

Corrección de deficiencias nutricionales mediante fertilización foliar en olivar

J. C. Hidalgo, V. Vega, J. Hidalgo.

IFAPA. Centro de Córdoba.

Una correcta fertilización del olivar permite mantener un buen nivel de producción evitando fenómenos de deficiencias nutricionales que podrían afectar negativamente a la cosecha. En este artículo se hace una revisión de los fertilizantes más comúnmente empleados en aplicaciones foliares en olivar, sus dosis y momentos de aplicación, así como de los niveles de referencia en hoja para los distintos elementos.

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. No obstante, 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, por ello la práctica de la fertilización foliar en la gran mayoría de los cultivos leñosos debería emplearse como complemento y no como sustitución de la fertilización vía suelo.

En el olivar de secano evidencias experimentales (Ferreira y col., 1978; Navarro, 2003) muestran que en muchas situaciones (años secos, suelos muy calizos, etc.) el abonado foliar puede ser un sistema muy eficaz para el suministro de nutrientes a la planta. Sin embargo, en olivar de riego se recomienda que la práctica de la fertilización foliar se emplee como un complemento a las aplicaciones de abonos que de forma programada se realizan junto con el agua de riego.

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

De los tres macroelementos más importantes desde el punto de vista de la nutrición del olivar, el N y el K son muy 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 para que seamos muy cuidadosos a la hora de seleccionar el agua a utilizar en las aplicaciones foliares, ya que si se emplean aguas cargadas de sales con alto contenido en NaCl correríamos el riesgo de causar toxicidades.

Por el contrario, tanto Ca como Fe son muy mal absorbidos foliarmente, especialmente el hierro, por lo que tendremos que recurrir, sin más remedio, a las aportaciones al suelo o inyecciones al tronco para corregir las deficiencias nutritivas.

Nitrógeno

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 renta-

”
En el olivar de secano, especialmente en años secos y suelos muy calizos, el abonado foliar puede ser una técnica muy eficaz para el suministro de nutrientes a la planta. En olivar de riego se recomienda que la práctica de la fertilización foliar se emplee como complemento a la fertirrigación





Foto 1. Sintomatología típica de una deficiencia de fósforo en olivar.

bilidad del gasto realizado. Es probablemente el nutriente que resulta más rentable en el olivar en la mayoría de las situaciones. De igual modo, cuando un árbol se encuentra bien nutrido en N puede ser normal una falta de respuesta al abonado nitrogenado realizado.

Existe un buen número de trabajos que han puesto de manifiesto la gran respuesta que tiene el olivo a la aplicación de este nutriente por vía foliar (Ferreira y col., 1978). En dichos ensayos la aportación foliar de urea al 2-3% (**cuadro II**) proporcionó muy buenos resultados en la nutrición del olivo cuando no se abonaba el suelo con N, obteniéndose aumentos de producción en los árboles tratados entre el 15 y el 20%. Dichas aplicaciones se realizaban fundamentalmente en primavera, pu-

diéndose retrasar hasta el momento de endurecimiento del hueso (**cuadro III**). 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 el N. 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 1,0% puede ser suficiente). El empleo de otras fuentes de nitrógeno no consiguió mejorar los resultados obtenidos con la urea.

Por otra parte, podemos encontrarnos con olivares cuyo estado nutritivo no alcanza el nivel considerado como adecuado (contenido de N en hoja inferior al 1,5% -**cuadro IV**- 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.

Fósforo

La deficiencia o carencia de fósforo suele ser poco frecuente en olivar. Sin embargo, en ocasiones en Andalucía pueden observarse bajos contenidos de P en hoja en suelos ácidos, deficiencias que pueden ser debidas a bajos contenidos de fósforo asimilable en el suelo. También se han encontrado niveles bajos de P 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

Cuadro I.

Rangos de absorción foliar para los distintos elementos nutritivos.

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

Cuadro II.

Principales fertilizantes y dosis recomendadas para su empleo en aplicaciones foliares en olivar.

