

PROYECTO DE GRUPOS OPERATIVOS SAVIA

Sistema de **análisis vascular** integrado en olivicultura

La agricultura en general, pero de forma muy especial la producción integrada, demanda la incorporación de nuevas técnicas fruto de una revisión y evaluación de los recursos y herramientas actuales de que disponen los técnicos y productores que les permita diagnosticar con mayor precisión y con ello optimizar el uso de fertilizantes, evitar impactos ambientales y obtener aceites seguros y de calidad.

En los últimos años, se ha puesto de manifiesto por diversos autores la discordancia existente en el cultivo de olivar, entre la cantidad de elementos fertilizantes aplicados y las producciones obtenidas (García-Ferrer et al., 1998; Parra et al., 2002; Fernández-Escobar et al., 2014). Aunque la cuestión económica no ha sido especialmente relevante, sí lo ha sido el efecto negativo en cuestiones ambientales relacionadas con procesos de contaminación de suelos y aguas, incluso las referentes a la propia salud del árbol y su capacidad de re-

Nieto, J.¹; Reyes, M.P.²; Said, A.²; Garrido, M.³; Cabezas, C.⁴; Castro, R.⁴; Fernández-Ondoño, E.² ¹ Fundación Caja Rural de Jaén-Olivarum. ² Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada. ³ Cortijo Guadiana S. L. -Cortijo La Loma S.L. ⁴ Asociación de Técnicos de Producción Integrada en Olivar (ATPIOlivar)



Foto 1.- Imagen de la finca de muestreo localizada en Dilar (Granada).



sistencia ante diferentes parásitos (Fernández-Escobar et al., 2014). El aporte excesivo de fertilizantes y no utilizado por el árbol, permanece en el suelo desde donde puede ser lixiviado hasta los acuíferos o arrastrado con el suelo erosionado.

Por estos motivos, la contaminación por nitratos ha alcanzado altos niveles en algunas zonas cultivadas, hasta el punto que diversas administraciones se han planteado la regulación de los aportes de fertilizantes inorgánicos. Así, la ORDEN de 8 de Junio de 2010 por la que se modifica el Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar, regula el aporte en olivares tradicionales y olivares intensivos (tanto de secano como de regadío), sin embargo, no establece límites para otros manejos permitiendo incrementar los aportes, con la correspondiente asesoría técnica, en el caso de cultivos con cubierta vegetal viva.

El olivo necesita de los mismos elementos nutritivos que el resto de las plantas y, con deficiencias en alguno de ellos, no puede completar su ciclo vegetativo ni sustituir esta deficiencia por otro elemento. N, P, K, Mg, Ca, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo y B, constituyen, con distinta importancia, el objetivo de la fertilización (el resto de elementos esenciales se toman a partir del agua o la fotosíntesis). En conjunto, estos elementos sólo representan aproximadamente el 5% del peso seco de un olivo, de lo que se deduce lo fácil que es provocar un exceso de alguno de ellos (Parra et al, 2002).

Aunque algunos de estos elementos se encuentran en el suelo en cantidades suficientes su disponibilidad depende de diversos factores, entre los que cabe destacar las características físico-químicas del suelo y el manejo. Un abonado eficiente sería aquel que aportara en cada momento la dosis exacta que el árbol requiere de forma que existe un acuerdo generalizado en la necesidad de un diagnóstico preciso del estado nutritivo del árbol para establecer un plan de fertilización.

Actualmente, el diagnóstico nutricional se limita prácticamente a los análisis de muestras de hoja del mes de julio. Es el método empleado de forma generalizada, pero presenta algunas limitaciones entre las que cabe destacar el corto espacio de tiempo

En los últimos años, se ha puesto de manifiesto la **discordancia existente en el cultivo de olivar**, entre la cantidad de elementos fertilizantes aplicados y las producciones obtenidas

para la toma de muestra y análisis, no ofrecer referencias para algunos elementos importantes como S, Na y Fe y valores de referencia no establecidos para algunas de las variedades más representativas en Andalucía, entre otras.

Los valores de referencia que se vienen utilizando para realizar el diagnóstico del estado nutricional en olivo son fruto de una recopilación de los trabajos de Chapman (1966), Childers (1966) y Beutel (1983) y a partir de un protocolo muy concreto para la toma de muestras. Esta debe hacerse en julio, que es el periodo del que se disponen de valores de referencia.

