

La fertilización orgánica provoca efectos estructurales positivos en el suelo e interesantes para el cultivo, aunque los cambios son lentos y se detectan a largo plazo

FERTILIZACIÓN Y FERTIRRIGACIÓN ORGÁNICA EN FRUTALES

Glòria Àvila. Mas Badia IRTA. Girona

Miquel Pascual. Universitat de Lleida. Lleida

Josep Rufat. Fruitcentre IRTA. Lleida

La fruticultura es un subsector estratégico del sector agroalimentario que se caracteriza particularmente por añadir un alto valor a los factores de producción, entre los que destaca el agua de riego.



INTRODUCCIÓN

El riego y la nutrición son dos componentes clave de los sistemas de cultivo frutal en zonas áridas o semiáridas. La implantación de sistemas de fertirrigación se han expandido en todo el mundo por cuatro razones fundamentales: el incremento de la superficie de regadío, la intensificación de los sistemas de cultivo, la necesidad de incrementar la eficiencia del agua, ligada a la escasez o al coste de este recurso y la del resto de los recursos de producción, particularmente de los fertilizantes. El área cubierta con sistemas de riego localizado se estimaba en unos 11 millones de hectáreas, con un crecimiento promedio del 10% anual hasta 2030 (Makin, 2020). España se sitúa entre los primeros cinco países del mundo con más superficie regada con sistemas localizados, particularmente en cultivos frutales de regadío y hortalizas, destacando también el grado de utilización como riego de soporte en zonas y cultivos con dotaciones restringidas de agua, como es el caso del olivo y la vid.

La expansión del riego localizado en nuestro país se está produciendo bajo dos escenarios claramente diferenciados caracterizados por la disponibilidad de agua. Por un lado, la utilización de esta tecnología de riego va de la mano de la evolución de la horticultura y la fruticultura intensivas, esta última representada mayoritariamente por la fruta dulce y los cítricos; mientras que, por otro lado, se constata un crecimiento muy importante del regadío con dotaciones de agua sub-óptimas, que aunque tan solo permiten sostener rendimientos limitados que pueden contribuir favorablemente al sostenimiento de un sistema productivo muy vulnerable, como es el secano mediterráneo, siendo el ejemplo más claro el del olivar y el viñedo con riego de soporte.

La definición de fertirrigación hace referencia a la aplicación de fertilizantes, enmiendas, aguas recicladas y otros productos a través de la red de riego. Los objetivos concretos son variados, desde suministrar agua y nutrientes al cultivo, proteger las plantas, modificar las propiedades físico-químicas del agua, del sustrato y del suelo. Con este enfoque, las posibilidades que ofrece esta tecnología requiere de un grado de conocimientos y disponibilidad tecnológica considerables, tanto en lo que se refiere a la aplicación del agua como de los materiales que se requiere distribuir.

Las posibilidades tecnológicas que ofrece el riego localizado actuales permiten pensar en la utilización de estos sistemas para la distribución de materia orgánica de un modo eficiente y seguro tanto si se realiza en formas de material estabilizado o incluso biológicamente activo. Sus propósitos pueden ser diversos, desde favorecer la nutrición orgánica de los cultivos hasta facilitar la gestión de los subproductos obtenidos en la cría de ganado (entiéndase deyecciones y otros materiales con valor fertilizante).

Ello se justifica plenamente a la luz de los objetivos globales que enmarcan la legislación vigente al respecto, con una voluntad integradora de los procesos en las diferentes etapas de la producción animal y vegetal.

El rol de los fertilizantes es clave para adoptar métodos de producción más eficientes y sostenibles con el medio ambiente, sin embargo, la fertilización mineral provoca el mayor impacto en la huella de carbono. Su fabricación y uso en agricultura representan nada más y nada menos que el 44% de las emisiones de gases de efecto invernadero que produce un sistema frutícola (Vinyes et al. 2018). Una estrategia que podría marcar la diferencia en este sentido es el uso de la fertilización orgánica (estiércol, compost, etc.) en detrimento del uso de fertilización de síntesis mineral.

A partir del tratamiento de separación de los purines porcinos o bovinos se generan dos productos: una fracción sólida (FS) con menos humedad y más diluida y una fracción líquida (FL) con más agua y, por lo tanto, menos concentrada. Puede continuar el

proceso de tratamiento pasando por un proceso de producción de compost propio. Este tratamiento de las deyecciones ganaderas supone una oportunidad para las granjas ubicadas en entornos agrícolas y en particular en áreas frutícolas, ya que permite ampliar la superficie de aplicación más allá de los cultivos extensivos.

