

Estrategia para una correcta fertilización del olivar

Una práctica compleja en la que se ven implicados múltiples factores

La fertilización es una práctica de cultivo importante en la sostenibilidad de las producciones pudiendo asimismo afectar a la calidad del aceite, además de influir en la resistencia del olivo a plagas y enfermedades, a la incidencia de las heladas, etc. Por otra parte, repercute directamente en los costes de cultivo y si no se realiza de manera adecuada, puede llegar a convertirse en un potencial agente contaminante. Aunque en el presente artículo nos vamos a centrar en la aplicación de fertilizantes vía foliar, no queremos dejar pasar algunas consideraciones generales de la fertilización en olivar.

J.C. Hidalgo, A. Leyva, J. Hidalgo,
D. Pérez y V. Vega.

IFAPA Alameda del Obispo.

La planificación de la fertilización del olivar ha evolucionado en los últimos años, especialmente desde la puesta en riego de los olivares. Así, la propuesta de abonado habitual de la segunda mitad del siglo XX consistía básicamente en aportes fijos de abono al suelo, con calendarios fijos y carentes de criterios técnicos en la mayoría de las ocasiones. Esta situación ha ido cambiando hacia aplicaciones, tanto al suelo como por vía foliar, que consiguen mejorar la eficiencia en el uso de los fertilizantes.

La puesta en riego trajo asociada nuevos sistemas de aplicación de fertilizantes líquidos a través de la instalación de riego (fertirrigación), lo cual ha supuesto una mejora en la respuesta a la fertilización, fundamentalmente por la mayor eficacia en el aprovechamiento del abono por parte del árbol.

No obstante, conviene recordar que se trata de una práctica compleja en la que se ven implicados múltiples factores. Si no se realiza correctamente se pueden producir aportaciones excesivas de algunos elementos, como el nitrógeno, o bien que no se lleguen cubrir las necesidades del cultivo, como en el caso del potasio.

Una fertilización racional debe optimizar la aplicación de fertilizantes evitando en lo posible los efectos adversos provoca-



dos por un exceso de abonado, teniendo siempre en consideración aspectos tan importantes como la capacidad productiva de la plantación, la cuantía y distribución de la pluviometría, la fertilidad del suelo y el estado nutritivo de los olivos, determinantes a la hora de encontrar respuesta productiva.

La capacidad productiva de la plantación es un factor decisivo a la hora de encontrar respuesta al abonado. En olivares con baja productividad las necesidades nutritivas pueden estar cubiertas, totalmente o en un elevado porcentaje de las mismas, por la mineralización de la materia orgánica del suelo, por las aportaciones de nutrientes contenidos en el agua de lluvia y/o de riego y por la riqueza en elementos nutritivos presentes en el complejo de cambio del suelo. Sin embargo, en olivares con alta capacidad productiva, normalmente asociados a plantaciones en regadío, las necesidades nutritivas pueden superar notablemente la capacidad de abastecimiento del árbol por estos medios, y por tanto, comprometer a corto-medio plazo la sostenibilidad de dichos niveles productivos.

Olivar de secano

En olivar de secano la práctica de la fertilización está muy condicionada por la pluviometría. Para que se disuelvan los fertilizantes sólidos aplicados al suelo y conseguir una aceptable eficacia en el uso de dichos abonos es necesaria el agua de lluvia. La eficiencia en el uso del fertilizante en este tipo de aplicación es bastante limitada y en general, las respuestas productivas al abonado al suelo suelen producirse a medio o largo plazo.

La aplicación de fertilizantes líquidos en línea localizados bajo la superficie del suelo es una práctica cada vez más utilizada por los olivareros que reduce esta dependencia de la lluvia minimizando las pérdidas por volatilización (N) y permitien-



Es importante ajustar las aplicaciones de modo que una mínima cantidad de caldo vaya a parar al suelo.

do la aplicación de formulaciones que mejoran la disponibilidad de otros nutrientes (soluciones muy ácidas p.e.).

