

La fertilización razonada del olivar

1. Introducción

El abonado tiene por objeto restituir al suelo la totalidad o parte de los nutrientes que la planta extrae, o enriquecer éste cuando la concentración en uno o varios elementos es insuficiente para asegurar la correcta nutrición del cultivo.

En condiciones normales, la fertilización del olivar es una práctica rutinaria que se realiza sin evaluar para cada parcela homogénea de suelo, plantada en una misma fecha con la misma variedad y aplicando las mismas técnicas culturales, sus necesidades de elementos nutritivos y el momento de su aplicación. Probablemente el bajo coste del abonado del olivar en relación con el de otras prácticas culturales y la dificultad para el productor de establecer una relación causa-efecto del mismo, han motivado que a esta práctica cultural no se le haya dado la importancia que tiene desde el punto de vista de la producción, la calidad, la salud del árbol y su impacto sobre el medioambiente. Los árboles que se mantienen en un buen estado nutritivo, serán capaces de tolerar mejor las plagas, las enfermedades y las condiciones adversas, produciendo buenas cosechas en años sucesivos.



2. Abonar correctamente no es una tarea sencilla

Emplear fertilizantes en mayor cantidad o más costosos no suele producir mejores resultados, porque lo mismo que ocurre con la alimentación humana, es necesario mantener además un equilibrio entre los diferentes elementos.

Para establecer un plan de abonado racional y respetuoso con el medio ambiente, es necesario tener en cuenta la fertilidad del suelo, el estado nutritivo y el potencial de producción de los árboles, la disponibilidad de agua en el suelo, las necesidades de la hierba de cobertura del suelo, las aportaciones del agua de riego y, finalmente, la fertilización realizada en años anteriores y las cosechas obtenidas.



El aspecto de los árboles y su sintomatología, junto con los análisis foliares y análisis de suelo, son las herramientas que contamos para establecer y modificar los programas de fertilización.

En determinadas áreas de cultivo (Zonas vulnerables) y sistemas de producción (Producción Integrada) se establecen normas que limitan el uso del nitrógeno, estableciendo unos niveles y épocas de aplicación que, sin impedir la obtención de buenas cosechas, reduzcan los riesgos de contaminación.

3. Itinerario de la fertilización razonada

1ª Etapa:

Estimación de exportaciones de elementos nutritivos de la parcela

Las exportaciones de elementos nutritivos del suelo incluyen las producidas por los árboles, las de la hierba de cobertura del suelo y las pérdidas. En fertilización razonada se procurará que las pérdidas sean mínimas para evitar la contaminación de las aguas por lixiviación o arrastre de los nitratos.

a) Las necesidades de los árboles

Las necesidades de los árboles se calculan en función de las exportaciones anuales realizadas por la madera de poda, hojas y la producción de frutos.

Las exportaciones de elementos minerales se han calculado para los distintos sistemas de producción, tanto de secano como de regadío (Cuadro 1). Las características diferenciales de los sistemas, además de la disponibilidad de agua en el suelo, son:

- la densidad de plantación.
- el crecimiento vegetativo.
- la periodicidad e intensidad de la poda realizada.
- las producciones obtenidas.

Cuadro 1. Exportaciones anuales realizadas por la madera de poda y hojas

Sistema	Densidad (nº arb./ha)	Producción (kg/ha)	Exportaciones		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Tradicional secano	< 80	<1.500	20	5	13
Intensiva secano	> 150	1.500 - 3.000	42	8	26
Tradicional regadío	< 100	3.000 - 4.000	53	12	37
Intensiva regadío	> 150	6.000 - 8.000	83	16	53
Alta densidad regadío	> 800	6.000 - 8.000	83	16	53

Una vez determinada la absorción o exportación de los elementos nutritivos por la madera de poda y hojas, se calculan las exportaciones realizadas por la cosecha. En el cuadro 2, figura el contenido de elementos minerales en la materia seca del fruto en distinto grado de madurez.