USO DE COMPOST DE LA FRACCIÓN SÓLIDA (FS) DE LOS PURINES

Las experiencias llevadas a cabo en manzano se plantearon con fracción sólida de purín de cerdo en el marco del proyecto LIFE AGRICLOSE (2023). Por una parte, se aplicó la FS compostada en el hoyo de plantación de los árboles en una nueva parcela en situación de replantación. Y la siguiente experiencia fue en parcelas adultas donde se comparó la aplicación de FS compostada y no compostada con una fertilización exclusivamente mineral.

El objetivo principal para la nueva plantación es favorecer el crecimiento vegetativo de los árboles y más aún cuando se trata de una situación de replantación. En este sentido, el uso de



Figura 1. Aporte de materia orgánica con aplicación localizada en superficie debajo la hilera de árboles.

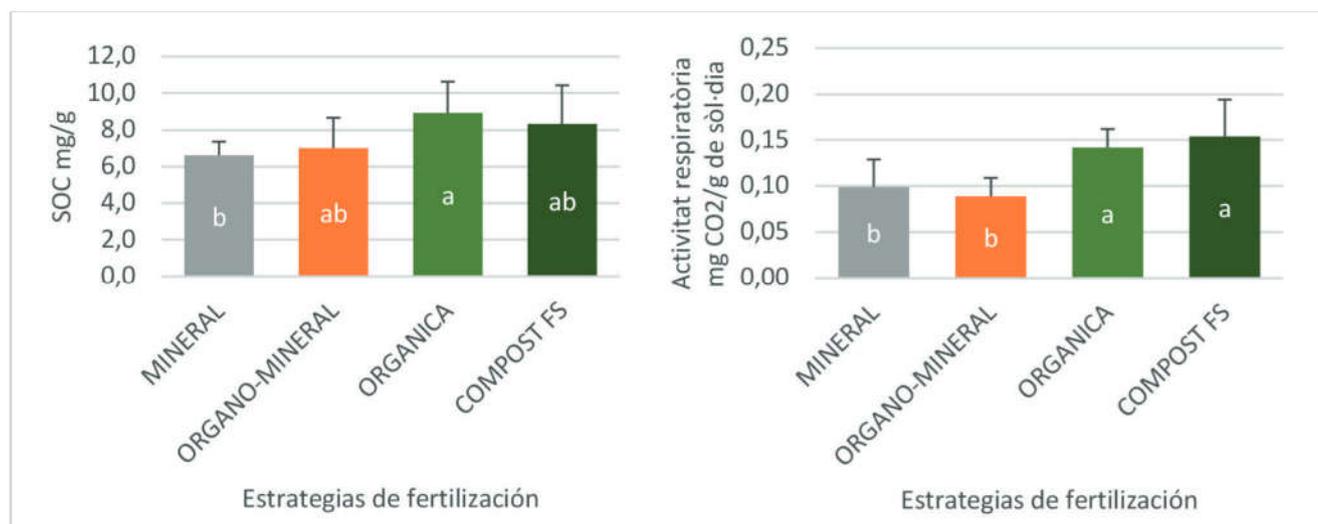


Figura 2. Carbono oxidable (SOC) y respiración potencial a 0-30 cm de profundidad del suelo en diferentes estrategias de fertilización después de 5 campañas (4 en el caso de FS) en una parcela adulta de manzanos Gala. Las letras indican diferencias significativas (Tukey <0.05).

compost juega un papel importante en la mejora de las cualidades del suelo que se traduce directamente en una mitigación de los efectos no deseados de la replantación. Los resultados mostraron una mejora del desarrollo vegetativo del manzano con el uso de compost que combinado con un aporte de nutrientes de origen orgánico obtuvo el mismo resultado que la estrategia que incorporaba fertilizantes minerales.

En parcelas adultas el objetivo principal es determinar el efecto en la producción y calidad de la fruta. Después de 3 campañas en una parcela de manzanos Fuji y de 5 campañas en otra de Gala, no se observaron diferencias entre una fertilización exclusivamente mineral y la fertilización con FS compostada o no compostada en el rendimiento productivo ni en los parámetros de calidad de las manzanas. Donde sí que hubo mejoras evidentes fue con el uso de compost en los parámetros del suelo. Aumentó el contenido de materia orgánica, también la relación C/N, aumentó el carbono del suelo y se favoreció la actividad biológica (Figura 2). Los niveles de biodiversidad medidos como población de bacterias, arqueas y hongos, se mantuvieron similares. Aunque 3-5 campañas no

es tiempo suficiente para determinar cambios significativos en el suelo, los aportes anuales de compost marcan una clara tendencia en la mejora de todos los parámetros indicadores de la calidad del suelo.