A pesar de que las plantas absorben la mayor parte de los nutrientes que precisan (N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Cl, B, Mn, Zn, Cu, Fe, Mo) por vía radicular, la mayoría de los órganos son capaces de absorber nutrientes en forma iónica de las soluciones aplicadas. En general la capacidad de absorción de nutrientes a través de las hojas es relativamente baja en algunos casos, por ello la práctica de la fertilización foliar en la gran mayoría de los cultivos leñosos suele emplearse como complemento y no como sustitución de la fertilización vía suelo. No obstante, existen evidencias experimentales en olivares con condiciones adversas (años secos, suelos muy calizos, etc.) donde el abonado foliar puede ser un sistema muy eficaz para el suministro de nutrientes a la planta en plantaciones de secano (Ferreira y col., 1978; Navarro, 2003).

Los olivares de regadío suelen incrementar notablemente sus producciones respecto a los olivares de secano, gracias a la aportación de agua. La fertilización en este tipo de olivares es fundamental si se quieren mantener unas producciones ele-

vadas a lo largo del tiempo a la vez que se atenúa la alternancia o vecería de las mismas. La vía normal de aplicación de fertilizantes en riego es mediante fertirrigación. En anteriores artículos (ver **Vida Rural** nº 426) se ha desarrollado un método de programación de la fertirrigación para el olivar, que pueden encontrar en el apartado olivar y aceite de la web www.servifapa.es. En olivar de riego la práctica de la fertilización foliar puede representar un complemento a las aplicaciones de abonos que de forma programada se realizan junto con el agua de riego, o bien para corregir puntualmente deficiencias detectadas en algún elemento.

Ventajas e inconvenientes de la fertilización foliar

Entre las ventajas que presenta la aplicación foliar de fertilizantes cabe destacar su utilidad cuando hay elementos que pueden ser inmovilizados o bloqueados por el suelo y por tanto no quedan disponibles para el olivo, como puede suceder con el hierro y el potasio en suelos muy calizos. Así mismo, resulta de gran utilidad cuando se detectan deficiencias nutricionales que

precisan una corrección rápida. También se demuestra su utilidad en situaciones donde la planta no dispone de suficientes nutrientes en momentos críticos de su ciclo vegetativo, debido a que la actividad de la raíz se ve afectada por factores adversos (baja temperatura del suelo, pobre aireación, encharcamiento, patógenos del suelo, etc.).

Dentro de los inconvenientes, las condiciones climatológicas posteriores al tratamiento juegan un papel importante, ya que, si se producen lluvias inmediatamente después de la realización del tratamiento, se podría producir un lavado total o parcial del fertilizante aplicado. Además existe el riesgo de causar fitotoxicidad en hojas cuando no se emplean las concentraciones adecuadas.

Por otra parte, cabe destacar que la absorción a través de la hoja de olivo de algunos nutrientes es baja, lo que puede resolverse en algunos casos con la adición de ciertos aditivos o coadyuvantes (surfactantes, reguladores de pH, penetrantes, humectantes, etc.) o empleando determinados productos comerciales de más fácil absorción foliar.

Por último, la correcta calibración de la maquinaria es fundamental para una buena distribución del caldo en la copa de los árboles, asegurándonos una mayor superficie para la absorción y una concentración de fertilizantes adecuada, evitando problemas de quemaduras de hojas, fitotoxicidad, etc. Con ello se mejora notablemente la eficiencia de la aplicación.

Absorción de nutrientes a través de la hoja de olivo

No todos los nutrientes son bien absorbidos por las hojas de olivo, el **cuadro I** establece una serie de rangos de absorción foliar.

De los tres macronutrientes más importantes desde el punto de vista de la nutrición del olivar, el N y el K son muy



Se ha constatado que las hojas nuevas tienen una tasa de absorción superior a la de las hojas viejas.

bien absorbidos foliarmente, y el P tiene una absorción muy aceptable. También conviene tener en cuenta la alta o muy alta absorción de Na y Cl, lo que debe suponer una llamada de atención a la hora de seleccionar el agua a utilizar en las aplicaciones foliares. Por el contrario, la tasa de absorción foliar de Ca y Fe es muy baja, especialmente en el caso del hierro, por lo que, para corregir las deficiencias nutritivas, se aconseja aplicarlo preferentemente mediante aportaciones al suelo o a través de la fertirrigación. Por su parte, elementos como el Mg, Zn, Mn, B, Cu y Mo presentan una absorción media o escasa.

