

## NUTRICIÓN VEGETAL

# Gestión racional de los nutrientes en el olivar

¿Cómo puede ser que después de años fertilizando un cultivo, aún sea necesario continuar fertilizándolo? ¿No debería existir ya una reserva de nutrientes más que suficiente? Quizás buena parte de los nutrientes que se aportan, terminan perdiéndose. Quizás, la clave no sea aportar tantos nutrientes sino conseguir recircular los existentes una y otra vez, lo que no solo reduciría las pérdidas sino también la factura en fertilizantes.

**Roberto García Ruiz, José Liétor Gallego y Pablo Domouso De Agar**

Instituto Universitario de Investigación en el Olivar y Aceites de Oliva, Universidad de Jaén



### La recirculación de los nutrientes: la base para una fertilización más racional

Una de las características que mejor definen a los sistemas agrícolas dominantes en la actualidad es que sus ciclos de nutrientes están abiertos, lo que implica que tanto los flujos de entrada (los fertilizantes añadidos) como de salida (lo que los árboles invierten para producir la cosecha, y las pérdidas relacionadas con el manejo, tales como la erosión, la lixiviación<sup>1</sup> o la volatilización de amoníaco<sup>2</sup>) son elevados. Al contrario de lo que ocurre en los ecosistemas naturales, la existencia de entradas y salidas elevadas significa que el agroecosistema no dispone de suficientes mecanismos para retener los nutrientes en la finca (**Figura 1**). Dicho de otro modo, en el tiempo aproximado de un año, los nutrientes producidos muy lejos (por ejemplo, los elementos contenidos en el superfosfato, la potasa, o la urea) entran y salen de la finca, sin apenas quedarse retenidos en ella.

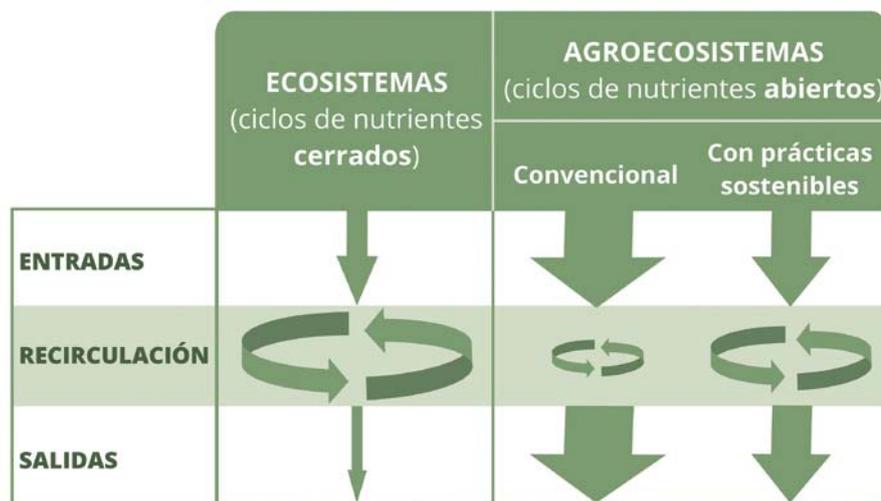
La mayoría de los olivares también se caracterizan por presentar ciclos abiertos de los nutrientes. Generalmente, en estos olivares entran más nutrientes de los que el olivo necesita, perdiéndose una proporción elevada hacia otros lugares donde pueden causar contaminación o ser fuentes de desequilibrios en la calidad del agua y de las comunidades de plantas y animales.

Este modelo de manejo de nutrientes no está alineado con las distintas estrategias o planes europeos que determinarán las políticas a corto y medio plazo de la UE y, en consecuencia, con los requisitos de acceso a ayudas y subvenciones en el sector agrícola europeo. Por ejemplo, la estrategia *De la granja a la mesa* impondrá una serie de objetivos ambientales entre los que se encuentra uno referido a la fertilización y el buen estado agronómico de los suelos, que está transversalmente relacionado con el *Plan de Acción de Contaminación Cero*.

