

Por: Miguel Pastor¹
José Aguilar²
Emilia Fernández²
Juana Nieto³
Sonia Jiménez³
Javier Hidalgo⁴
Tomás Fernández⁵
Alfonso Soto⁵



PROGRAMACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN EN OLIVAR

Aplicación a la Comarca de la Loma
en la provincia de Jaén

OBJETIVO DE LA FERTILIZACIÓN

El objeto de la fertilización es restituir los elementos esenciales que la planta extrae del suelo para la formación de tallos, hojas, raíces y frutos, así como incrementar los niveles de ciertos elementos en el suelo, cuando estos son insuficientes. Existen 16 elementos que son considerados como esenciales para el crecimiento de la planta, *carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre, hierro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, boro y cloro*. Los tres primeros son fijados por la planta a partir del agua absorbida por las raíces y del CO₂ atmosférico que entra en el interior del vegetal a través de los estomas, combinándose en el proceso de

la fotosíntesis. Los restantes elementos son los que tienen importancia en la fertilización, constituyendo el 5% del peso seco de la planta, y pueden ser absorbidos por las raíces como iones presentes en la solución del suelo, o incluso a través de la hoja, cuando se realizan pulverizaciones nutritivas sobre el vegetal.

Debe aportarse a la planta todos aquellos elementos que no pueden ser absorbidos del suelo. La disponibilidad de nutrientes depende fundamentalmente del tipo de suelo, y factores como la cantidad de agua disponible, la fertilización realizada en años anteriores, la edad de los árboles y productividad de la plantación, pueden afectar al futuro plan de fertilización que, como es natural, puede y debe ser variable en el transcurso de los años.

CRITERIOS PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN EN OLIVAR

En la fertilización del olivar no es frecuente que los olivares utilicen técnicas para determinar las necesidades, sino que de forma rutinaria suelen emplearse fórmulas preestablecidas, sin tener en cuenta el

estado nutritivo de los árboles, ni los análisis de suelo. En una situación de buena rentabilidad del cultivo es normal que los olivares abonados en exceso sus plantaciones, tratando de aumentar al máximo las producciones, ya que el coste total que representa el abonado de un olivar casi nunca llega a alcanzar el 5-10% del total de los costes de cultivo. Sin embargo, el aumento de las dosis de fertilizantes puede no proporcionar las máximas cosechas, lo que se pone especialmente de manifiesto en años de sequía. Esta opinión queda plasmada en el estudio realizado en 1994 por la Universidad de Córdoba en dos comarcas de la provincia de Granada en las que se encontraron similares producciones en olivares abonados con diferentes dosis de fertilizantes. Por ejemplo, en el caso del nitrógeno se observó que existían plantaciones con producciones medias de más de 4.000 kg/ha que recibían aportaciones de N comprendidas entre 25 y 200 kg/ha, y que recibiendo similares cantidades, otras plantaciones producían menos de 2.500 kg/ha, lo que pone en evidencia que la fertilización no es la única variable que controla la producción del olivar, y en ocasiones los olivares recurren al abonado como medio de

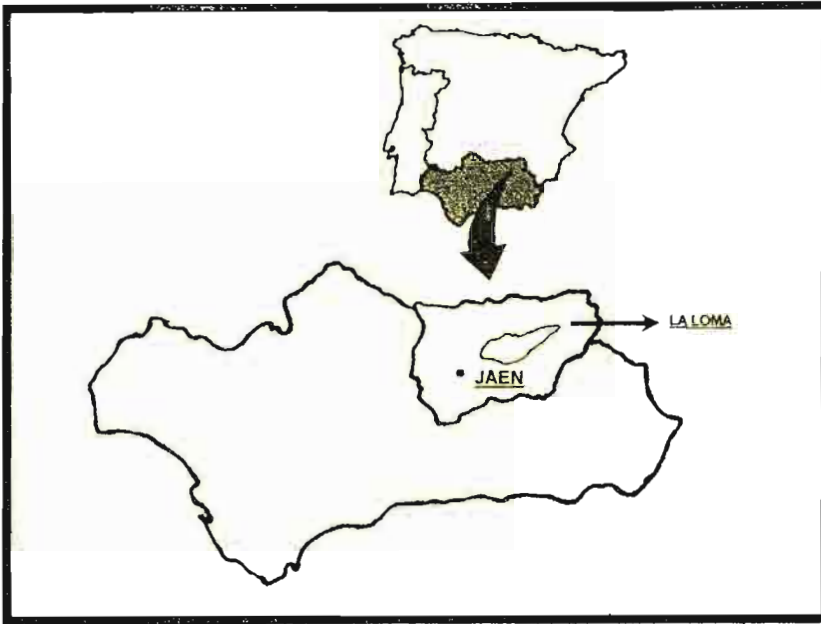
(1) Departamento de Olivicultura. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Córdoba.

(2) Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada.

(3) Caja Rural de Jaén.

(4) Junta Central de Regantes y Usuarios Cuenca Alta del Guadalquivir.

(5) Libre ejercicio de la profesión.



- Recomendaciones para los análisis de suelo y hojas
- Necesidad del abonado nitrogenado

- las disponibilidades de agua en el suelo
- al estado nutritivo de la plantación.

resolver otro tipo de problemas que poco tienen que ver con la nutrición.