CUADRO I

ABSORCIÓN DE LOS NUTRIENTES A TRAVÉS DE LA HOJA DE OLIVO.

Absorción foliar	Elemento nutritivo
Muy alta	N - K - Na
Alta	P - Cl - S
Media / escasa	Mg - Zn - Cu - Mn - Mo - B
Muy escasa	Ca - Fe

El tipo de disolución utilizada y las condiciones ambientales juegan un papel decisivo en la eficiencia de la fertilización foliar, junto al empleo de surfactantes (mojantes) y la edad de la hoja. En este sentido, se ha constatado que las hojas nuevas tienen una tasa de absorción superior a la de las hojas viejas, sobre todo para algunos elementos en los que se encuentra el potasio. Por su parte, la reducción de la tensión superficial de las gotas de agua provocada por los surfactantes aumenta la superficie mojada, y por tanto, para un mismo volumen de caldo utilizado, la superficie de hoja mojada es mayor. Este hecho favorece una mayor asimilación por vía foliar. Asimismo, la composición química del surfactante condiciona la absorción de los nutrientes por la hoja.

Las aplicaciones en momentos de alta humedad ambiental, o incluso nocturnas, pueden mejorar la absorción de nutrientes al mantener durante mayor tiempo la superficie de la hoja mojada. Si las aplica-

ciones se realizan con temperaturas altas y baja humedad relativa, el riesgo de pérdidas por evaporación aumenta considerablemente.

También se ha comprobado que se obtiene un mejor resultado en el estado nutritivo de las plantas, cuando se reducen las concentraciones de fertilizantes en el caldo de tratamiento y se aumenta el número de aplicaciones al año.

Finalmente, el estado hídrico y nutricional (Fernández Escobar y col. 2003) de la planta condiciona la absorción de los nutrientes por la hoja, habiéndose comprobado que éstos son peor absorbidos cuando las plantas están sometidas a estrés hídrico y mantienen un nivel bajo o deficiente de K.

A continuación se recogen los tratamientos, productos y dosis recomendados para su utilización en aplicaciones foliares en olivar (**cuadro II**).

Fertilización nitrogenada

El nitrógeno (N) es un elemento esencial en la fertilización del olivar, que induce una rápida reacción del árbol, acelerando la actividad vegetativa y el desarrollo de la planta, y que en multitud de situaciones agronómicas proporciona aumentos de producción y una interesante rentabilidad del gasto realizado. De igual modo, cuando un árbol se encuentra bien nutrido en nitrógeno puede ser normal una falta de respuesta al abonado nitrogenado realizado.

Existe un buen número de trabajos que desde hace muchos años han puesto de manifiesto la gran respuesta que tiene el olivo a la aplicación de este nutriente por vía foliar. Cabe recordar los primeros trabajos realizados en la estación experimental de olivicultura en Jaén por José Ferreira a finales de los años 70, donde la aportación foliar de urea al 2-3% proporcionó muy buenos resultados en la nutrición de olivos que no eran abonados en el suelo con nitrógeno, obteniéndose aumentos de pro-

CUADRO II

PRODUCTOS Y DOSIS RECOMENDADOS PARA SU APLICACIÓN POR VÍA FOLIAR EN OLIVAR.

Nutriente	Abono foliar	Concentración en caldo de tratamiento (%)
N	Urea	2 - 3%
P	Fosfato monoamónico	2%
	Fosfato monopotásico	2%
K	Nitrato potásico	2,5%
	Sulfato potásico	2,5%
	Cloruro potásico	2%
	Carbonato potásico	0,5 - 1%
Mg	Sulfato de magnesio	0,5 - 0,7%