Elemento	Fertilizante	Dosis
N	Urea (46% N)	2-3% (1% con fertilizantes potásicos)
P	Fosfato monoamónico (12%N + 60% P ₂ O ₅)	1,25-2% (no mezclar con productos cúpricos)
	Fosfato monopotásico (60% P ₂ O ₅ + 34% K ₂ O)	1,25-2% (no mezclar con productos cúpricos)
K	Nitrato potásico (13%N + 46% K)	1,5-2,5%
	Cloruro potásico (60% K ₂ O)	1,5-2,5%
	Sulfato potásico (50% K ₂ O)	1,5-2,5%
B	Borato sódico (20,8%)	0,5%
Fe	Aplicaciones foliares poco recomendables para corregir carencias en este elemento	
Zn	Zn-EDTA o Zn-DTPA u otros agentes quelantes	Dosis recomendadas por fabricante
	Zn-EDTA con sulfato de zinc	Dosis recomendadas por fabricante
Mg	Sulfato de magnesio (epsonita del 25% MgO)	0,5 - 0,7%
	Nitrato de magnesio (11%N + 15,3% MgO)	0,5 - 0,7%
Mn	Sulfato de manganeso	0,15-0,20%

Alta expresión
en insumos
agrícolas
ecológicos

High expression
in ecological
agriculture
supplies



Agromed

Alta expresión en FORTIFICANTES
fitosanitarios y nutricionales ecológicos es:

Composición: Las mejores materias primas = máxima calidad
Aplicación: La mejor formulación = máximo rendimiento
Garantía: Los mejores resultados en campo = máxima rentabilidad

Nutricionales
Food chain

H-2 Hulmax
G-A2 Algas
G-20 Germinator A.A.
G-30 Germinator Nitro

Fitosanitarios
Crop protection

BIO 7 Jacks Jabon
BIO 50 Quassia Amara
BIO 75 Tomillo
BIO 125 Ajo
BIO 150 Citrico
BIO 175 Neem oil
BIO 2001-P Bacillus
BIO 4000 Rotenona
BIO 6000 Piretrin
R-16 Trichoderma
Super BIO 175 Azadiractina
Super BIO 6000 Piretro



(más calizo, menos profundo). La manifestación de esta sintomatología (**foto 1**) 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 (**cuadro III**). Cuando se han observado niveles bajos de P en hoja, es normal que simultáneamente se observen niveles relativamente bajos de N.

La fertilización P se debería realizar cuando los análisis foliares (**cuadro IV**) ($P < 0,1\%$ 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 (1,25 - 2%), teniendo la precaución de no mezclarlo con el cobre (formación de precipitados) (**cuadro II**). 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).

Potasio

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 (**cuadro IV**), fundamentalmente en olivares de secano (Navarro, 2003). No obstante, en un trabajo realizado durante ocho años en Córdoba en un olivar de regadío muy productivo (Pastor y col., 2000), obtuvieron un aumento de producción superior al 20% como respuesta al abonado foliar con K realizado. 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 mantener niveles de K en hoja más bien altos ($> 0,8\%$), ya que la recuperación de los estados de deficiencia severa de potasio (**foto 2**) 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).
- El contenido en arcilla es muy alto, en los que existe un alto potencial de adsorción, por lo que existe una escasa cantidad de K 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 de K en hoja, lo que reducirá los riesgos de deficiencias.



Foto 2. Sintomatología de deficiencia de potasio en hojas de olivo.

Cuadro III.

Épocas de aplicación recomendadas para los distintos fertilizantes.

Elemento	Época de aplicación
N	En primavera hasta endurecimiento del hueso
P	Primavera, principios de verano y tras primeras lluvias de otoño (no mezclar con productos cúpricos)
K	Primavera, principios de verano y tras primeras lluvias de otoño
B	30 días antes de floración o inicio de brotación
Zn	Principios de primavera
Mg	Primavera y otoño
Mn	Primavera y otoño

Cuadro IV.

Valores de referencia para interpretación de análisis de hoja de olivo en el mes de julio (Freeman y col. 1994).