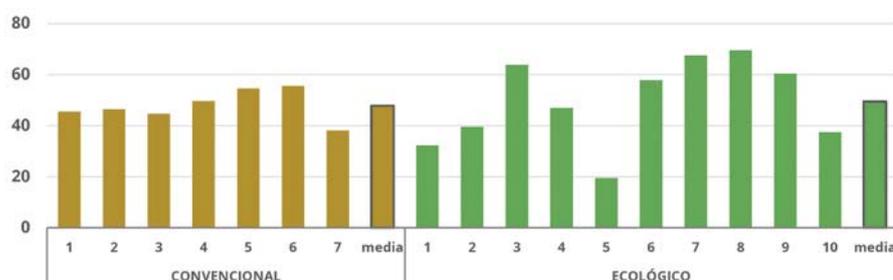
<sup>1</sup> Es la pérdida de nutrientes, especialmente del nitrato que se disuelve fácilmente en el agua que escapa de los horizontes superficiales del suelo para alimentar cursos de aguas subterráneas o superficiales.

<sup>2</sup> El amonio, bien generado por el propio suelo, bien aportado o transformado con el fertilizante (urea, por ejemplo), se transforma en amoníaco, especialmente cuando el contenido en carbonatos del suelo es elevado y durante periodos de insolación.

**Figura 1**  
Comparación de los diagramas conceptuales de flujo de nutrientes característicos de ecosistemas naturales (cerrados) y agroecosistemas que aplican modelos de manejo convencional versus sostenible (abiertos)



**Figura 2**  
Cantidad de N demandada por los olivos (expresada en kg por hectárea y año) de 17 fincas experimentales del proyecto SUSTAINOLIVE agrupadas según el modelo de manejo



## Una adecuada gestión de la fertilización debe coordinar el suministro y la demanda de nutrientes, y potenciar los mecanismos que favorecen su retención

En este último documento se establece como meta para 2030 la reducción de, al menos, la mitad de las pérdidas de nutrientes de los sistemas agrícolas, sin deteriorar la fertilidad del suelo, lo que implicará una reducción en el uso de

fertilizantes del 20%, como mínimo. De forma paralela, el próximo *Plan de Acción para la Gestión Integrada de nutrientes* incidirá en la necesidad de reemplazar de forma racional los nutrientes retirados con la cosecha.

Por tanto, una adecuada gestión de la fertilización debería coordinar el suministro y la demanda de nutrientes, así como potenciar los mecanismos que favorecen su retención.

### La demanda de nutrientes por parte del olivo

Existen tantos factores (y tan variables) que influyen en las necesidades nutricionales del olivo (densidad de plantación, edad, variedad y vigorosidad del árbol, clima, tipo y profundidad del suelo, entre otros), que resulta imposible establecer unas cifras estándar sobre las cantidades precisas de nutrientes que requiere un olivar. No obstante, un cálculo aproximativo podría ser el siguiente: para una cosecha de 3.000 kg de aceitunas en una hectárea (considerando también el hojín que la acompaña hasta la almazara), se estima una retirada de 18, 40 y 3 kilos de nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P), respectivamente. Estos nutrientes deberían ser reemplazados, al menos a medio plazo. De lo contrario, tendrán que ser aportados continuamente por el agricultor para que los árboles puedan seguir engrosando sus troncos y raíces y produciendo nuevas hojas, flores, ramitas y ramas.

En el proyecto SUSTAINOLIVE ([sustainolive.eu](http://sustainolive.eu)) hemos cuantificado la cantidad de nutrientes que demandan anualmente 17 fincas de olivares (tradicionales en secano y en regadío y semi-intensivos). La demanda promedio para el N fue de 48 kg por hectárea y año (**Figura 2**). Las hojas y flores nuevas son destinatarias del 44% de dicha demanda, seguidas de la producción de aceituna con un 25% (**Figura 3**). Teniendo en cuenta que las hojas y flores se forman durante los meses de marzo, abril y mayo, éste debería ser considerado como el periodo clave en términos de fertilización.

### Los mecanismos de retención de nutrientes en el olivar

¿Por qué es de vital importancia poner en marcha mecanismos de retención de nutrientes en el olivar?