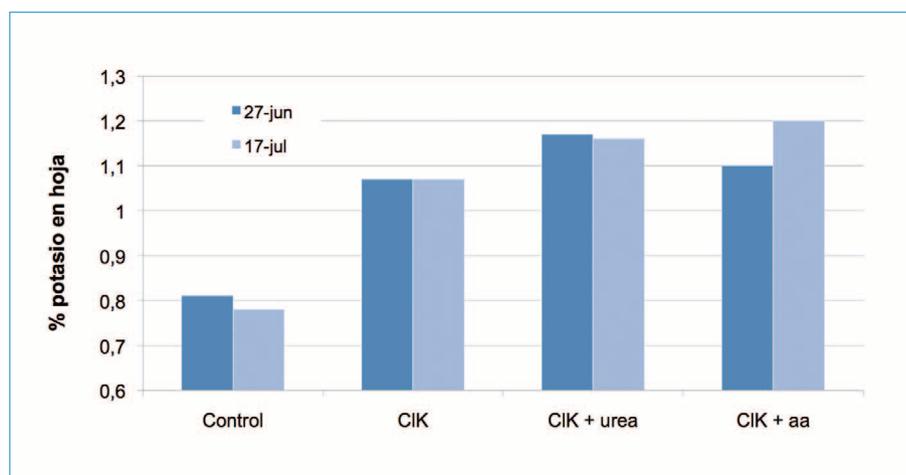
ducción en los árboles tratados foliamente entre el 15 y el 20% (Ferreira y col, 1978). Esta mayor producción es debida a un mayor índice de cuajado de frutos y a la reducción de la caída de aceitunas después del cuajado (Cimato y col., 1990), al reducirse la competencia entre frutos por este elemento.

Asimismo, (Pastor y col, 2000), constataron un efecto sinérgico de la urea sobre la absorción foliar de otros nutrientes como el potasio, bastando en este caso con emplear concentraciones de urea mucho más bajas (un 1% puede ser suficiente). El

empleo de otras fuentes de nitrógeno no consiguió mejorar los resultados obtenidos con la urea (**figura 1**).

Por otra parte, podemos encontrarnos con olivares cuyo estado nutritivo no alcanza el nivel considerado como adecuado (contenido de nitrógeno en hoja inferior al 1,5% sobre materia seca en el muestreo en julio). En estos casos, además de una dosis de mantenimiento deberían aportarse cantidades algo superiores a las referidas hasta corregir las deficiencias nutritivas y, para ello, las aplicaciones nitrogenadas foliares son de gran utilidad.

FIG. 1 Resultados obtenidos en un experimento realizado en Córdoba con olivos de riego de la variedad Picual, a los que se aplicaron foliamente diferentes tratamientos de abonado potásico: control sin K, ClK (2%), ClK (2%) + urea (1%) y ClK + aminoácidos. Se realizaron dos aplicaciones (abril y principio de junio), tomándose muestras de hoja el 27 de junio y 17 julio.



Fertilización fosfórica

La deficiencia o carencia de fósforo es menos frecuente en las zonas olivereras tradicionales. Sin embargo, en Andalucía puede observarse en ocasiones bajos contenidos de fósforo en hoja, principalmente en suelos ácidos, deficiencias que pueden ser debidas a bajos contenidos de fósforo asimilable en el suelo. También se han encontrado niveles bajos de fósforo en olivares que vegetan en suelos calizos con niveles bajos de P asimilable, por lo que árboles muy productivos pueden acabar mostrando niveles bajos de este elemento en hoja cuando se realiza el análisis foliar, produciéndose finalmente intensas defoliaciones que empiezan a manifestarse en las ramas más viejas y en las zonas de las fincas en las que el suelo es de peor calidad (más calizo, menos profundo).

La manifestación de esta sintomatología es especialmente preocupante en los años secos, afectando incluso a los olivares de regadío, lo que hace que sea recomendable la adopción de medidas correctoras. Cuando se han observado niveles bajos de fósforo en hoja, es normal que simultáneamente se observen niveles relativamente bajos de nitrógeno.

La fertilización fosfórica se debería realizar cuando los análisis foliares ($P < 0,1\%$ sobre materia seca en muestreo en julio) y de suelo así lo aconsejen. La corrección a corto plazo de las deficiencias de P podría realizarse mediante aplicaciones foliares de fosfato monoamónico o fosfato monopotásico (2%), teniendo la precaución de no mezclarlo con el cobre (formación de precipitados).

