Una gestión con protagonistas microscópicos

Texto: Manuel Pajarón Sotomayor Fotos: Mariano Ojeda

Durante la poda estuvimos contemplando cada árbol en su individualidad, en su forma, su capacidad de recuperación, su vitalidad. Ahora hay que recuperar la visión del olivar en su conjunto, como el ecosistema modificado que es, como "agrosistema", para observar y comprender no a sus componentes, ni la forma de organizarse, sino su funcionamiento y de ahí la forma de gestionarlo para evitarnos pérdidas y trabajos innecesarios



Algo ya vimos en el artículo sobre el flujo de la energía, pero ahora vamos a fijar nuestra atención en la circulación, el trasiego de los nutrientes, esos elementos químicos de los que está hecha la materia –y en este caso los seres vivos, las plantas–, y a los que todos conocemos por su nombre científico: nitrógeno, calcio, carbono, potasio, azufre, fósforo, etc.

Los nutrientes, al igual que la energía, son una "cuestión del sistema" (sea éste modificado o no) pasan de unos componentes a otros, circulan, se almacenan, están disponibles o dejan de estarlo, entran y salen, de forma peculiar, propia del sistema. Conocer esta peculiaridad es determinante para hacer un manejo adecuado. Una visión excesivamente estrecha, en la que vemos sólo la relación entre una especie vegetal –el olivo– y un nutriente –el nitrógeno por ejemplo–, está tan deformada que nos llevará a conclusiones erróneas, incluso disparatadas.

Si la energía fluye a través de los ecosistemas naturales en una única dirección y sin posibilidad de reutilización, no pasa lo mismo con los nutrientes, que pueden circular indefinidamente por las cadenas tróficas, de forma cíclica, una y otra vez, con un sistema perfecto de "reciclaje", sin necesidad de nuevos aportes. Eso sí, con velocidades muy diferentes, y a través de un complejo entramado que en los agrosistemas –y por tanto en el olivar–, casi nunca está completo, y el ciclo de algunos nutrientes está abierto o mal cerrado, por lo que los elementos salen fuera del sistema (los llevamos con la cosecha o los perdemos con determinadas prácticas de cultivo).

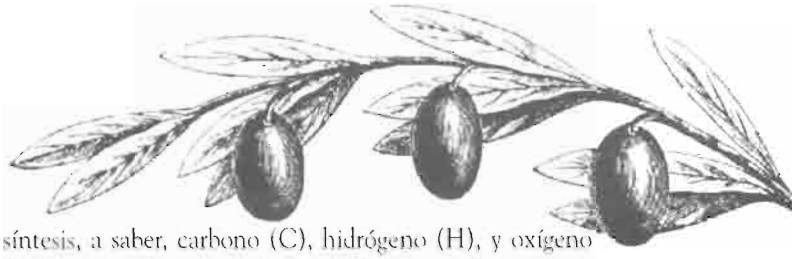
Para tener una idea aproximada sobre el movimiento de los nutrientes en el olivar puede ser útil plantearlo como un "balance", con sus entradas y sus salidas, y con un "almacén", como se presenta en el cuadro de esta página.

Almacenamiento

El olivar, como todos los bosques mediterráneos de hoja perenne –el que esté aclarado no lo descalifica en este aspecto– guarda en su biomasa (su masa viva: sus hojas, ramas, tronco, raíces) grandes cantidades de nutrientes. Por orden de importancia son el calcio (Ca), nitrógeno (N), potasio (K), magnesio (Mg) y fósforo (P). Los nutrientes contenidos en la madera quedan secuestrados del ciclo general durante largos periodos, mientras que los existentes en las hojas, flores y frutos circulan mucho más

Entradas	Salidas	Almacenamiento
Subsidiadas	**Deseadas**	Biomasa
Fertilizantes orgánicos	Aceituna	
	Consentidas	
	Hojín	Materia orgánica del suelo
No subsidiadas		
N precipitado por la lluvia	Ramón	Complejo de cambio del suelo
N fijado biológicamente	Leña	
C, H y O fijado en fotosíntesis	**No deseadas**	
	Erosión	
	Lixiviación y volatilización	

