



## INFORME FINAL DE PROYECTOS DE I+D

### A. Datos del proyecto

**Relacione los datos actuales del proyecto.** En caso de que haya alguna modificación, indíquelo en el apartado A2.

#### A1. Datos del proyecto

Referencia proyecto	AGL2013-42175-R	
Título Proyecto	Mejora del conocimiento de las funciones de metabolitos y proteínas en la homeostasis de metales en plantas	
Investigador Principal 1	Javier Abadía Bayona	
IP1	Researcher ID: B-8804-2008	Código Orcid: 0000-0001-5470-5901
Investigador Principal 2	Ana Flor López Millán (ver apartado A2 más abajo)	
IP2	Researcher ID:	Código Orcid:
Entidad	Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	
Centro	Estación Experimental de Aula Dei	
Fecha de inicio	01/01/2014	
Fecha final	31/12/2016	
Duración	3 años	
Total concedido (costes directos)	230.000,00 €	

#### A2. Descripción de modificaciones en los datos iniciales del proyecto (Cambio de IP, entidad, centro, modificación del periodo de ejecución...).

Se produjo un hecho sobrevenido, ya que la co-IP del proyecto AGL2013-42175-R, la Dra. Ana Flor López-Millán, perdió la vinculación al CSIC por paso a situación de excedencia, a requerimiento de la Presidencia de dicho Organismo (Excedencia voluntaria por interés particular, 31 de marzo de 2015). La Dra. López-Millán pasó en el mes de abril de 2015 a situación de contratada en el laboratorio del Profesor Michael Grusak en el USDA-ARS Houston, USA, miembro también del Equipo de Trabajo del citado Proyecto, donde continuó trabajando en las diversas tareas del mismo. El hecho se comunicó a la SPTCT. Las funciones de la Dra. López-Millán en el proyecto (en particular, la responsabilidad en los Objetivos O1 y O5) se asumieron en su totalidad por el otro IP. Otros cambios producidos en el personal activo, tanto en el grupo de investigación como en el equipo de trabajo, se detallan en el apartado B.

\* Rellenar si procede

### B. Personal activo en el proyecto

Tiene que relacionar la situación de **todo** el personal de las entidades participantes que haya prestado servicio en el proyecto y cuyos costes (dietas, desplazamientos, etc.) se imputen al mismo.

#### B.1. Equipo de investigación

##### Incluido en la solicitud original

	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Fecha de baja	Observaciones
1	Abadía Bayona, Javier	17850563X	IP		
2	López-Millán, Ana Flor	29101691K	Co-IP hasta 31/03/15	31/03/15	Excedencia. Comunicado y aceptado SPTCT
3	Álvarez-Fernández, Ana María	09392534R	Investigadora		



4	Ríos Ruiz, Juan José	75880159P	Investigador	31/10/15	Finalización de contrato
5	Carrasco Gil, Sandra	14307796W	Investigadora	31/08/15	Finalización de contrato

**No incluido en la solicitud original**

	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Fecha de alta	Fecha de baja	Observaciones
6	Abadía Bayona, Anunciación	17854929Y	Investigadora	01/01/16		Comunicado y aceptado SPTCT
			<b>Total personal en el equipo de investigación: 6</b>			

**B.2. Equipo de Trabajo**

	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Inicio	Fin	Observaciones
1	Díaz Benito de las Huertas, Pablo	51083132V	Investigador		31/07/15	Predocctoral FPI asignado al proyecto anterior. Finalización de contrato
2	Elain Gutierrez-Carbonell	Y1534875F	Investigador		30/11/14	Predocctoral CSIC asignado a un proyecto anterior. Finalización de contrato
3	Oliver Fiehn	249858032	Investigador			
4	Uemura, Matsuo	TG7803832	Investigador			
5	Fodor, Ferenc	ZE599425	Investigador			
6	Grusak, Michael	820307839	Investigador			
7	Luis Villarroya, Adrián	25195633F	Investigador	01/04/15		Predocctoral FPI adscrito al proyecto
8	Ceballos Laita, Laura	76923883S	Investigadora	01/01/16		Predocctoral FPI asignada a un proyecto anterior
			<b>Total personal en el equipo de trabajo: 8</b>			

La solicitud de "Altas" y "Bajas" de nuevos investigadores en el **equipo de investigación** ha debido ser tramitada de acuerdo con **las instrucciones de ejecución y justificación** expuesta en la página web del ministerio. La incorporación de personal que haya participado en el proyecto en el **equipo de trabajo** no necesita autorización por parte del ministerio, pero su actividad debe incluirse y justificarse en este informe.

**C. 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).*

Los resultados más notables del proyecto incluyen el conocimiento sobre i) metabolitos y proteínas que participan en la homeostasis de metales (Fe, Mn y Zn) en plantas, ii) algunos de los mecanismos implicados en dicha homeostasis y iii) la caracterización de proteomas vegetales prácticamente desconocidos en especies de interés agronómico. En primer lugar, se ha demostrado que ante una situación de escasez de Fe las raíces de determinadas especies vegetales producen y secretan al medio un conjunto de metabolitos que incluyen tanto la vitamina B2 y algunos de sus derivados como compuestos fenólicos de tipo cumarina, lo que les permite acceder a formas minerales de Fe que son muy poco solubles pero muy abundantes en los suelos. El mecanismo consiste en que los citados metabolitos promueven la disolución de óxidos férricos mediante reacciones de reducción y/o complejación. Se ha confirmado que tanto la translocación de metales (como el Fe) de la raíz a la parte aérea como su distribución dentro de los diferentes tejidos y fluidos vegetales está mediada por



carboxilatos y aminoácidos no proteínogénicos específicos, como son la nicotianamina (NA) y el ácido 2'-deoxymugineico (DMA). Estos metabolitos actúan en el transporte de metales simultáneamente o por separado, dependiendo de la duración y la intensidad de la escasez de Fe. La relación entre estos ligandos (y en particular la relación carboxilatos vs. NA en dicotiledóneas y las relaciones NA vs. DMA y DMA vs. citrato en monocotiledóneas) es crítica para que este nutriente alcance partes de la planta importantes en alimentación, como es el endospermo de las semillas. Por otro lado, la alteración de dichas relaciones también permite modular los contenidos de Fe y Zn en tejidos concretos. Otro resultado relevante se obtuvo en relación al movimiento del Fe en la hoja, ya que se demostró que los estomas permiten la penetración de Fe desde el exterior y su movimiento al resto de la planta, especialmente cuando este nutriente se aplica en forma iónica. En cuanto a las proteínas, los resultados del proyecto son profusos y muy novedosos ya que se han caracterizado los proteomas de tallo y fluidos vegetales, incluyendo xilema, floema y fluido apoplástico, así como de la membrana plasmática de raíz y de la membrana externa e interna del cloroplasto. Además, se han establecido los efectos de las deficiencias de Fe y/o Mn en muchos de estos proteomas. La divulgación del conjunto de datos del proyecto ha sido profusa tanto a nivel internacional como nacional y en foros muy diversos (publicaciones SCI, congresos, conferencias, páginas web, notas de prensa y artículos de divulgación) lo que ha hecho posible su repercusión a nivel científico y social, tanto en el ámbito empresarial como en el sector agrícola. Los resultados obtenidos han permitido una mejor comprensión de la homeostasis de metales en las plantas, lo que puede contribuir a la resolución de problemas agrícolas.

