

# Manejo de la fertirrigación orgánica en cítricos

Cálculo de la dosis y correcciones por análisis de suelo, foliar y agua de riego

**E**l actual Pacto Verde Europeo prevé, en el ámbito de la agricultura, la necesidad de conseguir un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente. Concretamente, en la Estrategia De la Granja a la Mesa, los Estados miembros deben comprometerse a establecer prácticas agrarias sostenibles que den lugar a un incremento de la superficie destinada a la agricultura ecológica, orgánica o biológica, conceptos sinónimos en el actual Reglamento 848/2018 UE, hasta superar el 25% de las tierras agrícolas en producción.

Este modelo de manejo de la agricultura se caracteriza por ser un proceso productivo y respetuoso con el medio ambiente, en el que se reduce el uso de recursos no renovables y medios externos a través del reciclaje de residuos y subproductos (origen vegetal y animal). Además, el control de plagas se realiza a través de medidas preventivas sin el empleo de productos químicos ni pesticidas. La agricultura ecológica basa el manejo de la fertilización en prácticas de cultivo que incrementen el contenido de materia orgánica del suelo, mejorando la fertilidad natural del mismo y su actividad biológica.

En la actualidad, España es el primer país europeo en superficie en agricultura ecológica, con un incremento del 3,5% en 2020, hasta 2.437.891 hectáreas (Eurostat, 2021), siendo la Comunidad Valenciana, la cuarta provincia en superficie or-

**Ana Quiñones, Belén Martínez-Alcántara, Rodolfo Canet, Isabel Rodríguez-Carretero, Julia Morales, Ana Pérez Piqueres.**

Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Moncada (Valencia).

**La Estrategia De la Granja a la Mesa describe un plan de acción para impulsar un uso eficiente de los recursos (suelo, agua y fertilizantes). En el caso de estos últimos, promueve la introducción de herramientas de sostenibilidad agrícola para un manejo sostenible de los nutrientes a través de la integración de todas las fuentes del sistema. En este artículo se sientan las bases para una adecuada fertilización orgánica en cítricos.**



gánica a nivel estatal. En cuanto a los principales cultivos, la superficie certificada de cítricos en agricultura ecológica se ha incrementado en un 173% de 2016 a 2020 (CAECV, 2020).

## Manejo integrado de la nutrición

La Estrategia De la Granja a la Mesa describe un plan de acción para impulsar un uso eficiente de los recursos (suelo, agua y fertilizantes). En el caso de estos últimos, promueve la introducción de herramientas de sostenibilidad agrícola para un manejo sostenible de los nutrientes a través de la integración de todas las fuentes del sistema, considerando los nutrientes procedentes de la materia orgánica, así como de los productos orgánicos aportados (estiércol, compost, vermicompost, ácidos húmicos, etc.) y de la mineralización de los residuos de los cultivos (poda, órganos caídos y destríos), estableciendo la proporción de fertilizantes que quedaría por aportar, vía fertirriego, para satisfacer por completo las necesidades de los cultivos. Además, favorece el uso de productos fertilizantes avanzados y el apoyo en herramientas de agricultura de precisión (PAC 2021-2027). En el caso del riego fomenta el uso de sistemas de alta frecuencia, más eficientes, para aplicar los nutrientes necesarios para las plantas (fertirrigación).

## Cálculo de la dosis anual de fertilización en cítricos

El objetivo del abonado es incrementar la fertilidad natural del suelo con el fin de conseguir un aumento del rendimiento y una mejora en la calidad del fruto. Para conseguirlo, las plantas, además de carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H), que son capaces de obtener a través de la fotosíntesis, la respiración y el agua, también necesitan absorber el resto de nutrientes esenciales: nitrógeno (N), fósforo (P), po-



*El riego localizado a goteo, se consideraba como un mero soporte para las plantas. En el nuevo marco del Pacto Verde Europeo se han de considerar todos los aportes del mismo, principalmente los nitrogenados, para conseguir disminuir el aporte en un 20%.*

tasio (K), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y níquel (Ni).

Para estimar una dosis de abonado estándar, tanto para parcelas en manejo convencional como ecológico, se deben conocer las necesidades nutritivas anuales de

las plantas. Estas contemplan el crecimiento de los órganos viejos (ramas de años anteriores, tronco y raíces gruesas) y el desarrollo de nuevos tejidos (flores, frutos, hojas y ramas de las brotaciones de primavera, verano y otoño). Con posterioridad, es muy importante el conocimiento de la eficiencia de uso de los fertilizantes, ya que la aplicación de éstos conlleva un porcentaje de pérdidas debidas a diferentes causas. Por ello, el aporte de nutrientes siempre será superior a las necesidades de las plantas.