Adaptado de Ávila Cano (1996)



rápidamente. Las hojas son muy ricas en nitrógeno, mientras que el calcio se acumula en los troncos, en la madera y la corteza. La mayor parte de la biomasa, como es evidente, corresponde a las partes leñosas. También se acumulan nutrientes en la hierba, que es mucho más acuosa, y en el resto de las plantas que acompañan al olivar, y en los animales que por él transitan, pero todos estos tienen menor importancia cuantitativa.

En la tierra de cultivo se encuentra el otro gran depósito de nutrientes, la materia orgánica, primordial para nutrientes como el nitrógeno (alrededor del 85% de la misma en nuestras tierras de cultivo), y en menor cuantía para el fósforo. Se trata de "depósitos a plazo" con una relativa "liquidez". Para su liberación han de seguir un proceso complejo, en el que son indispensables los microorganismos que viven en la tierra. Para que se liberen los nutrientes de la materia orgánica es preciso que se descomponga, y esto sólo ocurre si tenemos organismos "descomponedores", componentes básicos de cualquier ecosistema que funcione.

Para el "complejo de cambio" necesitamos de las arcillas (las partículas más pequeñas, menores dos micras) y de la materia orgánica humificada, con todos los nutrientes listos para su aprovechamiento por las plantas. Es el "gran bazar", donde se realizan todos los intercambios.

Estos dos "almacenes" temporales de los nutrientes participan activamente en el circuito de la vida, se les llama ciclos biogeoquímicos. Pero existe otro gran almacén, especialmente de algunos nutrientes (potasio, calcio, magnesio), y de la mayoría de los oligoelementos, que se encuentra en los minerales que componen la roca madre. Es un almacén prácticamente inaccesible y sus nutrientes se van liberando muy lentamente, con la meteorización.



Entradas

En las entradas de materiales en el olivar se distinguen claramente dos grupos: las que se producen naturalmente, de forma gratuita (no subsidiadas); y las que tiene que aportar el hombre (subsidiadas) y suponen un gasto, aquellos materiales de fuera del sistema –que junto con energía también traída de fuera– hay que aportar para remediar la inestabilidad provocada al simplificar el ecosistema. Esta entrada es la que suele ocupar, a veces de forma exclusiva, el capítulo de fertilización de los tratados al uso, pero de momento vamos a dejarla a un lado y vamos a fijar nuestra atención en el resto de las entradas.

En el grupo de las entradas gratuitas se pueden establecer, para aclarar, otras dos nuevas categorías. Por una parte, los nutrientes que entran con el proceso de la fotosíntesis, a saber, carbono (C), hidrógeno (H), y oxígeno (O); recalcando que, en el olivar, el olivo es el organismo fotosintetizador principal, pero no el único –no conviene olvidar aquello de que los olivos raramente cubren más del 30% de la superficie de la parcela–. Y por otra, las entradas gratuitas de nitrógeno. La entrada de nitrógeno incluye dos procesos distintos y de muy diferente importancia cuantitativa, hablamos de los arrastres de compuestos nitrogenados (óxidos de nitrógeno) por la lluvia, de escasa cuantía, excepto en condiciones excepcionales y del nitrógeno fijado biológicamente, que puede llegar a ser suficiente para cubrir las necesidades del cultivo, pero normalmente se da una limitación por la falta de microorganismos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, por los bajos niveles de materia orgánica, y por la ausencia de otras plantas, como las de la familia botánica de las leguminosas (judías, habas, garbanzos, lentejas, tréboles, alfalfa, vezas, carretones, retamas, genistas, etc.).