## D. Progreso y resultados del proyecto

*Se debe reflejar el progreso de las actividades del proyecto y el cumplimiento de los objetivos propuestos*

### D1. Desarrollo de los objetivos planteados.

*Describe los objetivos y el grado de cumplimiento de los mismos (porcentaje estimado respecto al objetivo planteado y, en su caso, indique lo que queda por realizar en cada uno de ellos).*

<b>Objetivo 1:</b> <i>New insights on metal uptake by roots: changes in the protein profiles of the root plasma membrane in response to metal stress</i>	<b>Consecución del Objetivo 1</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 90%. En realización trabajos sobre cambios PTM en membrana plasmática.
<b>Objetivo 2:</b> <i>New insights on metal uptake by roots: export and import of organic compounds involved in metal homeostasis at the root level</i>	<b>Consecución del Objetivo 2</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 95%. En realización trabajos sobre caracterización de fenólicos en diversas especies.
<b>Objetivo 3:</b> <i>A comprehensive approach to long distance metal transport: identification and quantification of ligands and metal species in plant fluids</i>	<b>Consecución del Objetivo 3</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 80%. En realización trabajos con fluidos de <i>B. vulgaris</i> .
<b>Objetivo 4:</b> <i>A comprehensive approach to long distance metal transport: xylem/phloem unloading, metal and ligand localization</i>	<b>Consecución del Objetivo 4</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 90%. Pendientes trabajos de determinación de ligandos y complejos metálicos mediante técnicas de MS-imagen.
<b>Objetivo 5:</b> <i>Increasing knowledge of metal transport between compartments in plant shoots: changes in the protein profiles of plant fluids (xylem, phloem, apoplast) and</i>	<b>Consecución del Objetivo 5</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 80%. Pendientes trabajos con membrana plasmática de hoja y tonoplasto.



<i>leaf organelle membranes (plasma membrane, chloroplast envelopes, tonoplast) in response to metal stress</i>	
<b>Objetivo 6:</b> <i>Increasing knowledge of metal transport between compartments in plant shoots: characterization of metal transport by specific transporters in the leaf</i>	<p><b>Consecución del Objetivo 6</b></p> <p>El grado de cumplimiento se puede estimar en un 85%. Pendientes trabajos de flujos de metales con protoplastos y vesículas de membrana plasmática.</p>
<p><b>D2. Actividades realizadas y resultados alcanzados.</b></p> <p><i>Describe 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 2 páginas. En caso de incluir figuras, cítelas en el texto e insértelas en la última página. Resalte en negrita las actividades realizadas por el /los IPs.</i></p> <p>En el conjunto de los objetivos del proyecto se han conseguido un 88 y 89% de los Hitos (H) y Entregables (E) previstos, respectivamente. En el siguiente proyecto (AGL2016-75226-R) se sigue trabajando en los temas que han quedado pendientes en los distintos objetivos.</p>	
<b>Objetivo 1:</b> <i>New insights on metal uptake by roots: changes in the protein profiles of the root plasma membrane in response to metal stress</i>	<p>Participantes: <b>JA</b>, <b>AFLM</b>, , AA, ALV, LCL, [MU]</p>
<p>Hitos previstos: <b>H1</b> (T4), <b>H4</b> (T8) y <b>H10</b> (T12) Entregables previstos: <b>E1</b> (T4, relacionado con H1) y <b>E6</b> (T12, rel. con H4)</p> <p>En este Objetivo se ha avanzado en el conocimiento del efecto de la deficiencia de Fe sobre la composición proteica de la membrana plasmática de raíz de <i>Beta vulgaris</i>, mediante técnicas de “shotgun proteomics” basadas en HPLC-MS<sup>n</sup> (Hito <b>H1</b>), así como en la caracterización de los cambios proteicos en dominios de la membrana plasmática con las mismas técnicas (Hito <b>H4</b>). Con todos estos datos, se ha publicado un trabajo en una revista SCI, en el que se describen numerosos cambios tanto en la membrana plasmática como en dominios de membrana con la deficiencia de Fe (<b>E.1.6</b>). También se han realizado estudios de membrana plasmática con técnicas 2-DE, si bien los datos no se han incluido en el trabajo por ser demasiado complicada su inserción en el mismo, y quizá se puedan aprovechar en publicaciones posteriores. Aunque se ha comenzado a trabajar sobre cambios PTM, aún hay información insuficiente para realizar una publicación (Hito <b>H10</b>).</p> <p>En cuanto a los Entregables previstos, el trabajo <b>E.1.6</b> constituye la suma de los Entregables <b>E1</b> y <b>E6</b>, ya que se consideró conveniente usar ambos conjuntos de datos en un solo trabajo.</p>	
<b>Objetivo 2:</b> <i>New insights on metal uptake by roots: export and import of organic compounds involved in metal homeostasis at the root level</i>	<p>Participantes: <b>AAE</b>, <b>JA</b>, SC, AA, ALV, [OF]</p>
<p>Hitos previstos: <b>H5</b> (T8) y <b>H11</b> (T12) Entregables previstos: <b>E7</b> (T12, rel. con H5 y H11)</p> <p>Se ha obtenido mucha información sobre el papel de la secreción radicular tanto de flavinas (en <i>Beta vulgaris</i> y otras especies) como de fenólicos (en <i>Arabidopsis thaliana</i> y otras especies) en la toma de Fe por las plantas deficientes en dicho elemento. En primer lugar, se ha publicado un trabajo en una revista SCI sobre el papel de la secreción radicular de flavinas en <i>B. vulgaris</i> en la solubilización de óxidos de Fe en el medio de cultivo (<b>E.1.3</b>). Asimismo, se ha estudiado la acumulación y secreción de flavinas en la especie <i>Medicago truncatula</i> (<b>E.1.17</b>). Además, se ha publicado otro trabajo en una revista SCI que ha caracterizado en detalle la secreción radicular de distintos compuestos fenólicos en <i>A. thaliana</i> a diferentes valores de pH y su papel en la solubilización de óxidos de Fe en el medio de cultivo (<b>E.1.10</b>), y también se han obtenido datos sobre la secreción de fenólicos en tomate (ambos conjuntos de datos</p>	



constituyen el Hito **H5**). La suma de los trabajos **E.1.3** y **E.1.10** constituye el Entregable **E7**. Se ha progresado también en la elucidación de los compuestos fenólicos secretados por las raíces de otras especies de plantas, incluyendo *Prunus* (Hito **H11**), *Nicotiana tabacum*, *Lupinus album* y *M. truncatula* (se han presentado datos en varios congresos y existen varias publicaciones en proceso de elaboración). Finalmente, está previsto realizar en un futuro próximo, dentro del actual proyecto, trabajos sobre caracterización de fenólicos en la especie *Glycine max*.

