



INFORME FINAL DE PROYECTOS DE I+D+i

Como paso previo a la realización del informe, se ruega lean detenidamente las **instrucciones de elaboración de los informes de seguimiento científico-técnico de proyectos** disponible en la página web del ministerio.

A. Datos del proyecto

Relacione los datos del proyecto. En caso de que haya algún cambio, indíquelo cambiando de color el texto

Referencia	AGL2012-31988
Investigador principal	Anunciación Abadía
Título	Innovative strategies for improving Fe nutrition in fruit tree crops
Entidad	Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Centro	Estación Experimental de Aula Dei
Fecha de inicio	1 de enero 2013
Fecha final	31 de diciembre de 2015
Duración	3 años
Total concedido	169.650 € (145.000 € de gastos directos)

B. Resumen del proyecto para difusión pública

Resuma los principales avances y logros obtenidos del proyecto con una **extensión máxima de 30 líneas**, teniendo en cuenta su posible difusión pública (páginas webs institucionales)

El proyecto proponía estudios para optimizar la absorción de Fe por la planta, con el objeto de disminuir los gastos de fertilizantes y desarrollar estrategias ambientales amigables para corregir la clorosis férrica en los cultivos. Para ello, se planteaba estudiar los compuestos secretados por las plantas en condiciones de deficiencia de Fe, investigar su posible papel en la respuesta a la deficiencia y estudiar su utilización práctica. Por otra parte, y mediante técnicas de proteómica y de localización de metales, se trataba de estudiar la captación y la movilidad del metal, en trabajos abarcando raíces, compartimentos de transporte (xilema y floema) y hojas. Se han utilizado una gran variedad de especies vegetales, dependiendo de la tarea y el propósito a alcanzar: remolacha, arabidopsis, tomate, tabaco, arroz, altramuz blanco y *Prunus*. En primer lugar, se han identificado por espectrometría de masas (MS) en casi todas las especies citadas una gran cantidad de compuestos sintetizados y liberados por las raíces de plantas cultivadas con un suministro limitado de Fe. Estos compuestos se pueden agrupar en flavinas y compuestos fenólicos (cumarinas y flavonoides). Se han estudiado las condiciones para la liberación al medio de cultivo de estos compuestos (dependencia de pH y tiempo de exposición al estrés por deficiencia de Fe). Se ha explorado de forma preliminar la posibilidad de utilizar de manera práctica los resultados de esta parte del proyecto estudiando los mecanismos de acción y/o el efecto de algunos de los compuestos identificados en plantas afectadas por deficiencia de Fe, tanto en cámara de cultivo como en campo. Se han utilizado diversas técnicas de proteómica (electroforesis 2D seguida de identificación por nanoLC-MS/MS y "shotgun proteomics") para la identificación de proteínas involucradas en la homeostasis de Fe en la planta; así, se han estudiado extractos de raíces, membrana plasmática de células radiculares y compartimentos de transporte como apoplasto y savia de xilema y floema. Por último, se ha estudiado la movilidad del Fe aplicado foliarmente por medio de tinciones específicas (tinción de Perls), fluorescencia de clorofila en imagen, LT SEM-EDX, STIM- μ PIXE, y ablación láser acoplada a IPC-MS.



C. Informe de progreso y resultados del proyecto

C1. Desarrollo de los objetivos planteados	
Describa los objetivos y el grado de cumplimiento de los mismos (en porcentaje respecto al objetivo planteado y, en su caso, con indicación de lo que queda por realizar en cada uno de ellos)	
Objetivo 1. Estudiar las respuestas de adquisición de hierro específicas de la raíz en especies y genotipos de plantas altamente eficientes	Progreso y consecución del objetivo 1 100 % del total.
Objetivo 2. Explorar nuevos enfoques para optimizar el aporte de hierro, tanto en las raíces como en las hojas	Progreso y consecución del objetivo 2 100 % del total.

C2. Actividades realizadas y resultados alcanzados	
Describa las actividades científico-técnicas realizadas para alcanzar los objetivos planteados en el proyecto. Indique para cada actividad los miembros del equipo que han participado. Extensión máxima 4 páginas	
<p>Se presentan datos consolidados del proyecto.</p> <p>Objetivo 1 (participantes AA, AA-F, MP, PS, EG-C, LC-L y Tc).</p> <p><i>Tareas 1, 2 y 3. Identificación de los compuestos sintetizados y/o acumulados en las raíces y liberados a la rizosfera en respuesta a la deficiencia de Fe, y estudio de las funciones de los compuestos exudados y/o acumulados en la absorción de nutrientes.</i></p> <p>Se ha trabajado en la identificación de compuestos sintetizados por las raíces de distintas especies vegetales y en el estudio de las condiciones para la liberación de estos compuestos a la rizosfera, tema sobre el que se han presentado tres ponencias invitadas (D2.6, D2.17 y D2.21). En esta parte del objetivo se han utilizado remolacha, algunos mutantes de Arabidopsis, distintos genotipos de tomate (FER y fer, eficiente y totalmente ineficiente en la toma de Fe, respectivamente, y en Tres Cantos, una variedad comercial), tabaco, altramuz blanco y dos patrones de <i>Prunus</i> con diferentes niveles de tolerancia (GF677-eficiente y Cadaman-no eficiente). Se han identificado una gran cantidad de compuestos: flavinas en remolacha (D1.10) y tabaco, y compuestos fenólicos de la familia de las cumarinas en arabidopsis (D1.7, en colaboración con investigadores del INRA-Universidad de Montpellier, Francia; D1.17 y D2.27), tomate (D1.18 y D2.4), patrones de <i>Prunus</i> (D2.28), tabaco (D2.23, colaboración con Universidad Católica de Lovaina, Bélgica) y altramuz blanco (colaboración con la Universidad de Udine, Italia) y de la familia de los flavonoides en altramuz blanco (también en colaboración con esta última Universidad). Las cumarinas encontradas derivan de escopoletina, pero el tipo de cumarina depende de la especie: cumarinas más hidroxiladas como dihidroxifraxetina y/o hidroxí-isofraxidina se identifican en tomate, tabaco, altramuz blanco y <i>Prunus</i>, mientras que en Arabidopsis predominan fraxetina y scopoletina. Cumarinolignoles fueron detectados sólo en Arabidopsis y <i>Prunus</i>. Las raíces de todas estas especies acumulan los mismos compuestos fenólicos en forma de glucósidos. Se ha visto que el pH del medio afecta a la liberación de los compuestos fenólicos en Arabidopsis (D2.27) y tomate (D3.2). El papel de los compuestos sintetizados y excretados por las raíces ha sido estudiado en un sistema que retira de la solución dichos compuestos mediante una resina C₁₈ y en ensayos de interacción entre los compuestos e hidróxidos férricos sólo o en presencia de raíces (D1.7, D1.10, D1.21, D2.10 y D2.28). Gran parte de este estudio se encuentra recogido en la memoria de una Tesis Doctoral que será presentada en los primeros meses de 2016 (D3.2). Se ha hecho un análisis filogenético para identificar posibles genes candidatos implicados en la adquisición de Fe en <i>Prunus</i> (D2.9). Por último, se han estudiado los cambios en la concentración en raíz de otros compuestos distintos de flavinas y compuestos fenólicos en colaboración con el grupo de investigación de la Universidad de Faro (Portugal) participante en el proyecto. Así, se ha estudiado la síntesis de ácidos orgánicos en respuesta a la deficiencia en otra especie arborea (algarrobo; D1.5) y en fresa (D2.12 y D2.20).</p> <p><i>Tarea 4. Identificación de proteínas implicadas en los mecanismos de captación de Fe en la raíz, incluyendo extractos de raíz de enteros y preparaciones de membrana plasmática.</i></p> <p>Con respecto a la primera parte de la tarea, durante el segundo año de proyecto se identificó una proteína [ABCG37(AtPDR9)] involucrada en la exudación de compuestos fenólicos, inducida como</p>	