Un buen programa de fertilización debe minimizar la aportación de fertilizantes al olivar y corregir las deficiencias y excesos

de elementos minerales, consiguiéndose así una máxima rentabilidad del gasto realizado. Por ello, la fertilización debe ser una práctica condicionada fundamentalmente a:

En la *Figura 1*, en la que se presentan datos de Ortega Nieto en un olivar de Jaén, durante un periodo de 15 años, podemos ver las respuestas anuales del olivar a las aportaciones de N (2 kg Sulfato amónico por olivo y año) al suelo con respecto a un



SOLO UNA VEZ EN LA VIDA...





Olivar en "no laboreo"

control no abonado. Aunque globalmente se ha aumentado la producción media en 4 kg/árbol en los olivos abonados, en los años secos, con pluviometría inferior a la media, la respuesta a la fertilización N fue nula o incluso negativa.

La aportación de los fertilizantes al suelo no es la única forma de fertilización del olivo, ya que esta especie puede absorber también los nutrientes a través de la hoja de una forma muy eficaz, hecho muy contrastado en el caso de *nitrógeno*, *fósforo* y *potasio*, por lo que en años secos o en

determinado tipo de suelos puede ser un sistema útil para aportar nutrientes al olivar.

El diseño del plan de abonado de una plantación de olivar debe hacerse siempre por un técnico instruido y competente, apoyándose entre otros datos en el conocimiento del *estado nutritivo* de los árboles, determinado mediante el análisis foliar, aplicando la técnica que más adelante describiremos.

Decidir la fertilización basándonos en una *sintomatología visual* no es un método aconsejable, ya que cuando aparecen

• Dificultades en la fertilización potásica

unos síntomas de deficiencia, con toda probabilidad ya se ha afectado negativa e irreversiblemente la producción; y porque es necesaria una gran experiencia para poder asignar correctamente un sintoma visual a la deficiencia en un determinado nutriente, lo que ha llevado a cometer graves errores de diagnóstico en Andalucía, con las consiguientes incorrecciones en el programa de abonado realizado. Es el caso de la deficiencia en *potasio*, bastante frecuente en el olivar andaluz que, en muchas ocasiones, ha sido confundida con la deficiencia en *boro*, habiéndose aportado grandes cantidades de este elemento, probablemente de forma errónea y, por tanto, con escasa utilidad.



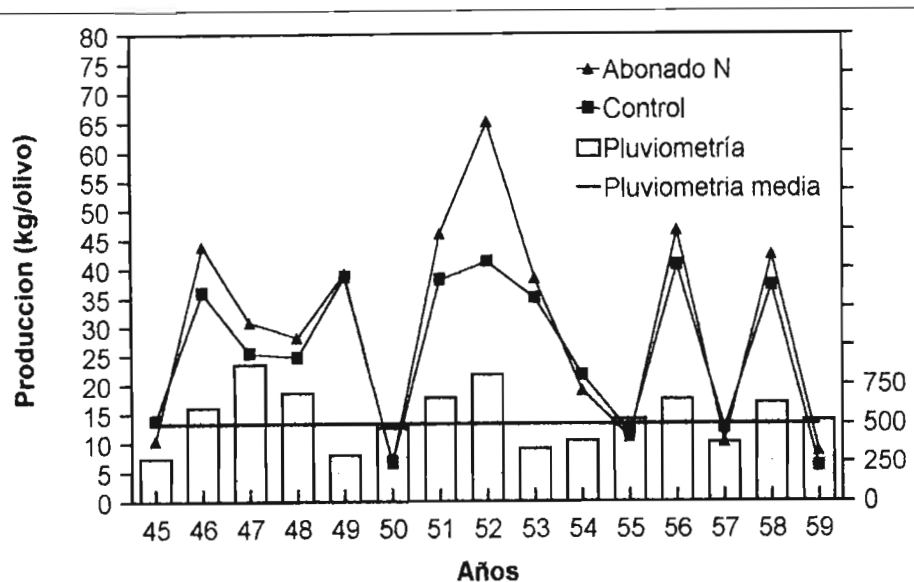


FIGURA 1: Respuesta del olivo a aportaciones anuales de 2 Kg/árbol de Sulfato amónico (Abonado N) con respecto a un testigo no abonado (Control) en el periodo 1945-1959. Finca Los Naranjos (Jaén). En los años con pluviometría superior a la media es en los que se observan las mayores respuestas al abonado.

• **Clorosis férrica en los suelos "blancales"**

según la información proporcionada por el análisis de hojas.