**Objetivo 3:** *A comprehensive approach to long distance metal transport: identification and quantification of ligands and metal species in plant fluids*

Participantes: **JA**, **AFLM**, AFLM, PD, SC, [MG, OF]

Hitos previstos: **H2** (T4), **H6** (T8) y **H12** (T12)

Entregables previstos: **E3** (T8, rel. con H2 y/o H6) y **E8** (T12, rel. con H6 y/o H12)

Los datos obtenidos en el proyecto han permitido un avance muy significativo en este campo, ya que se ha conseguido una caracterización muy completa de las concentraciones de metales y ligandos metálicos en diversos compartimentos de la planta. Este objetivo era central en la Tesis Doctoral del Contratado FPI adscrito al proyecto (en últimas fases de elaboración para ser entregada para su defensa en la Universidad Autónoma de Madrid). Así, se han obtenido datos sobre la concentración de ligandos y metales en la savia de xilema, fluido apoplástico y extractos de raíces y hojas de tomate, así como en savia de floema de *B. napus* (todo este conjunto de datos incluidos en la citada Tesis Doctoral constituye el Hito **H2**). También se han obtenido datos sobre la concentración de ligandos orgánicos y metales en xilema de arroz, utilizando diversos genotipos (Hito **H6**). También se ha obtenido floema de arroz mediante el uso de áfidos (Hito **H12**), aunque las cantidades son tan pequeñas (menores de 1  $\mu$ L) que por ahora no han permitido su análisis. Por otro lado, la cuantificación de complejos metal-ligando en todos estos fluidos vegetales se ha demostrado extremadamente difícil, ya que se hallan en concentraciones por debajo o muy cercanas a los límites de detección, aunque se espera que los datos obtenidos van a permitir establecer protocolos para su determinación en algunos casos. Se ha utilizado también una nueva aproximación experimental, consistente en utilizar genotipos de arroz con la síntesis y transporte de ligandos orgánicos alterada (**E.1.11**). Los datos obtenidos se han difundido en presentaciones en diversos congresos. En cuanto a los Entregables previstos (**E3** y **E8**), la Tesis de Pablo Díaz está ya casi finalizada, y también existen borradores avanzados de dos trabajos, que se espera puedan ser enviados en los próximos meses a revistas SCI (**E.1.14**, **E.1.16**). Están en realización trabajos con fluidos de *B. vulgaris*.

**Objetivo 4.** *A comprehensive approach to long distance metal transport: xylem/phloem unloading, metal and ligand localization*

Participantes\*: **JA**, **AFLM**, AAF, AA, JJR, SC, PD, ALV, [MG, FF]

Hitos previstos: **H7** (T8) y **H13** (T12)

Entregables previstos: **E9** (T12, rel. con H7 y/o H13)

Se pusieron a punto diversas metodologías para la determinación de metales en secciones finas obtenidas con vibratomo de hojas y semillas (Hito **H7**). Se han utilizado tanto métodos de tinción clásicos, Perls para Fe y ZincPyr para Zn, como técnicas de LA-ICP-MS (para diversos metales), en el último caso en colaboración con la Universidad de Oviedo. Así, se ha publicado en una revista SCI la localización de Fe mediante Perls en zonas vasculares tras la fertilización foliar con diversos compuestos de Fe (**E.1.9**). Este trabajo es el Entregable **E9**. Asimismo, ya existe un borrador sobre localización de metales en cortes finos de semillas de distintos genotipos de arroz mediante LA-ICP-MS (**E.1.15**). En el mismo trabajo, se han analizado los contenidos de ligandos en zonas específicas de la semilla de arroz (embrión y endospermo) mediante técnicas de HPLC-MS-TOF (Hito **H13**). Los resultados obtenidos se han difundido en presentaciones en diversos congresos. En base a los datos obtenidos, se espera que se pueda abordar dentro del proyecto actual la determinación de ligandos y complejos metálicos mediante técnicas de MS-imagen, dado que sus concentraciones parecen ser suficientemente altas para este fin.



<p><b>Objetivo 5.</b> <i>Increasing knowledge of metal transport between compartments in plant shoots: changes in the protein profiles of plant fluids (xylem, phloem, apoplast) and leaf organelle membranes (plasma membrane, chloroplast envelopes, tonoplast) in response to metal stress</i></p>	<p>Participantes*: <b>JA</b>, <b>AFLM</b>, AA, ALV, LCL, [MU, FF]</p>
<p>Hitos: <b>H3</b> (T4), <b>H8</b> (T8), <b>H14</b> (T12), <b>H15</b> (T12) Entregables: <b>E2</b> (T4, rel. con H3) y <b>E4</b> (T8, rel. con H8)</p> <p>Se ha aumentado el conocimiento sobre los cambios producidos por el estrés de metales en el proteoma de diversos compartimentos de la planta (este sería el Hito <b>H3</b>). Dentro de este Objetivo se han publicado trabajos en revistas SCI sobre los cambios en el proteoma del fluido apoplástico de hoja con la deficiencia de Fe (<b>E.1.1</b>; Entregable <b>E2</b>), sobre los efectos de la deficiencia de Fe en el proteoma de la savia de floema de <i>B. napus</i> (<b>E.1.2</b>), sobre los efectos de la deficiencia de Fe en el proteoma de tallos de <i>M. truncatula</i> (<b>E.1.5</b>), sobre la comparación de los proteomas de savias de xilema, floema y fluido apoplástico (<b>E.1.8</b>), y sobre los efectos de las deficiencias de Fe y Mn sobre el proteoma de la savia de xilema (<b>E.1.12</b>). El hito <b>H14</b>, relacionado con la caracterización del proteoma de envoltura cloroplástica, ya se había abordado justo antes del inicio del proyecto en el artículo <b>E.2.1</b> en una revista SCI (enviado en 2014, antes de la aceptación definitiva del proyecto, por lo que no se le mencionaba en los agradecimientos del artículo). En cuanto a los hitos <b>H8</b> y <b>H15</b>, se han obtenido resultados muy preliminares sobre membrana plasmática de hoja y tonoplasto. El entregable <b>E4</b> no ha podido ser llevado a cabo todavía.</p>	
<p><b>Objetivo 6.</b> <i>Increasing knowledge of metal transport between compartments in plant shoots: characterization of metal transport by specific transporters in the leaf</i></p>	<p>Participantes*: <b>JA</b>, AAF, <b>AFLM</b>, ALV, [FF]</p>
<p>Hitos previstos: <b>H9</b> (T8), <b>H16</b> (T12) Entregables previstos: <b>E5</b> (T11, rel. Con H9)</p> <p>Se ha publicado un artículo en una revista SCI, sobre toma de metales por el cloroplasto (Hito <b>H9</b>) (<b>E.1.7</b>), que constituye el Entregable <b>E5</b>). En otros artículos publicados en o en vías de publicación en revistas SCI se ha abordado tanto el transporte de metales tras la fertilización foliar con Fe y Mn (<b>E.1.4</b>), como el transporte mediado por nicotianamina y DMA en plantas de arroz (<b>E.1.11</b> y <b>E.1.13</b>). No se ha podido llegar a realizar el hito sobre flujos de metales con protoplastos y vesículas de membrana plasmática (<b>H16</b>).</p>	
<p><b>D3. Problemas y cambios en el plan de trabajo.</b> <i>Describa las dificultades y/o problemas que hayan podido surgir durante el desarrollo del proyecto. Indique cualquier cambio que se haya producido respecto a los objetivos o el plan de trabajo inicialmente planteado, así como las soluciones propuestas para resolverlos. Extensión máxima 1 página.</i></p> <p>El plan de trabajo se llevó a cabo con normalidad.</p> <p>En cuanto a los gastos, el retraso en la resolución de la convocatoria (Octubre de 2014) llevó a que la mayor parte de los mismos se hiciera en su mayor parte durante los años 2015 y 2016. Por otro lado, la compra de parte del inventariable propuesto en el proyecto (software de metabolómica) se retrasó, ya que los paquetes de software más competitivos en ese momento requerían de una actualización del sistema operativo de los ordenadores de adquisición y proceso, por lo que se tuvo que esperar a la resolución de una petición de fondos adicionales al CSIC. Tampoco se pudo llevar a cabo la contratación de personal hasta el 2015, ya que el sistema existente en el CSIC implicaba que la contratación en aquel momento (por bolsa de trabajo), llevase algunos meses de trámites que sólo se pudieron iniciar tras tener constancia de la concesión del proyecto. El contratado FPI asignado al proyecto se incorporó el 1 de Abril de 2015.</p>	