Los valores del consumo anual de nutrientes esenciales de cítricos de diferentes edades se exponen en el **cuadro I**. Estos valores tienen un valor indicativo de las necesidades promedio de plantas de cítricos de diferentes edades, y pueden sufrir variaciones en función de las características de la planta.

El tipo de suelo (profundidad, drenaje, capacidad de retrogradación a formas inasimilables de los elementos aplicados, etc.) y las prácticas culturales (sistema de laboreo o de no cultivo, modalidad de abonado en riego tradicional o en goteo) influ-

yen en la eficiencia de utilización de los fertilizantes. La eficiencia de uso de los abonos se define como la proporción de un elemento que es aprovechado por el arbolado cuando se aplica una dosis determinada del mismo.

Para el cálculo de las unidades fertilizantes a aportar por hectárea (UF/ha), se utiliza la **ecuación 1**.

### Ecuación 1.

Necesidades plantación (UF/ha) = Necesidades nutritivas netas x F<sub>1</sub> x F<sub>2</sub> x n° árboles.

F<sub>1</sub> = 100/eficiencia uso fertilizantes en riego por goteo (%).

Los valores mostrados en el **cuadro I** (UF/ha) se han obtenido utilizando una eficiencia de N: 75; P: 50; K: 85 y Mg: 35. F<sub>2</sub> = Factor de conversión de gramos a UF.

(UF Nx1=N; Px2,3=P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; Kx1,2=K<sub>2</sub>O; Cax1,4=CaO; Mgx1,7=MgO; Fex1=Fe).

### Correcciones de la dosis de abonado a aportar

Una vez establecida la dosis estándar, se deberá corregir por medio del análisis foliar (Corr<sub>AF</sub>), suelo (Corr<sub>AS</sub>) y agua de riego (Corr<sub>AR</sub>) aplicando la **ecuación 2**. Finalmente, para el mejor aprovechamiento de los nutrientes aportados, la dosis deberá aplicarse en las épocas más idóneas y con los fertilizantes más apropiados.

### Ecuación 2.

UF/ha = Necesidades anuales x Corr<sub>AS</sub> x Corr<sub>AR</sub> x Corr<sub>AF</sub>



### Corrección según el análisis del suelo

El análisis del suelo informa sobre las condiciones físicas, (movilidad del agua y la dinámica de los nutrientes), la riqueza de los elementos que se encuentran en forma asimilable para el cultivo, así como, las características del mismo que pueden ser desfavorables o limitantes para el desarrollo de la planta, tales como el pH, contenido de calcio total y activo, conductividad eléctrica, etc. Durante la implantación del riego localizado a goteo, se consideraba como un mero soporte para las plantas. Sin embargo, en el nuevo marco del Pacto Verde Europeo se han de considerar todos los aportes del mismo, principalmente los nitrogenados, para conseguir el objetivo de disminuir el aporte de los fertilizantes de síntesis en un 20%.

A nivel de cada autonomía, se debe de cumplir la normativa vigente. En la Comunidad Valenciana, la Orden 10/2018, sobre la utilización de materias fertilizantes nitrogenados en las explotaciones agrarias, regula la utilización de materias fertilizantes nitrogenadas, aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Valenciana (CBPACV) en su Anexo II, las Normas de Producción Integrada (PI) en cítricos (2020) y el Programa de Actuación en las zonas vulnerables de la Comunidad Valenciana para prevenir y reducir la contaminación de las aguas causadas por los nitratos de origen agrario.

En términos generales, hay que deducir de las dosis de nutrientes a aplicar en los cítricos (**cuadro I**):

- Nitrógeno liberado de la materia orgánica (tablas XI CBPACV; Anejo XII PI).

## CUADRO I

### NECESIDADES NUTRITIVAS ANUALES DE LOS CÍTRICOS.

g-árbol <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
Plantón	5,1	0,7	2,8	1,58	1,0	0,04	0,017	0,011	0,006	0,001	0,001
Joven	142	15	87	48	32	1,1	0,54	0,35	0,18	0,02	0,02
Adulto	453	44	246	152	95	3,4	1,7	1,1	0,6	0,07	0,05
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	B	Mo	Cu
UF/ha	240	80	140	115	180	1	0,3	0,5	0,2	0,01	0,01

- Nitrógeno mineralizado de los aportes orgánicos (tabla I, CBPACV).
- Dosis máximas de estiércol (anejo VIII normas PI).
- Factores de corrección de abono fosfórico y potásico por análisis foliar (anejo VIII y IX PI).

