

FERTILIZANTES A EMPLEAR MESUALMENTE A LO LARGO DEL CICLO DE RIEGO Y CONSIDERACIONES EN LA APLICACIÓN

Fundamentos y programación de la fertirrigación del olivar

Aunque actualmente existen varios ensayos de campo para poner a punto la técnica de fertirrigación en olivar, ésta es en estos momentos la gran desconocida. Pero considerando la importante superficie de olivar regado planteamos en este artí-

culo, con todas las reservas, unas recomendaciones básicas teniendo en cuenta: las tendencias observadas en otros cultivos leñosos y las orientaciones de algunos de los autores que han trabajado en este tema en olivar.

Juan Carlos Hidalgo, Victorino Vega y Javier Hidalgo.

IFAPA. Centro Alameda del Obispo. Córdoba.

Las instalaciones de riego localizado no sólo permiten aportar agua al olivar, sino que igualmente ofrecen la posibilidad de aportar los fertilizantes y otros productos fitosanitarios (por ejemplo herbicidas, insecticidas, etc.).

La fertirrigación es la técnica que permite la aplicación de los nutrientes que

precisa el olivo junto con el agua de riego (**foto 1**), que transporta los fertilizantes hasta las raíces de la planta, siendo aconsejable su aportación durante la totalidad del tiempo de riego.

En el olivar de regadío, en el que la producción es notablemente superior a la de secano, la aplicación de abonos junto con el agua de riego nos parece fundamental, ya que existen evidencias experimentales de que si no se fertirriega se produce un empobrecimiento progresivo del suelo. Este hecho puede ocasionar deficiencias nutritivas que terminen afectando negativamente a la pro-

ducción, lo que ya se ha documentado en otros cultivos. Asimismo se han comprobado en algunas fincas y en comunidades de regantes de olivar en la provincia de Jaén, especialmente en los años secos y durante el verano, periodos en los que el árbol debe extraer de un bulbo, de reducidas dimensiones, la mayoría de los nutrientes que necesita para su crecimiento y desarrollo del fruto. Por esta razón es fundamental la aplicación de los nutrientes junto con el agua de riego.

La condición indispensable para que esta técnica sea eficaz es disponer de un sistema de riego que permita aplicar el agua con suficiente uniformidad, lo que permitirá igualmente aplicar a todos los árboles la misma dosis de fertilizante, y cubrir así sus óptimas necesidades, por lo que disponer de una instalación bien diseñada es imprescindible para tener éxito con la fertirrigación.

Aunque actualmente existen varios ensayos de campo para poner a punto la técnica de fertirrigación en olivar, ésta es en estos momentos la gran desconocida. Pero teniendo en cuenta la importante superficie de olivar regado planteamos, con todas las reservas, unas recomendaciones básicas teniendo en cuenta: las tendencias observadas en otros cultivos leñosos de hoja perenne, fundamentalmente los cítricos por su gran analogía, cultivo en el que existe una gran experiencia; y las orientaciones de algunos de los autores que han trabajado en este tema en olivar.

La aplicación de la metodología de programación del abonado en olivar propuesta ha



proporcionado resultados espectaculares en las fincas y comunidades de regantes en las que se ha aplicado, por lo que hemos considerado conveniente su publicación, en ausencia de otra información para olivar de riego.

Debemos decir también que aunque se haya estado recomendando la aplicación discontinua de los fertilizantes en fertirrigación, con aportaciones en un solo día a la semana o cada quincena, e incluso en el último tercio de cada riego, recientes estudios han demostrado la conveniencia de aplicar la solución nutritiva durante la totalidad del tiempo de riego, especialmente el



Foto 1. Bombas inyectoras de fertilizantes que permiten la regulación de las dosis a aplicar durante la campaña de fertirrigación.



Foto 2. Obturaciones químicas en emisores por incorrecto manejo de aguas con pH elevado y alto contenido en bicarbonatos.

La aplicación de la metodología de programación del abonado en olivar propuesta ha proporcionado resultados espectaculares en las fincas y comunidades de regantes en las que se ha aplicado, por lo que hemos considerado conveniente su publicación, en ausencia de otra información para olivar de riego

N, debido a su gran solubilidad y movilidad en el suelo. Ello sin duda mejora la eficiencia del abonado. Si aplicáramos solamente agua después de haber inyectado la solución nutritiva probablemente conseguiríamos acelerar el proceso de lavado de los nutrientes, fundamentalmente del N, desplazándolos fuera del alcance de las raíces. Teniendo en cuenta que normalmente se riega con soluciones nutritivas muy ácidas (en olivar, con carácter general, los suelos son básicos y las aguas tienen un pH elevado y altos contenidos de bicarbonatos), la aportación continuada de este tipo de soluciones durante la totalidad del tiempo de riego permitirá mantener en el bulbo un pH algo más bajo, lo que probablemente aumentará la cantidad de nutrientes absorbidos por la planta, además de evitar la obturación de los goteros (**foto 2**) y la formación de incrustaciones en tuberías.