En España también han sido referencia los trabajos desarrollados por Ferreira et al. (1984), aunque el tipo de suelo utilizado enmascaró los resultados obtenidos especialmente para el potasio. Más recientemente, otros autores (Fernández-Escobar et al., 1999; Nieto et al., 2017) han trabajado sobre la dinámica de diferentes nutrientes a lo largo de años consecutivos. Estos trabajos sirven de guía para contrastar los valores obtenidos en hoja.

La utilización de la savia fue propuesta por Cadahias et al. (2008) para varios cultivos incluyendo el olivo. La novedad de nuestra propuesta reside en el método de extracción de la misma que asegura la obtención de savia estrictamente, sin mezcla de los extractos de los tejidos.

Desarrollo del Proyecto

Gracias a la convocatoria de Funcionamiento de los Grupos Operativos de la Asociación Europea de Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola, la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía y los fondos FEADER se formó el Grupo Operativo SAVIA. Este Grupo Operativo está formado por 5 miembros que intervinieron ya en el diseño previo a la presentación de la solicitud de subvención en la convocatoria de noviembre de 2016, estos son:

- **Fundación Caja Rural de Jaén**, a través del Olivarum, participando como representante del Grupo Operativo y como intermediario entre los miembros del Grupo y la Administración, así como en la analítica de hojas y savia.

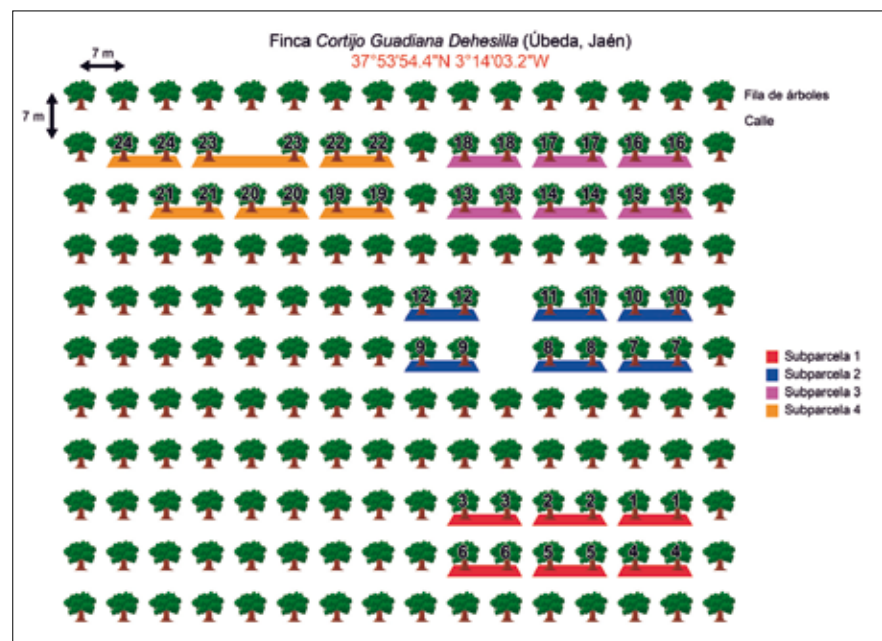


Figura nº 1: Esquema que muestra la distribución de los árboles en cada subparcela, en una de las fincas en la que se está desarrollando el estudio.



Foto 2: Imagen de la finca de muestreo localizada en Fuensanta (Granada).



Foto 3: Imagen de la finca de muestreo Cañada Luenga, localizada en Úbeda (Jaén).



Foto 4: Imagen de la finca de muestreo Dehesilla, localizada en Úbeda (Jaén).

- **Universidad de Granada**, a través del Departamento de Edafología y Química Agrícola, como responsable técnico del proyecto, en el análisis de suelos y extracción de la savia.

- **Cortijo Guadiana, S.L.**, aportando las parcelas de ensayo situadas en Jaén y en las actividades de difusión.

- **Cortijo La Loma, S. L.**, que contribuye con su personal técnico para

el seguimiento agronómico y toma de muestras de las parcelas de Jaén.

- **ATPIOlivar**, que ha sido la encargada de la selección de las parcelas de Córdoba, Sevilla y Granada, de entre sus socios a nivel autonómico y de su seguimiento agronómico.

