



## INFORME INTERMEDIO 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 al final de este informe.*

*Se recomienda leer atentamente la información solicitada en los distintos apartados del informe, revisar la memoria y el presupuesto solicitado inicialmente y justificar adecuadamente todas aquellas actividades o gastos que haya sido necesario realizar para la consecución de los objetivos y que no estuvieran previstos o suficientemente detallados en la memoria inicial.*

### A. Datos del proyecto

Relacione los datos actuales del proyecto.

#### A1. Datos del proyecto

Referencia proyecto	AGL2016-75226-R		
Título Proyecto	Metals in plants: homeostasis and fertilization		
Investigador Principal 1	Abadía Bayona, Javier Armando		
IP1	ResearcherID: B-8804-2008	Código Orcid: 0000-0001-5470-5901	
Investigador Principal 2*	Álvarez Fernández, Ana María		
IP2	ResearcherID: A-7807-2010	Código Orcid: 0000-0003-4568-1201	
Entidad	Consejo Superior de Investigaciones Científicas		
Centro	Estación Experimental de Aula Dei		
Fecha de inicio	Diciembre 2017		
Fecha final	Diciembre 2020		
Duración	4 años		
Total concedido	290.000 € + overhead		

\* Rellenar si procede

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

No ha habido ninguna.

### 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 en el periodo que se justifica, o que no haya sido declarado anteriormente, 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	Álvarez-Fernández, Ana María	09392534R	Co-IP	-	-
3	Abadía Bayona, Anunciación	17854929Y	Investigadora	-	-



<b>B.2. Equipo de Trabajo</b>						
	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Inicio	Fin	Observaciones
1	Maribela Pestana	77611742	Investigadora (Portugal)	-	-	
2	Ferenc Fodor	ZE599425	Investigador (Hungria)	-	-	
3	Oliver Fiehn	249858032	Investigador (EEUU)	-	-	
4	Matsuo Uemura	TG7803832	Investigador (Japón)	-	-	
5	Ana Flor López-Millán	29101691K	Investigadora (EEUU)	-	-	
6	Ceballos Laita, Laura	76923883S	Investigadora en formación	Anterior al proy.	16/01/18	Predocctoral FPI asignada a un proyecto anterior
7	Luis Villarroya, Adrián	25195633F	Investigador en formación	Anterior al proy.	31/03/19	Predocctoral FPI asignado a un proyecto anterior
8	Francisco José Jiménez Pastor	31013821T	Investigador en formación	01/07/18	30/06/22	Predocctoral FPI adscrito al proyecto
9	Marjan Sadat Hosseini	E40089383	Investigadora en formación	14/09/17	14/03/18	Predocctoral FPI Irán
10	Zahra Gheshlaghi	J41505941	Investigadora en formación	16/10/17	16/04/18	Predocctoral FPI Irán
11	Jorge Luis Castillo González	Y3606191N	Investigador en formación	25/10/17	30/09/20	Predocctoral FPI CONACYT México
12	Edgar García Cruz	G30669842	Investigador en formación	01/11/18	31/10/19	Postdoctoral CONACYT México
13	Margarita Palancar Olmo	08996134Y	Técnica de plantilla CSIC (Licenciada)	Anterior al proy.	-	Titulado Medio de Actividades Tecn. y Prof.
14	María Muñoz Pinilla	03909257Q	Técnica en Prácticas Plan Empleo Juvenil	Anterior al proy.	15/01/18	Titulado Superior de Actividades Tecn. y Prof.

La solicitud de "Altas" y "Bajas" de nuevos investigadores en el **equipo de investigación** debe tramitarse de acuerdo con **las instrucciones de ejecución y justificación** expuestas en la página web de la convocatoria. La incorporación de personal que participe en el proyecto en el **equipo de trabajo** no necesita autorización por parte de la AEI, pero su actividad debe incluirse y justificarse en este informe.

## C. Progreso y resultados del proyecto

### C1. Desarrollo de los objetivos planteados

Describa 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>To study organic ligand-assisted acquisition and transport of metals in plants</i>	<b>Consecución del Objetivo 1</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 55% del total del Proyecto. Se sigue trabajando en todos los temas propuestos en el Objetivo.
<b>Objetivo 2:</b> <i>To study proteomic and metabolomic profiles in metal-stressed plants, identifying relevant players in metal homeostasis</i>	<b>Consecución del Objetivo 2</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 55% del total del Proyecto. Se sigue trabajando en todos los temas propuestos en el Objetivo.
<b>Objetivo 3:</b> <i>To establish a knowledge-based framework for exploiting root exudation to supply metals to plants</i>	<b>Consecución del Objetivo 3</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 40% del total del Proyecto.