Cuando se aporta un determinado nutriente en árboles en los que su estado nutritivo en dicho elemento es adecuado, no suele obtenerse respuesta a dicha aportación, tanto en crecimiento vegetativo como en producción, pudiéndose en muchos casos ocasionar desequilibrios que pueden afectar a la absorción de otros nutrientes. Sin embargo, si un elemento está en deficiencia, es necesaria y urgente su corrección, ya que si no lo hiciésemos podríamos afectar a la absorción de otros elementos, habiéndose constatado experimentalmente que aportaciones de N y K pueden ser inefi-

MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO Y PROGRAMACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN

Método de diagnóstico

Para realizar el programa de abonado para un olivar debería determinarse, en pri-

mer lugar, su estado nutritivo, realizando un análisis foliar, utilizando para el diagnóstico hojas adultas jóvenes, ya que este órgano es el principal lugar de metabolismo de la planta. Como norma general solamente se deberían aportar aquellos nutrientes cuya concentración en hoja esté por debajo de los niveles considerados como adecuados,



Ahora, las formas de la Agricultura están cambiando. Ahora, hay una nueva generación de agricultores-muy especializados. Y para ellos ha nacido una nueva estrella, para satisfacer sin límite todas sus necesidades.

Una nueva estrella diferente, con la posibilidad de tres nuevos tipos de tractor: Standard, Alta Visibilidad o Perfil inclinado.

Una nueva estrella que es muy potente, que monta motores de nuevo diseño y un nuevo elevador por caudal y presión. La transmisión puede ser elegida entre una gama amplísima, siempre con una sola palanca de accionamiento, e incluso con inversor para reducir los ciclos de trabajo. La relación peso-potencia y el increíble radio mínimo de giro son dos características particulares de esta nueva estrella. Y toda ella arropada con unas novísimas, confortables, y más que nunca espaciosas cabinas de seguridad.

Y en cualquier caso, ofreciendo un gran rendimiento y unos altísimos niveles de productividad.

La Serie MF 4200 está formada por una galaxia de estrellas. Sin límites, porque ofrecen al agricultor todo lo que necesita para su explotación: una calidad de muchas estrellas.

4200
50-110 DIN HP



MASSEY FERGUSON

SIN LÍMITES

TABLA 1
Niveles críticos para hoja de olivo en muestreos realizados en el mes de Julio

ELEMENTO	Deficiente	Adecuado	Tóxico
N (%)	1,40	1,5 -2,0	
P (%)	0,05	mas de 0,08	
K (%)	0,40	mas de 0,80	
Ca (%)	0,30	mas de 1,00	
Mg (%)	0,08	mas de 0,10	
Mn (ppm)		mas de 20	
Zn (ppm)		mas de 10	
Cu (ppm)		mas de 4	
B (ppm)	14	19 - 150	185
Na (%)			mas de 0,20
Fe (l)	Clorosis férrica		

(1) No es válido el análisis foliar para el diagnóstico de la carencia en hierro, la sintomatología en forma de *clorosis férrica* típica es la forma de diagnóstico de las deficiencias en este elemento.

caces cuando existe una deficiencia en cualquiera de los nutrientes, aunque sea un microelemento.

Análisis de suelos

Los simples resultados de los análisis de suelos suelen ser normalmente informativos y no determinantes exclusivamente a la hora de programar la fertilización, ya que en muchas ocasiones la existencia de una elevada concentración de un determinado nutriente en el suelo no significa que esté disponible para las plantas; y en otras, porque su concentración en suelo puede ser muy variable a lo largo del año. Es el caso del N, cuya concentración varía debido a su gran movilidad disuelto en las aguas de lluvia o de riego, por lo que un análisis normalmente no permite conocer las disponibilidades reales de este nutriente en los momentos en que debe ser absorbido y utilizado por la planta. En Andalucía es muy frecuente encontrar olivares con deficiencias o síntomas de carencia en *potasio* en suelos con altos contenidos en este elemento.

Sin embargo, debe realizarse un análisis del suelo para conocer sus propiedades físicas y químicas, análisis que para las pro-

NUEVA SERIE 4200 LA GAMA MÁS LÓGICA

50-110 DIN HP

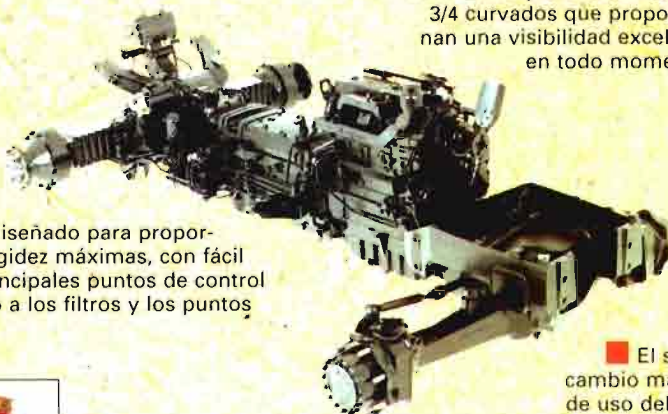


■ Nuevos motores Perkins, que utilizan la tecnología más reciente, y alcanzan unas prestaciones y una economía imbatibles.

■ Magnífica nueva cabina y controles que dan un confort y una facilidad de uso extraordinarios. Gran zona acristalada y cristales traseros 3/4 curvados que proporcionan una visibilidad excelente en todo momento.