Todos los miembros están comprometidos en la participación en las actividades de difusión y formación que

Para el desarrollo de este proyecto se fijaron y marcaron un total de **seis parcelas de ensayo/ demostración** entre **febrero y abril de 2018**

se han programado, así como en el seguimiento de las tareas previstas en el proyecto, en el análisis de los resultados y en cualquier decisión que afecte de forma técnica al mismo.

Además, se han contratado por la Universidad de Granada, dos personas encargadas de la toma de muestras de las fincas de Sevilla, Córdoba y las dos de Granada, que además trabajan en la extracción de la savia y en el procesado de las muestras de hojas y en el procesado y análisis de muestras de suelos.

Para el desarrollo de este proyecto se fijaron y marcaron un total de seis parcelas de ensayo/demostración entre febrero y abril de 2018. Dos están situadas en Granada, en los términos municipales de Dilar (foto 1) y Fuensanta (foto 2); dos en Jaén (fotos 3 y 4), en el término municipal de Úbeda; una quinta en Sevilla (foto 5) (término municipal de Osuna) y la sexta en Córdoba (término municipal de Hornachuelos) (foto 6).

En la elección de las parcelas se han tenido en cuenta una serie de premisas:

1) Todas las parcelas están en régimen de producción integrada. Esto es muy importante ya que el contacto con los técnicos es imprescindible para interpretar los resultados obtenidos.

2) Para optimizar los recursos todas las parcelas son de riego.

3) Aunque la variedad picual es muy importante y abundante, hemos considerado oportuno incluir también otra variedad de amplia representación en Andalucía, que es la variedad Hojiblanca. Así, las parcelas de Osuna (Sevilla) y Fuensanta (Granada) son de esta variedad.

4) En la convocatoria se establecieron preferencias para los trabajos realizados en zonas protegidas. Por eso se seleccionaron las parcelas de Horna-



La **contaminación por nitratos** ha alcanzado altos niveles en algunas zonas cultivadas y diversas administraciones se han planteado la **regulación de los aportes de fertilizantes inorgánicos**

huelos, en el Parque Natural Sierra de Hornachuelos (Córdoba), que además es Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona de Especial Protección para las aves (ZEPA), y la de Osuna, declarada ZEPA en 2008, dentro de las Zonas Especiales de Protección de Aves "Campañas de Sevilla".

La ubicación de las parcelas demostrativas en estas zonas protegidas es una forma de demostrar que es posible adecuar los sistemas de manejo en agricultura, en su forma de producción integrada, a zonas sensibles, al poder utilizar, en nuestro caso los productos fertilizantes, de forma controlada y ajustada a las necesidades del cultivo según capacidad productiva y al momento idóneo para su aplicación.

Trabajos en parcelas

En cada parcela, a su vez, se han delimitado y marcado 4 subparcelas, cada una de ellas consta de 6 árboles (figura 1). En aquellas en las que el tamaño de los árboles era menor se ha optado por duplicar el número de olivos a fin de que la intensidad de los muestreos no suponga un estrés en los árboles.

Con una periodicidad mensual, desde el mes de abril, se vienen tomando muestras de suelo, hoja y savia. La extracción de la savia se realiza en el laboratorio de Olivarum, así como el análisis de esta y el de hojas. Los de suelo se están realizando en la Universidad de Granada, Dpto. de Edafología y Química Agrícola.

Estos análisis nos permiten monitorizar la influencia, no ya solo de la fenolo-

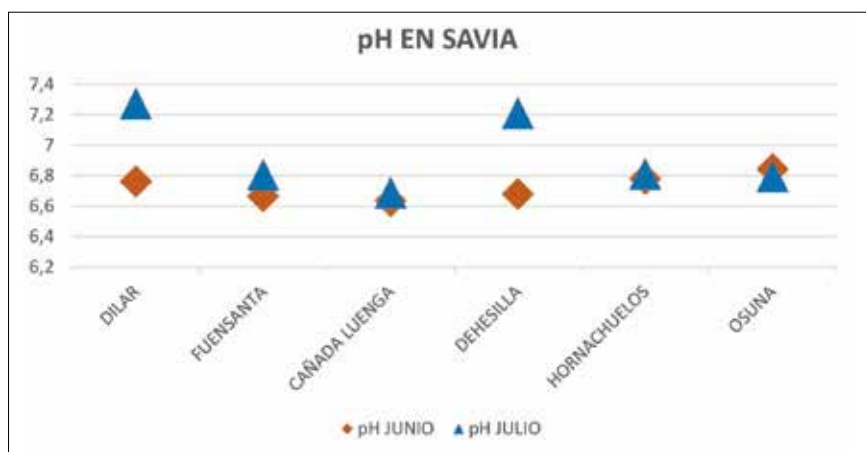


Figura nº 1: Gráfica con los valores de pH encontrados en savia en el mes de junio y julio por finca.