respuesta a la deficiencia de Fe y que confiere tolerancia a dicho estrés en Arabidopsis (D1.7). El trabajo se realizó en colaboración con investigadores del INRA-Universidad de Montpellier (Francia) que aportaron las líneas mutantes del gen y su caracterización molecular. Como continuación de ese trabajo y en colaboración con un grupo de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) se obtuvieron resultados similares para la proteína ortóloga en tabaco, NtPDR3 (D2.23). En esta misma línea se ha identificado el ortólogo de este gen en tomate (*SIPDR3*), cuya expresión en raíz se ha encontrado también inducida en respuesta a deficiencia de Fe (D3.2). En cuanto a trabajos sobre **membrana plasmática**, se ha aislado en raíces de remolacha y se ha caracterizado su perfil proteico por técnicas de electroforesis bidimensional seguida por identificación de proteínas por MS. Se han separado los dominios de membrana por técnicas de ultracentrifugación. Además, se han obtenido los perfiles proteicos de membrana plasmática entera y de los dominios con la técnica de "shotgun proteomics". Estos últimos trabajos se han hecho en Morioka (Japón) con la ayuda del Dr. Uemura, especialista referente en esta técnica (D1.14, D2.15 y D2.16). Se ha presentado un trabajo sobre el uso de esta técnica para estudios de proteomas vegetales en condiciones de estrés (D2.25). Por otra parte, se ha recogido material para la caracterización proteica de raíces de algunos genotipos eficientes y no eficientes de *Prunus*, que ha sido analizada por las técnicas de 2D y "shotgun" y en este momento se están analizando los resultados (D1.19). Otros trabajos relacionados con esta tarea se refieren a estudios **proteómicos de extractos de raíz**. Se ha estudiado el perfil proteico de raíces de plantas afectadas por toxicidad de otros metales (Zn) y su relación con Fe (D1.2 y D2.2) y por deficiencia de Fe y Mn (D1.16). Los resultados de estos trabajos señalan que la competición de este catión con Fe puede influir en muchos síntomas de toxicidad. Dentro de este objetivo se ha realizado una revisión sobre los efectos de la deficiencia de Fe en el proteoma de materiales vegetales, incidiendo especialmente en raíz (D1.4). Tanto la Tesis Doctoral presentada como una de las que están en proceso incluyen trabajos sobre esta tarea (D3.1 y D3.3).

Objetivo 2 (participantes AA, AA-F, MP, PS, EG-C, LC-L y Tc).

Tarea 5. Efectos de algunos de los compuestos de la raíz identificados en el Objetivo 1 sobre el crecimiento de las plantas.

Se ha comprobado que las **flavinas** (incluyendo las identificadas en remolacha y tabaco) y los **fenólicos son capaces de solubilizar** oxihidróxido férrico (forma de Fe mayoritaria en suelos) mediante reducción y/o quelación del metal sólo cuando un donador de electrones (NADH) o raíces de plantas deficientes en Fe, están presentes en el medio. Los resultados en el caso de las flavinas ya han sido publicados (D1.10) y los de los fenólicos están en proceso de análisis y discusión (D1.21 y D3.2). También se ha comprobado que **la retirada de compuestos exudados** por las raíces del medio de cultivo provoca una aceleración de la aparición de la clorosis inducida de Fe en remolacha (flavinas, D1.10), Arabidopsis (cumarinas, D1.7) y patrones tolerantes de *Prunus* (cumarinas, D2.10 y D2.28). Se han llevado a cabo **experimentos de suplementación** en cámara de cultivo con la adición al medio hidropónico de riboflavina y/o hidróxido férrico a plantas de remolacha así como de la coumarina fraxetina y/o hidróxido férrico a los dos patrones de *Prunus* empleados. Por último, se efectuaron pruebas de adición de riboflavina en una plantación comercial de melocotonero en campo, pero en las condiciones usadas los resultados no han sido positivos.

Tarea 6. Movilidad y distribución (a nivel de raíz, fluidos y hoja) del Fe aplicado foliarmente. Uso de isótopos estables de Fe.