Cuadro 2. Contenidos de elementos minerales en el fruto (% s/materia seca)

Componente	% sobre materia seca			
	Agua (%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fruto verde	60,6	0,9	0,333	2,76
Fruto maduro	46,1	0,97	0,397	3,22

En el cuadro 3 se reflejan las exportaciones de elementos nutritivos por cada tonelada de frutos en distinto grado de maduración. En aceituna para transformar en aceite se utilizarán los datos referidos a fruto maduro y 46% de humedad.

Cuadro 3. Exportaciones por tonelada de fruto producido

Tipo fruto	Exportaciones (kg/ha)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fruto verde	3,54	1,31	10,87
Fruto maduro	5,22	2,13	17,35

b) Las necesidades de la hierba de cobertura del suelo

La restitución de las necesidades de la hierba de cobertura del suelo, sólo es útil:

- los dos primeros años de su instalación.
- 50 U. F./ha de nitrógeno son suficientes.

A partir del 2º año, se considera que la pradera retroalimenta su consumo.

La reorganización del nitrógeno y del fósforo mineral, así como la fijación del fósforo y potasio, son imposibles de cuantificar. Ello forma parte de las incertidumbres todavía numerosas en agricultura.

2ª Etapa:

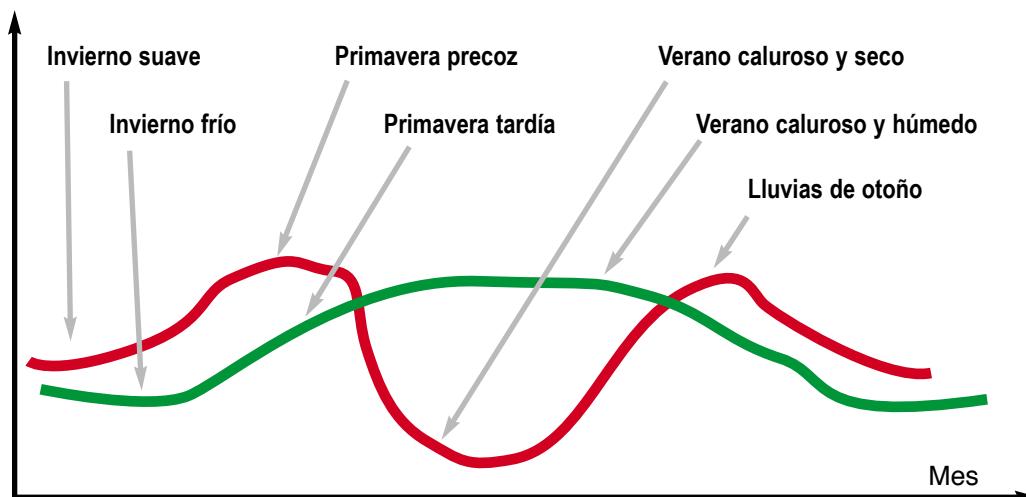
Estimación de aportaciones de elementos minerales por el suelo y agua de riego

Sólo tenemos en cuenta el nitrógeno. En cultivos herbáceos se hace extensivo al fósforo, pero en arboricultura los conocimientos no están todavía tan avanzados.

a) Aportaciones del suelo

Cada suelo según su textura, estructura, topografía y su clima, nitrifica diferentemente a lo largo del año. La nitrificación aumenta cuando la temperatura se eleva y cuando la humedad es suficiente. En clima mediterráneo, el calor y la sequía estival dificultan la nitrificación. El riego en esta estación, permite mantenerla a un ritmo elevado (Soltner, 1979).

Figura 1. Intensidad de la nitrificación (N-NO₃/kg. de tierra seca)



Fuente D. Soltner, 1979

Los aportes de nitrógeno por el suelo provienen de la mineralización de la materia orgánica. Esta se compone de humus, materias orgánicas libres no humificadas y de la masa microbiana viviente. Esta masa orgánica es a la vez productora y consumidora de nitrógeno mineral. Según su composición, según su volumen y según las condiciones de temperatura y humedad del suelo, puede ceder importantes cantidades de nitrógeno.

