

Gestión sostenible de la fertilización del olivar

Importancia de realizar correctamente el muestreo de hoja para decidir la estrategia a seguir



Ricardo Fernández-Escobar.

Departamento de Agronomía. Unidad de Excelencia María de Maeztu (DAUCO).
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes. Universidad de Córdoba.

Un nutriente debe aplicarse únicamente cuando haya pruebas de que es necesario para asegurar un crecimiento y una producción normal y cuando se espere, en consecuencia, una respuesta económica al tratamiento. En este artículo se sientan las bases para la elaboración de un plan anual de abonado racional en el cultivo del olivo.

En un estudio reciente sobre el impacto ambiental asociado a las prácticas culturales en el olivar, los autores compararon diversos sistemas de cultivo: tradicionales, intensivos y en alta densidad o superintensivos y las prácticas de cultivo asociados con ellos (Romero-Gómez *et al.*, 2017). Como cabría esperar, el impacto ambiental difería según el sistema de cultivo, pero la fertilización resultó ser, con claridad, la práctica que más contribuye a dicho impacto con independencia del sistema de cultivo empleado. Los autores concluyen que la optimización de la fertilización debe ser prioritario para optimizar el cultivo del olivo desde un punto de vista ambiental y sostenible. Si bien este estudio resalta el efecto negativo de la fertilización en relación con las otras prácticas de cultivo, en estudios propiamente nutricionales ya se había puesto en evidencia que el uso incorrecto de fertilizantes tenía un efecto negativo, tanto en el medio ambiente como en el árbol y en la calidad de la cosecha (Fernández-Escobar, 2017).

Para una gestión sostenible de la fertilización hay que considerar algunas cuestiones. En primer lugar, es evidente que el olivo, como cualquier otra planta del planeta, requiere nutrientes para completar su ciclo vital. Se denominan elementos esenciales y son diecisiete, de los cuales tres de ellos: carbono, hidrógeno y oxígeno son elementos no minerales y entre los tres representan más del 90% del peso seco de un olivo. Es así porque son los constituyentes de los hidratos de carbono, que las plantas sintetizan al combinar el agua de lluvia o de riego con el CO₂ atmosférico y la luz, en un proceso denominado fotosíntesis.

Son entonces los catorce elementos restantes los que pueden ser objeto de la fertilización, y como se puede deducir, están presentes en las plantas en cantidades muy pequeñas. Pero si no se encuentran en niveles adecuados pueden provo-

car deficiencias nutritivas o excesos que, en ocasiones, pueden también interferir con la asimilación de otros nutrientes. Por esto es conveniente el diagnóstico del estado nutritivo de un olivar para determinar el plan anual de fertilización.

Las necesidades nutritivas de un olivar también se ven afectadas por el tipo de suelo, la edad de los árboles y sus características productivas, por lo que no se pueden dar recomendaciones generales sobre los fertilizantes a emplear, ni repetir el mismo programa de fertilización cada año, pues una vez corregido un problema no sería necesaria la aplicación del nutriente que lo hubiera provocado hasta no tener certeza de que vuelve a ser necesario. Esto resulta un punto crítico en la gestión de la fertilización del olivar pues, por lo general, no se hace un diagnóstico del estado nutritivo del olivar o, si se hace, se interpreta de forma incorrecta, lo que lleva a la reiteración del mismo programa de fertilización. Esta práctica está llevando a un uso incorrecto de la fertilización, aplicando más nutrientes de los necesarios para un crecimiento y una producción normal, o aplicando el necesario en cantidades inadecuadas.

Si a ello se une que el coste de la fertilización es relativamente bajo comparado con otras prácticas de cultivo, a veces se piensa que la aplicación de nutrientes es un seguro barato contra el riesgo económico que puede suponer la escasez de nutrientes en un momento determinado. Pero normalmente esa forma de actuar resulta en excesos y en un aumento de los costes de cultivo, lo que explica los resultados del trabajo citado anteriormente. Hay que considerar que cuando se aplica un fertilizante se espera que el aumento de la producción o de la calidad de la cosecha devuelva el dinero invertido más

La elección correcta de las hojas en el brote es fundamental para los resultados de los análisis de julio.