**D4. Colaboraciones con otros grupos de investigación directamente relacionadas con el proyecto.**

*Relacione las colaboraciones con otros grupos de investigación y el valor añadido que aportan al proyecto. Describa, si procede, el acceso a equipamientos o infraestructuras de otros grupos o instituciones.*

Dentro del proyecto se ha colaborado con los siguientes laboratorios (muchos de ellos co-autores en la lista de publicaciones, son los marcados con \*):

España

- IRNASE-CSIC Sevilla (Dra. Gutiérrez\*), para análisis de ligninas (E.1.5).
- Universidad de Oviedo (Dra. Fernández\*), para localización elemental en material vegetal mediante LA-ICP-MS (E.1.15).
- Universidad de Córdoba (Dr. González-Reyes\*), para estudios de proteómica de membrana plasmática (E.1.6).
- Universidad de Navarra (Dr. García-Mina\*), para estudios de distribución de metales (E.1.4).
- Universidad de Lleida (Dr. Paul Christou\*), para trabajos con genotipos de arroz (E.1.11, E.1.13 y E.1.15).
- ICA-CSIC (Dr. Fereres), para la obtención de savia de floema de arroz con técnicas de ácidos.
- Grupo de Bioinformática de la EEAD-CSIC (Dr. Contreras-Moreira\*), para la construcción de una base de datos de Beta (E.1.1, E.1.6).

América

- USDA-ARS Houston, USA (Dr. Grusak\*) para análisis relacionados con flujos de metales y proteómica (E.1.2, E.1.5).

Europa

- Universidad Eötvös Loránd, Budapest, Hungría (Dr. Fodor\*), para trabajos con sistemas fotosintéticos (E.1.7).
- Universidad de Hamburgo, Alemania (Dra. Kehr\*; anteriormente en el Centro de Biotecnología y Genómica de plantas, UPM-INIA, Madrid), para estudios iniciales de identificación de proteínas por MALDI-TOF (E.1.2, E.2.1).
- Universidad de Hamburgo, Alemania (Dra. Lüthje\*), para estudios de proteómica de membrana plasmática (E.1.6).
- Universidad Catholique de Louvain, Bélgica (Dr. Lefèvre), para estudios sobre *Nicotiana tabacum*.
- Universidad de Viena, Austria (Dra. Oburger), para técnicas de cultivo de plantas con rhizoboxes

Asia

- Universidad de Iwate en Morioka, Japón (Dr. Uemura\*), para técnicas shotgun de proteómica enfocadas al análisis de proteínas de membrana (E.1.6, E.2.1).
- Universidad Ferdowsi de Masshad, Irán (Dr. Davarpanah), para trabajos de fertilización de frutales (E.2.2).

**D5. Colaboraciones con empresas o sectores socioeconómicos directamente relacionados con el proyecto.**

*Relacione las colaboraciones con empresas o sectores socioeconómicos y el valor añadido que aportan al proyecto*

En el proyecto se contó con el respaldo de la EPO TimacAgro (grupo Rouiller, Dr. García-Mina). La misma empresa participó también en un proyecto ERANET KBBE (EuroInvestigación EUI 2008-03618, 2009-2012) así como en un proyecto INNPACTO (FOMH IPT-2012-0004-060000; 2012-2015), por lo que los contactos entre los dos equipos han sido muy frecuentes.

Además, el grupo trabaja habitualmente en colaboración con otras empresas de fertilizantes (Fertiberia, etc.), frecuentemente bajo términos de confidencialidad. Estos trabajos permiten hacer transferencia de conocimiento y, al mismo tiempo, mantienen el contacto del grupo con la actividad del sector.



#### D6. Actividades de formación y movilidad de personal directamente relacionadas con el proyecto.

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

	Nombre	Tipo de personal (becario, técnico, contratado con cargo al proyecto, posdoctoral, otros)	Descripción de las actividades de formación o motivo de la movilidad
1	Díaz Benito de las Huertas, Pablo	Contratado FPI	Trabajos en colaboración con la U. De Lleida (Paul Christou), para trabajos con genotipos de arroz
3	Luis Villarroya, Adrián	Contratado FPI	2015-Universidad de Viena (Austria). Aplicación de técnicas de muestreo de exudados en plantas cultivadas en Rizoboxes
2	Ceballos Laita, Laura	Contratada FPI	2016-Universidad de Iwate, Morioka (Japón). "Shotgun proteomics" aplicado a proteínas de raíces de Prunus y remolacha

#### D7. Actividades de internacionalización y otras colaboraciones relacionadas con el proyecto.

*Indique si ha colaborado con otros grupos internacionales. Consigne si ha concurrido, y con qué resultado, a alguna convocatoria de ayudas (proyectos, formación, infraestructuras, otros) de programas europeos y/o programas internacionales, en temáticas relacionadas con la de este proyecto. Indique el programa, socios, países y temática y, en su caso, financiación recibida.*

Se ha colaborado con numerosos grupos internacionales (ver apartado C4).

Se ha concurrido a la convocatorias de ayudas de la UE en este año 2017 (proyecto en evaluación CONTENT; COMbining plant Nutrition, TEchniques and NaTural resistance into cost-efficient validate practices for an enhanced and sustainable European organic farming sector), para la convocatoria SFS-08-2017 RIA.