En olivares de secano situados en terrenos calizos las aplicaciones convencionales de fósforo al suelo suelen ser poco eficaces, siendo su rentabilidad normalmente baja, y solo a largo plazo se obtienen resultados apreciables (Ferreira y col., 1986), por lo que si no se cuenta con fertirrigación, las aplicaciones foliares se ha-



cen necesarias para mantener adecuados los niveles de fósforo en hoja.

Fertilización potásica

Tradicionalmente se ha recomendado que la fertilización potásica se realice solamente cuando el resultado del análisis foliar muestra unos contenidos en potasio en hoja inferiores al valor umbral $0,8\%$ sobre materia seca en muestreo realizado en el mes de julio, fundamentalmente en olivares de secano (Navarro, 2003). No obstante, en un trabajo realizado durante ocho años en Córdoba en un olivar de regadío (deficitario) muy productivo (Pastor y col., 2000), obtuvieron un aumento de producción superior al 20% en respuesta al abonado foliar con K realizado (**figura 2**).

Además se observó que con relación al control no tratado, los árboles abonados mantuvieron un mejor estado nutritivo en este elemento, superior al referido nivel umbral. Por tanto, es fundamental mante-

ner niveles de potasio en hoja más bien altos ($K > 0,8\%$), ya que la recuperación de los estados de deficiencia severa es difícil, especialmente cuando se producen años secos, o en suelos en los que el contenido de potasio asimilable es bajo, el contenido en carbonato cálcico es alto (complejo de cambio saturado de calcio) y/o el contenido en arcilla es muy alto, en los que existe un alto potencial de adsorción, por lo que existe una escasa cantidad de potasio disponible para ser absorbido por la planta.

Es especialmente importante prestar atención a los años de grandes cosechas, en los que se producen altas extracciones, por lo que en estos casos podría ser muy recomendable realizar un abonado potásico que permita mantener altos los niveles en hoja, lo que reducirá los riesgos de deficiencias.

En definitiva, las aplicaciones foliares pueden ayudar a corregir las carencias de potasio en suelos calizos y arcillosos (tanto en riego como en secano), y contribu-

yen a aportar a la planta una parte importante de las necesidades. Dichas aplicaciones foliares suelen realizarse con nitrato potásico, cloruro potásico o sulfato potásico a concentraciones de 1,5 a 2,5% p/v aplicadas en primavera, verano y otoño aprovechando los tratamientos fitosanitarios (repilo y prais).

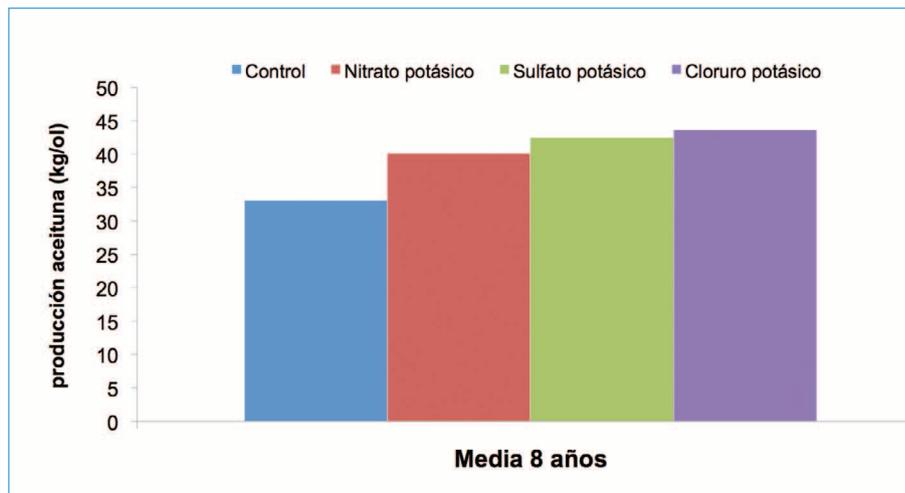
Fertilización con otros elementos

Una vez analizados los tres macronutrientes básicos en la fertilización (N-P-K), existe una serie de elementos a los que normalmente se les atribuye una menor importancia que a los anteriores a la hora de programar la fertilización, pero que en ocasiones, debido a su deficiencia encubierta, pueden plantear problemas desde el punto de vista de la nutrición. Así, pueden ser causantes de la falta de respuesta a la aplicación de otros fertilizantes. Es el caso de el boro, el hierro, el zinc, el magnesio y el manganeso.