Se ha publicado una comunicación sobre criterios para una correcta fertilización foliar (D2.3). En esta tarea se han empleado diversas **técnicas de localización y trazabilidad de metales**. Durante el primer año de proyecto se realizó un estudio (*Prunus* y remolacha) sobre los efectos de la fertilización foliar en los pigmentos fotosintéticos (incluyendo clorofila), nutrientes minerales, fluorescencia de clorofila en imagen, LT SEM-EDX, STIM- μ PIXE y tinción de Fe-Perls (D1.1). En este trabajo se ha visto que la movilidad del Fe en la hoja es una limitación importante para la eficacia del fertilizante. Se ha trabajado sobre la identificación de las vías de entrada del Fe en la hoja y mediante una optimización de la tinción de Perls se ha visto que los estomas están implicados en la toma de Fe aplicado foliarmente (D1.20, D2.18 y D4.2). Se ha estudiado el efecto de la fertilización foliar combinada con Fe y Mn en plantas de tomate (D1.11 y D2.19) y cebada, estudiando biomasa, concentración de pigmentos fotosintéticos, y toma y transporte de metales. Se está estudiando la localización y el camino del Fe tomate y *Prunus* mediante **isótopos estables** y Ablación Láser (LA) acoplada a un IPC-MS en colaboración con el grupo del Dr. García-Alonso de la Universidad de Oviedo (D2.7, D2.13, D2.22 y D4.2). Se ha comenzado el trabajo con los isótopos estables de Fe aplicados a *Prunus* de forma foliar y a la solución, estando los materiales



enviados para su análisis. Este último estudio se ha completado evaluando los efectos de estas fertilizaciones sobre la actividad reductasa férrica y el reverdecimiento. Además, como ya se expuso en el primer informe, se ha publicado un trabajo de divulgación sobre las necesidades de nutrientes en melocotonero (D4.1). También se han hecho diversos trabajos de **proteómica**. Así, se ha hecho un estudio sobre los perfiles proteicos de las membranas interna y externa de la envoltura cloroplástica (D2.1 y D4.3), que ayudará a establecer las bases para estudios sobre las deficiencias y cambios en las membranas con la fertilización. Asimismo se ha hecho un estudio sobre el efecto de la deficiencia de Fe en tallo de *Medicago truncatula* (D1.12). En colaboración con la Universidad de Algarve se han hecho varios trabajos sobre **movilidad de hierro en otras especies vegetales**. Se ha estudiado la movilidad del Fe aplicado foliarmente en fresa (D2.11) y sobre la posibilidad de movilizar Fe mediante la adición de ácidos orgánicos también en fresa (D2.26), y de la respuesta de la misma especie ante la deficiencia de Fe y posterior reaprovisionamiento de este elemento (D2.12). Se ha hecho una revisión sobre el uso de la espectrometría de masas en el estudio de la nutrición férrica (D2.6). Por último, en semillas se ha realizado un estudio sobre el proteoma de semillas de *Medicago truncatula* procedentes de plantas sometidas a deficiencia de Fe (D2.29) y se ha estudiado la distribución de metales y ligandos (Nicotianamina [NA] y ácido deoximugénico [DMA]) en semillas de *Oryza sativa* (D2.24).

Tarea 7. Caracterización de los cambios en los perfiles de proteínas y metabolitos de savia (xilema y floema) y fluido apoplástico en las plantas fertilizadas.

Se ha hecho un estudio (D1.15) sobre los cambios en perfiles metabólicos y proteicos en xilema de melocotonero. Se ha estudiado tanto la evolución a lo largo de las estación como las diferencias entre árboles controles y árboles afectados por deficiencia de Fe y se ha visto que las mayores diferencias vienen definidas por la evolución en las distintas fechas de toma de muestra. Se ha efectuado una revisión sobre los metabolitos involucrados en el transporte de metales a larga distancia (metales y especies metálicas en floema y xilema; D1.6). También se han estudiado los cambios en los perfiles proteicos del **apoplasto** de hoja de remolacha con la deficiencia y después de un aporte de Fe (D1.8, D2.5 y D2.14). Se está caracterizando la savia de **xilema** de tomate en condiciones de deficiencia de Fe y de Mn (D1.16). Se ha caracterizado el perfil de proteínas de savia de **floema** en plantas de *Brassica napus* afectadas por deficiencia de Fe (D1.9 y D2.8) y en plantas de *Lupinus texensis*, y se han buscado proteínas conteniendo Fe y Zn (D1.3). Se ha presentado un trabajo sobre un aminoácido no proteinogénico, nicotianamina, en fluidos de plantas de tomate y en floema de *Brassica napus*, afectadas por deficiencia y el reaprovisionamiento de Fe (D2.30). Además, se ha enviado un trabajo de revisión comparativa sobre proteomas de floema, xilema y apoplasto (D1.13). Tanto la Tesis Doctoral ya presentada como una de las que está en proceso incluyen trabajos sobre este objetivo (D3.1 y D3.3).

Tarea 8. Caracterización de complejos derivados de compuestos naturales (tarea modificada de acuerdo con el primer informe).

El primer año de proyecto se caracterizaron por MS/MS los quelatos de Cu y Zn con dos de los agentes quelatantes sintéticos más ampliamente comercializados como fertilizantes, EDDHA y EDDHMA. La Tarea 8 se modificó a partir del primer año, como ya se expuso en el informe anterior, debido al interés en conocer las capacidades de complejación y reducción de Fe(III) de los compuestos naturales identificados en las otras investigaciones iniciadas. Se ha estudiado la capacidad de reducción y complejación de Fe de las **flavinas** obteniéndose que el mecanismo por el cual solubilizan Fe es la reducción (D1.10). Este hecho no descarta la posible complejación del Fe por formas reducidas de las flavinas. Así, estudios previos de otros autores indican que la forma semiquinona de las flavinas tiene una alta afinidad por el Fe. A pesar de varios intentos en detectar dicho complejo férrico mediante ESI-MS, no hemos tenido éxito con esta técnica, probablemente debido a la labilidad del mismo en contacto con pequeñas cantidades de oxígeno. Con respecto a las **cumarinas**, se han realizado experimentos similares en los que se ha observado que la capacidad de reducción contribuye menos que en el caso de las flavinas a la solubilización del Fe. Parece, pues, que la complejación de Fe es el mecanismo principal de actuación de estos compuestos, aunque la detección por ESI-MS de los complejos formados no ha sido posible.

Una parte considerable de los artículos (7 de 21) están en este momento en preparación, pero ya se tienen suficientes datos experimentales para poder prever que se pueden enviar para su publicación durante 2016.



C3. Problemas y cambios en el plan de trabajo

Describe las dificultades y/o problemas que hayan podido surgir durante el desarrollo del proyecto, así como cualquier cambio que se haya producido respecto a los objetivos o el plan de trabajo inicialmente planteados.