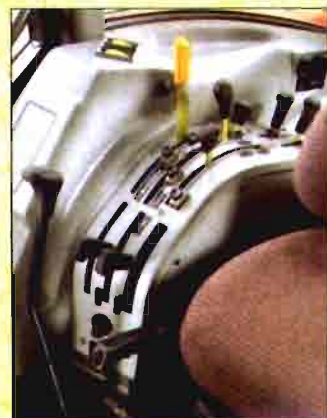


■ El bastidor se ha diseñado para proporcionar resistencia y rigidez máximas, con fácil accesibilidad a los principales puntos de control y facilitando el acceso a los filtros y los puntos de llenado y vaciado



■ Alta capacidad del elevador "Ferguson", el mejor sistema de control del mundo, con dos bombas hidráulicas independientes.

■ El sistema de cambio más sencillo de uso del mercado. Los controles, simples y eficientes, están agrupados a la derecha del conductor.



MASSEY FERGUSON

AGCO Iberia, S. A.

Vía de las Dos Castillas 33, Atica 7 · (Edificio 6)
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)



Terrenos calizos propensos a la clorosis férrica

pieclades químicas se repetirá cada cierto número de años (5 a 6 años), lo que permitirá realizar un seguimiento de la evolución del contenido en los nutrientes que puedan afectar directamente a la fertilización futura del olivar.

Para que un análisis de suelo sea de utilidad, la muestra de tierra debe ser representativa. La plantación cuyos suelos se quieren analizar debe ser dividida con diferentes criterios en parcelas homogéneas (color del suelo, textura, pendiente del terreno, etc.). Cada parcela debe ser muestreada por separado, siendo recorrida para tomar la muestra en diferentes puntos. En cada punto se tomará una porción de suelo a diferentes profundidades, representativas de cada capa u horizonte, al menos de los primeros 60 cm de profundidad. Al término del recorrido se mezclarán todas las submuestras procedentes de la misma profundidad, y se tomará una porción representativa de la mezcla resultante, muestra compuesta, que es la que se envía a un laboratorio, debidamente identificada. Se enviará una muestra por profundidad y parcela homogénea de la explotación.

Las determinaciones a efectuar deben ser las siguientes: textura, pH, carbonatos totales, caliza activa, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y el contenido en los diferentes nutrientes (fósforo, potasio, magnesio y boro asimilables). El conocimiento del tipo de arcillas del suelo es igualmente imprescindible y es muy importante a la hora de tomar decisiones sobre los fertilizantes a aplicar y sobre la forma de realizar la aplicación (suelo ó foliar).

La interpretación de los análisis de suelo deben ser hechas por un técnico, en



base a los criterios mencionados anteriormente.

Análisis de hojas

Para la determinación del estado nutricional de una plantación es fundamental, en primer lugar, tomar las muestras de hojas con todo rigor, siguiendo las instrucciones que damos a continuación.

Se aconseja tomar las muestras en la segunda decena del mes de julio, tomando hojas adultas de brotaciones del crecimiento del año, totalmente expandidas, y de la mitad inferior del brote (3° ó 4° par de

hojas a partir del ápice en un año normal), en las que ya ha cesado el crecimiento y que ya estarán elaborando asimilados activamente.

Se elige esta fecha de muestreo por ser un momento de gran actividad metabólica, siendo la época del año en la que mejor se detectan las anomalías nutricionales para muchos de los elementos, aunque se reconoce que no estamos en un momento de total estabilidad analítica, lo que se intenta resolver restringiendo el número de días en los que debe realizarse la toma de muestras. Además, los umbrales de deficiencia que utilizaremos para el diagnóstico están calibrados para esta época del año, y no tenemos datos de referencia para ningún otro momento del ciclo vegetativo. La toma de muestras en otoño-invierno no ha resultado ser eficaz. Realizando los muestreos en esta fecha, investigadores de la Estación de Olivicultura de Jaén no encontraron diferencias sustanciales entre los niveles de nutrientes en hoja de olivos con altos niveles de producción y árboles poco productivos, por lo que expresaron sus dudas sobre la validez de dicho método para el diagnóstico correcto de las necesidades de abonado.

El muestreo de hojas se hará de modo que sea representativo de cada una de las parcelas de la explotación que pretendemos estudiar, para lo cual se seguirá un itinerario de muestreo determinado previamente al azar, en el que los árboles se determinan también aleatoriamente, desechando los olivos que presenten anomalías con respecto al aspecto general de la parcela. Por cada parcela homogénea, y al azar, tomaremos unos 50 olivos. En cada explotación de cierta extensión o en cada zona a estudiar deben delimitarse parcelas homogéneas en cuanto al tipo de suelo, variedad, edad de la plantación, etc. En cada uno de los árboles muestreados se tomarán 4 hojas, una en cada orientación, a la altura de los ojos del operador, y en brotes también tomados al azar. Se tomará una muestra de unas 200 hojas, que puede ser suficiente para que el laboratorio pueda realizar todas las determinaciones analíticas necesarias.

En el campo, las muestras de hoja se ponen en bolsas de papel que lleven las correspondientes anotaciones que permitan la posterior identificación de las mismas, y se introducen en una nevera portátil durante el transporte, conservándose después en frigorífico a una temperatura de 4 - 5° C hasta su envío a un laboratorio que garantice una correcta analítica de las muestras. Debe pedirse al laboratorio que lave las hojas con la finalidad de eliminar contaminaciones de tierra o productos fitosanitarios. La técnica de lavado está estandarizada, y el laboratorio debe conocerla. Los elementos que deben ser analizados al menos serán los siguientes: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu y B.