En prospecciones realizadas en Andalucía en olivares cultivados en suelos calizos, normalmente no se han observado deficiencias en dichos elementos, entre otras razones porque muchos oliveros los aportan en los tratamientos foliares, en los que emplean diversas formulaciones multielementos. Además el agua que se aporta en olivares de regadío suele contener, muchas veces, en cantidades suficientes como para cubrir todas las necesidades del cultivo de algunos de estos elementos, como es el caso del magnesio, calcio o boro.

A la hora de programar la aplicación de todos estos elementos en un programa de fertilización, como primera aproximación es importante atenerse a los resultados de los análisis foliares, tomando en general la decisión de aportarlos cuando el nivel de nutrientes en hoja esté por debajo del adecuado, salvo en el caso del hierro. También hay que considerar el tipo de suelo en el que vegetan los olivos. Si se trata de un

FIG. 2 Media productiva de un ensayo de fertilización foliar con K en el que se emplearon tres fertilizantes potásicos diferentes, aportándose en todos los casos 350 g K₂O por olivo y año, fraccionándose la cantidad total en 3 ó 4 aplicaciones. Los resultados muestran una respuesta muy rentable a la aplicación de los diferentes fertilizantes



suelo ácido, hay que tener especial atención, ya que es común encontrar deficiencia en calcio que ha de ser corregida.

Boro

Se trata de un elemento esencial para la planta pero puede resultar tóxico en cantidades relativamente pequeñas, por lo que conviene tener cuidado a la hora de realizar las aplicaciones. Es un elemento inmóvil en la planta, siendo la época de floración cuando la planta tiene unas necesidades máximas de boro, y su deficiencia se manifiesta en corrimiento de flores que se traduce en una excesiva producción de zofairones (frutos pequeñitos y redondos, sin apenas valor comercial).

La corrección de la carencia de boro puede realizarse con aplicaciones foliares unos 30 días antes de la floración o al inicio de la brotación, a base de soluciones de una formulación comercial de borato sódico (20,8% B) al 0,5%.

En Andalucía la deficiencia de este elemento no es muy común en los olivares de regadío que vegetan en suelos calizos de campiñas, ya que en la mayoría de los

casos contienen B en cantidades suficientes. Adicionalmente, en olivares de regadío, el agua aplicada lo contiene en cantidades que aseguran la nutrición en este elemento. En los suelos ácidos y/o los muy arenosos y pobres, sí que pueden presentarse con más frecuencia deficiencias en boro, lo que en gran medida puede limitar la producción del olivar. Los olivares de la margen derecha del Guadalquivir muestran problemas en muchas ocasiones.

Hierro

La carencia de hierro (Fe) es frecuente en algunas zonas del olivar andaluz, en particular en olivares cultivados sobre suelos muy calizos o en los regados con aguas con altas concentraciones de bicarbonatos. La sintomatología de esta carencia, clorosis férrica, es muy específica y se produce porque en estos suelos el Fe se encuentra en formas no asimilables para la planta, agravándose el problema por el exceso del ión bicarbonato en el sistema agua-suelo-planta.

El análisis foliar no es eficaz para diagnosticar la deficiencia en hierro, ya que es

frecuente la acumulación de formas insolubles de hierro en hojas cloróticas debido a la escasa movilidad del Fe en la planta. Por tanto, el diagnóstico de esta carencia deberá realizarla una persona experta en función de los síntomas visuales, o mediante medidas del contenido en clorofila en hojas o en su defecto mediante determinaciones del índice SPAD, índice muy fácil de medir que una vez calibrado nos puede dar una valiosa información sobre el contenido de clorofila en hojas y probablemente sobre la existencia de clorosis temporales, inaparentes en ciertas épocas del año, que también pueden afectar a la producción del olivar como se ha demostrado experimentalmente.