El nitrógeno es el gas más abundante en el aire (casi el 80%), pero tal como se encuentra no es aprovechable por las plantas, que no son capaces de asimilarlo si no lo absorben disuelto en agua y formando unas determinadas combinaciones químicas con otros elementos (oxígeno e hidrógeno). Lo que las plantas no pueden hacer, sí lo hacen algunos microorganismos, unos de vida independiente como *Azotobacter*, y otros que necesitan asociarse a las raíces de determinadas plantas, las leguminosas, (los conocidos *Rhizobium*), con las que establecen una curiosa relación. Estos minúsculos seres, que viven en las zonas oxigenadas de la tierra, aprovechan el nitrógeno del aire para incorporarlo a su organismo, combinándolo de tal manera que les aprovecha a ellos, a la leguminosa que les alberga y, al final, queda en forma aprovechable para el resto de las plantas. Todo esto sin olvidar su excelente relación, que incluso potencian que se instalen, con las "micorrizas", hongos que se asocian a las raíces de la mayoría de las plantas, entre ellas los olivos, multiplicando la capacidad de absorción de las mismas, especialmente en algunos nutrientes, como es el caso del fósforo, de especial importancia en los olivares sobre terrenos calizos.

Salidas

Son salidas de nutrientes fuera del sistema. No vuelven, se pierden. Pero no todas las salidas son iguales en impor-



Montón de huesillo después de molida la oliva, en la almazara de la familia Molina (Murcia)

tancia, podríamos distinguir las que se producen al retirar la cosecha, y las demás (y tampoco basta con estos dos grupos).

Desde el punto de vista del agricultor, por más amante de la Naturaleza que sea, la salida de nutrientes en la cosecha no se puede clasificar como pérdida, se trata de "salidas deseadas". El olivar se cultiva para recoger las aceitunas y llevárselas, pues aunque no siempre la cosecha más cuantiosa es la mejor, el objetivo que se persigue con el cultivo suele ser obtener una buena cosecha.

En el olivar de almazara, de la cosecha extraída sólo una pequeña parte –alrededor del 21%– es realmente valiosa: el aceite (el resto tiene la consideración de subproductos de poco valor, o que incluso hay que pagar para que se los lleven) y el aceite está constituido casi exclusivamente por carbono, oxígeno e hidrógeno (C, O, H), los tres elementos que el árbol toma en el proceso de la fotosíntesis del aire y del agua, no de la tierra. Con el aceite no se extraen los nutrientes clásicos, los que nos traen de cabeza para reponer las extracciones de la cosecha. Todo –o casi todo– el nitrógeno, el potasio, el fósforo y el resto de elementos que hay que tener en cuenta, porque es indispensable aportarlos en el abonado, al suelo o vía foliar, resulta que los tiramos en forma de orujo y alpechín, o de "alperujo" si la almazara es de dos fases.

Del resto de salidas cabe hacer dos grupos. Uno que acoja a aquellas salidas conocidas y aceptadas por el agricultor –aunque no cuantificadas–: el "hojín" (hojas y tallos) que se transporta a la almazara con la cosecha y se separa en el proceso de recepción, durante la limpieza del fruto, para el que no es difícil imaginar sistemas simples para su recuperación. Los nutrientes de la leña de poda que se retira del olivar cada invierno, y se emplea como combustible en muchos "hogares" podrían recuperarse fácilmente devolviendo al olivar las cenizas, aunque cuantitativamente son de escasa importancia. Algo distinto es el caso del "ramón de poda" y de las "varetas", que suelen quemarse en la misma finca (pero no se esparcen), y además al quemarlas se disipa la energía acumulada. Sería preferible la trituración y la distribución sobre el terreno de los restos, uniformemente o en cordones.