	Se sigue trabajando en todos los temas propuestos en el Objetivo.
<b>Objetivo 4:</b> <i>To establish a knowledge-based framework for boosting the efficiency of foliar metal fertilizer treatments</i>	<b>Consecución del Objetivo 4</b> El grado de cumplimiento se puede estimar en un 50% del total del Proyecto. Se sigue trabajando en todos los temas propuestos en el Objetivo.

## C2. Actividades realizadas y resultados alcanzados

Describe las actividades científico-técnicas realizadas para alcanzar los objetivos planteados en el proyecto. Indique para cada actividad los resultados alcanzados y los miembros del equipo que han participado. **Extensión máxima 2 páginas**

En este apartado se describen las Actividades en cada Objetivo del Proyecto, enumerando los Hitos/Milestones (**M**) y Entregables/Deliverables (**D**) previstos.

<b>Actividad en el Objetivo 1</b> <i>To study organic ligand-assisted acquisition and transport of metals in plants</i>	Miembros del equipo participantes: AAF ( <i>Inv. Responsable</i> ), JA, ALV, MMP, FJJP, EGC, JLCG [OF, FF, AFLM]
---	--

Hitos previstos: **M3** (T8) y **M4** (T8)

Entregables previstos en este período: **D1** (T2, relacionado con M3), **D4** (T4, rel. con M3), **D7** (T6, rel. con M3 y/o M4)

En este Objetivo se ha avanzado en el conocimiento de la adquisición y transporte de metales mediados por ligandos orgánicos en plantas. Se han desarrollado protocolos de crecimiento de plantas y muestreo de las mismas que han permitido estudiar la exudación de ligandos orgánicos. Se han identificado un buen número de dichos compuestos en extractos y exudados de raíces de varias especies vegetales, incluyendo portainjertos de Prunus, tomate, tabaco, *Medicago*, *Lupinus albus* y *A. thaliana*, se ha caracterizado un transportador en relación a la exudación radicular de ligandos orgánicos en tabaco, y con la incorporación del becario FPI en julio del 2018 se reanudaron los trabajos con tomate centrándose en la exudación radicular (Hito **M3**). También se han identificado metales y ligandos orgánicos en fluidos de tomate y en tejidos y semillas de líneas de arroz con transporte alterado de metales, estudiando también la localización de metales (Hito **M4**).

Con los datos obtenidos se han publicado trabajos SCI sobre secreción radicular de cumarinas y flavinas y el papel del transportador NtPDR3 en tabaco (**D.1.5**), sobre secreción de flavinas en *M. truncatula* (**D.1.1**) y sobre transporte de Fe al cloroplasto en Brassica (**D.1.6**). También se ha enviado a una revista SCI otro trabajo sobre secreción de fenólicos en *A. thaliana* (**D.1.8**), y hay otros trabajos en elaboración para su publicación. También se ha publicado un trabajo SCI sobre localización de metales y quelantes en semillas de arroz (**D.1.4**) y se ha enviado a una revista SCI otro trabajo sobre la misma temática (**D.1.9**). Parte de los resultados de ligandos orgánicos en fluidos y tejidos (raíz) de tomate aparecen ya recogidos en las dos Tesis Doctorales defendidas en el 2017 (ver apartado D3).

En cuanto a los Entregables previstos, el trabajo **D.1.1** constituye el entregable **D1**, los trabajos **D.1.5** y **D.1.6** constituyen el entregable **D4**, y el trabajo **D.1.4** constituye el entregable **D7**.