Extensión máxima 1 página

Como ya se comentó en el primer informe, debido a la diferencia entre la financiación concedida y la solicitada, y conservando el porcentaje de financiación dedicado a personal, se adecuaron las condiciones del contrato del personal técnico solicitado. Se habían solicitado 96.000 euros (88+6) para un contrato G2 para tres años y se concedieron 70.000 euros, aunque en la resolución definitiva todo el presupuesto se concedió como gastos de ejecución. La cantidad asignada era suficiente para un contrato G3 para el mismo periodo y se consideró preferible tener el contrato el máximo tiempo posible. Este cambio no ha afectado al plan de trabajo planteado en la solicitud. En el cómputo final la cantidad dedicada a personal han sido 63.287 euros, empleándose el resto en otros gastos elegibles (un total de 81.714 euros en otros gastos de ejecución). No se ha requerido autorización expresa de la Subdirección General de Proyectos para trasvase entre subconceptos ya que no se ha superado el importe inicialmente solicitado (105.000 euros), como se especificaba en la comunicación de propuesta de financiación (punto 2). Por otra parte, al tener que justificar los gastos antes de final de enero de 2016, no se ha podido computar como gasto de personal el último pago de este contrato a la Seguridad Social (482,25 euros, cuota de diciembre de 2015), que tendrá que ser pagado por otra vía.

Como ya se comentó también en el primer informe, no se dispuso de liquidez en el CSIC para llevar a cabo los gastos normales del proyecto en el primer año. Se había comprado parte del material inventariable solicitado (bomba peristáltica y manifold-Waters = 3.714€). La bomba peristáltica costó más de lo previsto, y se descartó comprar el resto del inventariable, para mantener el porcentaje dedicado a este concepto. Durante el último año y debido a que en esta convocatoria no se puede solicitar prórroga ha sido gastada toda la financiación.

En cuanto a los cambios en el plan de trabajo, ya se había indicado en anteriores informes que la Tarea 8 se reorientó hacia la caracterización de los complejos férricos con compuestos naturales.

C4. Colaboraciones con otros grupos de investigación directamente relacionadas con el proyecto

Relacione las colaboraciones con otros grupos de investigación y el valor añadido para el proyecto.

Describe, si procede, el acceso a equipamientos o infraestructuras de otros grupos o instituciones.

Además de trabajar con el resto de los integrantes del grupo de investigación, se mantienen colaboraciones estables con grupos nacionales e internacionales, en casi todos los casos refrendados por resultados en publicaciones o congresos. Todas las colaboraciones suponen un valor añadido para el proyecto, ya que permiten el uso de técnicas o equipamientos y/o el manejo de material vegetal que no está disponible en nuestro equipo de investigación.

Colaboraciones con publicaciones o comunicaciones:

- para estudios de fluorescencia de Imagen se ha efectuado una colaboración con la Dra. A. Calatayud del IVIA de Valencia. Actividad D1.1.
- en Eslovenia para estudios de microscopía (LT SEM-EDX, STIM- μ PIXE) se ha colaborado con K. Vogel-Mikuš (Universidad de Ljubljana), P. Vavpetič y P. Pelicon (Jožef Stefan Institute). Actividad D1.1.
- con A. Matros, del Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Gatersleben (Alemania) y J. Kehr de la Universidad de Hamburgo (Alemania) en estudios de proteómica. Actividades D1.2 y D1.3.
- con el Dr. J.J. Calvete del Instituto de Biomedicina de Valencia, C.S.I.C., Valencia, para la interpretación de resultados de proteómica. Actividad D1.3.
- con el Dr. B. Contreras-Moreira del grupo de Biología Computacional y Estructural de la EEAD-CSIC, Zaragoza, para el tratamiento de los datos de proteómica. Actividades D1.8 y D1.14.
- con el grupo de la Dra. Y. Gogorcena del Departamento de Pomología de la EEAD-CSIC, Zaragoza, para el trabajo con patrones de *Prunus*. Actividades D2.7, D2.9, D2.10, D2.17, D2.21 y D2.28.



- con el grupo del Dr. J-F Briat (Biochimie et Physiologie Moléculaire des Plantes-CNRS, Institut National de la Recherche Agronomique, Université Montpellier, Francia) la caracterización de mutantes de Arabidopsis y tomate con alteraciones en la adquisición de hierro. Actividad D1.7.
- con el grupo de la Dra. M. Pestana (Universidad del Algarve, Portugal) se continúa colaborando en el estudio de balances nutricionales y respuestas de plantas ante la deficiencia de Fe. La IP del proyecto (A. Abadía) ha participado en un proyecto financiado en 2012 por la FCT-Portugal (ref PTDC/AGR-PRO/3861/2012, 2013-2015). Actividades D1.5, D2.11, D2.12, D2.20 y D2.26.
- para los análisis relacionados con Proteómica y Biología Molecular que no se podían llevar a cabo en la EEAD se ha contado con la colaboración de AF López-Millán (integrante del grupo hasta marzo de 2015) y M. Grusak (USDA-ARS Houston, USA). Actividades D1.4, D1.9, D1.12, D1.13, D1.14, D1.16, D2.8, D2.25 y D2.29.
- con la Dra. S. Lüthge (Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Hamburg University, Alemania) se ha colaborado en el estudio de la caracterización de la membrana plasmática en raíces de plantas afectadas por deficiencias y toxicidades. Actividades D1.14, D2.15 y D2.16.
- con el grupo del Dr. M. Uemura (Universidad de Iwate, Morioka, Japón) para técnicas de "shotgun proteomics" y separación de dominios en membrana plasmática. Actividades D1.14, D2.1, D2.6, D2.15, D2.16, D2.25, D2.29 y D4.3.
- con el Dr. JM. García-Mina de TimacAgro (grupo Rouiller) en tratamiento foliares multielementales. Actividades D1.11 y D2.19.
- con el Dr. J.A. González-Reyes de la Universidad de Córdoba en membrana plasmática. Actividades D1.14 y D2.15.
- con el grupo del Dr. J.I. García Alonso y con B. Fernández (Universidad de Oviedo) en la utilización de isótopos estables en metrología química y análisis de metales por ICP-MS así como en la aplicación de la ablación laser acoplada a ICPMS para el estudio de la localización de metales en hoja y semilla. Actividades D2.7, D2.13, D2.22 y D4.2.
- con la Dra K. Philippar de la Ludwig-Maximilians-Universität de Munich (Alemania) en los trabajos de envoltura cloroplástica. Actividades D2.1, D2.9 y D4.3.
- para la caracterización de la proteína involucrada con la exudación radicular de fenólicos en tabaco con la Universidad Católica de Lovaina (Dr. M. Boutry, Lovaina, Bélgica). Actividad D2.23.