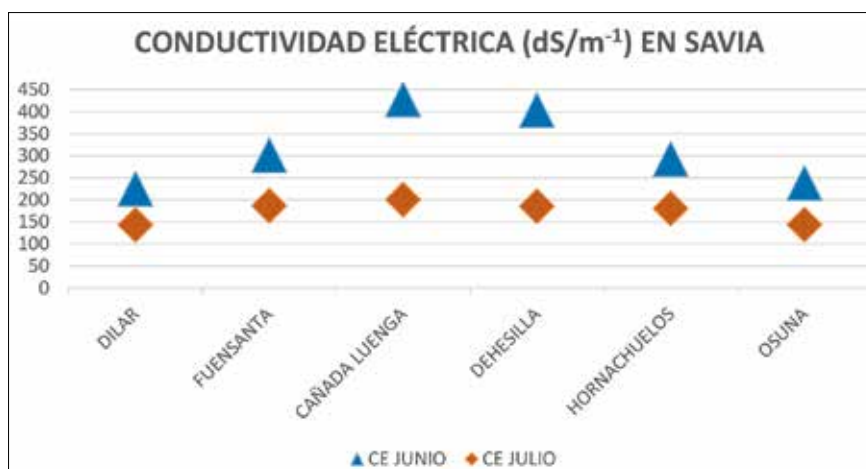


Figura nº 2: Gráfica con los valores de conductividad eléctrica encontrados en savia en el mes de junio y julio por finca.

gía en el movimiento de nutrientes en los olivos, sino de factores como la climatología, las características del suelo y la disponibilidad de los elementos solubles en el bulbo de riego. Igualmente se lleva a cabo en todas las parcelas un seguimiento del estado nutricional y fitopatológico.

Las muestras de hojas se toman siguiendo el protocolo propuesto por Fernández-Escobar (2004), que consiste en recolectar muestra alrededor del olivo (las cuatro orientaciones), a la altura de los ojos del operador, de brotes sin fruto y tomados al azar, desechando los brotes vigorosos de crecimiento vertical. Dentro de cada brote se considerará el tramo correspondiente al crecimiento del año, tomando exclusivamente las hojas de la parte central de este tramo y solamente hojas bien desarrolladas y expandidas, que no presenten ninguna anomalía (ataque de plagas o enfermedades, necrosis, etc.). Se toman las hojas completas, incluyendo el peciolo y sin la yema axilar. Los componentes analizados son:

nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, sodio, manganeso, cobre, zinc, hierro y boro.

El seguimiento de la concentración de nutrientes en la solución del suelo se realiza a través de las muestras recogidas en el bulbo de riego mensualmente, coincidiendo con la recogida de muestras para savia y hojas. Se ha realizado una caracterización inicial del suelo que se completará con la calicata que se abrirá en las jornadas de divulgación en cada localidad. Además, mensualmente se están analizando los macro y micro nutrientes solubles, cambiables y disponibles.

En cuanto a la savia, se ha estandarizado las condiciones para la toma de muestra. Así los muestreos se realizan siempre entre la 9:00 h y las 11:00 h, se seleccionan tallos de tres años, uno por cada orientación del árbol, obteniéndose 24 por cada subparcela. Una vez en el laboratorio se realiza la extracción de la savia mediante un equipo del tipo cámara de presión o cámara de Scholander modificada con una cámara con ta-



Foto 5: Imagen de la finca de muestreo localizada en Hornachuelos (Córdoba).



Foto 6: Imagen de la finca de muestreo localizada en Osuna (Sevilla).



Foto 7: Cámaras utilizadas para la extracción de savia de olivo.

maño suficiente para albergar las ramas de olivo (Foto 7). Este sistema permite tener control sobre las presiones de extracción, con el fin de estandarizar el proceso. El gas que utilizamos para extraer la savia es nitrógeno. En el caso de la savia se están analizando los mismos componentes que en la hoja y además el pH y la Conductividad Eléctrica.