Las aplicaciones foliares con compuestos de hierro proporcionan unos resultados poco satisfactorios en general, debido a que son muy poco persistentes en el tiempo (descomposición por la luz), exigiendo continuas aplicaciones para mantener el árbol permanentemente verde, por lo que no son en general recomendables. Tan sólo el IDHA ha mostrado una buena respuesta en las aplicaciones foliares, pero tiene el inconveniente de tener baja estabilidad, por lo que se reduce su eficiencia.

Para la rápida y eficiente corrección de la clorosis férrica se recomienda en empleo de quelatos de hierro aplicados en fertirrigación, en olivar de regadío, o inyectados al tronco o al suelo en las proximidades del tronco, en olivar de secano. Las formulaciones a base de 0,0 Fe-EDDHA han sido ensayadas en olivar con excelentes resultados siendo las más utilizadas por los olivicultores.

El HBED se presenta como otra alternativa para la corrección de la clorosis férrica, aunque aún no se tienen referencias sobre su eficacia en el olivar. Posee una mayor estabilidad que el 0,0 Fe-EDDHA y sin presencia de isómeros. Esperamos en un futuro disponer de información sobre la aplicación de este tipo de producto en el olivar.



Cinc

Los suelos ácidos, sueltos y fuertemente lavados, así como los suelos alcalinos, en los que el cinc no se encuentra en forma asimilable, pueden ocasionar deficiencias de cinc (Zn). Los excesos de fósforo y de nitrógeno en el abonado pueden llegar a inducir carencias de cinc, aunque éstas no suelen ser muy frecuentes porque este elemento suele encontrarse en el suelo en suficiente cantidad.

La deficiencia de cinc se manifiesta por la pérdida de la dominancia apical en los brotes, en una reducción del tamaño de la hoja y acortamiento de entrenudos, clorosis internervial y reducción del crecimiento de la planta. Es especialmente significativa la sintomatología descrita en las brotaciones producidas como consecuencia de los cortes de renovación efectuados en la poda. Dado que la deficiencia de Zn puede afectar al crecimiento, su corrección debe hacerse a principio de primave-

ra, repitiendo después la aplicación en varias ocasiones.

La corrección de la deficiencia de cinc debe hacerse mediante aplicaciones foliares empleando Zn quelatado con EDTA o DTPA u otros agentes quelantes como ácido lignosulfónico, poliflavonoides, etc. La mezcla del Zn-EDTA con el sulfato de zinc puede resultar muy eficaz empleando la dosis que recomienda cada fabricante. En ocasiones, sobre todo cuando se emplean altas dosis de quelatos de hierro pueden aparecer carencias de cinc debido a la mayor afinidad de la molécula quelatante por el hierro. El empleo de formulaciones de quelatos de hierro y cinc puede ser una solución para evitar estos problemas.

Magnesio

Son raros los casos en los que se ha descrito la carencia de magnesio (Mg) en el olivo, manifestándose síntomas visuales

para contenidos en hoja inferiores al 0,07% en muestras tomadas en el mes de julio. La deficiencia en magnesio puede ser inducida por altas concentraciones de potasio, calcio y amonio en suelo, al ser el Mg peor competidor que el resto de iones. Este elemento es igualmente poco móvil dentro de la planta. En el caso de olivares de regadío, hay que considerar que muchas aguas lo contienen en cantidades más que suficientes como para asegurar la nutrición del olivar.

No obstante, la corrección de la deficiencia en Mg puede realizarse mediante pulverización foliar con sulfato de magnesio (epsonita del 25%), por ejemplo a la dosis de 0,5-0,7%. El nitrato de magnesio (11% N + 15,3% Mg) a una concentración del 0,5-0,7% puede ser igualmente eficaz.

Manganeso

Se conoce poco sobre las necesidades del olivo en este elemento, considerándose que con concentraciones en hoja por debajo de 20 ppm (análisis foliar en julio) debe recurrirse a su corrección. Este elemento es igualmente muy poco móvil dentro de la planta.