Finalmente queremos resaltar que la práctica del abonado foliar debe ser tenida en cuenta en muchas ocasiones en los programas de abonado en olivar de regadío, en especial para corregir problemas específicos, debido a la rápida respuesta que se obtiene a este tipo de aplicaciones. Es el

CUADRO I.

Aportaciones de nutrientes (g) a un olivar por kg de capacidad productiva.

Nutriente	g / kg
N	10-12
P ₂ O ₅	4
K ₂ O	15-18
MgO	3
CaO	20

caso del potasio y el nitrógeno, elementos con los que hemos obtenido muy buenos resultados.

Como es natural, el primer paso para poder obtener unos buenos resultados es determinar las necesidades totales anuales de fertilizantes a aportar al olivar a regar.

Programación de la fertirrigación

Para aportar una dosis adecuada de abono a una plantación de olivar tenemos que considerar:

1. La cantidad de nutrientes que estimamos consume el cultivo anualmente.
2. La eficiencia o proporción de elementos que aprovecha el cultivo cuando se aplican los fertilizantes, teniendo en cuenta la capacidad del suelo para adsorber y bloquear nutrientes.

Estimación de la cantidad de nutrientes que consume el cultivo anualmente

Para establecer las cantidades de fertilizantes (N, P, K y Mg) que habría que aportar anualmente al olivar, es necesario cuantificar las necesidades de estos elementos durante el ciclo vegetativo anual. En la determinación de dichas necesidades se incluye el consumo en:

- Producir la cosecha.
- El desarrollo de nuevos órganos vegetativos (raíces, hojas, tallos, y brotes).
- El crecimiento de los órganos viejos permanentes (tronco y ramas de diverso orden).

Determinación de las dosis de abonado

Tratando de obtener una buena producción y mantener simultáneamente los niveles de fertilidad del suelo, teniendo en cuenta asimismo la eficiencia en la utilización de los fertilizantes, las aportaciones de nutrientes a un olivar por cada kilo de capacidad productiva podrían cifrarse en las cantidades que se recogen en el **cuadro I**.

Estas cifras se han propuesto teniendo en cuenta los datos publicados diversos investigadores y los obtenidos recientemente por los autores de este artículo en varios ensayos de larga duración en condiciones de campo.

Considerando que en el olivar de aceituna de mesa la recolección es mucho más temprana, podríamos asumir una cierta reducción de la dosis de potasio a aplicar, teniendo en cuenta una menor exportación de este elemento por la cosecha, por lo que proponemos

una aportación de 10 -12 kg de K₂O por tonelada de producción, que en este caso podría ser suficiente.

Estimación de la capacidad productiva de un olivar

Cuando el agua no es el factor limitante, la producción del olivar depende directamente de la cantidad de radiación solar interceptada por la copa de los árboles. La superficie externa del árbol (envolvente de la copa de los olivos) puede ser un estimador de la cantidad de radiación interceptada.

La cantidad de abono a aportar debe ser función de la capacidad productiva de la plantación a abonar. Esta capacidad productiva, en una primera aproximación, podría estimarse empleando la **expresión 1**.

Expresión 1. $P = S \times i$

Siendo P la producción de aceitunas con un 20% de rendimiento graso, expresado en kg/ha; S la superficie exterior iluminada de la copa del árbol, en m²/olivo; mientras que i es el índice de cosecha, en kg aceitunas/m² de superficie de copa, que en olivares adultos de riego tiene un valor medio de 0,80 kg/m² (0,70 - 1,00 kg/m²), mientras que en olivar joven (3 a 8 años <-> volumen de copa inferior a 4.000 m³/ha) tiene un valor medio de 1,30 kg/m² (1,10 - 1,50 kg/m²), datos obtenidos experimentalmente por los autores en los últimos años.

La práctica del abonado foliar debe ser tenida en cuenta en muchas ocasiones en los programas de abonado en olivar de regadío, en especial para corregir problemas específicos, debido a la rápida respuesta que se obtiene a este tipo de aplicaciones

El valor de la superficie exterior iluminada del árbol (S) o superficie de fructificación puede estimarse conociendo las dimensiones medias de la copa de los árboles, altura (h) y diámetro medio (d), y la densidad de plantación (N) en árboles por hectárea, empleando la **expresión 2**.

