

regadíos

Interesantes conclusiones para la fertirrigación del olivar de Jaén

Programación de riegos y fertirrigación en olivar

M. Pastor*
V. Vega*
J.C. Hidalgo*

El 15 % de la superficie mundial de olivar recibe aportaciones de agua de riego en la actualidad, con una tendencia a nivel mundial a seguir incrementándose la superficie regada en los próximos años.

El cultivo del olivar tiene una gran importancia económica en España, y especialmente en Andalucía, región en la que se produce más del 75 % del aceite de oliva español. El olivar ha sido un cultivo tradicional de secano, aunque, tal como se muestra en la **figura 1**, su producción depende de la pluviometría media de la zona



Estación meteorológica automática empleada para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo), dato imprescindible en la programación de riegos. Está provista de radiómetro, sensor de temperaturas y humedad relativa, pluviómetro y anemómetro

Aunque la respuesta al regadío es espectacular cuando se programa adecuadamente el riego, el manejo que hacen los olivieros de sus instalaciones no es del todo satisfactorio. Prueba de

res aumentos de producción observados en regadío en los ensayos realizados bajo supervisión oficial (**figura 3**). Ello nos hace pensar que las mejoras en el manejo del riego y de las técnicas de cultivo asociadas al regadío, y en especial la fertirrigación, son fundamentales para obtener una adecuada productividad y rentabilidad del agua utilizada. Ello pone en evidencia las urgentes necesidades de creación de programas eficientes de transferencia de la tecnología del riego al sector oliviero.

- El primer cultivo de regadío en Andalucía
- La urgencia de programas eficientes de riego
- Programas de riego en asignaciones de 1.500m³/ha.año

en la que se cultiva, habiéndose demostrado la gran rentabilidad de las transformaciones en regadío. El afán por conseguir una adecuada producción en su olivar y el intento de una regularización interanual de sus producciones es lo que ha movido al oliviero a transformar sus olivares en regadío. En la actualidad el olivar es ya el primer cultivo de regadío en Andalucía, región en la que en el año 1999 se regaban 259.343 ha, en la actualidad esta cifra puede superar las 300.00 ha.

ello son los datos de la **figura 2**, que muestra producciones medias del olivar andaluz (CAP, 2003), en la que se observan relativamente pequeños incrementos de producción en regadío con respecto al secano, datos que contrastan con los espectacular-

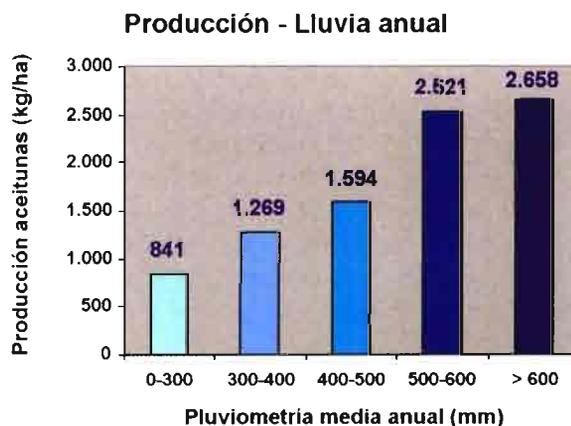


Figura 1. Producción media del olivar andaluz en función de la pluviometría media anual de la zona. (Fuente CAP, El Olivar Andaluz, 2003)

* CIFA Córdoba - IFAPA. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía

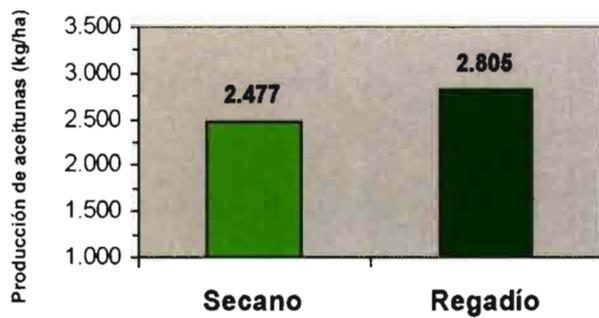
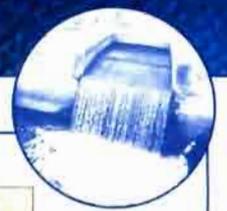


Figura 2. Producciones medias obtenidas en secano y regadío en el olivar andaluz (Fuente: CAP, El Olivar Andaluz, 2003)



Figura 3. Producciones medias obtenidas en secano y regadío (*utilizando la dosis autorizada por C.H. del Guadalquivir), en ensayos realizados bajo supervisión oficial en la provincia de Jaén. Los datos mostrados representan la media de siete años (Pastor y col., 1999; Pastor y col., 2002).