El proyecto, a día de hoy

El proyecto, a día de hoy, ha cubierto los muestreos desde el mes de abril hasta la fecha (enero de 2019). Es decir, se han realizado ya 10 muestreos, uno por cada mes, en los que se han recogido, como estaba previsto, muestras de hoja, de savia y de suelos. Para poder, con posterioridad, interpretar correctamente los

Este proyecto tiene como objetivo **transferir la viabilidad** de utilizar la savia del olivo como **herramienta útil para el diagnóstico** del estado nutricional del olivo

resultados, se documenta gráficamente y se registran los momentos fenológicos en que se encuentra cada parcela, ya que por razones geográficas hay un desfase importante entre las fincas.

Una parte muy importante del proyecto contempla la difusión de los trabajos que se vienen realizando, tanto en lo referente a los protocolos de toma de muestras para el análisis de savia, como su conservación, extracción y su análisis y finalmente, por supuesto, la transferencia de resultados y la interpretación de los mismos. Hasta el momento y durante 2018 se han realizado ya varias presentaciones del proyecto, la primera en marzo, tras la concesión, en los Servicios Centrales de Caja Rural de Jaén en Geolit. Posteriormente en la Feria del Olivo de Montoro, en las III Jornadas Virgen Extra en Úbeda, así mismo en jornadas organizadas en Alcalá la Real (Jaén), Úbeda (Jaén), Agudulce (Sevilla), aprovechando la Asamblea de ATPIOlivar, etc.

La difusión que se llevará a cabo a lo largo de este 2019 se realizará a través de:

1) Jornadas técnicas en las que se comunicará el progreso de los trabajos. Están previstas 4 jornadas técnicas que se desarrollaran en Jaén, Granada, Córdoba y Sevilla. Estas jornadas estarán orientadas fundamentalmente a técnicos y agricultores.

2) Los avances en el proyecto se pueden seguir en página web, www.saviaolivar.eu, donde además se anunciarán los eventos programados, además de algunas otras informaciones de interés.

3) Asimismo, la divulgación se realizará a través de publicaciones, participación en congresos y jornadas.

Al disponer, por el momento de solo 10 meses de toma de datos es aven-

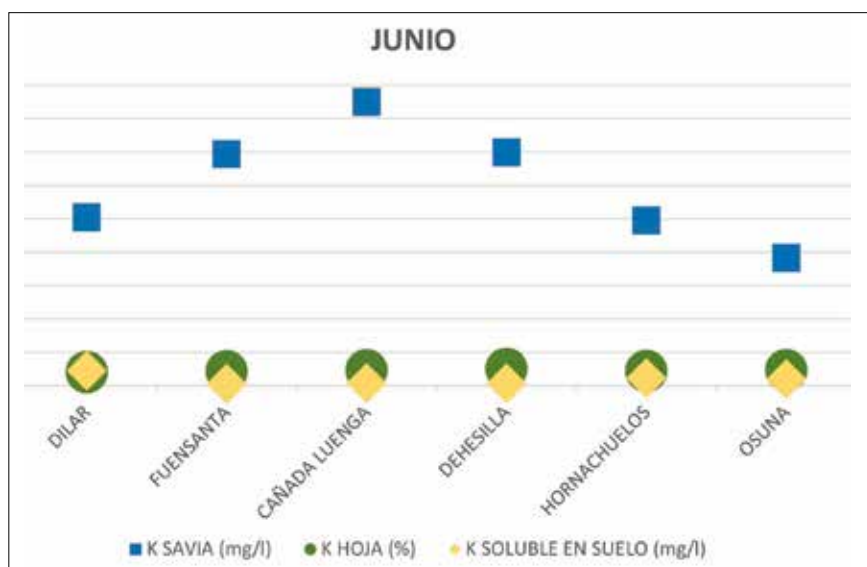


Figura nº 4: Gráfica con los niveles relativos de potasio en el mes de junio para las parcelas estudiadas en suelos, hojas y savia.

