                    | 25                                       | 38                                | 19                    | 2          | 2          |
| Total                           | 36                                       | 95                                | 31                    | 11         | 11         |

**Tabla 5.14:** Abono de cobertera/localizado en líneas- olivos

| <b>Todos los valores están en kg/ha</b> |          |                                   |                       |            |            |
|-----------------------------------------|----------|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|
|                                         | <b>N</b> | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>MgO</b> |
| Abono de cobertera sugerido             | 11       | 57                                | 12                    | 9          | 9          |
| <b>Fertilizantes aconsejados</b>        |          |                                   |                       |            |            |
| Nitrato amónico (33%)                   |          |                                   |                       |            | 7          |
| Superfosfato (45%)                      |          |                                   |                       |            | 127        |
| Multi-K™ (46%)                          |          |                                   |                       |            | 26         |
| Haifa Cal™ (26%)                        |          |                                   |                       |            | 35         |
| Sulfato de Magnesio (16%)               |          |                                   |                       |            | 56         |

**Tabla 5.15:** Dosis de fertilizantes hidrosolubles y libres de cloruro para Nutrigación™.

| Todos los valores están en kg/ha |                       |                               |                  |     |     |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
|                                  | N                     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO |
| Nutrigación™ Sugerida            | 25                    | 38                            | 19               | 2   | 2   |
| <b>Fertilizantes aconsejados</b> | Nitrato amónico (33%) |                               |                  |     | 29  |
|                                  | Haifa MAP™ (12-61-0)  |                               |                  |     | 62  |
|                                  | Multi-K™ (13-0-46)    |                               |                  |     | 41  |
|                                  | Haifa Cal™ (26%)      |                               |                  |     | 8   |
|                                  | Magnisal              |                               |                  |     | 12  |

**II - Rendimiento esperado: 6 toneladas/ha**

Una vez que introducimos el rendimiento esperado en la tabla, el software nos dará la dosis de aplicación recomendada (Tab. 5.16).

**Tabla 5.16:** Necesidades nutricionales - olivos

|                                               |                               |                  |     |              |  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----|--------------|--|
| Rendimiento<br>esperado:                      |                               | 6                |     | toneladas/ha |  |
| Necesidades nutricionales (kg/ha)             |                               |                  |     |              |  |
| N                                             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO          |  |
| 48                                            | 9                             | 72               | 18  | 5            |  |
| Consumo total de la planta                    |                               |                  |     |              |  |
| 91                                            | 23                            | 115              | 61  | 29           |  |
| Nutrientes disponibles del cultivo precedente |                               |                  |     |              |  |
| 8                                             | 2                             | 14               | 3   | 3            |  |
| Dosis de aplicación recomendadas              |                               |                  |     |              |  |
| 101                                           | 110                           | 101              | 28  | 26           |  |

En el siguiente ejemplo (Tab. 5.17) podemos ver el supuesto que la fertilización del olivar se realiza parcialmente por abonado de cobertera (Tab. 5.18), y parcialmente por Nutrigación™ (fertirrigación) (Tab. 5.19). Sin embargo, se pueden seleccionar otros métodos de aplicación y las recomendaciones variaran en consecuencia.

**Tabla 5.17:** Fertilización – olivo (kg/ha)

| Método de Riego:         | Goteo                             |                               |                  |     |     |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| Método de Fertilización: | Abono de cobertera + Nutrigación™ |                               |                  |     |     |
|                          | N                                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO |
| NPK requerido kg / ha    | 101                               | 110                           | 101              | 28  | 26  |
| Abono de cobertera       | 30                                | 66                            | 40               | 22  | 21  |
| Nutrigación™             | 71                                | 44                            | 61               | 6   | 5   |
| Total                    | 101                               | 110                           | 101              | 28  | 26  |

**Tabla 5.18:** Abono de cobertera/localizado en líneas- olivos

| Todos los valores están en kg/ha |                           |                                   |                       |            |            |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|
|                                  | <b>N</b>                  | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>MgO</b> |
| Abono de cobertera sugerido      | 30                        | 66                                | 40                    | 22         | 21         |
| <b>Fertilizantes aconsejados</b> | Nitrato amónico (33%)     |                                   |                       |            | 18         |
|                                  | Superfosfato (45%)        |                                   |                       |            | 147        |
|                                  | Multi-K™ (46%)            |                                   |                       |            | 87         |
|                                  | Haifa Cal™ (26%)          |                                   |                       |            | 85         |
|                                  | Sulfato de Magnesio (16%) |                                   |                       |            | 131        |