Para facilitar el cálculo del porcentaje de las necesidades de los cítricos que es cubierto por la mineralización del nitrógeno de la materia orgánica del suelo, la **figura 1** muestra la curva aproximada de mineralización en suelos propios del cultivo de cítricos del este peninsular.

### Corrección según el análisis foliar

Esta analítica es el procedimiento más adecuado para diagnosticar el estado nutritivo del arbolado, ya que informa sobre la absorción real de los nutrientes por la planta, muestra la presencia de estados carenciales o excesivos, sugiere la aparición de antagonismos entre nutrientes y permite evaluar las reservas disponibles en elementos móviles.

El **cuadro II** muestra los valores foliares de referencia de diferentes estados nutritivos de varias especies de cítricos (Quiñones *et al*, 2012).

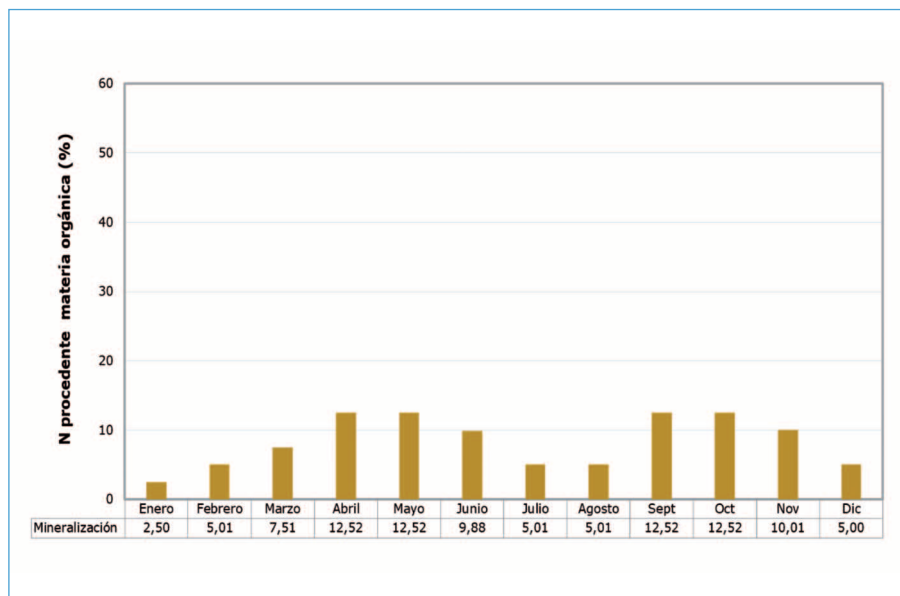
Por tanto, las dosis expuestas en el **cuadro I** se corregirán multiplicándolas por los factores asignados a cada nivel foliar (**cuadro III**).

Los incrementos o disminuciones de las aportaciones de fertilizantes (respecto a la dosis estándar) son aproximados, ya que valores más exactos sólo pueden conseguirse con el uso de funciones complejas. Sin embargo, se considera que estas aproximaciones son suficientes para el cálculo práctico de las necesidades de fertilización en los cítricos en riego a goteo.

### Corrección según el análisis del agua de riego

El análisis del agua de riego nos indica el contenido de sales minerales que, incor-

**FIG. 1** Porcentajes de mineralización mensual del nitrógeno procedente de la materia orgánica.



### CUADRO II

#### NIVELES FOLIARES DE REFERENCIA DE NUTRIENTES EN CÍTRICOS.

		% (peso seco)				
Nivel		Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Naranjos	N	<2,30	2,31-2,50	2,51-2,80	2,81-3,00	>3,00
	P	<0,10	0,11-0,12	0,13-0,16	0,17-0,20	>0,20
	K	<0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-1,30	>1,30
Clementinos	N	<2,20	2,21-2,40	2,41-2,70	2,71-2,90	>2,90
	P	<0,08	0,09-0,11	0,12-0,15	0,16-0,19	>0,19
	K	<0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-1,30	>1,30
Satsumas	N	<2,40	2,41-2,60	2,61-2,90	2,91-3,10	>3,10
	P	<0,10	0,11-0,12	0,13-0,16	0,17-0,20	>0,20
	K	<0,40	0,41-0,60	0,61-0,90	0,91-1,15	>1,15
Limonos	N	<2,10	2,11-2,30	2,31-2,80	2,81-3,00	>3,00
	P	<0,09	0,10-0,11	0,12-0,16	0,17-0,20	>0,20
	K	<0,90	1,00-1,20	1,21-1,60	1,61-1,80	>1,80
Cítricos	Mg	<0,15	0,15-0,24	0,25-0,45	0,46-0,90	>0,90
	Ca	<1,60	1,60-2,99	3,00-5,00	5,01-6,50	>6,50
	S	<0,14	0,14-0,19	0,20-0,30	0,31-0,50	>0,50
		ppm (peso seco)				
Cítricos	Fe	<35	35-60	61-100	101-200	>200
	Zn	<14	14-25	26-70	71-300	>300
	Mn	<12	12-25	26-60	61-250	>250
	B	<21	21-30	31-100	101-260	>260
	Cu	<3	3-5	6-14	15-25	>25
	Mo	<0,06	0,06-0,09	0,10-3,00	3,10-10,00	>10,00