Otras colaboraciones:

- para análisis de metabolitos trabajamos en colaboración con el Laboratorio de Metabolómica en el Genome Center (Dr. O. Fiehn), UC Davis, USA.
- para estudios de ESI-MS/MS (Q-TOF) se continúa la colaboración con el ICMA-CSIC (Dr. J. Orduna, Zaragoza, España).
- para la caracterización de los compuestos exudados por altramus blanco con la Universidad de Udine (Dr. R. Pinton, Udine, Italia)

C5. Colaboraciones con empresas o sectores socioeconómicos

Relacione las colaboraciones con empresas o sectores socioeconómicos y el valor añadido para el proyecto, la transferencia de conocimientos o resultados del mismo.

Como ya se ha comentado en informes anteriores, nuestro grupo trabaja habitualmente en colaboración con empresas del sector, en general para el estudio de la eficacia de fertilizantes y bajo términos de confidencialidad. Estos trabajos permiten hacer transferencia de conocimiento y, al mismo tiempo, mantienen el contacto de los proyectos con la actividad del sector.

En la petición del proyecto se contó con el apoyo de una EPO (TimacAgro, grupo Rouiller, Dr. JM. García-Mina). La colaboración con este equipo comenzó en 2009 con un proyecto KBBE finalizado el año 2012. A finales del año 2012 fue financiado un nuevo proyecto liderado por la empresa dentro de la convocatoria INNPACTO, para los años 2013-2015.

En los años 2012, 2014 y 2015 se ha mantenido una colaboración activa con la empresa



Fertiberia, mediante un pequeño contrato. Además, uno de los contratados perteneciente al departamento de I+D+i de la empresa trabaja integrado en nuestro grupo de investigación realizando investigaciones sobre nutrición mineral y fertilización.

Por otra parte, y en la medida de lo posible, intentamos hacer transferencia de resultados, difundiendo los mismos de una manera divulgativa en las revistas apropiadas (D4.1 y D4.2).

C6. Actividades de formación y movilidad de personal

Indique las actividades de formación y movilidad de personal relacionadas con el desarrollo del proyecto. Además, si procede, las actividades realizadas en colaboración con otros grupos o con actividades de formación en medianas o grandes instalaciones.

	Nombre	Tipo (becario, técnico, contratado con cargo al proyecto, posdoctoral, otros)	Descripción de las actividades de formación
1	Patricia Sisó	Contratado predoctoral	2013-INRA-Universidad de Montpellier (Francia). Estudio de la síntesis, acumulación y exudación radicular de compuestos fenólicos inducida por deficiencia de hierro en plantas de Estrategia I
2	Elain Gutierrez-Carbonell	Contratado predoctoral	2013-Universidad de Iwate, Morioka (Japón). "Shotgun proteomics" y separación de dominios en membrana plasmática de raíces
3	Elain Gutierrez-Carbonell	Contratado predoctoral	2014-Universidad de Iwate, Morioka (Japón). "Shotgun proteomics" aplicado a proteínas de apoplasto y xilema
4	Laura Ceballos-Laita	Contratado predoctoral	2014-Universidad de Iwate, Morioka (Japón). "Shotgun proteomics" aplicado a proteínas de apoplasto, xilema y semillas
5	Laura Ceballos-Laita	Contratado predoctoral	2015-Plant Proteomics Workshop, Wisconsin, USA. Técnicas de proteómica en plantas
6	Laura Ceballos-Laita	Contratado predoctoral	2015-9th European Summer School Advanced Proteomics, Bresasone, Italia. Proteómica avanzada
7	Laura Ceballos-Laita	Contratado predoctoral	2015-Universidad de Iwate, Morioka (Japón). "Shotgun proteomics" aplicado a proteínas de raíces de prunus y remolacha
8	Brenda Pérez	Prácticas FP Ciclo formativo grado medio	2014-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT)
9	Nuria Raedo	Prácticas FP Ciclo formativo grado superior	2014-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT)
10	Victoria Moreno	Prácticas FP Ciclo formativo grado superior	2015-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT)
11	Agustín B. del Castillo	Prácticas FP Ciclo formativo grado medio	2015-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT)
12	Paula Cisneros	Prácticas FP Ciclo formativo grado superior	2015-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT)

Cree tantas filas como necesite

C7. Actividades de internacionalización y otras colaboraciones relacionadas con el proyecto

Indique si ha colaborado con otros grupos o si ha concurrido, y con qué resultado, a alguna de las convocatorias de ayudas (proyectos, formación, infraestructuras, otros) del Programa Marco de I+D de la UE y/o a otros programas internacionales, en temáticas relacionadas con la de este proyecto. Indique el programa, socios, países y temática y, en su caso, financiación recibida.

Las colaboraciones internacionales han sido descritas brevemente en el apartado C4.

En este periodo no se ha concurrido a ayudas del Programa Marco de la UE.

D. Difusión de los resultados del proyecto

Relacione únicamente los resultados derivados de este proyecto



D1. Publicaciones científico-técnicas (con peer-review) derivadas del proyecto y patentes

Autores, título, referencia de la publicación...

Publicados

Todas las publicaciones se encuentran en el primer cuartil del JRC-WOS.

2013

1. El-Jendoubi H, Vázquez S, Calatayud A, Vavpetic P, Vogel-Mikuš K, Pelicon P, Abadía J, Abadía A, Morales F (2014) The effects of foliar fertilization with iron sulfate in chlorotic leaves are limited to the treated area. A study with peach trees (*Prunus persica* L. Batsch) grown in the field and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) grown in hydroponics. *Frontiers in Plant Science* 5, 2 (doi: 10.3389/fpls.2014.00002)
2. Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Sagardoy R, Rodríguez-Celma J, Ríos JJ, Matros A, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF (2013) Changes induced by zinc toxicity in the 2-DE protein profile of sugar beet roots. *Journal of Proteomics* 94, 149-161 (doi: 10.1016/j.jprot.2013.09.002)
3. Lattanzio G, Andaluz S, Matros A, Calvete JJ, Kehr J, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF (2013) Protein profile of *Lupinus texensis* phloem sap exudates: searching for Fe and Zn containing proteins. *Proteomics* 13, 2283-2296 (doi: 10.1002/pmic.201200515)
4. López-Millán A-F, Grusak MA, Abadía A, Abadía J (2013) Iron deficiency in plants: an insight from proteomic approaches. *Frontiers in Plant Science* 4, 254 (doi: 10.3389/fpls.2013.00254)