La mineralización se produce desde que la temperatura del suelo alcanza 6-7 °C y la humedad esté próxima a la capacidad de campo. Prácticamente, los periodos favorables son la primavera, el otoño y en verano los días que siguen a un riego o una lluvia (figura 1). Los suelos saturados de agua o mal aireados son por el contrario nefastos, ya que entonces se desarrolla el proceso de la desnitrificación.

En el cuadro 4 se reflejan las cantidades de nitrógeno mineralizado por hectárea y año, en nuestras condiciones edafo-climáticas, según el nivel de materia orgánica del suelo y su textura.

Cuadro 4. Nitrógeno mineralizado en distintos tipos de suelo según su nivel de materia orgánica

M. orgánica suelo (%)	Nitrógeno mineralizado del suelo (kg/ha-año)		
	Arenoso	Franco	Arcilloso
0,5	10-15	7-12	5-10
1	20-30	15-25	10-20
1,5	30-40	22-37	15-30
2	40-0	30-50	20-40
2,5	-	37-62	25-30

Se puede deducir que la liberalización de nitrógeno por las materias orgánicas presentes en el suelo o aportadas es:

- * muy importante y nunca desdeñable.
- * depende muy indirectamente de la acción del olivicultor y por ello difícil de controlar en el tiempo.
- * fuente potencial de pérdidas de nitrógeno en exceso en periodos donde las necesidades del cultivo son bajas. Añadir que esta disponibilidad de nitrógeno mineral se puede medir en todo momento.

b) Aportes de nitrógeno por el agua de riego

Con frecuencia las aguas que utilizamos para regar contienen importantes cantidades de nitrógeno. Para ilustrar su importancia se desarrolla el siguiente ejemplo:

Cálculo de los aportes de nitrógeno al suelo por la aplicación de agua de riego con las siguientes características:

- Riego localizado en una plantación de olivos con un aporte anual de 3.250 m³/ha-año.
- Agua de riego con 10 mg/l de Nitrato (NO₃).

Resultado:

Aporte de Nitrógeno (N):

$$3.250.000 \times (10/1.000.000) = 32,5 \text{ kg de nitrato}$$

En cada kg de nitrato hay 22,5% de N:

$$32,5 \times (22,5/100) = 7,4 \text{ kg de nitrógeno}$$

3ª Etapa

Estimación de las necesidades de fertilizantes de la plantación o abonado anual

La cantidad total de elementos minerales que cada año debemos aportar a una parcela de olivos se determina según la siguiente ecuación: del total de exportaciones efectuadas por los árboles y la hierba de cobertura de la parcela se resta la suma de aportaciones suministradas por el suelo y el agua de riego.

$$\text{Necesidades de abonado} = \text{Exportaciones} - \text{Aportaciones}$$

Para una mejor comprensión desarrollamos el siguiente ejemplo:

Calcular las necesidades de nutrientes de una parcela de olivos de una hectárea de superficie y plantados en alta densidad. La parcela tiene una producción potencial de aceitunas de 7.500 kg/ha, se riega con un agua cuyo contenido de nitrato es de 10 mg por litro y el consumo anual se estima en 3.250m³/ha. El suelo es de textura franca, contiene 1,5% de materia orgánica y se mantiene con hierba desde hace cinco años.

Cálculo de fertilización de la parcela

Concepto	Elementos nutritivos (kg/ha-año)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
A. EXPORTACIONES			
A.1. Exportaciones de los árboles			
- Madera de poda y hojas (cuadro 1)	83	16	53
- Cosecha de 7.500 kg/ha (cuadro 3)	39	16	130
A.2. Hierba de cobertura del suelo	0	0	0
Suma exportaciones	122	32	183
B. APORTACIONES			
B.1. Suelo (cuadro 4)	29,5		
B.2. Agua de riego	7,4		
Suma aportaciones	36,9		
Necesidades de fertilizantes (A-B)	85,1	32	183

La cantidad total de fertilizantes que se deben aportar a la parcela serán:

1. Nitrógeno (N) 85,1 kg/ha
2. Fósforo (P₂O₅) 32,0 kg/ha
3. Potasio (K₂O) 183,0 kg/ha

4ª Etapa

Estimación de las necesidades de la plantación en el tiempo

El crecimiento de la superficie de olivar con riego localizado y las inmensas posibilidades de mejorar la nutrición, los rendimientos y el impacto ambiental de los fertilizantes, mediante el suministro racional de las necesidades temporales del cultivo a través del riego, han convertido la fertirrigación en una de las técnicas básicas para mejorar la eficiencia productiva y la calidad del producto en los cultivos leñosos en general y para el olivo en particular.

a) Distribución de los fertilizantes a lo largo del ciclo vegetativo

Hace falta realizar un calendario de fertilización y además específico para las aportaciones de cada elemento, que lleguen a cubrir lo mejor posible todas las necesidades del cultivo. Los consumos de un olivo en producción, son variables a lo largo del periodo vegetativo. Por ello, una vez conocidas las necesidades totales de nutrientes de la plantación, se aplican los porcentajes del cuadro 5 para ajustar los aportes a las necesidades temporales (mensuales) de cada nutriente.

Cuadro 5. Porcentajes mensuales a aplicar de la dosis anual de nutrientes.

Nutriente	Meses							
	Marz	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct
N	5	10	20	20	20	15	5	5
P ₂ O ₅	25	30	30	10	5	0	0	0
K ₂ O	0	0	5	10	20	20	20	25

También se deben valorar las aportaciones del suelo para minimizar las pérdidas ligadas a los excedentes no utilizables en determinados momentos por el árbol.

b) El ciclo interno del nitrógeno

Los árboles tienen también la facultad de constituir reservas nitrogenadas en sus órganos (ramas, tronco, raíz). Estas reservas son reutilizadas por el árbol para la formación y desarrollo de los distintos órganos vegetativos y reproductivos, desde el inicio del movimiento vegetativo (final de invierno) hasta bien entrada la primavera. Por este motivo, es muy importante los aportes de nutrientes en la fase final del ciclo vegetativo, cuando las hojas están todavía en actividad.

5ª Etapa:

Controlar el estado nutricional del olivar

Generalmente se utiliza el análisis foliar, complementado con la observación de los árboles y comparando los resultados con los niveles que aparecen en el cuadro 6. Cuando el estado nutritivo del árbol en un determinado nutriente esté en un nivel por debajo del adecuado se aplicará un coeficiente que aumente la dosis de restitución calculada. Mientras que si las concentraciones en hoja están por encima de los valores considerados como adecuados se realizará una reducción de la dosis calculada.

Cuadro 6. Niveles críticos de macronutrientes en hojas de olivo

Elemento	Deficiente	Bajo	Adecuado	Alto
Nitrógeno, N (%)	1,4	1,41-1,5	1,5-2	>2,01
Fósforo, P (%)	0,05	0,06-0,09	0,1-0,3	
Potasio, K (%)	0,4	0,40-0,79	0,8-1	>1
Calcio, Ca (%)	0,3	0,30-1	>1	
Magnesio, Mg (%)	0,08	0,08-0,10	>0,1	

Elaboración propia a partir de datos de Chapman, 1966, Beutel et. al., 1983 y ATPIO nº 2, 2003

a) El análisis foliar

Para la toma de muestras de hojas se deben seleccionar parcelas homogéneas y de éstas una muestra representativa de árboles.

De cada árbol de la muestra, tomar dos hojas desarrolladas y sanas de la mitad del brote del año, en cada una de las orientaciones de la copa (N, S, E, W) y a la altura del operario.

La muestra mínima por parcela homogénea se estima en 100 hojas.

b) Caminar por la plantación como herramienta de diagnóstico

No es posible un diagnóstico si no se recorre la plantación al menos en momentos críticos:

Brotación.

Después del cuajado.

Pre-maduración (cosecha).

Comprobar: Tamaño y forma de hojas.

Crecimiento anual.