Expresión 2. $S = \pi \times d \times h \times N$

La estimación de h y d debe hacerse en campo, midiendo directamente un número suficiente de olivos representativos del olivar que vamos a abonar (**figura 1**).

Aunque en los últimos años se han puesto a punto modelos más complejos de predicción de la capacidad productiva de las plantaciones, modelos basados en la estimación de la

radiación interceptada por la copa de los árboles, a efectos de programación de la fertirrigación el modelo empírico que se plantea, que relaciona la capacidad productiva con la superficie de la copa (estimador igualmente de la radiación solar interceptada por los árboles), nos parece adecuado por su sencillez para el rango de densidades de plantación y tamaños de copa en los que nos movemos en las plantaciones comerciales.

Un ejemplo concreto

Si conocemos que el olivar adulto a abonar tiene una densidad de plantación de N=100 olivos/ha y que las dimensiones medias de los olivos que integran la plantación son d=6,49 m y h=5 m, la producción media esperada sería la calculada en la **expresión 3**.

Expresión 3.

$$P = \pi \times d \times h \times N \times i = 3,14 \times 6,49 \times 5 \times 100 \times 0,80 = 8.151 \text{ kg/ha} = 81,5 \text{ kg/olivo}$$

Eficiencia de utilización de los fertilizantes

Se define como la proporción de un elemento que es aprovechado por el árbol cuando se aplica una dosis determinada del mismo. El porcentaje de eficiencia de un nutriente determinado aplicado a una plantación de olivar se muestra en la **expresión 4**.

Expresión 4.

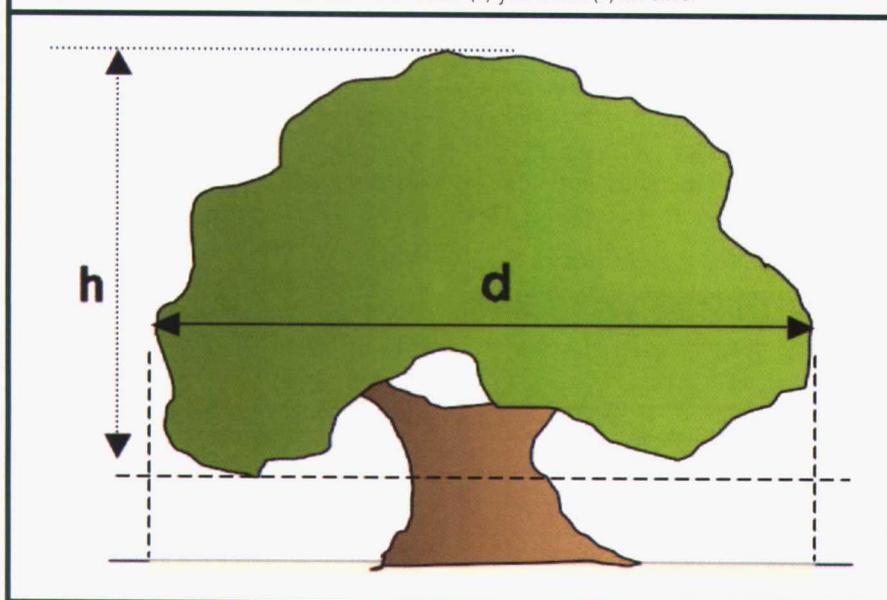
$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{nutriente absorbido (kg)}}{\text{nutriente aplicado (kg)}} \times 100$$

Generalmente la relación existente entre la cantidad de elemento aplicado y la cantidad de elemento aprovechado no es lineal, de modo que conforme se aplican dosis mayores de abonado la eficacia disminuye. Por ello sería necesario calcular la eficacia para la dosis de nutriente considerada como óptima para cada cultivo, y en particular, en el caso del cultivo del olivo, esta eficacia de momento se desconoce.

Fertilizantes a emplear mensualmente a lo largo del ciclo de riego

Las cantidades de nutrientes N, P₂O₅ y K₂O a aportar mensualmente por olivo a lo largo de la campaña de riegos no deben ser homogéneas, dependiendo esta dosificación del

FIGURA 1. Determinación del diámetro medio (d) y la altura (h) en olivo.