- i) Porque disminuyen las pérdidas de nutrientes en la finca,

- ii) porque permiten reutilizar continuamente los nutrientes, aumentando de forma progresiva y sostenida en el tiempo el capital de nutrientes de la finca, y
- iii) porque reducen de forma significativa la dependencia de los olivicultores hacia las fuentes de fertilización química y de carácter no local.

**- La cubierta vegetal**

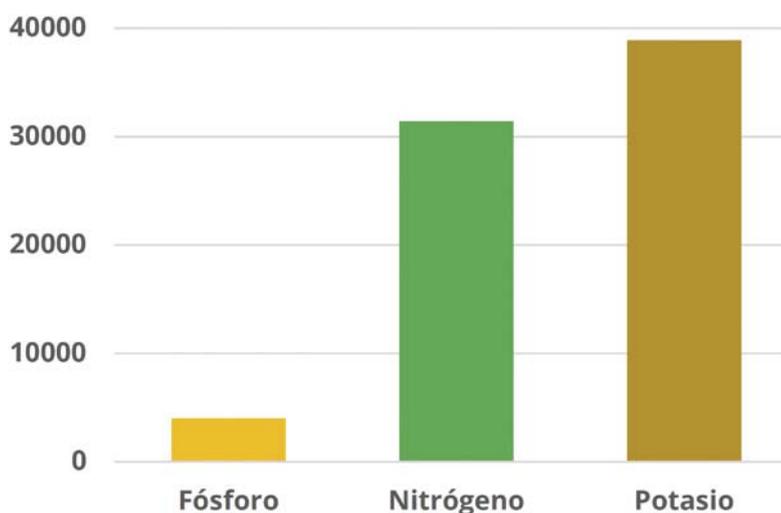
La implantación de una cubierta vegetal espontánea o sembrada es uno de los principales mecanismos que garantizan que los nutrientes no aprovechados por el olivo queden retenidos en la finca. Desde finales de invierno hasta principios de primavera, la cubierta vegetal que se

desarrolla en las entrecalles toma N, P y K en sus formas minerales disponibles, especialmente del suelo, transformándolos en N, P y K orgánicos. Además, la presencia de la cubierta vegetal reduce considerablemente las posibles pérdidas de nutrientes por erosión y por escorrentía superficial. En SUSTAINOLIVE (Torrús-Castillo *et al.*, 2022) hemos cuantificado las cantidades de N, K y P almacenadas en cada hectárea de la cubierta vegetal, desarrollada entre octubre y principios de abril (promedios de 19,5, 24,3 y 2,5 kg, respectivamente). La **Figura 4** muestra qué cantidades de estos nutrientes podrían almacenar los olivares andaluces si todos ellos (unos 1,6 millones de hectáreas) mantuvieran cubiertas vegetales. Por poner en situación al lector, solo para el caso del N, ese capital (31200 toneladas) supondría un coste de unos 31,2 millones de euros. En este mismo estudio se puso de manifiesto que cuanto mayor es la superficie cubierta en la entrecalle, mayor es la capacidad del olivar para retener nutrientes. Una fracción de los nutrientes retenidos por la cubierta, que están en forma orgánica (a excepción del K), pasarán a estar disponibles durante los siguientes meses tanto para la nueva cubierta vegetal como para el olivo, mientras que otra fracción se acumulará en la reserva de nutrientes orgánicos del suelo. Estos nutrientes orgánicos se irán liberando lentamente.

**Figura 3**  
Distribución porcentual del N total demandado por los olivos entre los distintos compartimentos de biomasa (datos procedentes de los 17 olivares experimentales considerados en la Figura 2)



**Figura 4**  
Estimación de las cantidades de nutrientes (expresadas en toneladas) que retendría el conjunto de los olivares andaluces si todos ellos mantuvieran cubiertas vegetales