Programación de riegos

El agua perdida por las plantas en **transpiración** es el coste que éstas deben pagar para producir raíces, madera, hojas y frutos. Este agua debe ser re- puesta a la planta mediante la extracción del suelo por la raíz del cultivo.

Para alcanzar la **máxima producción** el contenido de agua en el suelo debe permitir que el olivo pueda extraer la cantidad de agua que le demanda la atmósfera. Esa cantidad de agua, transpiración (T), unida a la que se pierde por evaporación desde la superficie del suelo y desde los goteros (E), constituye lo que se conoce como **evapotranspiración máxima del cultivo (ETc)**:

$$ETc = E + T$$

que debe ser satisfecha mediante la lluvia y/o el riego para que la producción del cultivo no se reduzca como consecuencia del déficit hídrico.

Para el cálculo de las necesidades de agua de riego de un olivar adulto, se puede emplear una expresión en la que la **ETc** se calcula como el producto de dos términos:

$$ETc = ETo \times Kc \quad [1]$$

expresión en la que ETo es la evapotranspiración de referencia; **Kc** es el **coeficiente de cultivo**, en este caso el del olivar.

La **ETo** cuantifica la demanda **evaporativa de la atmósfera** y corresponde a la evapotranspiración de una pradera de gramíneas que cubre totalmente el suelo, que crece sin limitaciones de agua y nutrientes y sin inciden-

cia de plagas y/o enfermedades, y que mediante siega mecánica se mantiene con una altura comprendida entre 10 y 15 cm.

La **ETo** se puede obtener por medida directa utilizando un **lisímetro** en condiciones estandarizadas. Pero es difícil, por no decir imposible por su coste, disponer de una red de lisímetros a nivel regional, comarcal o local. Se han calibrado diferentes fórmulas empíricas para estimar la **ETo**, la más adecuada es la de **Penman-Monteith** que requiere datos diarios de temperatura, radiación solar, humedad relativa del aire y velocidad del viento. Esta expresión podría emplearse

a su vez para calibrar a nivel local otras expresiones en el caso en que solamente se disponga de información de un menor número de parámetros climáticos (por ejemplo temperaturas máximas y mínimas diarias). En ningún caso debe emplearse cualquiera otra expresión para estimar ETo sin que ésta haya sido previamente calibrada a nivel local.

En la actualidad la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía dispone de una red de **89 estaciones agrometeorológicas automáticas**, cuyos datos diarios (temperaturas máximas y mínimas, radiación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, lluvia y ETo) se muestran diariamente en la página web de la Consejería de Agricultura y Pesca (www.cap.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/estacionesAgroclimaticas/indice.jsp).

Para una determinada demanda evaporativa (ETo), la cantidad de agua perdida por evapotranspiración en un olivar es la suma de tres procesos:

- la transpiración del olivo, que depende del tamaño del árbol y de la época del año;
- la evaporación desde la superficie del suelo, que depende de la energía disponible y de su contenido de humedad; y
- la evaporación que, en riego localizado, se produce desde la superficie del suelo humedecida por los emisores, y que depende de su nivel de exposición al sol, del tamaño de los bulbos y de la frecuencia de riegos.

Todos estos factores están incluidos en lo que se denomina coeficiente de cultivo



Suelo muy olivarero profundo y con una gran capacidad de retención, en el que es posible la aplicación de riegos deficitarios debido a su gran capacidad de almacenamiento de agua durante las lluvias invernales

regadíos

(Kc) (ver expresión [1]), por lo que éste coeficiente es extraordinariamente variable a lo largo de los meses del año para las distintas combinaciones de:

- marco de plantación,
- tamaño de la copa de los olivos,
- frecuencia de lluvias y
- sistema de riego

que podemos encontrarnos en cualquier plantación de olivar. En definitiva, **Kc** relaciona la evapotranspiración del olivar con la de la pradera de gramíneas, valor este que sí sabemos estimar cuando se dispone de datos climáticos o valores de archivo para la zona en la que vamos a programar el riego.

Hasta ahora, la metodología disponible para la programación de riegos en el olivar proponía el cálculo del **coeficiente de cultivo (Kc)** como el producto de un valor máximo mensual, correspondiente a un olivar intensivo y adulto, multiplicado por un coeficiente reductor que incorporaba el efecto del tamaño de los árboles. Esta aproximación, que ignora muchos de los factores antes descritos, ha dado buenos resultados en general, pero puede provocar errores en determinadas situaciones. Los errores pueden ser particularmente importantes en condiciones de lluvias frecuentes y para árboles con volúmenes de copa reducidos (particularmente en plantaciones jóvenes). De los trabajos realizados recientemente por el grupo de relaciones hídricas del Instituto de Agricultura Sostenible de Córdoba (CSIC) y por el CI-FA de Córdoba ha resultado el desarrollo de una metodología alternativa para el cálculo de la **ETc** del olivar. Este método fracciona el coeficiente de cultivo en tres componentes; que corresponden a cada uno de los tres procesos antes descritos:

$$Kc = Kt + Ks + Kg$$

donde:

Kt es el coeficiente de transpiración del olivar

Ks es el coeficiente de evaporación de agua desde la superficie del suelo

Kg es el coeficiente de evaporación de agua desde los bulbos de goteo

El proceso de cálculo de estos coeficientes es algo complejo, y excede de los límites de esta publicación de divulgación. Sin embargo, empleando esta metodología, vamos a realizar los cálculos de las necesidades de agua para un olivar tradicional típico, cálculo que puede ser válido para los olivares ubicados en suelos de campiña de la provincia de Jaén en comarcas como La Loma, Sierra Mágina – Mancha Real y El Condado (**zona 1**), en la que los valores anuales de **ETo** oscilan entre 1.100 y 1.200 mm. Igualmente vamos a calcular dichas necesidades para olivares de las comarcas de Canena, Linares, Bailén, Andujar y Arjona (**zona 2**), zona en la que los valores anuales de **ETo** oscilan entre 1.300 y 1.400 mm. Se realizan los cálculos para la pluviometría del año agrícola medio (450-550 mm). Teniendo en cuenta que en años secos, como el actual, habría que hacer las oportunas modificaciones en el programa. Hemos utilizado para ello una aplicación informática puesta a dis-

posición de los técnicos de asesoramiento por nuestra Consejería (Pastor, 2005, en prensa).

Programa de riego para un olivar de marco tradicional en el año meteorológico medio

Olivar a regar

- Densidad de plantación: 80 árboles / ha
- Volumen de copa : 9.000 m³/ha
- Producción media = 80 kg/olivo
- Instalación de riego: dos goteros de 8 litros/hora
- Superficie de suelo mojada por los goteros: 1,54 m²/gotero (diámetro del bulbo 1,4 m)
- Turno de riego: un riego cada tres días
- Eficiencia de aplicación del sistema de riego: 95 %

Programación del riego

En la programación del riego vamos a tener en cuenta la cantidad de agua acumulada en el suelo durante los meses lluviosos del otoño-invierno (reserva), agotando progresivamente este almacén a lo largo de la campaña de riegos, de modo que a final del mes de septiembre la reserva sea nula, quedando de nuevo el suelo preparado para almacenar la lluvia otoñal. Para el mencionado olivar y para la **zona 1** las necesidades diarias de agua de riego para los diferentes meses de la campaña son las mostradas en la **tabla 1**. La utilización de la reserva nos permite un programa de riego muy fácil de cumplir, ya que en la mayoría de los meses se riega con idéntica cantidad de agua. Ello no sería posible en un suelo poco profundo y con reducida capacidad de retención.

Vemos que en esta zona las necesidades mensuales de agua oscilan entre 50



Vista de olivar de regadío de la comarca de La Loma en la provincia de Jaén. Al fondo las localidades de Villacarrillo e Iznatoraf.

Tabla 1. Necesidades diarias de agua de riego (litros/olivo) y número de horas semanales de riego para un olivar tradicional en la zona 1 (ETo = 1.200 mm)

| Mes | E | F | M | A | My | Jn | Jl | Ag | S | O | N | D | Total |
|-----------------------|---|---|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|--------|
| Riego (l/olivo y día) | 0 | 0 | 0 | 90 | 120 | 120 | 120 | 120 | 100 | 50 | 0 | 0 | 20.875 |
| Horas riego semanales | 0 | 0 | 0 | 39 | 52 | 52 | 52 | 52 | 44 | 23 | 0 | 0 | |

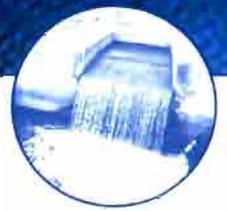


Tabla 2. Necesidades diarias de agua de riego (litros/olivo) y número de horas semanales de riego para un olivar tradicional cuando la dotación anual asignada es de 1.500 m³/ha

| Mes | E | F | M | A | My | Jn | Jl | Ag | S | O | N | D | Total |
|-----------------------|---|---|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|--------|
| Riego (l/olivo y día) | 0 | 0 | 0 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 55 | 0 | 0 | 18.750 |
| Horas riego semanales | 0 | 0 | 0 | 39 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 24 | 0 | 0 | |

l/olivo/día durante el mes de octubre y 120 l/olivo/día en los meses de mayo a septiembre. La necesidad anual de agua de riego por árbol ascendería en este caso a 20.875 litros/olivo equivalentes a 1.670 m³/ha. En la citada tabla 1 se da igualmente el número de horas que habría que regar cada semana con la citada instalación de riego. En este caso y para una instalación en dos sectores, en los meses de máximas necesidades habría que regar en la totalidad de las horas valle (88 h/semana) utilizando además 16

Como es natural el anterior programa es un programa de riego deficitario en el que durante el verano se crearía un cierto déficit hídrico que afectará algo al crecimiento vegetativo de los árboles, y probablemente a la producción del olivar, aunque proporcionará importantes aumentos de cosecha con respecto al secano, hecho que ha sido constatado experimentalmente.