2014

5. Correia PJ, Gama F, Saavedra T, Miguel MG, da Silva JP, Abadía A, de Varennes A, Pestana M (2014) Changes in the concentration of organic acids in roots and leaves of carob-tree under Fe depletion. *Functional Plant Biology*, 496-504 (doi: 10.1071/FP13204)
6. Álvarez-Fernández A, Díaz-Benito P, Abadía A, Lopez-Millán AF, Abadía J (2014) Metal species involved in long distance metal transport in plants. *Frontiers in Plant Science*, 5, 105 (doi: 10.3389/fpls.2014.00105)
7. Fourcroy P, Sisó-Terraza P, Sudre D, Savirón M, Reyt G, Gaymard F, Abadía A, Abadía J, Álvarez-Fernández A, Briat JF (2014) Involvement of the ABCG37 transporter in secretion of scopoletin and derivatives by Arabidopsis roots in response to iron deficiency. *New Phytologist* 201, 155-167 (doi: 10.1111/nph.12471)

2015

8. Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Vázquez S, Contreras-Moreira B, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF (2015) Changes in the protein profiles of *Beta vulgaris* leaf apoplastic fluid with Fe deficiency and Fe resupply. *Frontiers in Plant Science* 6, 145. (doi: 10.3389/fpls.2015.00145)
9. Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Albacete A, Rios JJ, Kehr J, Abadía A, Grusak MA, Abadía J, López-Millán AF (2015) Effects of Fe deficiency on the protein profile of *Brassica napus* phloem sap. *Proteomics*, 15, 3835-3853 (doi: 10.1002/pmic.201400464)

2016

10. Sisó-Terraza P, Ríos J, Abadía J, Abadía A, Álvarez-Fernández A (2016) Flavins secreted by roots of iron-deficient *Beta vulgaris* enable mining of ferric oxide via reductive mechanisms. *New Phytologist*, 209, 733-745 (doi: 10.1111/nph.13633)
11. Carrasco-Gil S, Álvarez-Fernández A, Abadía A, García-Mina JM, Abadía J (2016) Effects of individual and combined Fe and Mn foliar treatments on metal-deficient tomato plants. *Plant and Soil*, en prensa (doi: 10.1007/s11104-015-2759-z)

En revisión

12. Rodríguez-Celma J, Lattanzio G, Villarroya D, Gutierrez-Carbonell E, Rencoret J, Gutiérrez A, del Río JC, Grusak MA, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Effects of Fe deficiency on the protein profiles and lignin composition of stem tissues from *Medicago truncatula*.



13. Rodríguez-Celma J, Ceballos-Laita L, Grusak MA, Abadía J, López-Millán AF. Plant fluid proteomics: delving into the xylem sap, phloem sap and apoplastic fluid proteomes.

14. Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, González-Reyes JA, Lüthje S, Contreras B, Abadía A, Uemura M, Abadía J, López-Millán AF. A shotgun proteomic approach reveals that Fe deficiency causes marked changes in the protein profiles of plasma membrane and detergent resistant microdomain preparations from *Beta vulgaris* roots.

En preparación

15. El-Jendoubi H, E Gutierrez-Carbonell, Abadía J, Abadía A, Álvarez-Fernández A, López-Millán AF. Changes in the proteomic and metabolomic profiles of *Prunus persica* xylem with Fe deficiency.

16. Ceballos-Laita L, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Changes induced by Fe and Mn deficiency in the root protein and xylem sap profiles of *Solanum lycopersicum*.

17. Sisó-Terraza P, Luis-Villarroya A, Abadía J, Abadía A, Álvarez-Fernández A Iron deficiency induces root accumulation and secretion of coumarinolignans in *Arabidopsis thaliana*.

18. Sisó-Terraza P, Luis-Villarroya A, Abadía J, Abadía A, Álvarez-Fernández A Iron deficiency causes accumulation of coumarins in tomato roots.

19. Ceballos-Laita L, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Comparative shotgun proteomics of root tip extracts of *Prunus* genotypes (GF677 efficient and Cadaman non-efficient) affected by Fe deficiency.

20. Rios JJ, Carrasco-Gil S, Abadía A, Abadía J. Tracing the iron pathway in *Prunus* leaves treated with foliar fertilizers.

21. Luis-Villarroya A, Abadía J, Gogorcena Y, Abadía A, Álvarez-Fernández A. Tolerance of *Prunus* rootstocks is associated to root accumulation and secretion of coumarins bearing catechol groups.

D2. Asistencia a congresos, conferencias o workshops relacionados con el proyecto

Nombre del congreso, tipo de comunicación (invitada, oral, póster), autores.

2013

International Workshop on Plant Membrane Biology (IWPMB2013). Kurashiki, Japón, 26-31 marzo. Asistencia E. Gutierrez-Carbonell.

1. Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Lattanzio G, Rodríguez-Celma J, Duy D, Philippar K, Kehr J, Uemura M, Abadía J, López-Millán AF. Proteomic profiles of *Pisum sativum* inner and outer chloroplast envelope membranes (*Comunicación/poster*).

XVII International Plant Nutrition Colloquium. Nutrition for nutrient and food security. Estambul, Turquía, agosto 19-22. Asistencia A. Álvarez-Fernández.

2. Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Sagardoy R, Rodríguez-Celma J, Rios JJ, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Changes induced by Zn toxicity in the 2-DE protein profile of *Beta vulgaris* roots (*Comunicación/poster*).

3. El-Jendoubi H, Vázquez S, Abadía A, Morales F, Abadía J. Multi-criteria assessment of foliar Fe fertilization (*Comunicación/poster*).

4. Sisó P, Abadía A, Abadía J, Álvarez-Fernández A. Root secretion and accumulation of phenolic compounds in response to Fe deficiency in tomato (*Comunicación/poster*).

XII HUPO World Congress. Yokohama, Japón, sep 14-18. Asistencia E. Gutierrez-Carbonell.

5. Gutierrez-Carbonell E, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profiles of *Beta vulgaris* leaf apoplastic fluid with iron deficiency and iron resupply (*Comunicación/poster*).

2014

XVII International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants. Gatersleben, Germany, 6-10 July. Asistencia A. Álvarez-Fernández.