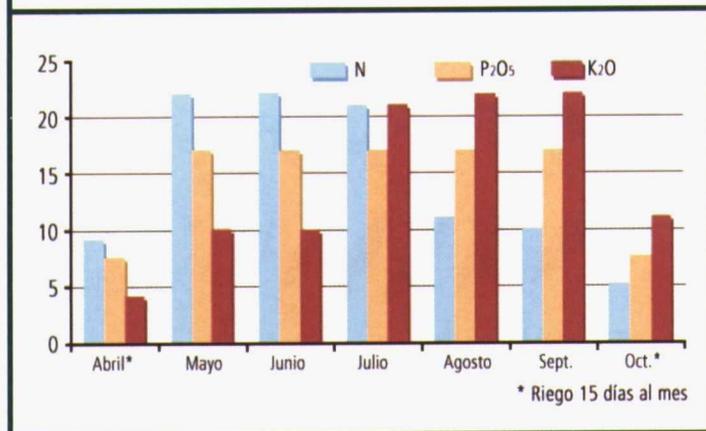


momento del ciclo vegetativo en que se encuentren los árboles.

Deberíamos aportar el N en mayor proporción en el periodo primavera-verano (mayo a julio), época en la que se produce una mayor demanda de este nutriente como consecuencia del gran crecimiento vegetativo y del cuajado y crecimiento inicial del fruto, recomendándose reducir la dosis de este nutriente a partir de mediados del mes de julio tras el endurecimiento del hueso.

El K lo aportaremos en mayor proporción a partir del endurecimiento del hueso hasta el final de verano y especialmente durante el otoño, para así poder atender la gran demanda que supone la extracción de este nutriente por los frutos en esta época del año (efecto sumidero), demanda que puede dejar desabastecido el árbol al final del ciclo (necrosis en hojas y defoliación, **foto 3**), lo

FIGURA 2. Aportaciones mensuales de N-P-K a lo largo de la campaña anual de fertirrigación (15 abril – 15 octubre), expresado en porcentaje de la dosis total anual.



que afectará al desarrollo vegetativo y productivo en la campaña siguiente, haciendo al árbol más sensible a ciertas enfermedades.

Finalmente el P se podrá aportar en cantidades mensuales prácticamente iguales a lo largo de la campaña, teniendo en cuenta el

escaso movimiento del P en el bulbo, lo que hace pensar que se producirán escasas pérdidas de este elemento por lixiviación, aunque sí bloqueos.

Por las razones dadas anteriormente proponemos, de modo orientativo, unos porcentajes mensuales de reparto de la dosis anual de fertilizantes (**figura 2**), cifras basadas en datos experimentales bastante coincidentes con lo que pensamos puede ser ideal para que el cultivo disponga de los nutrientes necesarios en cada uno de los momentos críticos del ciclo vegetativo, evitando pérdidas por inmovilización y lixiviación. El

fraccionamiento propuesto permitirá un correcto suministro de nutrientes durante todo el ciclo, lo que se traducirá en un adecuado crecimiento vegetativo, en una buena fructificación, así como en una adecuada maduración de las aceitunas durante el otoño.



!!! VITICULTOR !!! NO SE DEJE CONVENCER POR OTRAS PUBLICACIONES ENGAÑOSAS

LOS PROTECTORES ACUDAM OFRECEN:

- * Altos porcentajes de desarrollo
- * Eficaces durante los tratamientos de herbicidas
- * Protegen su vid de los animales roedores
- * Se distinguen de los protectores de tubo, al ser reutilizables para otras plantaciones