En la **zona 2**, más calurosa que la zona 1, en la que los valores de ETo son sensiblemente más altos (1.400 mm/año), las necesidades de agua de riego para una

regar en la totalidad de horas valle (88 semana) utilizando además 38 horas llano.

Si la asignación fuese de 1.500 m³/ha y año puede emplearse el programa de riego mostrado en la **tabla 2**. En este caso el déficit hídrico a que someteríamos al olivar sería mayor que en la zona 1, por lo que probablemente afectaríamos en mayor grado a la producción del olivar.

Esta forma de programar el riego es la que experimentalmente ha proporcionado los mejores resultados en la provincia de Jaén en ensayos de campo realizados en el período 1993 a 2002 (Pastor y col., 1999; Pastor y col., 2002), período en el que se sucedieron años húmedos y años secos, lo que hace muy representativos los resultados obtenidos.

Debemos advertir que cuando se programen riegos para densidades de plantación y volúmenes de copa superiores a los propuestos, lógicamente aumentarán los volúmenes de riego a aportar por hectárea regada.

- **El riego limita la respuesta a la fertilización**
- **Conviene aplicar la fertirrigación de forma continua**
- **Cantidades de N, P₂O₅ y K₂O a aportar**

horas llano, obteniéndose unos costes de bombeo razonables.

Debemos advertir que si se tratase de programar el riego en suelos poco profundos y con escasa capacidad de retención, el programa de riego a aplicar sería muy diferente, resultando en los meses de mayor demanda unas dotaciones de agua muy superiores.

Si estuviésemos en el caso de explotaciones o comunidades de regantes en las que solamente puede emplearse 1.500 m³/ha, porque así queda establecido en su concesión administrativa propuesta por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, el programa anual de riego sería el mostrado en la **tabla 2**.

pluviometría similar serán sensiblemente mayores, estos valores y para el olivar cuyas características se dieron anteriormente, se muestran en la **tabla 3**.

Vemos que en esta **zona 2** las necesidades mensuales de agua oscilan entre 75 l/olivo/día durante el mes de octubre, y 145 l/olivo/día en los meses de mayo a septiembre. La necesidad anual de riego por árbol ascendería en este caso a 26.750 litros/olivo equivalentes a 2.140 m³/ha. En la citada **tabla 3** se muestra igualmente el número de horas que habría que regar cada semana con la citada instalación de riego. En este caso y para una instalación en dos sectores, en el mes de máximas necesidades habría que

Programación de la fertirrigación en olivar

El objetivo del abonado es incrementar la fertilidad natural del suelo, y por tanto, obtener:

- un aumento de la producción del cultivo
- y una mejora de la calidad del fruto

Sin embargo, la productividad es el resultado de la interacción de una serie de factores:

- los dependientes de la propia planta,
- los ambientales,
- los de cultivo

Por tanto, para que la fertilización sea

Tabla 3. Necesidades diarias de agua de riego (litros/olivo) y número de horas semanales de riego para un olivar tradicional en la zona 2 (ETo = 1.400 mm)

| Mes | E | F | M | A | My | Jn | Jl | Ag | S | O | N | D | Total |
|-----------------------|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|--------|
| Riego (l/olivo y día) | 0 | 0 | 0 | 120 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 75 | 0 | 0 | 26.750 |
| Horas riego semanales | 0 | 0 | 0 | 52 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 33 | 0 | 0 | |

eficaz no debe existir otro factor que limite la productividad por debajo de los requerimientos nutricionales, ya que en tal caso no cabrá esperar respuesta a las aportaciones de fertilizantes. La **disponibilidad de agua a lo largo del ciclo de cultivo** es el principal factor limitante de la producción del olivar, lo que en muchas ocasiones limita la respuesta a la fertilización.

Para efectuar un abonado racional es esencial:

- el conocimiento de las necesidades nutritivas de las plantas para:
 - el crecimiento vegetativo (fundamentalmente brotaciones que portarán la cosecha al año siguiente),
 - la producción (aceitunas en el caso del olivar),
 - el desarrollo de nuevos órganos (ramas de renovación).
- el conocimiento de los momentos en los que se producen éstas necesidades.

Para dosificar el abonado se ha de tener también en cuenta que el aporte de nutrientes siempre **será superior al consumo anual por las plantas**, ya que al aplicar los fertilizantes, por diversas causas, se origina un cierto **porcentaje de pérdidas**.

El desarrollo vegetativo y las cosechas extraen los principios nutritivos contenidos en el suelo y ocasionan una considerable disminución de su fertilidad. Por tanto, el abonado debe tratar de restituir al suelo, al menos en parte, las **extracciones de elementos que anualmente se realizan** por el olivar.