Ramo de olivo en el mes de julio

una cantidad adicional que hace la práctica rentable.

A todo esto hay que añadir que las plantas leñosas y perennes, como el olivo, poseen órganos de reserva de nutrientes y, además, los reutilizan con facilidad, por lo que las necesidades nutritivas de estas plantas suelen ser menores que las de las plantas herbáceas. Por ello, un nutriente debe aplicarse únicamente cuando haya pruebas de que es necesario para asegurar un crecimiento y una producción normal y cuando se espere, en consecuencia, una respuesta económica al tratamiento.

Cómo determinar las necesidades nutritivas del olivar

El método preciso y efectivo para determinar las necesidades nutritivas y, en definitiva, establecer el plan anual de fertiliza-

ción, es el análisis foliar. No obstante, sería aconsejable conocer la fertilidad del suelo, pues una deficiencia o un bloqueo de un nutriente en el suelo, como puede ser el del hierro en suelos calizos, puede sugerir que ese problema es crónico. Asimismo, las deficiencias nutritivas se expresan por una sintomatología típica de cada nutriente, pero suele ser difícil de interpretar o confundirse con otra parecida y, además, cuando aparece ya es tarde, pues el crecimiento y la producción ya se han afectado.

Hay que resaltar que el análisis foliar, que debe realizarse con hojas tomadas en el mes de julio, no solo permite conocer los nutrientes que deberían aplicarse, sino que lo hace con tiempo suficiente para poder corregir el problema. La cuestión es que detecta niveles bajos antes de que aparezcan síntomas y disminuya la producción. Por eso, sirve para establecer el plan de fertilización de la campaña siguiente.

El muestreo de hojas es crítico para que el análisis tenga validez. Por eso, hay que diferenciar parcelas diferentes en el olivar y en cada una tomar unas cien hojas de varios árboles, sin síntomas visibles, de ramos situados en el exterior del árbol. Deben ser las hojas de la parte central del crecimiento del año, evitando tomar hojas basales y, sobre todo, hojas de los extremos aún sin desarrollar por completo.

La **foto 1** representa un ramo en el mes de julio. La mitad inferior, que contiene frutos, corresponde al crecimiento del año anterior, por lo que no hay que tomar hojas de esa parte. La mitad superior corresponde al crecimiento del año, no tiene frutos y en la axila de las hojas se pueden apreciar las yemas. Es en esta parte donde hay que tomar las hojas, concretamente la que indican las flechas en la foto. En algunos años este crecimiento es

CUADRO I

INTERPRETACIÓN DE LOS NIVELES DE NUTRIENTES EN HOJAS DE OLIVO RECOGIDAS EN JULIO, EXPRESADOS EN MATERIA SECA.

Elemento	Deficiente	Adecuado	Tóxico
Nitrógeno, N (%)	1,4 (1,2)	1,5-2,0 (1,3-1,7)	(>1,7)
Fósforo, P (%)	0,05	0,1-0,3	-
Potasio, K (%)	0,4	>0,8	-
Calcio, Ca (%)	0,3	>1	-
Magnesio, Mg (%)	0,08	>0,1	-
Manganeso, Mn (ppm)	-	>20	-
Cinc, Zn (ppm)	-	>10	-
Cobre, Cu (ppm)	-	>4	-
Boro, B (ppm)	14	19-150	185
Sodio, Na (%)	-	-	>0,2
Cloro, Cl (%)	-	-	>0,5