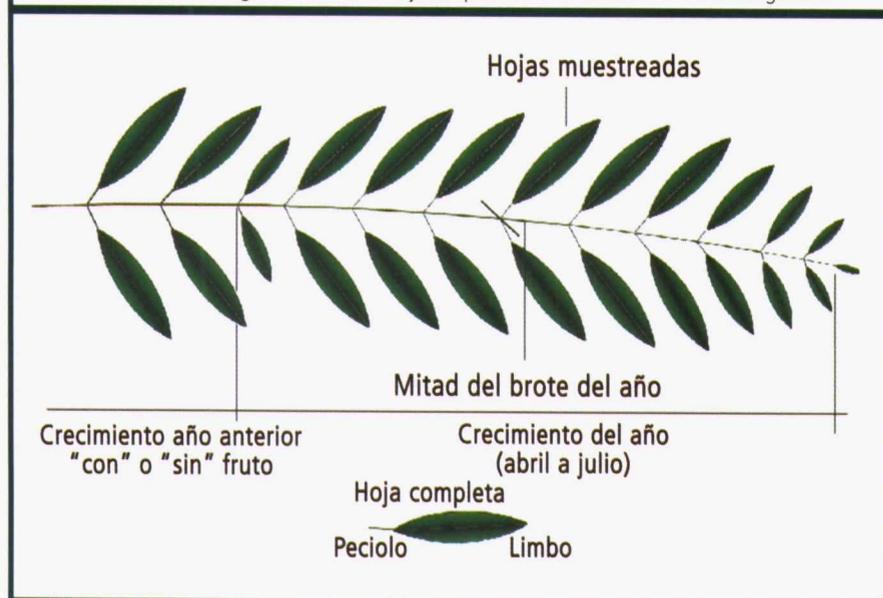
**PATENTADO
Y
ECONÓMICO**



ACUDAM

Ferrer i Busquets, 2
Tel 34-973 71 04 04 Fax 34-973 71 04 53
25230 MOLLERUSSA- LLEIDA ESPAÑA

FIGURA 3. El análisis foliar permite conocer el estado nutritivo de una plantación de olivar con la finalidad de corregir al alza o a la baja la aportación de fertilizantes en fertirrigación.



Consideraciones sobre la programación del abonado en olivar

En base a lo expresado anteriormente presentamos el esquema básico para llevar a cabo la programación de la fertirrigación en olivar:

1. Evaluar las aportaciones de fertilizantes en función de la capacidad productiva de la plantación.

2. Estudiar los análisis de suelo, especialmente los contenidos en: arcilla y carbonato cálcico. En riego localizado el análisis de suelo tiene escasa relevancia desde el punto de vista de la programación de la fertirrigación. En la práctica sólo en el caso de suelos muy arcillosos o con un contenido muy alto en carbonato cálcico debemos considerar que pueden producirse interacciones suelo-solución nutritiva que aconsejen aumentar las cantidades de nutriente a aportar para asegurar la correcta nutrición del cultivo. Este hecho es especialmente importante en el caso de la programación del abonado P y K. Podría resolverse de una forma más precisa en cada caso en función de los resultados del estudio de la interacción suelo del bulbo - solución fertilizante, aspecto muy a tener en cuenta en la toma de decisiones, que siempre debería considerarse a la hora de programar la fertirrigación.

Recientes estudios han demostrado la conveniencia de aplicar la solución nutritiva durante la totalidad del tiempo de riego, especialmente el N, debido a su gran solubilidad y movilidad en el suelo



Foto 3. Sintomatología de deficiencia acusada de potasio en olivo.

ción, ya que este análisis nos mostraría la proporción de nutriente disponible para la planta en función de la cantidad total aportada.

3. Estudiar los análisis de agua de riego, ya que ésta puede aportar, en ocasiones, una parte importante de las exigencias nutritivas (N, Ca, Mg, K). Por otro lado el agua puede necesitar la aportación de correctores de pH para evitar obturaciones de los emisores, ácido nítrico y/o fosfórico, en cuyo caso hay que evaluar las aportaciones de N y P respectivamente.

4. Conocer el estado nutritivo de la plantación mediante el análisis foliar realizado en el mes de julio (**figura 3**), con la finalidad de corregir al alza o a la baja la aportación de fertilizantes con respecto a las teóricas necesidades. Si el contenido en hoja de un determinado nutriente resultara ser deficiente o bajo habría que aumentar la dosis de abono a aportar anualmente, hasta corregir dichos desarreglos; mientras que si el análisis mostrara un nivel alto, habría que plantear reducciones de dicha dosis.

5. En base a los anteriores puntos 1, 3 y 4 calcular finalmente las necesidades totales de N, P, K y Mg a aportar anualmente y su distribución mensual fraccionada a lo largo del período de riegos (programa de fertilización). Cuando trabajamos en olivares asentados en suelos calizos, las necesidades de calcio normalmente quedarán cubiertas por el contenido de calcio en el propio suelo y las aportaciones del agua de riego. Por esta razón no lo vamos a tener en cuenta en la programación. Como es natural, en otro tipo de suelos sí que habrá que tenerlo en cuenta; el análisis de aguas y suelo nos alertará sobre esta necesidad.

6. Elegir los fertilizantes más apropiados para fertirriego (abonos solubles simples o soluciones líquidas complejas ácidas), para cubrir las necesidades de la plantación a abonar.

7. Fraccionar las dosis de fertilizantes en función del estado fenológico del olivo, teniendo en cuenta el modelo propuesto (**figura 2**).

8. Vigilar finalmente el pH del agua a la salida de los goteros con el fertilizante disuelto a la dosis adecuada, lo que permitirá evaluar la necesidad de adicionar algo de ácido nítrico para acondicionar el agua y evitar obturaciones. ●