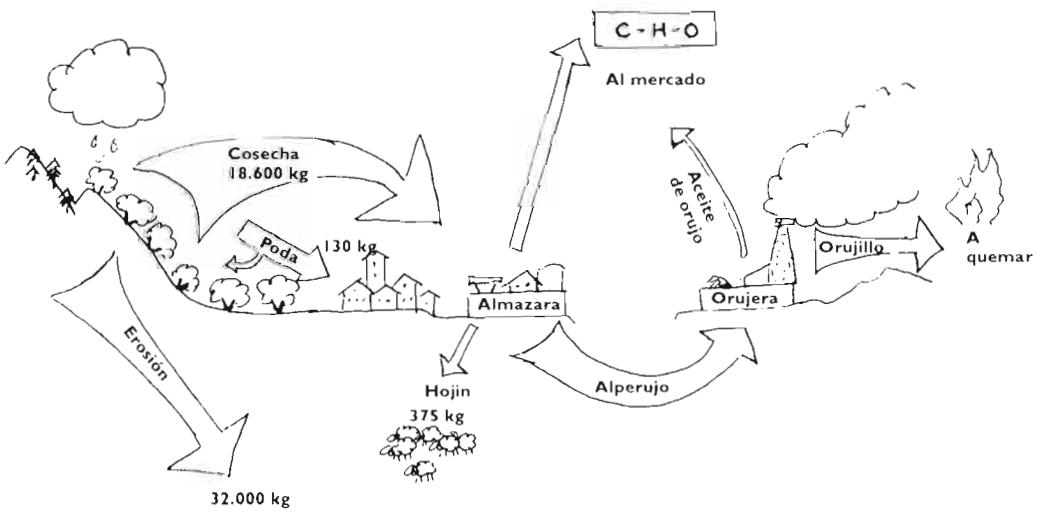
Las salidas no deseadas

Son las que se producen sin que el agricultor quiera, y, muchas veces, sin que llegue a darse cuenta. Son la lixiviación en profundidad (penetran con el agua más profundamente incluso que las raíces del cultivo), la erosión, en la que el agua suele ser también el vehículo de transporte, o la volatilización de elementos gaseosos. No todos estos procesos tienen la misma importancia, ni en cantidad ni en calidad, pero podemos llamarlas pérdidas con toda propiedad. La erosión de la tierra, por la acción del agua, en los olivares andaluces (es de los que tengo datos) supone una pérdida media anual de 80 Tm/ha.

La erosión suele arrastrar lo mejor de la tierra de cultivo, las capas superficiales, las más ricas en materia orgánica, y las partículas de tamaño más pequeño, las más fáciles de transportar y las más activas desde el punto de vista de los nutrientes. Las pérdidas por este motivo se pueden considerar como de la mayor importancia, y los cálculos cuantitativos sobre nutrientes perdidos dan vértigo.

La lixiviación, el lavado y arrastre por el agua de los nutrientes, principalmente nitrógeno, que es el más soluble, fuera del alcance de las raíces, es poco significativa en los olivares de secano. Las zonas más sensibles son los centros de las calles, donde hay menos raíces. En los olivares con riego estas pérdidas pueden ser mucho mayores, especialmente si la dosificación del riego no está bien hecha.

La volatilización (pérdida de nutrientes en forma de gas) afecta principalmente al nitrógeno, que se pierde en la atmósfera en forma de amoníaco, a partir de la materia orgánica; o como nitrógeno reducido en condiciones de anaerobiosis (sin aire, sin oxígeno, en suelos encharcados, por ejemplo) con la colaboración de bacterias del género *Pseudomonas*.



En este dibujo se presenta un cálculo aproximado de los movimientos de potasio en olivar sobre datos medios de los olivares de Génave (Jaén), para 1.000 hectáreas de cultivo

¿Es conveniente empeñarse en cerrar ciclos?

En los ecosistemas naturales los nutrientes se utilizan una y otra vez, no es necesario aportarlos de fuera. En los agrosistemas ya hemos visto que estos ciclos no cierran o cierran mal y la solución que ofrece la agricultura convencional es calcular cuánto se saca y traerlo de fuera, en la forma más barata y fácil. El problema es que los aportes no suelen corresponder, ni en cantidad ni en calidad, con lo extraído. En un enfoque ecológico de la cuestión parecería conveniente plantearse una mejora del balance total, cerrando lo que sea posible cerrar, aprovechando las entradas, y gestionando adecuadamente los nutrientes almacenados.