### E. Difusión de los resultados del proyecto

*Relacione únicamente los resultados derivados de este proyecto.*

#### E1. Publicaciones en revistas indexadas directamente relacionadas con los resultados del proyecto.

*Indique autores\*, título, referencia de la publicación, año, factor de impacto de la publicación, cuartil...*

1.	<b>E.1.1-</b> Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Vázquez S, Contreras-Moreira B, Abadía A, <u>Abadía J</u> , <u>López-Millán AF</u> (2015) Protein profile of <i>Beta vulgaris</i> leaf apoplastic fluid and changes induced by Fe deficiency and Fe resupply. <b>Frontiers in Plant Science</b> 6, 145 (doi: <a href="https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00145">10.3389/fpls.2015.00145</a> ) FI: 4,495 (Q1)
2.	<b>E.1.2-</b> Gutierrez-Carbonell E, Lattanzio G, Kehr J, Abadía A, Grusak MA, <u>Abadía J</u> , <u>López-Millán AF</u> (2015) Effects of Fe deficiency on the protein profile of <i>Brassica napus</i> phloem sap. <b>Proteomics</b> 15, 3835-3853 (doi: <a href="https://doi.org/10.1002/pmic.201400464">10.1002/pmic.201400464</a> ) FI: 4,079 (Q1)
3.	<b>E.1.3-</b> Sisó-Terraza P, Ríos JJ, <u>Abadía J</u> , <u>Abadía A</u> , Álvarez-Fernández A (2016) Flavins secreted by roots of iron deficient <i>Beta vulgaris</i> enable mining of ferric oxide via reductive mechanisms. <b>New Phytologist</b> 209, 733-745 (doi: <a href="https://doi.org/10.1111/nph.13633">10.1111/nph.13633</a> ) FI: 7,210 (Q1)





4.	<b>E.1.4- Carrasco-Gil S, Rios JJ, Álvarez-Fernández A, Abadía A, García-Mina JM, Abadía J</b> (2016) Effects of individual and combined metal foliar fertilization on iron- and manganese-deficient <i>Solanum lycopersicum</i> plants. <b>Plant and Soil</b> 402, 27–45 (doi: <a href="https://doi.org/10.1007/s11104-015-2759-z">10.1007/s11104-015-2759-z</a> ) Erratum <i>Plant and Soil</i> 402, 409-410 (doi: <a href="https://doi.org/10.1007/s11104-016-2806-4">10.1007/s11104-016-2806-4</a> ) FI: 2,969 (Q1)
5.	<b>E.1.5- 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</b> (2016) Effects of Fe deficiency on the protein profiles and lignin composition of stem tissues from <i>Medicago truncatula</i> . <b>Journal of Proteomics</b> 140, 1-12 (doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.03.017">10.1016/j.jprot.2016.03.017</a> ) FI: 3,867 (Q1)
6.	<b>E.1.6- Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Lüthje S, González-Reyes JA, Contreras-Moreira B, Uemura M, Abadía J, López-Millán AF</b> (2016) A shotgun proteomic approach reveals that Fe deficiency causes marked changes in the protein profiles of plasma membrane and detergent resistant microdomain preparations from <i>Beta vulgaris</i> roots. <b>Journal of Proteome Research</b> 15, 2510–2524 (doi: <a href="https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.6b00026">10.1021/acs.jproteome.6b00026</a> ) FI: 4,173 (Q1)
7.	<b>E.1.7- Solti A, Kovács K, Muller B, Vázquez S, Tóth B, Abadía J, Fodor F</b> (2016) Does a voltage-sensitive outer envelope transport mechanism contribute to the chloroplast iron uptake? <b>Planta</b> 6, 1303–1313 (doi: <a href="https://doi.org/10.1007/s00425-016-2586-3">10.1007/s00425-016-2586-3</a> ) FI: 3,239 (Q1)
8.	<b>E.1.8- Rodríguez-Celma J, Ceballos-Laita L, Grusak M, Abadía J, López-Millán AF</b> (2016) Plant fluid proteomics: delving into the xylem sap, phloem sap and apoplastic fluid proteomes. <b>Biochimica Biophysica Acta Proteins and Proteomics</b> 1864, 991–1002 (doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2016.03.014">10.1016/j.bbapap.2016.03.014</a> ) FI: 3,016 (Q2)
9.	<b>E.1.9- Rios JJ, Carrasco-Gil S, Abadía A, Abadía J</b> (2016) Using Perls staining to trace the iron uptake pathway in leaves of a <i>Prunus</i> rootstock treated with iron foliar fertilizers. <b>Frontiers in Plant Science</b> 7, 893 (doi: <a href="https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00893">10.3389/fpls.2016.00893</a> ) FI: 4,495 (Q1)
10.	<b>E.1.10- Sisó-Terraza P, Luis-Villarroya A, Fourcroy P, Briat J-F, Abadía A, Gaymard F, Abadía J, Álvarez-Fernández A</b> (2016) Accumulation and secretion of coumarinolignans and other coumarins by <i>Arabidopsis thaliana</i> roots in response to iron deficiency at high pH. <b>Frontiers in Plant Science</b> 7, 1711 (doi: <a href="https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01711">10.3389/fpls.2016.01711</a> ) FI: 4,495 (Q1)
11.	<b>E.1.11- Banakar R, Álvarez-Fernández A, Abadía J, Capell T, Christou P</b> (2017) The expression of heterologous Fe (III) phyto siderophore transporter HvYS1 in rice increases Fe uptake, translocation and seed loading and excludes heavy metals by selective Fe transport. <b>Plant Biotechnology Journal</b> 15, 423-432 (doi: <a href="https://doi.org/10.1111/pbi.12637">10.1111/pbi.12637</a> ) FI: 6,090 (Q1)
12.	<b>E.1.12- Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Abadía A, Uemura M, Abadía J, López-Millán A-F</b> (201x) Effects of Fe and Mn deficiencies on the protein profiles of tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) xylem sap as revealed by shotgun analyses. Submitted
13.	<b>E.1.13- Banakar R, Álvarez-Fernández A, Díaz-Benito P, Abadía J, Capell T, Christou P</b> (201x) The phyto siderophores nicotianamine and 2'-deoxymugenic acid modulate endogenous metal transporter genes to establish upper limits for iron and zinc in rice endosperm while inhibiting the accumulation of cadmium. Submitted
14.	<b>E.1.14- Díaz-Benito P, Abadía A, Abadía J, Álvarez-Fernández A</b> (201x) Effects of iron deficiency and iron resupply on metal and ligand concentrations in xylem sap, apoplastic fluid and cellular extracts of tomato plants. To be submitted.
15.	<b>E.1.15- Díaz-Benito P, Fernández B, Banakar R, Rodríguez S, Christou P, Pereiro R, Abadía J, Álvarez-Fernández A</b> (201x) Localization of metals and metal ligands in rice seeds overexpressing nicotianamine synthase and/or barley nicotianamine amino transferase. To be submitted.
16.	<b>E.1.16- Díaz-Benito P, Rellán-Álvarez R, Abadía A, Abadía J, Álvarez-Fernández A</b> (201x) Distribution of Fe and organic ligands in the rice mutant <i>Osfrd11</i> . To be submitted.



17	<b>E.1.17-</b> Ben Abdallah H, Mai H-G, <b>Álvarez-Fernández A</b> , <b>Abadía J</b> , Bauer P (201x) Natural variation reveals contrasting abilities to cope with alkaline and saline soil among different <i>Medicago truncatula</i> genotypes. To be submitted.
----	--

\*Resalte en negrita el/los IPs y miembros del equipo de investigación

**Total publicaciones: 11 (+6)**

## E2. Otras publicaciones científico-técnicas directamente relacionadas con los resultados del proyecto.

Indique autores\*, título, referencia de la publicación, año...