**- La trituración de los restos de poda**

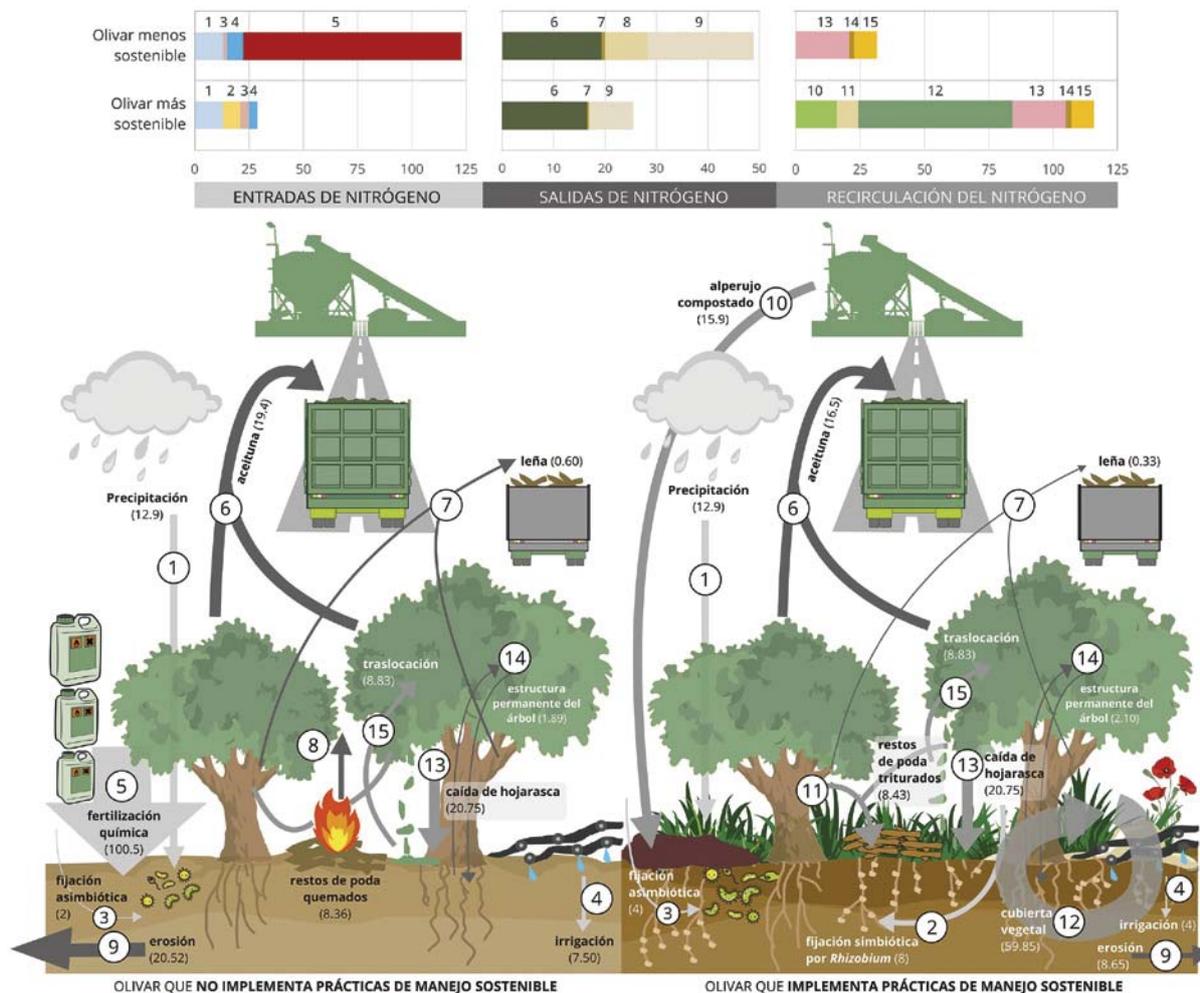
Las cantidades de N, P y K que acaban como restos de poda rondan los 9,0, 0,8 y 5,9 kg por hectárea y año, respectivamente. Cuando los restos de poda se incineran, casi todo su contenido de N se volatiliza (no así el P y el K que, en su mayoría, quedarían disponibles). Sin embargo, cuando los restos de poda se trituran, se retiene en la finca una cantidad de N que estaría disponible a medio-largo plazo (debido a la tasa de descomposición relativamente baja de los restos de poda).