**Tabla 5.19:** Dosis de fertilizantes hidrosolubles y libres de cloruro para Nutrigación™.

| Todos los valores de nutrientes y fertilizantes están en kg/ha |                       |                                   |                       |            |            |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------|------------|
|                                                                | <b>N</b>              | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>MgO</b> |
| Nutrigación™ sugerida                                          | 71                    | 44                                | 61                    | 6          | 5          |
| <b>Fertilizantes aconsejados</b>                               | Nitrato amónico (33%) |                                   |                       |            | 116        |
|                                                                | Haifa MAP™ (12-61-0)  |                                   |                       |            | 72         |
|                                                                | Multi-K™ (13-0-46)    |                                   |                       |            | 133        |
|                                                                | Haifa Cal™ (26%)      |                                   |                       |            | 23         |
|                                                                | Magnisal              |                                   |                       |            | 31         |

## Apéndice I: Fertilizantes especiales de Haifa

### Soluciones pioneras

Haifa desarrolla y produce fertilizantes solubles para Nutrigación™, aplicación foliar y fertilizantes de liberación controlada. Las soluciones de Haifa para el cultivo del cítrico maximizan el rendimiento de este cultivo, aportando nutrientes a la tierra, al agua y a las plantas mediante la realización de diversas prácticas agrícolas. Con esquemas innovadores de nutrición para el cultivo del cítrico y métodos de aplicación altamente eficientes, las soluciones de Haifa ofrecen una nutrición equilibrada a las planta con una dosificación, composición y ubicación precisa. Esto se traduce en una eficiencia máxima, un desarrollo óptimo del cultivo y la reducción al mínimo del impacto al medio ambiente.

### Nitrato Potásico

Las diferentes formulaciones de nitrato potásico de Haifa representa una fuente única de potasio en términos de valor nutricional, eficiencia y aplicación, conteniendo un 100% de macronutrientes para la planta: Potasio (K) y Nitrato-Nitrógeno (N-NO<sub>3</sub>). El nitrato potásico tiene unas propiedades químicas y físicas distintivas que son beneficiosas para el medioambiente. Haifa ofrece una amplia gama de formulaciones de nitrato potásico para Nutrigation™, aplicación foliar y para fertilización con fertilizantes liberación controlada. Las diferentes formulaciones de nitrato potásico de Haifa se comercializan bajo la marca **Multi-K™**.

### Multi-K™

Multi-K™ Classic    Nitrato potásico cristalino (13-0-46)

Multi-K™ Prill    Nitrato potásico granulado (13-0-46)

### Grados especiales

Multi-K™ GG    Nitrato potásico grado invernadero (13.5-0-46.2)

Multi-K™ pHast    Nitrato potásico con solución ácida (13.5-0-46.2)

Multi-K™ Absolute    Nitrato potásico puro diseñado para aplicaciones avanzadas (13.8-0-46.5)

Multi-K™ Reci    Nitrato potásico con un extra bajo contenido de sodio (13.5-0-46.5)

### Productos Enriquecidos

Multi-NPK™    Enriquecido con fosfato; cristalino o granulado

Multi-K™ Mg    Enriquecido con magnesio; cristalino o granulado

Multi-K™ Zn    Enriquecido con zinc; cristalino

Multi-K™ S    Enriquecido con sulfato; cristalino

Multi-K™ B    Enriquecido con boro; cristalino o granulado

Multi-K™ ME    Enriquecido con magnesio y micronutrientes; cristalino

## Nutrigation™

La Nutrigación™ (fertirrigación) es el suministro de nutrientes puros a la planta a través del sistema de riego, ofreciendo nutrientes esenciales precisamente en el área de mayor actividad de la raíz. Los programas de Nutrigación™ perfectamente equilibrados de Haifa ofrecen a las plantas la exacta cantidad necesaria de acuerdo a las variaciones estacionales. Décadas de experiencia en la producción y aplicación de fertilizantes especiales para Nutrigación™ han convertido a Haifa en una empresa líder en este campo. Haifa se mantiene actualizada de forma continua mediante la investigación en el campo de la ciencia y la agricultura, a efectos de ampliar su línea de productos para cumplir de la mejor forma posible con los requerimientos de los cultivos y las condiciones ambientales.