En muchos casos los suelos contienen los elementos que las plantas necesitan para su desarrollo y en cantidad suficiente como para abastecerlas durante mucho tiempo. Sin embargo, muchas veces éstos nutrientes se encuentran en forma no asimilable, y la velocidad con que pasan a formas utilizables por las plantas es lenta y generalmente insuficiente.

En un **olivar de regadío** con instalación de riego localizado la aplicación de los nutrientes disueltos en el agua de riego (**fertirrigación**) parece la **forma más lógica de aplicar los fertilizantes**, teniendo en cuenta las indudables ventajas que además esta práctica proporciona, fundamen-

talmente el ahorro de mano de obra, así como la asimilación más eficiente de los nutrientes por la planta.

Aunque ya se han iniciado estudios para poner a punto la técnica de **fertirrigación en olivar**, ésta técnica es en estos momentos **la gran desconocida**. Pero teniendo en cuenta la importante superficie de olivar regado, hemos preferido, con todas las reservas, dar unas recomendaciones básicas teniendo en cuen-

También debemos decir 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 Y EN TODOS Y CADA UNO DE LOS RIEGOS**, especial-

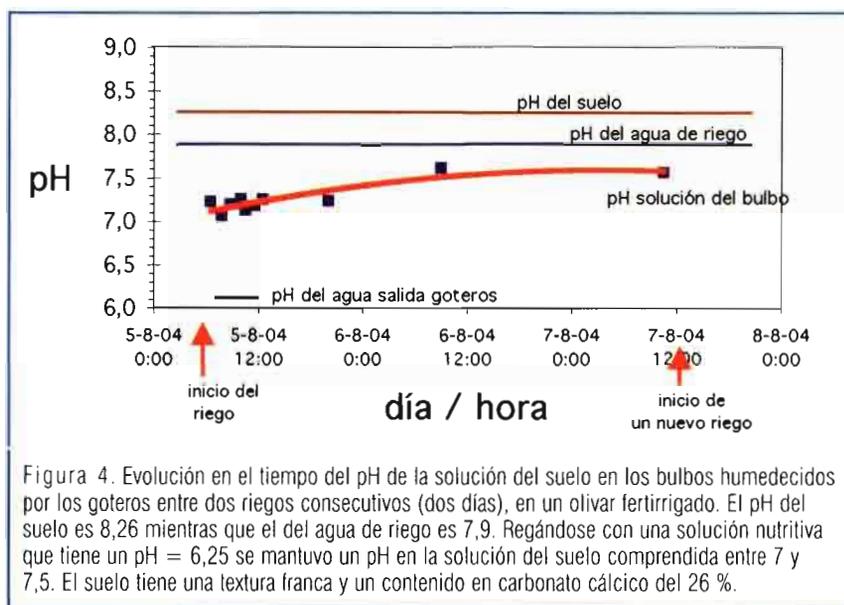
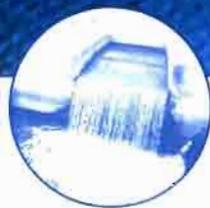


Figura 4. Evolución en el tiempo del pH de la solución del suelo en los bulbos humedecidos por los goteros entre dos riegos consecutivos (dos días), en un olivar fertirrigado. El pH del suelo es 8,26 mientras que el del agua de riego es 7,9. Regándose con una solución nutritiva que tiene un pH = 6,25 se mantuvo un pH en la solución del suelo comprendida entre 7 y 7,5. El suelo tiene una textura franca y un contenido en carbonato cálcico del 26 %.

ta: 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, basándonos igualmente en las orientaciones de algunos de los autores que han trabajado en este tema en olivar. Debemos tener en cuenta que se trata de una primera aproximación, que aparentemente puede mostrar cierta discordancia, en algunos aspectos, con relación a nuestras anteriores publicaciones. Debemos decir también que la aplicación de esta metodología de programación del abonado ha proporcionado resultados espectaculares en las fincas y comunidades de regantes en las que se ha aplicado, por lo que hemos creído que podría ser conveniente su publicación, en ausencia de otra información para olivar de riego.

mente el N, debido a su gran solubilidad. Ello sin duda mejorará 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 el N, desplazándolos fuera del alcance de las raíces. Teniendo en cuenta que normalmente se riega con soluciones nutritivas muy ácidas, la aportación continuada de este tipo de soluciones durante la totalidad del tiempo de riego permitirá mantener en el bulbo un pH más bajo (Figura 4), lo que probablemente aumentará la cantidad de nutrientes disponibles (P, K, Mg, Mn, Zn) y, por lo tanto, absorbidos por la planta; además de evitar la **obstrucción** de los goteros y la formación de **incrustaciones** en las tuberías. Por esta razón, desde el punto de vista de la nutrición del olivar la



aplicación de riegos de alta frecuencia nos parece fundamental.