1.	<b>E.2.1-</b> Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, <b>Lattanzio G</b> , <b>Rodríguez-Celma J</b> , Soll J, Philippar K, Kehr J, Uemura M, <b>Abadía J</b> , <b>López-Millán A</b> (2014) The distinct functional roles of the inner and outer chloroplast envelope of pea ( <i>Pisum sativum</i> ) as revealed by proteomic approaches. <b>Journal of Proteome Research</b> 13, 2941–2953 (doi: <a href="https://doi.org/10.1021/pr500106s">10.1021/pr500106s</a> ) FI: 4,173 (Q1)
2.	<b>E.2.2-</b> Davarpanah S, Davarynejad G, <b>Abadía J</b> , Khorasani R (2016) Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilisers on pomegranate ( <i>Punica granatum</i> cv. Ardestani) fruit yield and quality. <b>Scientia Horticulturae</b> 210, 57-64 (doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.003">10.1016/j.scienta.2016.07.003</a> ) FI: 1,538 (Q1)
3.	<b>E.2.3-</b> Carrasco-Gil S, El-Jendoubi H, <b>Ríos JJ</b> , <b>Fernández B</b> , <b>Abadía J</b> , <b>Abadía A</b> (2015) Fertilización foliar de Fe, un mismo objetivo tanto en estudios de campo como en laboratorio. <b>Vida Rural</b> 391, 46-54.

\* Resalte en negrita el/los IPs y miembros del equipo de investigación

**Total publicaciones: 3**

## E3. Publicaciones en libros/capítulos de libros

Indique autores\*, título, referencia de la publicación, año...

--	--

\* Resalte en negrita el/los IPs y miembros del equipo de investigación

**Total libros: 0**

**Total capítulos de libros: 0**

## E4. Publicaciones en “open access” directamente relacionadas con los resultados del proyecto.

Indique autores\*, título, referencia de la publicación, año...

1.	<b>E.1.1</b> (ver apartado E más arriba)
2.	<b>E.1.9</b> (ver apartado E más arriba)
3.	<b>E.1.10</b> (ver apartado E más arriba)

\* Resalte en negrita el/los IPs y miembros del equipo de investigación

**Total publicaciones: 3**

## E5. Patentes directamente derivadas de los resultados del proyecto. Indicar si están licenciadas y/o en explotación. Indique autores\*, título, referencia, año...

--	--

\* Resalte en negrita el/los IPs y miembros del equipo de investigación

**Total patentes: 0**

**Total patentes licenciadas: 0**

**Total patentes en explotación: 0**

## E6. Publicaciones derivadas de asistencia a congresos, conferencias o workshops relacionados con el proyecto

Nombre del congreso/conferencia/ workshop:

Tipo de comunicación:

Autores\*:

Año:



**2014**

*OPTICHINA International Conference (Beijing, May 24-31, 2014).*

(E.6.1) **Abadía J.** Improving metal content in crops: gaps in the current knowledge (Keynote).

*XVII International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants (Gatersleben, Germany, 6-10 July, 2014).*

(E.6.2) **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 (Keynote).

(E.6.3) Sisó-Terraza P, **Abadía J.**, Abadía A, Gogorcena Y, **Álvarez-Fernández A.** Root secretion of phenolics plays a significant role for iron acquisition at high pH in *Prunus* rootstocks (Poster).

(E.6.4) 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 (Poster).

(E.6.5) 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) (Poster).

(E.6.6) 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 (Poster).

*12th European Workshop on Laser Ablation (Egham, United Kingdom, 8-11 July 2014)*

(E.6.7) **Fernández B.**, Carrasco-Gil S, Díaz-Benito P, Banakar R, Álvarez-Fernández A, Abadía J, Christou P, García-Alonso JI, Pereiro R. Imaging studies of trace elements in biological samples by LA-ICP-MS: analysis of leaf and seed sections (Poster).

*1st INPPO World Congress 2014 (Hamburg, Germany, August 31-September 4, 2014).*

(E.6.8) **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 (Poster).

(E.6.9) **Ceballos L.**, **Gutierrez-Carbonell E.**, Lattanzio G, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profiles of *Beta vulgaris* leaf apoplastic fluid with iron deficiency and iron resupply (Poster).

*13th Human Proteome Organization World Congress (Madrid, Spain, 5-8 October 2014).*

(E.6.10) **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 (Poster).

*XV Simpósio Luso-Espanhol de Nutrição Mineral das Plantas NutriPLANTA 2014 (Lisboa, Portugal, 6-8 December, 2014).*

(E.6.11) Sisó-Terraza P, Gogorcena Y, Abadía J, Abadía A, **Álvarez-Fernández A.** Plant root release of phenolics and flavins upon Fe deficiency (Keynote).

(E.6.12) **Ríos JJ.**, Abadía A, Abadía J. Stomatal guard cells are involved in Fe uptake from foliar fertilizers in *Prunus* rootstock leaves (Oral).

(E.6.13) **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 (Oral).

**2015**

*16th European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry (Münster, Germany, 22-26 February 2015).*

(E.6.14) **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 (Poster).

*ATP binding cassette transporters: from mechanism to organism (Chester, United Kingdom, 16-18 April 2015)*

(E.6.15) **Lefèvre F.**, Fourmeau J, Baijot A, Cornet T, Abadía J, Boutry M, Álvarez-Fernández A. An ABC transporter that allows plants to harvest iron (Oral).

*IPK (Gatersleben, Germany, 8 June 2015).*

(E.6.16) **Abadía J.** Flavins and phenolics in roots of Strategy I plants (Conferencia Invitada).

*XIV Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal (Toledo, España, 14-17 June 2015).*