Elemento	Deficiente	Bajo	Adecuado	Alto
N (%)	Menor 1,40	1,40-1,49	1,50-2,00	Mayor 2,00
P (%)	Menor 0,06	0,06-0,09	Mayor 0,10	
K (%)	Menor 0,40	0,40-0,79	Mayor 0,80	Mayor 1,0
Ca (%)	Menor 0,30	0,31-0,99	Mayor 1,00	
Mg (%)	Menor 0,08	0,08-0,10	Mayor 0,10	
Mn (ppm)			Mayor 20	
Zn (ppm)			Mayor 10	
Cu (ppm)			Mayor 4	
B (ppm)	Menor 14	15-18	19-150	

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 contribuyen 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 (**cuadro II**) aplicadas en primavera, verano y otoño aprovechando los tratamientos fitosanitarios (repilo y prays) (**cuadro III**).

Otros elementos

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, pudiendo ser causantes de la falta de respuesta a la aplicación de otros fertilizantes. Este es el caso del boro, hierro, zinc, magnesio y 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 olivareros los aportan en los tratamientos foliares, en los que emplean diversas formulaciones multielementos; y también porque el agua que se aporta en olivares de regadío los contiene, muchas veces, en cantidades suficientes como para cubrir todas las necesidades del cultivo.

A la hora de programar la aplicación de todos estos elementos en un programa de fertilización (**cuadros II y III**), como primera aproximación es importante atenerse a los resultados de los análisis foliares (**cuadro IV**), tomando en general la decisión de aportar los macroelementos Ca y Mg solamente cuando el nivel de estos dos nutrientes en hoja esté por debajo del adecuado, ya que en nuestros ambientes el agua de riego y el suelo suelen cubrir, con creces, las necesidades del cultivo.



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 valor comercial). Otros síntomas de la carencia de boro pueden verse en las **fotos 3 y 4**.

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.



Foto 3. Hojas de olivo con deficiencia en boro.

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.



Foto 4. Cosecha de olivos afectados por una deficiencia en boro.

ATENTOS AL DETALLE



YaraVita™
Micronutrientes & Quelatos



Foto 5. Hojas de olivo manifestando clorosis férrica.



Foto 6. Sintomatología de deficiencia en zinc en brotes y hojas de olivo.

bles de hierro en hojas cloróticas debido a la escasa movilidad del Fe en la planta. Por tanto el diagnóstico de esta carencia deberá realizarlo una persona experta en función de los síntomas visuales (foto 5), 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.

Para la rápida y eficiente corrección de la clorosis férrica se recomienda el empleo de quelatos de hierro o, Fe-EDDHA aplicados en fertirrigación, en olivar de regadío, o al suelo en las proximidades del tronco, en olivar de secano. También las inyecciones de sulfato ferroso al tronco son un método eficaz de corrección.

Zinc

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

La deficiencia de zinc 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 (foto 6). 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 primavera, repitiendo después la aplicación en varias ocasiones.

La corrección de la deficiencia de zinc 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.

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% MgO) 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), 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. ■

Bibliografía

- Cimato, A., Marranci, M., Tattini, M., 1990. The use foliar fertilization to modify sinks competition and to increase yield in olive (*Olea europaea* cv. Frantoio). *Acta Horticulturae*. 286: 175-178.
- Ferreira, J., Pastor, M., Magallanes, M., 1978. Ensayos de fertilización foliar nitrogenada en el olivo. *Actas Seminaire sur l'Olivier et autres Plantes Oleagineuses cultives en Tunisie*. Mahdia (Tunisie). 93 - 100.
- Ferreira, J., García-Ortiz, A., Frías, L., Fernández, A., 1986. Los nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar. *Olea*, 17: 141-152.
- Freeman, M., Uriu, K., Hartmann, H.T., 1994. Diagnosing and Correcting Nutrient Problems. En: *Olive Production Manual*. L. Ferguson, G.S. Sibbett, G.C. Martin. ED.Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Publ. 3353. 77-86.
- Navarro, C., 2003. Estrategias de fertilización en el olivar compatibles con el medio ambiente. *Actas XI Simposium Internacional del Aceite de Oliva. Foro del Olivar y el Medio Ambiente*. Jaén.
- Pastor, M., Vega, V., Suárez, R., 2000. El abonado potásico en olivar: Fertilización foliar. *Vida Rural*, 115: 50-55.
- Soria, L., 2002. Fertilización y riego en el olivar de la provincia de Jaén: comarcas de La Loma y Sierra Morena. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.