Interpretación de los análisis foliares

La interpretación de los resultados de los análisis foliares, así como las recomendaciones de abonado, como ya hemos dicho, deben ser realizados por técnicos competentes y bien instruidos, que conozcan bien el olivar del que va a hacer las recomendaciones, teniendo en cuenta:

a) la *tabla de niveles críticos* de nutrientes en hojas para los muestreos realizados en el mes de julio.

b) el conocimiento de las *características físicas y químicas del suelo* (tipo de arcillas, pH, contenido en carbonatos, M.O., nutrientes etc.)

c) la posible existencia de *síntomas visuales* en las hojas que pudieran asociarse a alguna deficiencia nutricional,

d) la *historia de la fertilización* realizada en años anteriores,

e) *sistemas de cultivo* (riego, secano, sistema de laboreo, etc.), *edad y productividad* de la plantación a abonar, tipo de *agua de riego*, etc.

Para la interpretación de los resultados del análisis de hoja se propone la utilización de la *Tabla 1*, en la que se presentan los

niveles críticos propuestos, según los trabajos realizados en California (EE.UU.) para olivares de regadío muy productivos. Teniendo en cuenta esta circunstancia debemos advertir que se trata de una primera aproximación al diagnóstico de la fertilización. Los trabajos que se realizan en la actualidad tratan de contrastar estos niveles con mucha mayor exactitud para las condiciones del olivar español, y no sería extraño que dentro de un tiempo apareciese una nueva tabla y criterios de diagnóstico.

APLICACION A LA COMARCA DE LA LOMA

Planteamiento del trabajo

A continuación presentamos los primeros resultados de un trabajo iniciado en el año 1996 en la comarca de la Loma, en la provincia de Jaén, en el que uno de los objetivos fue estudiar el estado nutritivo de las plantaciones de olivar de la comarca, lo que en un futuro próximo permitirá asesorar a los olivicultores, estableciendo programas racionales de fertilización. En este primer avance de resultados se analiza la influencia que sobre dicho estado nutritivo tienen el

tipo de suelo, el riego, el sistema de manejo del suelo, la edad del olivar y los marcos de plantación.

Se seleccionaron 120 parcelas homogéneas de olivar en las que se estudiaron los suelos y se tomaron muestras de hojas tal como hemos expuesto anteriormente. Las localidades y número de muestras recogidas en cada una de ellas fueron las siguientes: **Baeza** (14 muestras), **Bedmar** (2), **Begíjar** (2), **Canena** (10), **Ibros** (8), **Iznatoraf** (6), **Lupión** (2), **Sabiote** (6), **Torreperogil** (6), **Ubeda** (16), **Villacarrillo** (41) y **Villanueva del Arzobispo** (7), procurándose que los olivares, todos ellos de la variedad Picual, estuviesen implantados en los diferentes tipos de suelo, así como cultivados con sistemas de cultivo, edades y marcos de plantación también diferentes.

En cada una de las 120 parcelas de olivar muestreadas y de acuerdo con el Mapa de Suelos de la Provincia de Jaén se clasificaron los suelos, estando previsto el estudio de las características físicas y químicas de los mismos (textura, pH, carbonatos totales, caliza activa, materia orgánica, capacidad de cambio catiónico, tipo de arcillas y su contenido en los diferentes elementos, además de la capacidad de campo y punto de marchitamiento). En cada parcela visitada

TABLA 3
Influencia del tipo de suelo sobre la concentración de nutrientes en hojas en olivares de la comarca de La Loma

Tipo suelo	Numero Muestras	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn %	Zn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
Cambisoles cálcicos	13	1,68	0,12	0,75	1,39	0,15	31	18	14	34
Cambisoles vérticos y Regosoles	93	1,68	0,12	0,83	1,43	0,14	44	19	14	34
Calcisoles	9	1,69	0,10	0,78	1,13	0,16	34	16	11	31

TABLA 2
Valores medios de las concentraciones de los diferentes nutrientes analizados en hojas de olivo en la comarca de la Loma.

Elementos	Media	Desviación Típica	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor crítico adecuado
N %	1,68	0,13	2,02	0,98	mas de 1,5
P %	0,12	0,01	0,16	0,08	mas de 0,1
K %	0,81	0,11	1,22	0,35	mas de 0,8
Ca %	1,41	0,24	2,61	0,83	mas de 1
Mg %	0,15	0,03	0,23	0,09	mas de 0,1
Mn %	41	13	101	21	mas de 20
Zn (ppm)	19	4	35	13	mas de 10
Cu (ppm)	13	5	45	5	mas de 4
B (ppm)	34	4	46	23	mas de 19



se anotó además la posible existencia de síntomas visuales en los olivos que pudieran atribuirse a alguna deficiencia nutricional, y edad de los árboles, recopilándose datos de la historia de la fertilización realizada en años anteriores, de los sistemas de cultivo (tipo de riego, procedencia y calidad del agua, sistema de manejo del suelo) y finalmente el nivel productivo de la plantación.