**- Los mecanismos intrínsecos al olivar**

Como se expuso con anterioridad, casi la mitad del N que demanda el olivo

**Figura 5**

Esquema simplificado del ciclo del N en un olivar que aplica un modelo de manejo convencional frente a otro que aplica prácticas agronómicas sostenibles. Téngase en cuenta que la escala del gráfico superior de salidas es distinta a la de los gráficos de entradas y recirculación. Flujos expresados en kilogramos de N por hectárea y año



terminará formando parte de las hojas y flores de la temporada en curso. Cuando éstas caigan bajo las copas de los árboles, aproximadamente dos años después, buena parte de su contenido de N, P y K se depositará sobre el suelo. Por lo tanto, estos nutrientes no se exportan fuera de la finca con la cosecha, sino que permanecen en ella como nutrientes orgánicos, hasta ser liberados durante la descomposición. Ahora bien, la tasa de descomposición de las hojas del olivo es relativamente lenta debido a sus elevados contenidos en lignina y polifenoles y a su alta relación carbono:nitrógeno; es decir, la disponibilidad de estos nutrientes será a medio-largo plazo. El tronco y la raíz principal, así como las ramas y raíces primarias y secundarias

constituyen otro sumidero de nutrientes inherente al olivar. En 24 fincas de la red de SUSTAINOLIVE, las tasas medias anuales de acumulación de N, P y K medidas por hectárea y año en las estructuras permanentes de los olivos fueron de 2,2, 0,3 y 2,6 kg, respectivamente. Obviamente, estos nutrientes permanecen secuestrados en la finca y no están disponibles para los árboles.

### Reciclaje y reutilización de nutrientes en el olivar

El principal mecanismo de reutilización de los nutrientes retirados con la cosecha con el que cuentan los agricultores del olivar es el compostaje del alpeorajo y su posterior aplicación en la finca. La mayor parte de los nutrientes que se

retiran con la cosecha, además de casi la mitad del carbono orgánico que forma parte de la aceituna y que procede del CO<sub>2</sub> atmosférico, acaban en el alpeorajo. Si consideramos, a modo de ejemplo, una producción de 150000 kg de aceitunas en un olivar de 50 hectáreas, el compostaje y aplicación del alpeorajo permitirían reutilizar anualmente unos 315 kg de N, unos 458 kg de K y alrededor de 30 kg de P, suficientes para reemplazar los nutrientes que se retiran con la cosecha en esa superficie. Sirvan estos cálculos, no exentos de incertidumbre, para poner de manifiesto la importancia a nivel local y regional del compostaje del alpeorajo para dar una segunda, tercera, cuarta... vida a los nutrientes que se retiran de la cosecha, además de reducir la factura en fertilizantes.

## El suelo: una constante fuente de nutrientes

Cualquier programa de fertilización agrícola debería tener en cuenta que el suelo tiene capacidad de suministrar nutrientes asimilables por las plantas. Las cantidades de N, P y K presentes en el suelo pueden ser muy significativas. Por ejemplo, los primeros 30 centímetros de una hectárea de suelo poco pedregoso podrían contener 2.800 kg de N, 34.000 kg de K y 1.400 Kg de P. Es cierto que la mayor parte de este capital de nutrientes no está disponible para el olivo, pero también lo es que cada año, una fracción de estos nutrientes acabará estando disponible. En el caso del K, el P y otros micronutrientes, es imposible predecir la magnitud de esta fracción, porque la transformación en sus formas disponibles está controlada por mecanismos no biológicos. Sin embargo, para el caso del N, entorno al 2% del N total (unos 50 kg de N por hectárea, siguiendo el ejemplo del párrafo anterior), estarán disponibles para los árboles a lo largo de un año, especialmente durante los meses de primavera. Cuanto menos pedregoso, más profundo y mayor sea su contenido en materia orgánica, mayores serán las cantidades de N y P asimilables aportados por el suelo.