En la Figura 2 se puede observar el aumento del SOC con las estrategias que aportan materia orgánica en el suelo. Entre otras cualidades, el SOC es la fuente de energía para las comunidades microbianas del suelo, tiene un potencial de absorción de agua que supone un aumento para la capacidad de agua disponible para las plantas y, facilita y aporta estabilidad a los agregados que se forman en el suelo (Porta et al., 2009). Además, Este resultado podría relacionarse directamente con una mayor capacidad de secuestro de carbono (Lal, 2005). En relación con la respiración potencial en condiciones óptimas, los mayores resultados se obtuvieron en las estrategias ORGANICA y COMPOST de FS en comparación a MINERAL y ORGANO-MINERAL (Figura 2). Este resultado sugiere una mayor actividad biológica ya que hay más carbono disponible para los microorganismos.

Para comparar la estrategia mineral y el uso de FS se dosificó la fertilización en base a la riqueza de nitrógeno, de

tal forma que se aplicaron las mismas unidades fertilizantes. Sin embargo, la FS se caracteriza por un alto contenido de fósforo y la dosificación por nitrógeno provoca un incremento de P al suelo que podría llegar a ser excesivo, al mismo tiempo que una infra aplicación de potasio que podría llevar a una carencia para el cultivo. En definitiva, es necesario disponer de una analítica de la materia orgánica aplicada para poder ajustar las dosis y realizar un seguimiento de los nutrientes en el suelo y en el cultivo. Es interesante destacar que con la aplicación de FS no solo se aporta N, P y K, sino que se añaden micronutrientes igual de esenciales, así como materia orgánica.

La fertilización orgánica provoca efectos estructurales positivos en el suelo e interesantes para el cultivo, aunque los cambios son lentos y se detectan a largo plazo. Es posible obtener un producto de calidad y seguro a partir de la gestión de las deyecciones ganaderas con un tratamiento de separación seguido por el compostaje de la FS.

La aplicación de compost permite cerrar el ciclo de nutrientes utilizando el potencial de la economía circular, contribuye a lograr los objetivos que marcan la agenda de la Unión Europea

durante los próximos años y a tener una transición hacia una producción de alimentos sostenible, más justa, saludable y respetuosa con el medio ambiente.

APLICACIÓN DE LA FRACCIÓN LÍQUIDA (FL) EN FERTIRRIGACIÓN

El ensayo se realiza en una plantación de melocotonero (cv. Tardibelle) en plena producción, en el término municipal de Soses (Lleida) con el objetivo de mostrar la viabilidad del uso de la FL en frutales tanto desde el punto de vista técnico y agronómico, económico (pensando en los costes relacionados con el transporte y en la sustitución total o parcial de los fertilizantes convencionales) y sanitario, realizando para este último apartado analíticas microbiológicas periódicas en el suelo, hoja y fruto.

Los puntos clave para su aplicación en frutales son:

- **Adaptación técnica del cabezal para poder aplicar la FL.** Comporta sobre todo la fase de filtrado, que si en una instalación para fertirrigación es un punto importante, cuando se aplica la FL es fundamental. En el caso

de ensayo, se pasa de un producto procedente de una separación sólido-líquido a 250 micras, a un filtrado en el cabezal a 120 micras (Figura 3).

- **Inyección del producto.** Se utiliza una inyectora de alto caudal ya que las cantidades de FL a aplicar serán elevadas debido a su baja concentración en nutrientes. Así, la riqueza de la FL utilizada a principios de la campaña fue 1,1-0,7-0,9 kg N, P₂O₅ y K₂O por metro cúbico de FL, bajando prácticamente a la mitad a mediados del ciclo, mientras que al inicio del ensayo fue 2,8-0,2-0,8. Estos cambios de concentración implican que se debe hacer un seguimiento de la riqueza a lo largo del tiempo para recalcular las cantidades a aplicar en función de la concentración de FL.

- **Época de aplicación y dosis.** En caso de que la producción necesite una certificación para su venta, los protocolos establecidos obligan a la aplicación de la FL en frutales hasta el inicio de la brotación y, excepcionalmente, hasta dos meses antes de la cosecha. Dado el planteamiento del ensayo, con la aplicación de la FL para fertirrigación, la posibilidad

de suministrar todos los nutrientes antes de la brotación es casi imposible, por una cuestión de tiempo disponible, pensando que en esta época las necesidades de riego son bajas y la duración de la fertirrigación también. De ahí que se estudie la aplicación comparada del abonado mineral frente a la aplicación de la misma dosis mediante FL, variando la duración de las aplicaciones: (1) hasta dos meses antes de la cosecha (para cumplir con los requisitos de las empresas certificadoras); (2) hasta 15 días antes de la cosecha y (3) hasta el mismo día de la cosecha, para evaluar las posibles repercusiones sobre todo desde el punto de vista sanitario.