Además de **Multi-K™**, Haifa fabrica y comercializa una extensa selección de fertilizantes solubles en agua, que nos permite suministrar todo los nutrientes necesarios para las plantas (tabla 45). Todos los productos de Haifa, sales y mezclas NPK no contienen cloruro, por el contrario están compuestos solo por nutrientes, que son consumidos totalmente por la planta.

**Tabla 45:** Fertilizantes comercializados por Haifa para la Nutrigación y aplicación foliar

| Marca comercial | Fertilizante                                                    | N total | N-NO <sub>3</sub> | N-NH <sub>4</sub> | N-NH <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO | CaO  | SO <sub>3</sub> |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-----|------|-----------------|
| Haifa MAP™      | Fosfato Monoamónico                                             | 12      |                   | 12                |                   | 61                            |                  |     |      |                 |
| Haifa MKP™      | Fosfato Monopotásico                                            |         |                   |                   |                   | 52                            | 34,5             |     |      |                 |
| Haifa DKP™      | Fosfato Dipotásico                                              |         |                   |                   |                   | 41                            | 54               |     |      |                 |
| Magnisal™       | Nitrato de Magnesio                                             | 11      | 11                |                   |                   |                               |                  | 16  |      |                 |
| Haifa Cal™ GG   | Nitrato de Calcio                                               | 15,5    | 14,4              | 1,1               |                   |                               |                  |     | 26,5 |                 |
| BitterMag™      | Sulfato de Magnesio                                             |         |                   |                   |                   |                               |                  | 16  |      | 32              |
| Haifa SOP™      | Sulfato Potásico                                                |         |                   |                   |                   |                               | 50               |     |      | 45              |
| Haifa UP™       | Urea Fosfato                                                    | 17,5    |                   |                   | 17,5              | 44                            |                  |     |      |                 |
| Poly-Feed™ GG   | Fertilizantes NPK solubles para invernadero y aplicación foliar |         |                   |                   |                   |                               |                  |     |      |                 |

## Fertilización foliar

La fertilización foliar es el método más rápido y efectivo de complementar y enriquecer la nutrición de la planta cuando sea necesario. La aplicación foliar de fertilizantes solubles en agua de Haifa, proporciona los nutrientes necesarios para el desarrollo adecuado de los cultivos cuando existe perturbaciones en la absorción de nutrientes procedentes del suelo. Las aplicaciones foliares de precisión son también un método de acción rápido y eficaz para corregir las deficiencias nutricionales.

La aplicación foliar de los nutrientes correctos, a concentraciones relativamente bajas, en etapas críticas del desarrollo del cultivo contribuye de manera significativa en la obtención de producciones más altas y de mejor calidad.

HAIFA ofrece una gran selección de fertilizantes para aplicación foliar:

**Haifa Bonus** Fórmulas foliar con alta concentración de K enriquecidas con adyuvantes especiales para conseguir una mejor adhesión a la superficie de la hoja, una mejor absorción y una acción prolongada.

**Poly-Feed™ GG** Fórmulas NPK enriquecidas con micronutrientes especialmente diseñadas para mejorar el rendimiento de los cultivos durante las etapas específicas de crecimiento.

**Magnisal, Haifa MAP, Haifa MKP, Haifa CAL y Haifa Micro** también son adecuados para aplicación foliar.

### **Nutrición de liberación controlada**

La gama de fertilizantes de liberación controlada Multicote™ de Haifa incluye productos para agricultura, horticultura, plantas ornamentales y áreas verdes. Los productos Multicote™ proporcionan a las plantas una nutrición equilibrada de acuerdo a sus necesidades de desarrollo durante todo el ciclo de cultivo. Los productos Multicote™ mejoran la eficacia del uso de los nutrientes, ahorran en mano de obra y minimizan el impacto medioambiental.