Finalmente queremos decir que aunque en principio no parece tener demasiado interés en simultaneizar la fertirrigación con la **fertilización foliar**, la práctica del abonado foliar puede ser tenida en cuenta en muchas ocasiones en los programas de abonado en olivar de regadío, en especial para corregir problemas específicos, como puede ser el caso del **potasio** y muchos de los micronutrientes.

El **esquema a seguir en la programación de la fertirrigación** es el siguiente:

- 1.- Evaluar las aportaciones de fertilizantes en función de la capacidad productiva de la plantación.
- 2.- Estudiar los resultados de los análisis



Olivar tradicional adulto de regadío de la variedad 'Picual' en el que aporta suficiente cantidad de agua como para cubrir las máximas necesidades del cultivo

de suelo, especialmente los contenidos en:

- arcilla
- 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 solo 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 aspecto es especialmente importante en el caso de la programación del abonado **P** y **K**, y lo hemos tenido en cuenta a la hora de hacer las recomendaciones para el cálculo de las aportaciones a realizar en

Saleplas Filtrado @SF



Tecnología



Servicio

Calidad



Innovación



Saleplas
sistemas de riego irrigation systems

diseñamos soluciones

regadíos

olivares de riego de Andalucía. Este aspecto 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, ya que este análisis nos mostraría la proporción de nutriente disponible para la planta en función de la cantidad total aportada.

El **contenido en arcilla** del suelo tiene gran importancia a la hora de proyectar la instalación de riego localizado, fundamentalmente en lo que respecta a la determinación del número de emisores a instalar por olivo. Si la instalación está correctamente diseñada y aseguramos la ausencia de pérdidas de agua y nutrientes por lixiviación, en terrenos arcillosos podríamos incluso plantearnos una reducción de la cantidad de **N** a aplicar, dependiendo la cuantía de esta reducción del porcentaje de arcilla del suelo y del manejo que hagamos de nuestra instalación.

3.- Estudiar los resultados de los **análisis del agua de riego**, ya que esta 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 de cada uno de ellos. Los olivereros que riegan con aguas del río Guadalquivir y de pozos de los acuíferos carbonatados de la provincia de Jaén tienen asegurado un suficiente suministro de **Mg** sin necesidad de aportarlo como abonado.

4.- Conocer el **estado nutritivo** de la plantación (**análisis foliar**), con la finali-



Cabezal de filtrado en la CR de Relámpago en Torreperogil (Jaén) en el que se observa (color amarillo) la bomba de inyección de fertilizantes líquidos en la red de riegos

dad 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 Fertirrigación**). 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 que vamos a realizar. Como es natural, en otro tipo de suelos sí que habría 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. Procurar que el suministro de **N** se haga como nitrato amónico, el de **P** como ácido fosfórico, y de **K** como cloruro potásico (barato) o sulfato potásico (más caro pero con ausencia del ión Cl^-).