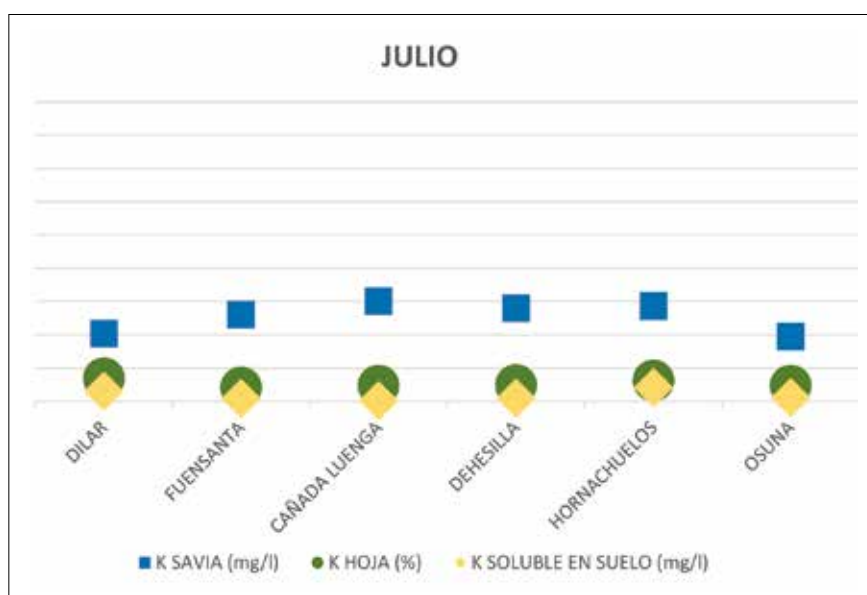


Figura nº 5: Gráfica con los niveles relativos de potasio en el mes de julio para las parcelas estudiadas en suelos, hojas y savia.

turado dar resultados. Sin embargo sí podemos adelantar que la savia es altamente sensible a los cambios que se producen en su medio, como la temperatura, la humedad en el suelo y por supuesto a los tratamientos de fertilización que se realizan. Los contenidos de nutrientes en savia son en general, cantidades mucho más pequeñas que en hoja. Así, elementos como el potasio, que en hoja nos referimos a ellos en porcentaje, en el caso de la savia hablamos de partes por millón. Los valores de pH (Figura 1) que hemos encontrado, por el momento, en savia no se mueven excesivamente de un punto próximo a la neutralidad (6,5 - 7,5) que

es la franja en la que los elementos están disponibles más plenamente a efectos de nutrición. La conductividad eléctrica de la savia nos da idea del contenido en sales que transporta y con ello de los nutrientes. Los valores que hemos encontrado en estos 10 meses van de 116 dS m⁻¹ a 490 dS m⁻¹.

De los datos de análisis de savia y hoja en los meses de junio y julio de 2018 como puede observarse en los gráficos 4 y 5, se desprende que no siempre los valores más altos de K en hoja se corresponden con los más altos en savia para el mismo mes, lo cual puede ser lógico, si tenemos presente que la hoja es un almacén de nutrien-

"Este trabajo con la savia del olivo abrirá puertas de indudable interés en la olivicultura en muy diferentes aspectos"

tes y la savia nos da idea la cantidad de estos que están circulando por el árbol. Tampoco los valores más altos de K soluble en suelo parece coincidir con los valores más altos en savia al menos cuando se comparan con el mismo mes, probablemente porque intervienen múltiples factores tales como el estado fenológico, disponibilidad de agua, el abonado, etc. y habría que tener en cuenta la dinámica de los nutrientes en periodos más largos.

Estamos convencidos que este trabajo con la savia del olivo abrirá puertas de indudable interés en la olivicultura en muy diferentes aspectos como el uso de los agroquímicos, el conocimiento fenológico y nutricional de los árboles y probablemente también en el diagnóstico de patógenos de forma rápida.

Este proyecto se está desarrollando merced a la concesión de una subvención por Resolución de 29/12/2017 dentro del programa de Funcionamiento de los Grupos Operativos de la Asociación Europea de Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020. Siendo cofinanciado por la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía y FEADER. Su duración es de dos años, por lo que se dará por finalizado a final de 2019.

Agradecimientos

Estos resultados son parte de los trabajos que se están realizando dentro del proyecto "Sistema de Análisis Vascular Integrado en Olivicultura" (GOP31-JA-16-0010) que está siendo posible gracias a la subvención recibida de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía y FEADER. Este proyecto se incluye dentro del programa de Funcionamiento de los Grupos Operativos de la Asociación Europea de Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020.