6. Abadía J, Sisó-Terraza P, Pablo Díaz-Benito, Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Abadía A, Uemura M, López-Millán AF, Álvarez-Fernández A. Advances in iron nutrition based on mass spectrometry approaches. (*Ponencia invitada*).
 7. Carrasco-Gil S, Fernández B, Pereiro R, Gogorcena Y, Abadía A, Abadía J, Álvarez-Fernández A. Spatial distribution of Fe in leaf sections of Fe-treated peach trees using imaging laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS). (*Comunicación/poster*).
 8. Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Abadía A, Grusak MA, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profile of the phloem sap from *Brassica napus* as affected by iron deficiency. (*Comunicación/poster*).
 9. Jiménez S, López-Millán AF, Duy D, Philippar K, Abadía J, Abadía A, Gogorcena Y. Phylogenetic analysis on gene families related to iron homeostasis in peach. (*Comunicación/poster*).
 10. Sisó-Terraza P, Abadía J, Abadía A, Gogorcena Y, Álvarez-Fernández A. Iron deficiency-induced root secretion of phenolics plays a significant role in Fe acquisition at high pH in *Prunus* rootstock. (*Comunicación/poster*).
 11. Gama F, Correia PJ, da Silva JP, Saavedra T, El-Jendoubi H, Abadía A, de Varennes A, Pestana M. Iron mobility in chlorotic leaves of strawberry plants grown in nutrient solution. (*Comunicación/poster*).
 12. Gama F, Saavedra T, da Silva JP, Miguel MdG, de Varennes A, Abadía A, Correia P, Pestana M. Organic acids and nutrient profile in response to iron deficiency and resupply. (*Comunicación/poster*).
- 12th European Workshop on Laser Ablation.** Egham, England, 6-10 July
13. Fernández B, Carrasco-Gil S, Díaz-Benito P, Banakar R, Álvarez-Fernández A, Abadía J, Christou P, García-Alonso JJ, Pereiro R Imaging studies of trace elements in biological samples by LA-ICP-MS: analysis of leaf and seed sections. (*Comunicación/poster*).
- 1st INPPO World Congress 2014.** Hamburg, Germany, August 31-September 4. Asistencia L. Ceballos y E. Gutierrez-Carbonell
14. Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profiles of *Beta vulgaris* leaf apoplasmic fluid with iron deficiency and iron resupply. (*Comunicación/poster*).
 15. Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Lüthje S, González-Reyes JA, Uemura M, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profiles of plasma membrane and detergent resistant microdomain preparations from *Beta vulgaris* roots as affected by Fe deficiency. (*Comunicación/poster*).
- 13th Human Proteome Organization World Congress (HUPO),** Madrid, Spain, 5-8 October. Asistencia E. Gutierrez-Carbonell.
16. Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Lüthje S, Uemura M, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profiles of plasma membrane preparations from *Beta vulgaris* roots as affected by Fe deficiency. (*Comunicación/poster*).
- XV Simposio Luso-Español de Nutrición Mineral de las Plantas NutriPLANTA.** Lisboa, Portugal, 6-8 December. Asistencia A. Álvarez-Fernández.
17. Sisó-Terraza P, Gogorcena Y, Abadía J, Abadía A, Álvarez-Fernández A. Plant root release of phenolics and flavins upon Fe deficiency. (*Ponencia invitada*).
 18. Ríos JJ, Abadía A, Abadía J. Stomatal guard cells are involved in Fe uptake from foliar fertilizers in *Prunus* rootstock leaves. (*Comunicación/oral*).
 19. Carrasco-Gil S, Álvarez-Fernández A, Abadía A, García-Mina JM, Abadía J. Effect of individual and combined Fe and Mn foliar treatments on metal-deficient tomato plants. (*Comunicación/oral*).
 20. Saavedra T, Gama F, da Silva JP, da Graça Miguel M, de Varennes A, Abadía A, Correia PJ, Pestana M. Partição da biomassa, composição mineral e variação de ácidos orgânicos em



morangueiros deficientes em ferro. (*Comunicación/poster*).

2015

II National Conference BIFI2015. Zaragoza, España, 4-6 Febrero. Asistencia A. Álvarez-Fernández.

21. Sisó-Terraza P, Gogorcena Y, Abadía J, Abadía A, Álvarez-Fernández A. Plant root release of phenolics and flavins upon Fe deficiency. (*Ponencia invitada*).

16th European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry. Münster, Germany, 22-26 February.

22. Pereiro R, Rodríguez SM, Carrasco-Gil S, Díaz-Benito P, Álvarez-Fernández A, Abadía J, Christou P, Sanz-Medel A, García-Alonso JI, Fernández B. Bio-imaging studies of trace elements in biological samples by LA-ICP-MS using a novel cryogenic ablation cell. (*Comunicación/poster*).

ATP binding cassette transporters: from mechanism to organism. Chester, England, 16-18 April.

23. Lefèvre F, Fourmeau J, Baijot A, Cornet T, Abadía J, Boutry M, Álvarez-Fernández A. An ABC transporter that allows plants to harvest iron. (*Comunicación/oral*).

XIV Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal. Toledo, España, 14-17 Junio.

24. Díaz-Benito P, Banakar R, Fernández B, Abadía J, Morales F, Pereiro R, Christou P, Álvarez-Fernández A. Localization of metals and metal ligands in rice seeds.

25. Gutierrez-Carbonell E, Ceballos-Laita L, Takahashi D, Uemura M, Abadía A, López-Millán A-F, Abadía J. Shotgun proteomics: a tool to investigate changes in subproteomes of plants grown under stress. (*Comunicación/oral*).

26. Saavedra T, Gama F, Rodrigues MA, da Silva JP, Correia PJ, Abadía A, de Varennes A, Miguel MdaG, Pestana M. Is it possible to mobilize Fe between strawberry leaves by applying organic acids?. (*Comunicación/poster*).

27. Sisó-Terraza P, Luis-Villarroya A, Abadía J, Abadía A, Álvarez-Fernández A. Arabidopsis root secretion of phenolics as affected by iron deficiency and external pH. (*Comunicación/poster*).

Rhizosphere4. Maastricht, The Netherlands, 21-25 Junio. Asistencia A. Álvarez-Fernández.

28. Álvarez-Fernández A, Gogorcena Y, Abadía J, Abadía A. Iron deficiency caused root exudation of coumarins in Prunus rootstocks grown at high pH. (*Comunicación/oral*).

Plant Proteomics Workshop. Madison, WI, USA, 20-24 Julio. Asistencia L. Ceballos-Laita.

29. Ceballos-Laita L, Takahashi D, Abadía A, Uemura M, Grusak MA, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profile of seeds from two genotypes of *Medicago truncatula* as affected by iron deficiency. (*Comunicación/poster*).

6th Meeting of the International BIOIRON Society. Hangzhou, China, 6-10 Septiembre.

30. Díaz-Benito P, Abadía A, Abadía J, Álvarez-Fernández A. Nicotianamine in tomato plant fluids as affected by iron deficiency and iron resupply. (*Comunicación/poster*).