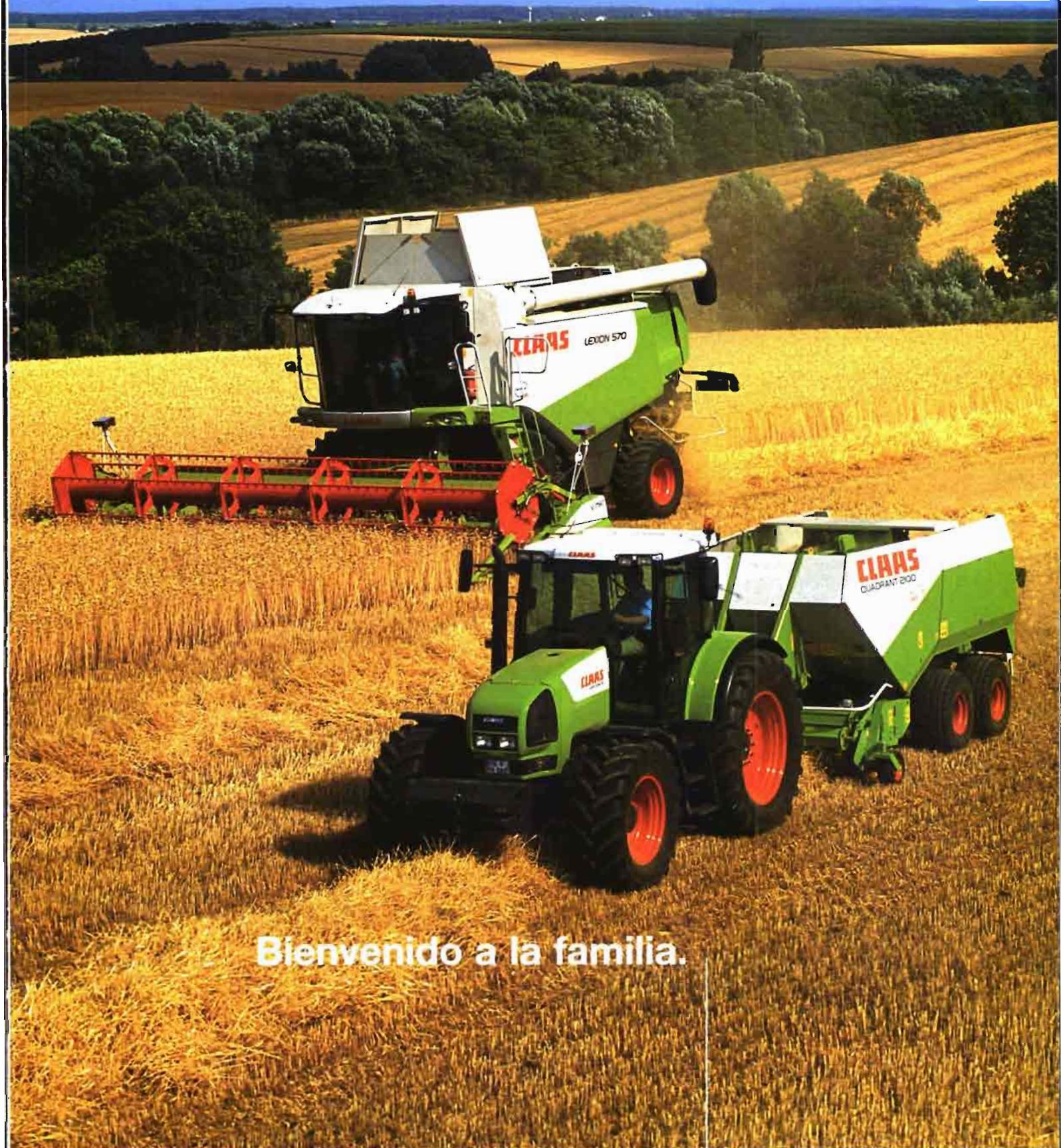
7.- Vigilar finalmente el **pH del agua a la salida de los goteros** con el fertilizante disuelto a la dosis adecuada, lo que permitirá evaluar la necesidad de adicionar algo de ácido nítrico para acondicionar el agua y evitar obturaciones.

Programa de fertirrigación para un olivar de marco tradicional

Vamos a programar la fertirrigación del olivar para el que hemos programado el riego, en el supuesto de que vamos a aportar anualmente 1.500 m³ de agua por hectárea al año propuestos por la C.H.G. Suponemos igualmente que el análisis foliar efectuado nos informa que el estado nutritivo de la plantación es correcto para todos los nutrientes. Se trata de un suelo con un 30 % de arcilla y un 35 % de carbonato cálcico, contenidos normales en olivares de las campiñas de la provincia de Jaén. La producción media del olivar es 80 kg/olivo. Para esta producción las

Tabla 4. Fraccionamiento mensual de las aportaciones anuales de nutrientes N, P, K en olivar.

| | MES | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | Mar | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct |
| N | 0 | 20 | 20 | 20 | 16 | 11 | 9 | 4 |
| P ₂ O ₅ | 0 | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,3 |
| K ₂ O | 0 | 8 | 8 | 12 | 18 | 18 | 18 | 18 |



Bienvenido a la familia.

Los nuevos tractores CLAAS

Potencia y diseño · Más de 100 modelos y versiones diferentes · De 70 a 250 CV
 Servicio Postventa exclusivo CLAAS · Financiación a bajo interés

Los nuevos tractores CLAAS ya están en nuestro mercado. Su extraordinaria variedad de modelos y su amplia gama de potencias le permitirán encontrar la máquina ideal para sus necesidades. Además, siempre encontrará el mejor respaldo en el Servicio

Postventa que nos distingue. Y no se preocupe más, contamos con sistemas propios de financiación muy atractivos.

Visite a su Distribuidor Oficial CLAAS y seguro que saldrá satisfecho. Por CLAAS, por compromiso.

CLAAS

regadíos

cantidades de fertilizantes a aportar anualmente junto con el agua de riego, teniendo en cuenta que el cultivo se desarrolla en un suelo calcáreo y arcilloso, serían las siguientes:

- 0,962 kg de N
- 0,444 kg de P₂O₅
- 1,480 kg de K₂O

hemos supuesto que regamos con agua del río Guadalquivir, que para la dosis anual de agua de riego nos aporta anualmente 126 g/olivo de N y 183 g/olivo de K₂O, cantidades a deducir de las aportaciones anteriormente señaladas, por lo que las cantidades a aportar con los fertilizantes serán:

- 0,836 kg de N
- 0,444 kg de P₂O₅
- 1,296 kg de K₂O

El fraccionamiento de las aportaciones no se realizarán de un modo homogéneo a lo largo de toda la campaña de riego, sino haciéndolo en función de los porcentajes mensuales que proponemos en la **tabla 4**.