Elaborado a partir de datos recopilados en Chapman (1966), Childers (1966) y Beutel et al. (1983). Para el N, se incluyen entre paréntesis los niveles propuestos por Molina-Soria y Fernández-Escobar (2012), que incluyen un nivel de toxicidad a partir del cual se han observado efectos negativos en el árbol y en la cosecha. En el caso del P, niveles de 0,07% a 0,09% son frecuentes en el olivar, sin que haya respuesta al abonado con fósforo.

muy pequeño, por lo que hay que poner atención para no mezclar hojas del año anterior, lo que invalidaría el análisis y se obtendrían interpretaciones erróneas. Las hojas correspondientes a cada parcela deben identificarse e introducirse en una bolsa de papel y ésta inmediatamente en una nevera portátil hasta que se lleven al laboratorio para su análisis.

Cómo establecer el plan anual de fertilización

Como ya se ha comentado, los resultados del análisis de julio sirven para establecer el plan de fertilización para la siguiente campaña. Para ello, hay que contrastar los resultados con los datos que aparecen en el **cuadro I**. El objetivo es que todos los elementos se encuentren dentro del intervalo denominado adecuado y solo aportar aquellos que salgan de ese intervalo, evitando que lleguen al valor de deficiente. Entre ambos valores se interpreta que el elemento está bajo y es el momento de decidir su aportación. Hay que considerar que un elemento puede estar bajo, sin afectar al crecimiento ni a la producción, durante más de un año, lo que permite tomar decisiones con tiempo suficiente. Si



Para realizar el análisis de hoja, hay que diferenciar parcelas diferentes en el olivar y en cada una tomar unas cien hojas de varios árboles, sin síntomas visibles, de ramos situados en el exterior del árbol. En esa parte, se cogen de la parte central del crecimiento del año, evitando tomar hojas basales y, sobre todo, hojas de los extremos aún sin desarrollar por completo.

todos los elementos se encuentran en el intervalo adecuado, no sería necesaria la aportación de ningún nutriente en la siguiente campaña.

En ocasiones, un elemento puede estar bajo o deficiente por la acción de otro, ya sea porque está más bajo o defi-

ciente o porque está en exceso. En estos casos bastaría con la aportación del más bajo o deficiente y, por supuesto, con la supresión del que está en exceso, para que el elemento en cuestión vuelva a la adecuación. Si en el próximo análisis persistiera en su nivel bajo, convendría entonces realizar una aportación.

En qué época hay que aplicar un nutriente

En las plantas leñosas y perennes como el olivo, hay que considerar que la absorción de un nutriente y su uso por la planta no suelen ser procesos simultáneos, sino que ésta moviliza los nutrientes cuando los necesite haciendo uso de las reservas. Por consiguiente, lo que se intenta con la fertilización es aumentar el contenido del nutriente en la planta para que ésta lo tenga disponible en el momento que lo necesite. El objetivo es aumentar la eficiencia de la absorción del nutriente combinando la cantidad aplicada, la forma de aplicación, el número de aplicaciones y la época. A continuación se comentan estos aspectos para los nutrientes principales.

Corrección de los problemas nutritivos del olivar

Las exportaciones de nutrientes debidas a la cosecha y a la poda varían entre los 45 y 60 kg por hectárea y año de nitrógeno, potasio o calcio, y entre los 7 y 0,05 kg por hectárea y año en el resto de los nutrientes. Son cantidades muy bajas, lo que justifica que las necesidades nutritivas del olivo sean menores que en otras especies.

Los problemas nutritivos encontrados en el olivar están determinados principalmente por los excesos de nitrógeno y las deficiencias de potasio, particularmente en el secano. En suelos calizos se han encontrado deficiencias de hierro muy localizadas, así como deficiencias de cal-



Foto 2. Síntomas de deficiencia en potasio caracterizados por la presencia de hojas puntisecas que terminan cayendo, quedando las ramitas defoliadas.

cio en suelos ácidos. Puntualmente, es posible que existan otros problemas, pero muy localizados.