Características de los suelos de olivar de la comarca y su implicación en la fertilización

Aunque los resultados que presentamos deben considerarse como provisionales, pues el estudio no está aún totalmente concluido, podemos decir que las tipologías de suelos observadas en la comarca, pendientes de comprobación con el total de la analítica, son bastante homogéneas. Se clasifican (Nomenclatura FAO) a primer nivel como *Regosoles*, *Cambisoles* y *Calcisoles*. Los *Regosoles* se diferencian en *calcáricos* y *vérticos* cuando la textura fina del horizonte Ap es debida a una considerable cantidad de arcillas de tipo esmectítico que a su vez confieren al suelo propiedades vérticas, es decir, presentan fisuras, slickensides, agregados paralelepípedos o en forma de cuña, que no están combinados o no son suficientemente netos como para calificar los suelos como *Vertisoles*. La misma división se establece para los *Cambisoles*, también son *calcáricos* o *vérticos*, pero en este caso los sue-

los desarrollan un horizonte B cámbico que los diferencia de los *Regosoles*. En lenguaje coloquial el agricultor engloba como *campiñas* los suelos a los que nosotros hemos denominado *Regosoles* y *Cambisoles vérticos*, y a la denominación *calares* a los *Cambisoles* calcáricos, suelos pedregosos (piedra caliza) en superficie y de color rojo, mientras que la denominación *Calcisoles* incluye los denominados *blancos* por el olivarero, suelos blancos con gran cantidad de cal y poco fértiles, en los que vegetan olivares poco vigorosos y en muchos casos decrepitos.

Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo y del abonado del olivo, estas diferencias taxonómicas en los suelos podrían ser importantes porque afectan al contenido y disponibilidad por la planta de un nutriente fundamental, el *potasio*. Y es así ya que las disponibilidades en dicho nutriente están relacionadas a su vez con el tipo y porcentaje de *arcilla* en el suelo. Así, la presencia de propiedades vérticas está asociada a la *Esmectita*, mientras que en los suelos donde no se dan estas propiedades en nuestra comarca, es la *Illita* el mineral de la arcilla mayoritario.

La *Illita* se caracteriza porque equilibra parcialmente el déficit de carga con K^+ en posición interlamina. Este *potasio* queda fijado por lo que no es intercambiable y no está a disposición de las plantas. Al quedar bloqueadas las redes de intercambio, la capacidad de cambio catiónico es menor de lo que cabría esperar atendiendo a las susti-

tuciones isomórficas. Con el paso del tiempo y la alteración, este *potasio* sería liberado con lo que constituye una reserva de este elemento en el suelo. Pero de manera inmediata no está a disposición del árbol y, además, afecta a la eficacia del abonado potásico ya que la *Illita*, como ya hemos apuntado, tiende a secuestrar este elemento.

Las *Esmectitas* son un grupo de minerales de la arcilla en los que los complejos de superficie con cationes hidratados son de esfera externa, por lo que los cationes son fácilmente intercambiables. Su propiedad más destacable es su implicación en la capacidad de expansión-retracción interlamina por el humedecimiento y el secado. Ello se debe a su estructura que posibilita la hidratación de los cationes interlaminares provocando la separación de las láminas. Su capacidad de cambio catiónico es también alta.

Estas características contribuyen a que en aquellos suelos en los que las *Esmectitas* predominan (*campiñas*), y por tanto las propiedades vérticas, las cantidades de *potasio* disponible para las plantas sean también mayores. Ocurre así por ejemplo en algunas muestras como la muestra MP-46 clasificada provisionalmente como *Regosol vértico* (*campiña*), en la que se determinó una concentración de *potasio* de 78,7 mg/100 g de K_2O , el más alto observado hasta el momento en el estudio y que contrasta con otros valores tan bajos como 9,4 mg/100 g de K_2O en algunos horizontes del perfil MP-1, clasificado como *Calcisol pétrico* (*blancar*).

TABLA 4

Influencia del riego sobre la concentración de nutrientes en hoja en las plantaciones de olivar de la comarca de La Loma

Cultivo	Numero muestras	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
Secano	49	1,68	0,11	0,80	1,32	0,14	35	19	13	32
Riego	71	1,69	0,12	0,82	1,47	0,15	46	19	14	35
Tipo de riego (1)										
IR	42	1,69	0,12	0,82	1,47	0,16	49	18	13	34
RA	21	1,68	0,12	0,82	1,37	0,15	42	20	16	36
RAR	8	1,73	0,12	0,82	1,69	0,14	42	20	16	38

(1) RI = riego con dotación equivalente a unos 1.500 m³/ha en plantación tradicional

RA = riego de apoyo

RAR = riego con aguas residuales de la población.

TABLA 5

Influencia de la edad de los árboles sobre la concentración de nutrientes en hojas en plantaciones de olivar en la comarca de La Loma.