En función de las cifras anteriores las aportaciones mensuales de N-P₂O₅-K₂O serían las que se muestran en la **tabla 5** en la que asimismo mostramos la fórmula mensual de equilibrio, tomando el K₂O como referencia (=1). Si deseamos emplear fertilizantes líquidos ácidos, estas fórmulas deben facilitarse al fabricante

para que las estudie y evalúe su coste, así como el pH de la formulación y la temperatura de cristalización, temperatura que debe estar de acuerdo con la época del año en la que se va a emplear, lo que evitará la formación de cristales en el tanque de almacenamiento del fertilizante. Por esta razón también debe especificarse la forma en la que queremos se formule el N (nitrato, amoniacal o ureico), lo que influye de forma decisiva en la temperatura de cristalización, en la asimilación por el cultivo y en el comportamiento del fertilizante en el suelo.

Los fertilizantes líquidos deben formularse a base de nitrato amónico, ácido fosfórico y cloruro potásico, más ácido nítrico para acondicionar el pH al valor deseado, de modo que la solución a la salida de goteros esté en el rango 6,2 – 6,5. A veces, y con la finalidad de reducir el riesgo de cristalizaciones, abaratar el precio de los fertilizantes líquidos y aumentar la concentración de las formulaciones (abaratar los costes de transporte) se emplea **urea** para suministrar parte del N, este fertilizante, por diversos motivos, no es el más recomendable en fertirrigación.



Depósitos de PE utilizados para almacenar fertilizantes líquidos para la fertirrigación del olivar. El depósito pequeño está destinado al almacenamiento de ácido nítrico, indispensable para el mantenimiento de un adecuado pH del agua a la salida de goteros

Si el agricultor desea fabricar las soluciones nutritivas en la propia explotación a partir de fertilizantes sólidos solubles, las cantidades de nitrato amónico, ácido fosfórico y cloruro potásico que habría que aportar mensualmente son las mostradas en la **tabla 6**.

Bibliografía

- Consejería de Agricultura y Pesca. 2003. El olivar andaluz. Servicio de Publicaciones y Divulgación. CAP. Junta de Andalucía.
- Pastor, M.; Castro, J.; Mariscal, M.J.; Vega, V.; Orgaz, F.; Fereres, E.; Hidalgo, J., 1999. Respuestas del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de agua de riego. Investigación Agraria: Producción Vegetal 14(3):393-404.
- Pastor, M.; Hidalgo, J., Orgaz, F., Moriana, A., Fereres, E., 2002. Riego de olivar: estudio de la respuesta a riegos por goteo deficitarios y obtención de la función de producción. Actas de I Jornadas Técnicas del Aceite de Oliva. Ed. Ministerio de Ciencia y Tecnología- INIA. Madrid , 53-61.
- Pastor, M. 2005. Cultivo del olivo con riego localizado. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca – Mundi Prensa (en prensa)

Tabla 5. Cantidades de N, P₂O₅ y K₂O a aportar mensualmente por olivo en fertirrigación. No olvidar que estas cantidades deben aportarse distribuidas en todos los riegos y durante la totalidad del tiempo de riego.

| | MES | | | | | | | |
|-------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Mar | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct |
| N | 0 | 167 | 167 | 167 | 134 | 92 | 75 | 33 |
| P ₂ O ₅ | 0 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| K ₂ O | 0 | 104 | 104 | 156 | 233 | 233 | 233 | 233 |
| Equilibrio | - | 1,6-0,6-1 | 1,6-0,6-1 | 1,1-0,4-1 | 0,6-0,3-1 | 0,4-0,3-1 | 0,3-0,3-1 | 0,1-0,3-1 |

Tabla 6. Cantidades nitrato amónico, ácido fosfórico y cloruro potásico a aportar mensualmente por olivo en fertirrigación.

| | MES | | | | | | | | TOTAL gr/olivo año |
|------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----------------------|
| | Mar | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct | |
| Nitrato amónico | 0 | 485 | 485 | 485 | 388 | 267 | 218 | 97 | 2.424 |
| Ácido fosfórico | 0 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 854 |
| Cloruro potásico | 0 | 173 | 173 | 259 | 389 | 389 | 389 | 389 | 2.161 |



FERIA INTERNACIONAL
Semana Verde
de Galicia



Del 15 al 19 de junio/05
la senda del éxito



Agricultura, ganadería,
maquinaria y equipamientos



FUNDACIÓN SEMANA VERDE DE GALICIA. 36540 SILLEDÁ. Pontevedra. Tel 986 377000
semanaverde@feiragalicia.com. www.feiragalicia.com



Silleda - Santiago