En la mayoría de los trabajos de prospección realizados en el olivar andaluz los niveles de Mn en hoja han estado por encima de los considerados como críticos. Sin embargo, en determinados tipos de suelos es frecuente encontrar olivares con cierta deficiencia en este elemento, como ocurre en comarcas como Sierra Morena (Jaén) y en suelos arenosos de Huelva y en las comarcas de Marchena-Utrera (Sevilla), entre otras.

En la mayoría de estos casos se plantea este problema porque el suelo es muy pobre en este elemento, como ocurre en la zona este de la comarca de Sierra Morena (Soria, 2002).

La corrección de la deficiencia en Mn se ha conseguido mediante aplicaciones foliares de sulfato de manganeso a concentraciones de 0,15-0,20%, realizadas en

otoño y primavera. Su mezcla con una sustancia húmica (lignosulfonatos por ejemplo) o un quelato (EDTA o DTPA) puede ser interesante en este caso, ya que mejora la eficacia.

Recomendaciones sobre la aplicación foliar

Para concluir, realizaremos una serie de consideraciones a tener en cuenta a la hora de realizar los tratamientos foliares. Es fundamental realizar las aplicaciones con abundante cantidad de agua que asegure un completo mojado de la copa del olivo, así como garantizar que las hojas estén húmedas durante el máximo tiempo posible.

Para calcular correctamente el volumen de caldo a aplicar por hectárea, se deben determinar las características de la parte aérea de los olivos de la plantación. Para ello hay que elegir un número suficiente de árboles y determinar la superficie externa de copa, que será susceptible de recibir el tratamiento foliar. Se determinarán los diámetros y la altura medios y se aplicará la **expresión 1**.

$$S_{ol} \text{ (m}^2\text{/olivo)} = \pi * \frac{(H - h) * (D1 + D2)}{2}$$

Siendo:

D1: diámetro medio en la dirección principal (m).

D2: diámetro medio en la perpendicular a la calle (m).

H: altura media del olivo (m).

h: distancia del suelo a la parte baja del olivo (m).

Multiplicando por la densidad de plantación se obtiene la superficie de copa por hectárea, según la **expresión 2**.

$$S_c = S_{ol} * dp \text{ (ol/ha)}$$

El volumen de caldo a aplicar en cada tratamiento se obtiene multiplicando dicha

superficie de copa por un índice de aplicación (IA), que puede oscilar entre 0,12 y 0,20 l/m², en función de la densidad foliar, siendo superior en los olivares con mayor desarrollo vegetativo.

Además es importante el tamaño de gota, que debe permitir que se cubran las hojas de olivo con la mayor proporción posible del caldo aplicado.

Igualmente es importante ajustar las aplicaciones de modo que una mínima cantidad de caldo vaya a parar al suelo en el trayecto entre olivos, por esta razón el empleo de sensores y mecanismos de regulación automática de los tratamientos es fundamental.

La regulación del atomizador debe realizarse antes de iniciar el tratamiento, para asegurar el correcto mojado de la copa. Por ello se utilizarán las boquillas más adecuadas, regulándose la presión de trabajo y la velocidad de avance del tractor, teniendo en cuenta que el transporte del caldo fertilizante desde la cuba del atomizador hasta el árbol debe hacerlo el aire del ventilador, y no supeditarlo a la presión con que la bomba lo impulsa. El caudal de aire del ventilador debe ser el adecuado, siempre en consonancia con el marco de plantación, con el tamaño de los árboles y con la densidad de la copa, lo que asegurará el correcto mojado de todas las hojas del olivo, esencial para una adecuada eficacia del tratamiento.

El mantenimiento y cambio periódico de las boquillas es muy importante, aunque aparentemente parezca que están en buen estado.

Las boquillas fabricadas en cerámica endurecida suelen ser las que ofrecen mejores prestaciones. Existen para cada modelo diferentes diámetros de orificio, cada uno se adapta mejor al tipo de trabajo que vamos a realizar. Por su bajo coste merece la pena disponer de varios modelos, lo que permitirá hacer los cambios oportunos antes de iniciar la pulverización. ■