- **Seguimiento microbiológico.** Durante la campaña 2020 y 2021 se ha realizado el seguimiento del estado sanitario del árbol (melocotonero en este caso) y del suelo. Concretamente, los microorganismos analizados fueron E. Coli, Salmonella y Listeria, siguiendo las recomendaciones de los organismos certificadoras de la producción. Este es un aspecto clave para no tener ningún problema en el caso de necesitar una certificación para poder comercializar el producto.



Figura 3. Detalle de la caseta de riego para la aplicación de la FL.

Después de tres años de datos, los resultados agronómicos relacionados con la producción de fruta, así como de su calidad no fueron distintos para las diferentes estrategias. Mencionar que la cosecha se vio gravemente afectada por una helada en la tercera campaña (2022). Si que se observó una disminución de la concentración foliar de N con la aplicación de abonado orgánico, aunque siempre dentro del intervalo de valores óptimos. Los resultados de la presente campaña aportarán más información para evaluar las tendencias obtenidas en campañas precedentes y posibles diferencias entre los distintos tratamientos.

Como rasgo diferencial se especifican los resultados de los análisis microbiológicos realizados durante la campaña. Se escogieron momentos clave durante el ciclo del cultivo y que además tuvieran relación con los tratamientos (estrategias de aplicación de la fase líquida -FL- del purín) y siempre pensando especialmente en el fruto que es el órgano sobre el que se podrán hacer análisis microbiológicos por parte de los organismos competentes. Estos momentos fueron tres:

una analítica previa al inicio del ensayo y aplicación de la FL, una segunda dos meses antes de la cosecha coincidiendo con el final de la aplicación de la FL en una de las estrategias del ensayo y una tercera el día antes de la cosecha, también en relación con la estrategia de aplicación de la FL hasta el momento de la recolección. Hay que recordar que tanto las estrategias de aplicación como los correspondientes momentos de muestreo son relación directa con los requerimientos de las entidades certificadoras que admiten, como muy tarde, la aplicación de FL hasta dos meses antes de la cosecha. En nuestro caso, además de comprobar la respuesta dos meses antes, se han estudiado los niveles microbiológicos hasta la misma fecha de recolección para comprobar que la aplicación no comporte ningún riesgo incluso cuando se aplica hasta el final del ciclo.

Las analíticas que se realizaron en el momento inicial, antes de aplicar la FL, sobre la misma FL, el agua de riego y el suelo dieron un resultado de 520 ufc de E. Coli en la FL, mientras que ni el agua de riego ni el suelo (en la mancha húmeda) se detectó ningún

microorganismo. Dos meses antes de cosechar, se comparó el nivel de los tres microorganismos en el fruto, hoja (situados en ambos casos cerca de la superficie del suelo como punto más desfavorable frente a posibles contaminaciones) y suelo en los árboles que acababan de recibir FL hasta ese momento respecto a los árboles con aplicación de abono mineral. En ningún caso se detectó ningún microorganismo.

El día antes de la recolección se realizó el último muestreo también de suelo, hoja y fruto, comparando en este momento los árboles que habían recibido FL hasta ese día, los árboles que hacía dos meses que no recibían FL y árboles con abonado mineral. Del total de análisis realizados, sólo unas muestras puntuales correspondiente tanto a hojas de árboles que habían recibido FL como abonado mineral dieron positivo. Este resultado puntual hace pensar en la posibilidad de una contaminación ajena a la aplicación de FL (contaminación cruzada), planteando una comprobación en la presente campaña. Hay que reiterar que todos los análisis en fruto fueron negativos. ■



REFERENCIAS

- Lal R. (2005). Forest soils and carbon sequestration. *For. Ecol. Manage.* 220, 242-258.
- LIFE AGRICLOSE (2023) Guia d'usos dels productes procedents del tractament de dejeccions ramaderes. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural (DACC), Barcelona. 47 pàgines. @2023, Generalitat de Catalunya Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural
- Makin, I.C. 2020. ICID VISION 2030-THE PRESENT STATUS AND PROSPECTS FOR IRRIGATED AGRICULTURE. Vol 59; issue 2. Pp 208-217
- Porta, J., López-Acevo, M., Roquero, C., Poch, R. (2009). INTRODUCCIÓ A L'EDAFOLOGIA: Ús i protecció de sòls. Madrid: Ediciones mundi-prensa
- Vinyes E, Asin L, Alegre S, Gasol CM, Muñoz P. (2018) Carbon footprint and profitability of two apple cultivation training systems: Central axis and Fruiting wall. *Scientia Horticulturae* 229: 233-239.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto LIFE AGRICLOSE (LIFE17 ENV/ES/000439)