Nitrógeno

Este elemento suele formar parte de la mayoría de los programas de fertilización, aun cuando los niveles en hoja se encuentran adecuados. Es así por la creencia de que un abonado anual de mantenimiento es necesario debido a que el nitrógeno se pierde con facilidad por lavado, volatilización o desnitrificación. Sin embargo, estudios realizados en distintas condiciones de cultivo han evidenciado la ineffectividad de esa práctica para el mantenimiento del nivel productivo, pero puede provocar numerosos efectos negativos como contaminación del suelo y las aguas, susceptibilidad a repilo y *Verticillium*, y reducir la calidad del aceite, entre otros.

No se suele tener en cuenta que hay un aporte natural de nitrógeno en un olivar debido a muchos factores, entre ellos la mineralización de la materia orgánica y el aporte por el agua de lluvia y de riego, en su caso. Estudios realizados en diferentes condiciones durante varios años (Fer-

nández-Escobar *et al.*, 2012), han puesto de manifiesto que esos aportes de nitrógeno en el olivar suelen ser mayores que las extracciones por la cosecha y la poda, que son bajas, como se ha indicado anteriormente. Por eso, no es necesario el abonado anual con nitrógeno, que debe aportarse solo cuando el análisis foliar así lo indique.

En el caso de ser necesaria la aportación de nitrógeno en una campaña determinada, es recomendable aplicar en un olivar adulto 0,5 kg N/árbol, sin superar los 100 kg/ha. El próximo análisis foliar indicará si es necesario aumentar o no esa cantidad. El nitrógeno puede aplicarse tanto al suelo como en pulverización foliar, pero, en cualquier caso, es necesario fraccionar la aplicación y no realizarla cuando el árbol esté en reposo invernal.

Potasio

El potasio es el elemento más abundante en el fruto, por lo que es extraído en mayores cantidades por la cosecha. Niveles bajos o deficientes de potasio son frecuentes en olivares establecidos en suelos calizos y en secano, y se agravan en

años secos. También pueden aparecer esos niveles en suelos con bajo contenido en arcilla, por la menor disponibilidad de este elemento. Todo esto hace que el potasio sea el problema nutricional más importante en el olivar.

La **foto 2** muestra los síntomas típicos de la deficiencia en potasio. Las deficiencias de potasio son difíciles de corregir, pues el elemento se absorbe en menores cantidades en árboles deficientes. Por ello hay que aplicar potasio cuando el análisis foliar muestre que ha salido del intervalo adecuado, sin esperar a que se acerque a las condiciones de deficiencia. Aplicaciones al suelo de 1 kg K/árbol, siempre que la humedad del suelo no sea limitante,

pueden ser adecuadas para corregir el problema, pero hay que tener en cuenta que el potasio hay que incorporarlo al suelo, pues su movilidad es baja. En condiciones de secano o cuando el suelo sea rico en potasio, pero el árbol no lo pueda absorber, dos a cuatro aplicaciones foliares al 1-2% de potasio han dado resultados satisfactorios, pero suele ser necesario repetir en varias campañas hasta alcanzar el nivel adecuado en hojas. Es conveniente realizar estas aplicaciones en primavera, pues las hojas jóvenes absorben mejor el potasio que las maduras. Cualquier fertilizante potásico es adecuado, pero ya conocemos que el ión cloruro no resulta tóxico para el olivo, por lo que puede utilizarse el cloruro potásico sin problema, con la ventaja de ser muy soluble y rico en potasio.