<sup>1</sup> Niveles basados en la concentración de estos nutrientes en las hojas de la brotación de primavera de 7 a 9 meses de edad, procedentes de ramas terminales sin fruto.



## CUADRO III

### FACTORES DE CORRECCIÓN RECOMENDADOS EN RIEGO A GOTEO SEGÚN EL ANÁLISIS FOLIAR<sup>1</sup>.

Nivel foliar	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Factor N	1,5	1,4-1,1	1,0-0,9	0,8-0,6	0,5
Factor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,0	1,9-1,1	1,0-0,6	0,5-0,0	0,0
Factor K <sub>2</sub> O	2,0	1,9-1,1	1,0-0,7	0,6-0,0	0,0
Factor MgO	2,0	1,9-0,6	0,5-0,0	0,0-0,0	0,0
Factor CaO	2,0	1,9-1,1	1,0-0,8	0,7-0,5	0,5
Factor micros	2,0	1,9-1,1	1,0-1,0	1,0-0,5	0,5

<sup>1</sup> Los factores de corrección para cada nutriente se corresponden con los valores extremos de la concentración foliar para cada estado nutritivo (cuadro II). Para niveles foliares intermedios se aplicarán coeficientes proporcionales correspondientes.

poradas al suelo, pueden actuar como fuente de elementos para la planta.

Otro aspecto importante es su calidad, de modo que debe mantenerse un control sobre la misma, tanto más riguroso cuanto peor sean las características de ésta. Este control es especialmente necesario en fertirrigación, ya que pueden producirse insolubilizaciones e incrustaciones en tuberías y goteros.

La corrección más importante a realizar, siguiendo el plan de acción De la Granja a la Mesa de la Agenda europea 2030 de integrar todas las fuentes de nutrientes, es la debida al aporte de N con el agua de riego. Si la concentración de ni-



*La corrección más importante a realizar, siguiendo el plan de acción De la Granja a la Mesa de la Agenda europea 2030 de integrar todas las fuentes de nutrientes, es la debida al aporte de nitrógeno con el agua de riego.*

trato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) es superior a 50 mg/l, las dosis de N (**cuadro I**) se reducirán en función de los aportes de ésta. La cantidad de N suministrada por el agua de riego se calcula mediante la **ecuación 3** descrita por Quiñones *et al*, (2007):

#### Ecuación 3:

$$\text{Kg N/ha} = \frac{\text{NO}_3^- \times V_r \times 22,6}{10^5} \times F$$

Siendo:

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = Concentración de nitrato en el agua de riego (mg/l = ppm).

V<sub>r</sub> = Volumen total de riego (m<sup>3</sup>/ha).

22,6 = Porcentaje de N en el ión nitrato.

F = Factor que depende de la eficiencia del riego y considera la pérdida de agua. Los valores pueden oscilar entre 0,6 y 0,9 en riego a goteo.

### Productos autorizados solubles para fertirrigación orgánica

Para la selección de productos a utilizar como fertilizantes se tendrá en cuenta la reglamentación con las consideraciones siguientes:

- Reglamento (UE) 848/2018 de producción ecológica, artículo 24 “Autorización de productos y sustancias para su uso en producción ecológica”.
- Referencia base Anejo 1 del Reglamento de ejecución (UE) 2019/2164 y 2021/1165 (modifica Reglamento (CE) 889/2008 de fertilizantes, acondicionadores del suelo y nutrientes autorizados).

Como consideraciones de interés, hay que vigilar las obturaciones utilizando los productos de limpieza definidos en el artículo 16.1.f del Reglamento (CE) 834/2007 y 96.5 Reglamento (CE) 889/2008 con sulfúrico, acético, cítrico o peróxido de hidrógeno.

Por último, en la CV, la autoridad de control CAECV autorizará el uso final de productos fertilizantes. ■