Sea o no posible el cierre "hermético" del ciclo de los nutrientes minerales en el olivar, lo que sí parece que está a nuestro alcance es una mejora notable del balance final, que nos permita, mediante un ejercicio puro (y duro) de "gestión", reducir al mínimo las salidas, incrementar la entradas, y hacer un uso adecuado del almacén de nutrientes ("stocks" le dicen).

Disminuir las salidas

Especialmente disminuiremos las inútiles, y las de mayor importancia en cantidad y calidad. De las cuatro que se presentan a continuación, las dos primeras son fundamentales, mientras que las dos últimas tienen importancia sólo en casos muy localizados

En primer lugar evitaremos las pérdidas por erosión, que son las de mayor importancia cuantitativa y cualitativa, para ello es indispensable la aplicación razonable de las técnicas de conservación de suelos.

En segundo lugar recuperaremos los subproductos de la almazara para su uso como fertilizantes orgánicos, por medio del compostaje.

En tercer lugar limitaremos las pérdidas por lixiviación, por ejemplo mejorando la retención del complejo de cambio de las capas superficiales de la tierra, aumentando la cantidad de materia orgánica. La escasez de materia orgánica entre otras cosas limita la fijación de nutrientes en el complejo arcillo-húmico, favoreciendo su lavado (caso del N en los suelos mediterráneos). Será bueno aumentar también la materia orgánica en los casos de suelos excesivamente ligeros (arenosos). Para ello utilizaremos cultivos que actúen como "bombas de nutrientes", por ejemplo algunos abonos verdes de sistema radicular profundo que recuperan los nutrientes, movilizándolos desde horizontes profundos, y los transforman en biomasa propia para volverlos a poner a disposición de las raíces superficiales (a través de la humificación y mineralización).

En cuarto lugar reduciremos las pérdidas por volatilización, bien sea del amoníaco (procedente de la reacción de las sales amoniacales en medio alcalino, algo que se ve favorecido en las épocas con altas temperaturas, y que sólo se evita aportando materia orgánica bien fermentada, con el nitrógeno incorporado en forma de complejos naturales, y con el manejo en invierno), o del nitrógeno reducido, que sólo se da en suelos encharcados, por lo que bastará con evitarlos, porque además no favorecen en nada al olivar.

Aumentar al máximo las entradas no subsidiadas

Las aumentamos con la fijación biológica de nitrógeno (simbiótica y libre), con la famosa labor de las bacterias del género *Rhizobium* asociadas a las raíces de las leguminosas, y la menos conocida de los microorganismos libres fijadores de nitrógeno, como *Azotobacter*, cuya actividad se potencia con la presencia de restos ricos en fibras vegetales.

También se aumenta con la fijación fotosintética, que depende de la superficie de captación, como veíamos en el artículo sobre la energía.

Aumentar la disponibilidad de los nutrientes

Lo conseguiremos haciéndolos accesibles para las plantas, facilitando el último paso del ciclo. Como esta labor la realiza la población microbiana del suelo, se puede potenciar incrementando la actividad biológica del suelo. Ejemplo paradigmático es el caso del fósforo en los suelos alcalinos, puesto a disposición de los pelos radiculares del olivo por la acción movilizadora de las micorrizas, y también lo es la actividad de las bacterias *Nitrosomonas* y *Nitrobacter* del ciclo del nitrógeno.

Para que se dé este incremento de la actividad biológica proporcionaremos materia orgánica. La aportaremos de fuera del sistema, con el coste (económico y ecológico) que esto supone, o bien la generaremos dentro, aprovechando los subproductos y la aportación de la hierba, sea espontánea o cultivada (abonos verdes).

También podemos evitar o disminuir las pérdidas de materia orgánica de la tierra, aceleradas por el laboreo. ■