Una sola aplicación del fertilizante de liberación controlada, antes de la siembra, puede cubrir todas las necesidades nutricionales del cultivo durante todo el ciclo de cultivo. Los fertilizantes de liberación controlada están diseñados para nutrir a las plantas de forma continua, maximizando la eficacia en la absorción de nutrientes. Los fertilizantes de liberación controlada ahorran mano de obra y costes de aplicación. Su aplicación es independiente del sistema de riego y no requieren equipos sofisticados.

Aprovechando la tecnología de recubrimiento de polímeros MulticoTech, Haifa fabrica y comercializa una completa gama de fertilizantes de liberación controlada bajo la marca comercial Multicote™.

### **Fertilizantes Multicote™**

**Multicote™** para viveros y plantas ornamentales; Fórmulas NPK con duración de liberación de 4, 6, 8, 12 y 16 meses

**Multicote™ Agri / Multigro™** para agricultura y horticultura

**CoteN™** urea liberación controlada para cultivos herbáceos

**Multicote™ Turf / Multigreen™** para campos de golf, campos deportivos y céspedes municipales o domésticos.

## Apéndice II: Tablas de conversión

| De                             | A                              | Multiplicar por | De                             | A                              | Multiplicar por |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| P                              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 2.29            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | P                              | 0.44            |
| P                              | PO <sub>4</sub>                | 3.06            | PO <sub>4</sub>                | P                              | 0.32            |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | 0.9898          | H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | 1.38            |
| K                              | K <sub>2</sub> O               | 1.20            | K <sub>2</sub> O               | K                              | 0.83            |
| Ca                             | CaO                            | 1.40            | CaO                            | Ca                             | 0.71            |
| Mg                             | MgO                            | 1.66            | MgO                            | Mg                             | 0.60            |
| S                              | SO <sub>3</sub>                | 2.50            | SO <sub>3</sub>                | S                              | 0.40            |
| S                              | SO <sub>4</sub>                | 3.00            | SO <sub>4</sub>                | S                              | 0.33            |
| N                              | NH <sub>4</sub>                | 1.28            | NH <sub>4</sub>                | N                              | 0.82            |
| N                              | NO <sub>3</sub>                | 4.43            | NO <sub>3</sub>                | N                              | 0.22            |

| De             | A           | Multiplicar por | De          | A              | Multiplicar por |
|----------------|-------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|
| Acre           | Hectárea    | 0.405           | Hectárea    | Acre           | 2.471           |
| Kilogramos     | Libras      | 2.205           | Libras      | Kilogramos     | 0.453           |
| Gramo          | Onzas       | 0.035           | Onzas       | Gramos         | 28.35           |
| Tonelada corta | MT          | 0.907           | MT          | Tonelada corta | 1.1             |
| Galones (US)   | Litros      | 3.785           | Litros      | Galones (US)   | 0.26            |
| Kg/Ha          | Libras/acre | 0.892           | Libras/acre | Kg/Ha          | 1.12            |
| MT/Ha          | Libras/acre | 892             | Libras/acre | MT/Ha          | 0.001           |

| 1 meq                                       | Elemento correspondiente (mg) | 1 mmol                                      | Elemento correspondiente (mg) | Peso iones                            |
|---------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                | 14 mg N                       | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                | 14 mg N                       | 18 mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>    |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | 14 mg N                       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | 14 mg N                       | 62 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 31 mg P                       | H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 31 mg P                       | 71 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   |
| HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>              | 15.5 mg P                     | HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>              | 15.5 mg P                     | 35.5 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| K <sup>+</sup>                              | 39 mg K                       | K <sup>+</sup>                              | 39 mg K                       | 47 mg K <sub>2</sub> O                |
| Ca <sup>2+</sup>                            | 20 mg Ca                      | Ca <sup>2+</sup>                            | 40 mg Ca                      | 28 mg CaO                             |
| Mg <sup>2+</sup>                            | 12 mg Mg                      | Mg <sup>2+</sup>                            | 24 mg Mg                      | 20 mg MgO                             |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>               | 16 mg S                       | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>               | 32 mg S                       | 48 mg SO <sub>4</sub>                 |
| Na <sup>+</sup>                             | 23 mg Na                      | Na <sup>+</sup>                             | 23 mg Na                      | –                                     |
| Cl <sup>-</sup>                             | 35.5 mg Cl                    | Cl <sup>-</sup>                             | 35.5 mg Cl                    | –                                     |