## Las preguntas del millón en materia de fertilización: cuánto, cuándo, dónde y con qué frecuencia

Si resulta difícil fijar valores precisos para la demanda anual de N, P y K por parte del olivo, más lo es dar recomendaciones generales sobre cuántos nutrientes aportar al olivar. En secano, para una producción de 3000 kilos de aceitunas por hectárea en un olivar que contenga 150 árboles en una hectárea, y teniendo en cuenta el N que se exporta con la cosecha y las necesidades de las nuevas hojas y flores, se deberían de aportar unos 250 gr de N por cada árbol.

En general, los nutrientes que se aportan con los fertilizantes químicos de síntesis, como la urea o los fertilizantes complejos tipo 15-15-15<sup>3</sup> están disponibles para el árbol casi inmediatamente y, por lo tanto,

# Cualquier programa de fertilización agrícola debe tener en cuenta que el suelo tiene capacidad de suministrar nutrientes asimilables por las plantas

se pueden aportar a finales del invierno o a principios de primavera, siempre y cuando no se prevean durante las siguientes semanas precipitaciones intensas que pudieran provocar pérdidas de N por lixiviación. El aporte de los nutrientes en forma de fertilizantes químicos de síntesis no aumenta la fertilidad del suelo; sólo proporciona los nutrientes que el olivo requiere en un momento determinado. Sin embargo, el aporte de los nutrientes a través de estiércoles o alpeorujos compostados, sí que incrementan la fertilidad del suelo porque:

- i) Elevan su contenido en materia orgánica, su capacidad de retener agua y nutrientes, y la actividad de los organismos que lo habitan.
- ii) Reducen su densidad aparente, facilitando que las raíces finas del olivo puedan explorar el suelo más fácilmente.

A tenor de los valores típicos de N, P y K conocidos para una amplia variedad de estiércoles y alpeorujos compostados, parecería sensato aplicar unos 3.000 kg de estas enmiendas orgánicas por cada hectárea y año entre el otoño y finales de invierno. Aunque sólo una pequeña fracción de los nutrientes así aportados estará disponible para el árbol durante la misma campaña, la aplicación regular proveerá a los árboles de los nutrientes necesarios a partir del segundo, tercer o cuarto año.

## ¿Existen ejemplos de olivares con usos racionales de nutrientes?

Sin duda. La **Figura 5** muestra los flujos estimados de N en dos fincas de olivar de

la red de SUSTAINOLIVE con una gestión contrastada del aporte de nutrientes. Tanto las entradas como las salidas de N fueron muy inferiores en la finca en la que todo el alpeorujos producido a partir de su propia cosecha de aceituna se compostó y se aplicó. Además, la presencia de cubierta vegetal y el triturado de los restos de la poda hicieron aumentar notablemente la capacidad de retención del N y la entrada de N por fijación biológica, además de reducir la pérdida de N por erosión.

Existe mucho margen de mejora en el camino hacia la gestión racional de la fertilización del olivar. El proyecto SUSTAINOLIVE demuestra que unos olivares gestionan mejor que otros la fertilización, sin que eso suponga necesariamente una merma en la producción de aceitunas.

Teniendo en cuenta que el olivar vertebrará la vida y la cultura, y es el paisaje dominante de una parte significativa de los pueblos del Mediterráneo, cualquier cambio en términos de “sostenibilización” de su modelo de cultivo tendrá grandes consecuencias socio-económicas y ambientales. La clara apuesta de la UE por la economía circular constituye una gran oportunidad para que políticos, investigadores, empresas, almazaras, olivares/as y cooperativas aúnen fuerzas para desarrollar un modelo de olivar donde se minimicen las entradas y las salidas de nutrientes a la vez que se maximizan su retención y su reutilización.

## Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: [redaccion@editorialagricola.com](mailto:redaccion@editorialagricola.com)

<sup>3</sup> Un fertilizante complejo triple 15-15-15 significa que el 15 % es N, el 15 % es P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (6,5 % de P), y el 15 % es K<sub>2</sub>O (12,4 % de K). Por tanto, si se aplican 1,6 kg de fertilizante complejo triple por árbol, se estarán aplicando 250 gr de N, 100 gr de P y 200 gr de K.