Fósforo

Es muy raro que un olivar necesite ser fertilizado con fósforo. Las extracciones por la cosecha y la poda son muy bajas, menos de 7 kg/ha y año, y el árbol lo recicla con mucha facilidad. Concentraciones en hoja

de 0,07 a 0,09%, por debajo del nivel adecuado establecido en el **cuadro I** son normales en muchos olivares sin que se obtenga respuesta al abonado con fósforo. Pero es normal que éste forme parte del programa de fertilización del olivar, pues muchos agricultores emplean complejos N-P-K. El problema no solo es que se puedan provocar excesos de este elemento, que se ha comprobado que inducen deficiencias de cinc, sino que las reservas mineras de fosfatos son limitadas y los estudios indican que, si se sigue utilizando como hasta ahora, podrían agotarse en este siglo (Cordell *et al.*, 2009). Por ello es necesario un uso responsable de los fertilizantes fosforados en el olivar y también en otras especies frutales.

Calcio

La mayoría del olivar mediterráneo está establecido sobre suelos alcalinos de origen calcáreo, donde la disponibilidad de calcio es alta. En estas condiciones, un exceso de calcio puede inducir deficiencias de potasio y de magnesio, pues estos elementos compiten en el suelo. El problema se puede presentar en suelos ácidos, donde es conveniente realizar una enmienda caliza a base de carbonato cálcico o de óxido de calcio para neutralizar la acidez. La cantidad a aplicar depende de la textura y del pH, por lo que hay que calcularla en función del análisis del suelo. Si la deficiencia de calcio no está asociada al suelo, la aplicación foliar de cloruro cálcico a 2,5 g/l puede aliviar el problema.

Hierro

La deficiencia de hierro, conocida como clorosis férrica, suele afectar a olivares establecidos sobre suelos muy calizos y con alto pH, condiciones que bloquean su



Foto 3. Síntomas de clorosis férrica en hojas de olivo.

absorción aun estando en cantidades suficientes en el suelo. Los síntomas aparecen en hojas jóvenes, que muestran una clorosis general, pero manteniendo las venas verdes (**foto 3**). Es el único medio de diagnóstico, pues el análisis foliar no sirve en este caso, ya que el hierro se acumula en hojas aun en situaciones de deficiencia.

La deficiencia de hierro es difícil de corregir. Las aplicaciones foliares de productos ricos en hierro no logran corregir el problema. Las aplicaciones repetidas de quelatos de hierro al suelo pueden aliviar el problema y las inyecciones al tronco de compuestos que contienen hierro, en particular el sulfato ferroso, han dado muy buenos resultados con efectos que pueden durar varios años. En plantaciones nuevas la mejor solución es la elección de variedades tolerantes a la clorosis férrica.

Otros nutrientes

El resto de los nutrientes esenciales no suelen presentar ningún problema en el olivar, salvo algún caso puntual. En suelos ácidos podría presentarse algún problema de magnesio, que se corregiría con la apli-

cación de carbonato magnésico para neutralizar la acidez, como en el caso del calcio. A veces podrían aparecer deficiencias de magnesio inducidas por altas concentraciones de calcio, potasio y amonio en el suelo. Cuando la relación K/Mg > 1 pueden aparecer esos problemas. En caso de deficiencia de boro podría aplicarse entre 25-40 gramos por árbol al suelo, pero en suelos calizos con pH > 8 es preferible la aplicación foliar de 0,1% de boro antes de la floración. Respecto al manganeso, cinc y cobre poco se conoce en el olivo, pues suelen encontrarse en sus niveles adecuados en hoja. El cobre incluso puede encontrarse en niveles altos pues se utiliza como fungicida. ■

BIBLIOGRAFÍA

Cordell, D., Drangert, J.O., White, S. 2009. The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environmental Change* 19: 292-305.

Fernández-Escobar, R., García-Novelo, J.M., Molina-Soria, C., Parra, M.A. 2012. An approach to nitrogen balance in olive orchards. *Scientia Horticulturae* 135: 219-226

Fernández-Escobar, R. 2017. Fertilización. En: D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo (Eds.), *El Cultivo del Olivo*, 7ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 944 pp.

Romero-Gómez, M., Castro-Rodríguez, J., Suárez-Rey, E. 2017. Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective. *Journal of Cleaner Production* 149: 25-37