(E.6.17) 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



<b>2016</b>	<p>stress (Oral).</p> <p><b>(E.6.18) Díaz-Benito P</b>, Banakar R, Fernández B, <b>Abadía J</b>, Morales F, Pereiro R, Christou P, Álvarez-Fernández A. Localization of metals and metal ligands in rice seeds (Poster).</p> <p><b>(E.6.19) Sisó-Terraza P, Luis-Villarroya A, Abadía J</b>, Abadía A, Álvarez-Fernández A. Arabidopsis root secretion of phenolics as affected by iron deficiency and external pH (Poster).</p> <p><i>Rhizosphere4 (Maastricht, The Netherlands, 21-25 June 2015).</i></p> <p><b>(E.6.20) Álvarez-Fernández A</b>, Gogorcena Y, Abadía J, Abadía A. Iron deficiency caused root exudation of coumarins in Prunus rootstocks grown at high pH (Oral).</p> <p><i>Plant Proteomics Workshop (Madison, WI, USA, 20-24 July 2015).</i></p> <p><b>(E.6.21) Ceballos L</b>, García C, Takahashi D, Abadía A, Grusak MA, Uemura M, Abadía J, López-Millán AF. Changes in the protein profile of seeds from two genotypes of <i>Medicago truncatula</i> as affected by iron deficiency (Poster).</p> <p><i>Biolron Meeting (Huangzhou, China, 6-10 September 2015).</i></p> <p><b>(E.6.22) Díaz-Benito P</b>, Abadía A, <b>Abadía J</b>, Álvarez-Fernández A. Nicotianamine in plant fluids as affected by iron deficiency and iron resupply (Poster).</p> <p><i>18th ISINIP International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants (Madrid, Spain, 30 May-June 3).</i></p> <p><b>(E.6.23) Ceballos-Laita L</b>, Takahashi D, Uemura M, Abadía A, <b>Abadía J</b>, López-Millán AF. Effects of Fe and Mn deficiencies in the protein profiles of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) xylem sap (Oral).</p> <p><b>(E.6.24) Luis-Villarroya A</b>, Gogorcena Y, <b>Abadía J</b>, Abadía A, <b>Álvarez-Fernández A</b>. Root secretion and accumulation to catechol coumarins in iron deficient Prunus rootstock (Oral).</p> <p><b>(E.6.25) Ceballos-Laita L</b>, García CC, Takahashi D, Uemura M, Abadía A, Grusak M, <b>Abadía J</b>, López-Millán AF. Effect of iron deficiency in the seed proteome of two <i>Medicago truncatula</i> ecotypes differing in mineral accumulation patterns (Poster).</p> <p><b>(E.6.26) Díaz-Benito P</b>, Abadía A, <b>Abadía J</b>, <b>Álvarez-Fernández A</b>. Effects of iron deficiency and iron resupply on metal and ligand concentrations in xylem sap, apoplastic fluid and cellular extracts of tomato plants (Poster).</p> <p><b>(E.6.27) Díaz-Benito P</b>, Fernández B, Banakar R, Rodríguez S, Christou P, Pereiro R, <b>Abadía J</b>, <b>Álvarez-Fernández A</b>. Localization of metals and metal ligands in rice seeds overexpressing nicotianamine synthase and/or barley nicotianamine amino transferase (Poster).</p> <p><b>(E.6.28) Izquierdo Alegre E</b>, Fourcroy P, Boucherez J, Conéjéro G, Tissot N, Rothan C, Bres C, Causse M, Sisó-Terraza P, <b>Álvarez-Fernández A</b>, <b>Abadía J</b>, Briat J-F, Gaymard F, Dubos C. Impact of iron availability on tomato fruit quality (Poster).</p> <p><b>(E.6.29) Venuti S</b>, Zanin L, Marroni F, Morgante M, <b>Abadía J</b>, <b>Álvarez-Fernández A</b>, Pinton R, Tomasi N. Physiological, transcriptional and metabolomic analyses of the response to iron deficiency in white lupin (Poster).</p> <p><b>(E.6.30) Rios JJ</b>, <b>Carrasco-Gil S</b>, Abadía A, <b>Abadía J</b>. Iron uptake pathway in leaves of a Prunus rootstock treated with foliar fertilizers (Poster).</p> <p><i>XVI Simposio Hispano-Luso de Nutrición Mineral de las Plantas (San Pedro del Pinatar, Murcia, España, 25-28 September).</i></p> <p><b>(E.6.31) Álvarez-Fernández A</b>, <b>Luis-Villarroya A</b>, Sisó-Terraza P, Fourcroy P, Lefèvre F, Venuti S, Gogorcena Y, Briat J-F, Tomasi N, Dubos C, Pinton R, Boutry M, Gaymard F, <b>Abadía A</b>, <b>Abadía J</b>. The role of coumarins, flavins and flavonoids in Fe acquisition by plants (Keynote).</p> <p><b>(E.6.32) Carrasco-Gil S</b>, Queipo S, <b>Luis-Villarroya A</b>, <b>Abadía A</b>, Pereiro R, Garcia J-I, <b>Abadía J</b>, Fernández B, <b>Álvarez-Fernández A</b>. Concomitant root and leaf Fe application have a synergistic effect in iron-deficient Prunus plants (Oral).</p>
-------------	---

\* Resalte en negrita el/los IPs y miembros del equipo de investigación

**Total congresos nacionales: 0**  
**Total congresos internacionales: 29**  
**Total conferencia/workshop: 3**

### E7. Tesis doctorales relacionadas con el proyecto.

Indique si están ( en marcha) o finalizadas

**Nombre:** Elain Gutierrez-Carbonell

**Director:** J. Abadía, A.F. López-Millán

**Título:** Proteómica de la homeostasis de metales en plantas

**Organismo:** Universidad de Zaragoza, 23 Octubre de 2015



<p><b>Nombre:</b> Pablo Díaz Benito de las Huertas  <b>Director:</b> J. Abadía, A. Álvarez-Fernández  <b>Título:</b> Transport of iron in plants assisted by nicotianamine and its derivatives  <b>Organismo:</b> Universidad de Autónoma de Madrid, fecha prevista junio 2017</p>
<p><b>Nombre:</b> Adrián Luis Villarroya  <b>Director:</b> A. Álvarez-Fernández, J. Abadía  <b>Título:</b>  <b>Organismo:</b> Universidad de Zaragoza, fecha prevista otoño 2018</p>
<p><b>Nombre:</b> Laura Ceballos Laita  <b>Director:</b> J. Abadía, A. Abadía  <b>Título:</b>  <b>Organismo:</b> Universidad de Zaragoza, fecha prevista primeros meses 2018</p>
<p><b>Total tesis en marcha: 3</b>  <b>Total tesis finalizadas: 1</b></p>

## F. Impacto de los resultados del proyecto

*Indicar el impacto científico-técnico, económico y social de los resultados de la investigación identificando el principal impacto científico-técnico derivado del proyecto de acuerdo con lo indicado en la solicitud y posibles impactos no previstos, el sector o sectores sobre los que tendrán impacto los resultados y actividades realizadas en el proyecto que puedan dar lugar a transferencia de conocimiento.*

### F1. Principal impacto derivado en el proyecto

El principal impacto científico derivado del proyecto es el conocimiento obtenido sobre las funciones de metabolitos y proteínas en la homeostasis de metales en plantas, reflejado en un buen número de publicaciones científicas en revistas SCI (11 publicadas, 6 enviadas o a punto de enviar para su publicación y varias más en elaboración). Los resultados se han divulgado también en notas de prensa en las páginas web del [Grupo](#), del [Instituto](#), del [CSIC](#) y en foros especializados, así como en Tesis y publicaciones de divulgación:

- Página Web EEAD-CSIC, 3 Mar 2015. [Investigando el proteoma del fluido apoplástico de las hojas de las plantas](#)
- Página Web EEAD-CSIC, 15 Sept 2015. [La vitamina B2 facilita la toma de hierro por las plantas](#)
- Página Web CSIC, 15 Sep 2015. [La vitamina B2 facilita la toma de hierro por las plantas](#)
- AZprensa, 16 Sep 2015. [La vitamina B2 es una fuente de hierro para las plantas](#)
- Informaria Digital, 21 Sep 2015. [Un estudio del CSIC indica que la vitamina B2 o riboflavina facilita la toma de hierro por las plantas](#)
- Página Web EEAD-CSIC, 5 Oct 2015. [Efectos de la carencia de hierro en la savia de floema](#)
- Página Web EEAD-CSIC, 31 Ago 2016. [¿Por dónde entra el hierro a la hoja tras una fertilización foliar?](#)

### F2. Impacto no previsto derivado del proyecto

Ninguno.

### F3. Sector de Impacto de los resultados del proyecto: industria, administración, política, aumento del conocimiento, salud, medioambiente....

Los sectores de impacto serían el aumento de conocimiento, agricultura y medio ambiente.

### F4. ¿Cuenta con socios que puedan explotar los resultados?

No directamente, si bien los resultados son de dominio público y por tanto pueden dar lugar a ser explotados por empresas.