Edad (años)	Numero Muestras	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
< 10 años	6	1,78	0,13	0,89	1,58	0,14	72	20	15	33
10-20 años	15	1,68	0,12	0,81	1,54	0,15	51	20	13	34
20-50 años	35	1,65	0,12	0,82	1,43	0,15	44	20	14	33
> 50 años	64	1,70	0,12	0,80	1,34	0,15	35	18	13	34



En cualquier caso, como se dijo al principio, todos estos resultados deben ser aún minuciosamente estudiados y, dado que no siempre las relaciones son tan claras, debemos prever máximas concentraciones de potasio donde se observan síntomas de presencia de *Esmectitas* (campiñas) y mínimos en donde parecen ser las *Illitas* las arcillas dominantes (calares). Será necesario en este caso un estudio de identificación de la tipología y proporción de las arcillas presentes en cada caso.

En todas las muestras analizadas hasta el momento en la comarca, el grado de saturación en bases es del 100%, siendo el calcio el catión dominante y el sodio el más minoritario.

En la mayoría de los casos la roca madre originaria del suelo es una marga o margocaliza, y a veces también se presenta en forma de costra caliza endurecida. La naturaleza de la roca madre influye en el hecho de que en los perfiles exista una alta proporción de carbonato cálcico que, en ocasiones, alcanza valores superiores al 60%, con las implicaciones que ello supone en el manejo correcto del suelo.

El contenido en materia orgánica supera en la mayor parte de las fincas estudiadas el valor de 1,10% en los 30 centímetros más superficiales, disminuyendo en profundidad. Existen zonas (bajo la copa de los árboles) y debido a la acumulación de restos vegetales (hojas fundamentalmente) en las que este valor aumenta, llegando a valores de hasta el 3%, mientras que en otras fincas hemos detectado valores muy inferiores incluso en superficie, del orden de 0,3%. Sin embargo los extremos son minoritarios en las muestras estudiadas hasta el momento.

Estado nutritivo de las plantaciones de olivar de la comarca

En la *Tabla 2* presentamos los valores medios de las concentraciones en hoja de cada uno de los nueve nutrientes analizados, en ella damos igualmente, como referencia, los valores considerados como adecuados para cada uno de los elementos. Podemos observar como los valores medios de todos los nutrientes están por encima de los niveles de adecuación, lo que

muestra el buen estado nutritivo de los olivares de la comarca para el año 1996 en el que se ha realizado este primer estudio, año en el que la pluviometría media en la zona superó los 600 mm, lo que sin duda ha influido en estos buenos resultados. En el conjunto de las 120 muestras, solo 7 presentan valores inferiores al adecuado en *N*, siendo el *K* el elemento que plantea mayores problemas desde el punto de vista de la nutrición, ya que aunque solamente una muestra presenta valores de deficiencia, otras 40 muestras presentan valores por debajo del adecuado, por lo que se debe prestar una máxima atención en la fertilización con este elemento. En 5 muestras existen valores no adecuados en *Ca* y 2 muestras presentan un contenido en *Mg* no adecuado. Para los elementos *P*, *Mn*, *Zn*, *Cu*, y *B* todas las muestras presentan valores por encima del adecuado.

Pensamos que, independientemente de las prácticas de abonado, los problemas con *K* derivan de los tipos de suelo de la comarca, en los que es normal un alto contenido en arcillas (*Illita* y *Esmectita*) y en carbonato cálcico, lo que favorece el bloqueo y escasa disponibilidad de este elemento. Si profundizamos un poco en los datos del contenido de *K* en hoja obtenidos, podemos decir que del conjunto de las 40 muestras con contenido no adecuado, solo 13 muestran valores realmente bajos, mientras que 28 muestras presentan valores en el intervalo 0,7-0,8, valores que en un año de buena cosecha, como lo fué 1996, pueden ser considerados casi como adecuados, y no así en un año de descarga, existiendo referencias de ensayos de campo en los que con concentraciones en hoja en dicho rango no se han encontrado respuestas a la fertilización potásica.

El tipo de suelo parece inducir ciertas diferencias en el estado nutritivo de los olivares (*Tabla 3*). Con respecto al *N*, elemento más amplia y abundantemente empleado en la fertilización en la comarca, no se observan diferencias en los valores medios observados en los distintos tipos de suelo. En los *Calcisoles*, a los que como ya hemos dicho el agricultor denomina "blancales", que presentan un alto contenido en carbonato cálcico y caliza activa, así como bajas concentraciones de potasio asimilable, los

olivares muestran el peor estado nutritivo, con valores medios de *P*, *K*, *Ca*, *Mn* y *Cu* más bajos que los observados en los suelos de "campiña" (*Cambisoles vérticos* y *Regosoles*). Con respecto a estos dos tipos de suelos, en los "calares" (*Cambisoles cálcicos*) los olivos presentan concentraciones en hoja significativamente más bajas en *K* y *Mn*. En el caso del potasio la explicación podría encontrarse en la mayor proporción de *Illita* en la fracción arcilla del suelo, lo que ocasiona una mayor adsorción de este nutriente, lo que puede reducir su concentración en la solución del suelo.

Independientemente del tipo de suelo, el riego parece modificar ligeramente el estado nutritivo de los árboles (*Tabla 4*), observándose en regadío mayores concentraciones en todos los nutrientes, teniendo relevancia las diferencias observadas en *Ca* y *Mn*. Tengamos en cuenta que el año 1996 fue lluvioso, por lo que el secano dispuso a lo largo de la primavera y verano de adecuadas disponibilidades de agua, por lo que las diferencias riego/secano fueron menores que en los años secos, tal como se observó claramente en un estudio preliminar realizado en 1994 (datos no presentados) en la zona de Villacarrillo.