D3. Tesis doctorales finalizadas relacionadas con el proyecto

Nombre del doctor, director de tesis, título, calificación, organismo...

1. Enfoques proteómicos para el estudio de la nutrición vegetal. Elain Gutierrez-Carbonell, Universidad de Zaragoza, octubre de 2015. Apto cum laude. Actualmente el Dr. Gutierrez-Carbonell está contratado en la empresa biotecnológica FibroStatin SL, empresa Spin-off de la Universidad de Valencia.

Además, hay dos personas cuyas tesis están financiadas total o parcialmente por el proyecto:



2. P. Sisó con contrato finalizado en 2014 ("Metabolitos secundarios exudados por las raíces de las plantas en respuesta a la deficiencia de hierro: caracterización, transporte y función", fecha prevista de lectura en los primeros meses de 2016).

3. L. Ceballos-Laita que empezó su trabajo en enero de 2014 (Título provisional: Estudio de la homeostasis de Fe y Mn mediante aproximaciones proteómicas)

D4. Otras publicaciones derivadas de colaboraciones mantenidas durante la ejecución del proyecto y que pudieran ser relevantes para el mismo, así como artículos de divulgación libros, conferencias

Autores, título, referencia de la publicación...

Divulgación

1. El-Jendoubi H, Abadía J, Abadía A (2013) Estimación de las necesidades de nutrientes en frutales de hoja caduca: el caso del melocotonero. Vida Rural, 357, 32-36.

2. Carrasco-Gil S, El-Jendoubi H, Ríos JJ, Fernández B, Abadía J, Abadía A (2015) Fertilización foliar de Fe, un mismo objetivo tanto en estudios de campo como en laboratorio. Vida Rural, 391, 46-54.

Publicaciones SCI relacionadas con el proyecto

3. Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Lattanzio G, Rodríguez-Celma J, Soll J, Philippar K, Kehr J, Uemura M, Abadía J, López-Millán AF (2013) The distinct functional roles of the inner and outer chloroplast envelope are revealed by proteomic approaches. Journal of Proteome Research 13, 2941-2953 (doi: 10.1021/pr500106s).

E. Personal activo en el proyecto

Relacione la situación de todo el personal de las entidades participantes que haya prestado servicio en el proyecto en la anualidad que se justifica, o **que no haya sido declarado anteriormente**, y cuyos costes (salariales, dietas, desplazamientos, etc.) se imputen al mismo

	Nombre	NIF/NIE	Catg. ^a profesional	Incluido solicitud original (S/N)	Si no incluido en solicitud original:		
					Función en el proyecto	Fecha de alta	Observaciones
1	Abadía, Anunciación	17854929Y	Prof Investigación	S			
2	Álvarez, Ana	09392534R	Científico Titular	S			
3	Pestana, Maribela	7761742	Prof. Tit. Portugal	S			
4	Sisó, Patricia	Z411218	Contratado predoctoral	S			Contrato finalizado en 2014
5	Gutierrez-Carbonell, Elain	Y1534875F	Contratado predoctoral	S			Contrato finalizado en 2014
6	Ceballos, Laura	76923883S	Contratado predoctoral	N	Realización Tesis	16-01-14	Concedido al proyecto
7	Marco, Gema	13931192T	Temporal		Apoyo laboratorio y cultivo plantas	01-05-13	Contratado a cargo de proyecto



F. Gastos realizados durante la anualidad

F1. Gastos de personal (indique número de personas, situación laboral y función desempeñada)				
	Nombre	Situación laboral	Función desempeñada	Importe
1	Gema Marco	Contratada G3	Apoyo técnico proyecto	24.533,88
Total gastos de personal				24.533,88

F2. Material inventariable (describa el material adquirido)				
	Identificación del equipo	Descripción del equipo	Importe	Previsto en la sol. original (S/N)
1				
Total gastos material inventariable			0,00	

F3. Material fungible (describa el tipo de material por concepto o partida, p. ej., reactivos, material de laboratorio, consumibles informáticos, etc.)				
	Concepto	Importe	Previsto en la sol. original (S/N)	
1	Reactivos, fungible de laboratorio, gases, columnas, filtros, etc (ver facturas en informe económico)			
Total gastos material fungible		35.941,07		

F4. Viajes y dietas (describa la actividad del gasto realizado y las personas que han realizado la actividad). Debe incluir aquí los gastos derivados de la asistencia a congresos, conferencias, colaboraciones, reuniones de preparación de propuestas relacionados con éste proyecto, etc.)				
	Concepto	Importe	Nombre del participante	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Gastos derivados viaje a Japón	109,45	Laura Ceballos-Laita	N
2	Asistencia Workshop USA	1.882,63	Laura Ceballos-Laita	N
Total viajes y dietas		1.992,08		

F5. Otros gastos (describa por concepto; debe incluir aquí, entre otros, los gastos derivados de personal no incluido en el equipo de trabajo indicando la actividad a la que corresponde dicho gasto, así como el gasto derivado de la inscripción a congresos o conferencias)				
	Concepto	Importe	Nombre del participante	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Análisis Universidad de Barcelona	2.379,85		S
2	Calibración pipetas (Grupo Taper)	305,66		S
3	Inscripción Rhizosphere	550	Ana Álvarez-Fernández	N
4	Diversos envíos material	210,25		S
5	Difusión, publicaciones, web	966,36		
Total otros gastos		4.412,12		

F6. Total ejecutado (costes directos únicamente)	
Importe total ejecutado durante la anualidad	66.879,15



F7. Descripción de gastos no contemplados en la solicitud original (si ha realizado algún gasto no contemplado en la solicitud original, justifique la necesidad de su adquisición en este apartado)

En el apartado de viajes, en esta última anualidad se ha financiado el viaje de L. Ceballos a Wisconsin (USA) para participar en el Plant Proteomics Workshop, donde presentó una comunicación (panel, D2.29). La inscripción al Congreso fue financiada por la Organización mediante una beca concedida a la investigadora predoctoral. También se ha financiado una muy pequeña parte de los gastos ocasionados por el viaje a Japón de la misma investigadora (109,45 €). Por otra parte se ha financiado la inscripción de A. Álvarez al Congreso Rhizosphere4, donde presentó una comunicación oral (D2.28).

Pequeños reajustes en el presupuesto final del proyecto se han especificado en el punto C3 del presente informe.

G. Gastos realizados desde el inicio del proyecto

Importe total ejecutado (costes directos únicamente)	145.000,30
---	-------------------