**F5. ¿Qué actividades del proyecto pueden generar valorización y transferencia del conocimiento?**

Como obtentoras de conocimiento, todas las actividades del proyecto pueden generar potencialmente valorización y transferencia.

**G. Gastos realizados durante la ejecución del proyecto**

*Debe cumplimentarse este apartado **independientemente** de la justificación económica anual enviada por la entidad. Se deben incluir los principales conceptos de gastos con su importe, no el desglose de las facturas del proyecto, para valorar su adecuación a los objetivos y actividades realizadas en el proyecto.*

*Es **indispensable** especificar si el gasto estaba previsto en la solicitud original.*

**Cree tantas filas como necesite**

Este apartado se ha completado con los datos suministrados por la Gerencia de la EEAD-CSIC con fecha 31 de marzo de 2017. Aunque las cifras totales de gasto presentadas aquí son las mismas que las presentadas en las tres justificaciones anuales de la Gerencia de la EEAD-CSIC, el desglose en los diferentes sub-apartados puede ser ligeramente diferente (p. ej., un mismo ítem se ha podido considerar como inventariable o fungible en uno u otro caso).

Por otro lado, y como ya hicimos constar en el informe intermedio, no fue posible llevar a cabo un gasto proporcional en los tres años del proyecto, dado que la notificación de la resolución de aprobación fue en Octubre de 2014. La mayor parte de los gastos se hicieron a lo largo del 2015 y 2016.

**G1. Gastos de personal**

*Indique número de personas, situación laboral y función desempeñada*

	Nombre	Situación laboral	Función desempeñada	Importe	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Adelina Calviño Loira	Técnico contratada (2015 y 2016)	Técnico de laboratorio	33.656,45	S
2	Gema Marco Artaso	Técnico contratada (2016)	Técnico de laboratorio	17.108,95	S
<b>Total gastos de personal:</b>				<b>50.765,40</b>	

**G2. Material inventariable** (describa el material adquirido)

	Equipo	Descripción del equipo	Importe	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Mascot version update 2.2 to 2.5	Software proteómica (con cofinanciación del Instituto)	2.625,00 (50% del total)	S
2	Actualización Kaleidagraph	Software científico	397,18	N
3	Extractor zona cajones	Vitrina gases Kottermann	773,69	N
4	Cámara de cultivo de plantas Aralab	Cámara cultivo (con cofinanciación del Instituto)	8.772,16 (50% del total)	S
5	Espectrómetros de masas	Actualización equipos y software de metabolómica (con cofinanciación del Instituto y del CSIC)	15.997,05 (38,42% del total)	S
<b>Total gastos material inventariable</b>			<b>28.565,08</b>	

**G3. Material fungible**

*Describe 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	Diversos reactivos y material de laboratorio		S
<b>Total gastos material fungible</b>		<b>78.910,36</b>	

#### G4. Viajes y dietas

Describe 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 este proyecto, etc.

	Concepto	Relación con el proyecto	Importe	Nombre del participante	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Asistencia a Simposio ISINIP Gatersleben, Alemania	Presentación de resultados, contactos de colaboración	1.025,35	Ana Flor López Millán	S
2	Viajes ICA-CSIC Madrid y Univ. Lérida para experimentos	Realización de experimentos	194,70	Pablo Díaz	S
3	Congreso SEFV Toledo (inscripción y estancia)	Presentación de resultados	395,40	Pablo Díaz	S
4	Congreso SEFV Toledo (inscripción y estancia)	Presentación de resultados	535,42	Adrián Luis Villarroya	S
5	Congreso Rhizosphere4 Maastricht, Holanda (inscripción y estancia)	Presentación de resultados, contactos de colaboración	1.155,74	Ana Álvarez Fernández	N
6	Congreso Biolron Hangzhou (inscripción y estancia)	Presentación de resultados, contactos de colaboración	2.131,73	Javier Abadía Bayona	N
7	Reunión Bruker Madrid	Formación en software de metabolómica	178,10	Ana Álvarez Fernández, Adrián Luis Villarroya	N
8	Congreso ISINIP Madrid (inscripción y estancia)	Presentación de resultados, contactos de colaboración	687,50	Ana Álvarez Fernández	S
9	Congreso ISINIP Madrid (inscripción)	Presentación de resultados, contactos de colaboración	460,31	Adrián Luis Villarroya	S
10	Congreso SEFV-Nut Murcia (inscripción y estancia)	Presentación de resultados, contactos de colaboración	250,00	Adrián Luis Villarroya	S
11	Congreso SEFV-Nut Murcia (inscripción y estancia)	Presentación de resultados, contactos de colaboración	833,45	Javier Abadía Bayona	S



<b>Total viajes y dietas</b>	<b>7.847,70</b>
------------------------------	-----------------

<b>G5. Otros gastos</b>					
<i>Describe la actividad del gasto por concepto, y si procede, las personas que han realizado la actividad.</i>					
	<b>Concepto</b>	<b>Relación con el proyecto</b>	<b>Importe</b>	<b>Nombre del participante</b>	<b>Previsto en la sol. original (S/N)</b>
1	Servicios internos	Uso de cámaras de cultivo de plantas e invernadero en el Instituto	12.694,22		S
2	Mantenimiento de diversos equipos	Equipos para trabajos de laboratorio (cromatógrafos, espectrómetros de masas, espectrofotómetro, etc.)	28.606,96		S
3	Servicios externos (análisis)	Realización de análisis avanzados en laboratorios externos (ICP-MS, GCAA, GC-MS, etc.)	14.875,42		S
4	Envíos	Envío muestras y reactivos	1.398,71		S
5	Publicaciones	Difusión de resultados	7.782,12		S
<b>Total otros gastos</b>			<b>65.357,43</b>		

<b>H. Descripción de gastos no contemplados en la solicitud original</b>	
<i>Si ha realizado algún gasto no contemplado en la solicitud original, justifique la necesidad de su ejecución en este apartado</i>	
<b>Gasto</b>	<b>justificación</b>
397,18	Se ha realizado la actualización de un software científico (Kaleidagraph) no contemplado en la solicitud original
773,69	Se ha colocado un extractor de gases en las cajoneras de una vitrina de gases para prevención de riesgos
1.155,74	Se presentaron resultados en el Congreso Rizhosphere4, no contemplado en la solicitud original, por considerarse muy conveniente para dar difusión de los datos obtenidos
2.131,73	Se presentaron resultados en el Congreso en el Congreso Biolron, no contemplado en la solicitud original, por considerarse muy conveniente para dar difusión de los datos obtenidos
319,44	Envío de muestras de la Universidad de Udine (Italia), colaboración no contemplada en la solicitud original

<b>I. Resumen de gastos realizados durante la ejecución del proyecto</b>	
<b>Desglose los gastos por conceptos (costes directos únicamente):</b>	<b>Importe:</b>
<b>Personal:</b>	<b>50.765,40</b>
<b>Inventariable:</b>	<b>28.565,08</b>
<b>Fungible:</b>	<b>78.910,36</b>
<b>Otros gastos (inc. mantenimiento, servicios externos e internos, congresos, publicaciones, viajes y dietas, etc.):</b>	<b>73.205,13</b>
<b>Importe total ejecutado (costes directos únicamente):</b>	<b>231.445,97</b>
<b>Importe total concedido:</b>	<b>230.000,00</b>