En cuanto a la modalidad de riego, los árboles regados con aguas residuales de población (*Tabla 4*) presentaron mayores contenidos en *Ca*, no observándose grandes diferencias en los contenidos de los restantes elementos analizados, siendo algo más alta la concentración de *N* en hoja.

La edad del olivar (*Tabla 5*) influyó también sobre las concentraciones en hoja de *N*, *K*, *Ca* y *Mn*, observándose en árboles jóvenes unos mayores contenidos que en los adultos (más de 50 años), si bien los valores medios observados en los diferentes elementos son adecuados en todas las edades.

El sistema de laboreo ha tenido escasa influencia sobre el estado nutritivo de los olivares, presentando valores similares los olivos cultivados en régimen de laboreo reducido y los labrados de forma convencional. Las concentraciones en hoja de *N*, *P*, *Ca* y *Mn* son inferiores en el olivar sometido a no-laboreo con suelo desnudo, si bien estas diferencias no deben ser atribuidas al sistema de cultivo, sino al tipo de suelo, ya que en la comarca los olivareros aplican preferentemente el no-laboreo en los *Cambisoles cálcicos* "calares", suelos bastantes pedregosos, debido a la dificultad que presentan para realizar las labores tradicionales.

Por último, en estudio realizado sobre árboles con edades comprendidas entre 10 y 50 años, el sistema de plantación parece tener también escasa relevancia en el estado nutritivo de los olivos, presentando similares estados nutritivos los árboles cultivados con marco tradicional (menos de 100 olivos/ha) y las plantaciones intensivas (más de 150 olivos/ha).

Recomendaciones de abonado en la comarca

El estado nutritivo de las plantaciones de olivar de la comarca de La Loma en 1996 parece satisfactorio en la gran mayoría de los olivares muestreados, en lo que puede haber influido: los tipos de suelo en los que vegeta el olivar, que en la mayoría de los casos son bastante aptos y fértiles; el hecho de que 1996 fue un año lluvioso; que en el año anterior, 1995, la cosecha fue escasa o nula en muchos de los olivares muestreados; y que en gran parte de los olivares los agricultores abonan generosamente sus árboles, dato que aquí no analizamos.

A pesar de que muchos técnicos están aconsejando el empleo de *micronutrientes*, y en especial el *boro*, en sus fórmulas de abonado, los resultados analíticos no muestran la necesidad de emplear estos elementos en la fertilización, ya que el suelo parece suministrarlos en cantidad suficiente para este cultivo.

El *potasio* parece que es el elemento al que hay que prestar mayor atención en la fertilización del olivar de la comarca, en especial en determinados suelos que denominamos "blancales" y "calares", en los que debido al bajo contenido en K_2O o al tipo de arcillas, las disponibilidades reales de *K* pueden ser insuficientes. En estos casos, la aportación de este elemento debería hacerse *vía aplicación foliar*, lo que evitaría los problemas de bloqueo o inmovilización en el suelo. De cualquier modo, los resultados del análisis de hoja siempre serán los que nos muestren la necesidad o no de abonar.

A pesar de los *adecuados niveles de N* observados, que teóricamente sugieren la posibilidad a corto plazo de no abonar, pensamos que en una comarca con un alto nivel productivo medio, la fertilización con este elemento debe recomendarse, supeditando la dosis de abonado al contenido de *N en hoja* y al *nivel productivo* de las plantaciones. Pensamos que en *olivar con marco tradicional* aplicar anualmente dosis moderadas de *N* (0,6-1,0 kg/olivo) es lo más recomendable, evitando las aportaciones excesivas, teniendo en cuenta las altas concentraciones encontradas en la hoja, lo que además de hacer ineficaz una mayor cantidad de abono, contribuiría a crear problemas de manejo de las plantaciones por exceso de vegetación y de contaminación del medio y acuíferos por nitratos. En los olivares con deficiencia en *N* es recomendable el abonado al suelo a mayores dosis y/o recurrir a aportaciones foliares de urea para corregir rápidamente la deficiencia.

La fertilización con *fósforo* tampoco parece muy necesaria en la mayoría de las parcelas estudiadas, por un lado porque el estado nutritivo en este elemento es satisfactorio, y por otro porque los suelos parecen bien dotados en este elemento, y en esta situación no suele encontrarse respuesta a la fertilización *P*, tal como lo demuestran los trabajos a largo plazo realizados por la Estación de Olivicultura de Jaén en la comarca.

Por último, en los *blancales* suelen presentarse problemas de clorosis férmica, sintomatología que va asociada a un descenso en el nivel productivo de las plantaciones si no se procede a su corrección. En un olivar de la comarca cultivado en este tipo de suelo se realizó un experimento en el que la aplicación de quelatos EDDHA de hierro al suelo, proporcionó unos importantes aumentos de producción, que hicieron rentable la aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo agradecen a la Caja Rural de Jaén que ha financiado la totalidad de las fases de ejecución de esta investigación.

del 13 al 16 noviembre 97

TRUJALLO



97
Agroganadera