Distribución frutos en copa, tamaño y color.

4. Recomendaciones para corregir deficiencias o valores nutritivos bajos

La fertilización en olivar de secano se realizará a la salida del invierno, incorporando el abono con una labor. Cuando se utilicen sistemas de no laboreo o laboreo reducido, las aportaciones se harán cuando se prevean lluvias que faciliten su incorporación al suelo. En condiciones de secano y en suelos calizos y arcillosos, se consigue una mayor eficacia en el abonado con fósforo y potasio mediante su aportación por vía foliar, aprovechando para ello los tratamientos fitosanitarios. En años secos la aportación foliar de nitrógeno es igualmente recomendable. Las aplicaciones foliares se deberán hacer en primavera (febrero-abril), verano (julio) y otoño (septiembre-octubre). En el cuadro 7, se reflejan las recomendaciones para la corrección de deficiencias o valores nutritivos bajos.

Cuadro 7. Corrección de valores nutritivos bajos o deficiencias

Elemento	Recomendación
Nitrógeno	Abonar el suelo con dosis adecuadas. Pulverización foliar con urea (2-4%) y adecuado volumen de agua.
Fósforo	Pulverización foliar con fosfato monoamónico (1-3%). Incompatibilidad con tratamientos fungicidas a base de cobre.
Potasio	Pulverización foliar con nitrato, cloruro o sulfato potásico (2%). Pulverización foliar con carbonato potásico (1%, corregir el pH del caldo). Aportaciones en primavera, verano y otoño, siempre que los árboles no estén padeciendo estrés hídrico.
Boro	Pulverización foliar con borato sódico al 0,5% antes de floración. Abonado de fondo (200 g/olivo) al final de invierno, si el contenido fuese bajo.
Hierro	Inyección al suelo de quelatos de Fe-EDDHA: -Olivar tradicional: 75-100 g/olivo con 6% de Fe). -Dosis de mantenimiento: 25-75 g/olivo adulto y año. Incorporación de quelatos de Fe-EDDHA al agua de riego (goteo). Inyección al suelo de fosfatos de hierro hidratados (vivianita), 3-4 años, tras corregir estados de clorosis aguda.
Magnesio	Pulverización foliar de sulfato de magnesio al 2% adicionando un mojante. Aplicar al suelo 1-2 kg/árbol de sulfato magnésico en caso extremo.
Cinc y Manganeso	Pulverización foliar con sulfatos de cinc y manganeso a dosis de 0, 1-0, 2%. Neutralizar el caldo con carbonato cálcico si fuese necesario.

5. Conclusiones

- Estimar correctamente las necesidades de la plantación (árboles y hierba):
 - Cantidad global anual.
 - Cantidad por periodo.
- Tener en cuenta las reservas disponibles:
 - En el suelo.
 - En el árbol.
- No aportar nitrógeno fuera de la época de consumo (diciembre a febrero).
- No enriquecer excesivamente el suelo en materia orgánica (aportes incontrolados de estiércol u otras enmiendas).
- Distinguir los fertilizantes minerales de las enmiendas orgánicas, ya que los primeros pueden aportar o generar rápidamente cantidades importantes de nitrato.
- Dejar las hojas que caen bajo la copa y mantener esa zona sin laboreo, ya que es un buen método para aumentar a medio y largo plazo el contenido de materia orgánica del suelo, con sus implicaciones en la mejora de la infiltración y de fertilidad. No obstante, si existen problemas de verticililosis, las hojas y restos infestados se deben retirar y quemar.
- Mantener correctamente la hierba de cobertura del suelo de la plantación.
- Evitar las aportaciones excesivas de agua que pueden provocar percolaciones y arrastres.
- Mantener el suelo con cobertura vegetal después del arranque de los árboles: cultivar leguminosas para enterrar en verde, un cereal o un enherbado para la futura plantación.

Información elaborada por:

Jose Luis Espada Carbó

Centro de Técnicas Agrarias. Unidad de Cultivos Leñosos.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 06

Correo electrónico: cta.sia@aragob.es