<b>Actividad en el Objetivo 2:</b> <i>To study proteomic and metabolomic profiles in metal-stressed plants, identifying relevant players in metal homeostasis</i>	Miembros del equipo participantes: JA ( <i>Inv. Responsable</i> ), AA, LCL, [AFLM, MU, OF]
---	--

Hitos previstos: **M1** (T4), **M5** (T8) y **M6** (T8)

Entregables previstos: **D2** (T2, relacionado con M1), **D3** (T3, rel. con M5), **D6** (T5, rel. con M5), **D8** (T7, rel. con M5)

En este Objetivo se ha progresado en el conocimiento de los perfiles proteómicos y metabolómicos en diversas especies de plantas estresadas por metales. Estos trabajos se han abordado con técnicas basadas en gel y/o shotgun. Se han identificado cambios en los perfiles proteómicos de semillas de *M. truncatula*



(Hito **M1**), de la savia de xilema y raíces de tomate afectadas por deficiencias y toxicidades de metales (Hito **M5**), así como de remolacha y dos genotipos de *Prunus* afectados por deficiencia de Fe (Hito **M6**).

Con los datos obtenidos se han publicado trabajos SCI sobre los efectos de la toxicidad de Mn en los perfiles proteómicos de raíz de tomate (**D.1.2**), y los efectos de las deficiencias de Fe y Mn sobre los perfiles proteómicos de la savia de xilema de tomate (**D.1.3**). También se están redactando trabajos sobre las semillas de dos genotipos de *M. truncatula* (**D.1.12**), sobre el efecto de la toxicidad de Mn sobre los perfiles metabólicos de la savia de xilema de tomate (**D.1.13**) y sobre los efectos de las deficiencias de Fe y Mn en los perfiles metabólicos de la raíz de tomate por dos técnicas complementarias (**D.1.14**).

En cuanto a los Entregables previstos, el trabajo **D.1.3** constituye el entregable **D3** y el trabajo **D.1.2** constituye el entregable **D6**. El trabajo **D.1.12** constituirá el entregable **D2**, y los trabajos **D.1.13** y **D.1.14** constituirán el entregable **D8**.

**Actividad en el Objetivo 3:** *To establish a knowledge-based framework for exploiting root exudation to supply metals to plants*

Miembros del equipo participantes: AAF (*Inv. Responsable*), JA, ALV [FF]

Hitos previstos: **M7** (T8) y **M8** (T8)

Entregables previstos: ninguno.

En este Objetivo se ha avanzado en cómo se puede explotar el conocimiento sobre la exudación de compuestos naturales de las plantas para mejorar la adquisición de metales. Se ha estudiado la capacidad de los componentes de exudados para movilizar metales de fuentes escasamente solubles en ausencia de plantas (Hito **M7**). Se ha determinado el efecto de diferentes componentes de los exudados (p. ej. las cumarinas fraxetina y escopoletina y la flavina riboflavina) sobre la actividad microbiana de un suelo calizo (12% caliza activa). Se han estudiado cambios en la actividad microbiana de suelos tratados con componentes de exudados (Hito **M8**).

Con los datos obtenidos se está preparando un trabajo sobre la capacidad de los componentes de exudados de plantas de *Prunus* para movilizar Fe de hidróxidos férricos (**D.1.15**). También se han evaluado parámetros relacionados con la actividad metabólica global (p. ej. respiración microbiana), actividades enzimáticas (p. ej., ureasa, b-glucosidasa) y ácidos grasos de membrana PFLAS (p. ej. hongos, gram + y gram -), y los datos obtenidos se están procesando e interpretando. También se han estudiado los efectos de una bacteria sobre la toma de Fe en relación con ligandos orgánicos (**D.1.16**).

No había entregables previstos en esta actividad en este período.

**Actividad en el Objetivo 4:** *To establish a knowledge-based framework for boosting the efficiency of foliar metal fertilizer treatments*

Miembros del equipo participantes: JA (*Inv. Responsable*), AA, AAF, MPO, ZG [MP]

Hitos previstos: **M2** (T4) y **M9** (T8)

Entregables previstos: **D5** (T4, relacionado con M2 y/o M9)

En este Objetivo se ha avanzado en cómo se puede explotar el conocimiento sobre los procesos de movilización de metales para mejorar la eficiencia de la fertilización foliar. Se ha llevado a cabo la localización de metales en secciones de hojas fertilizadas con isótopos de Fe (Hito **M2**) y se ha realizado el trazado de metales en plantas fertilizadas (Hito **M9**).

Con los datos obtenidos se ha escrito un trabajo con plantas de *Prunus* que se acaba de enviar a una revista SCI (**D.1.11**). También se han llevado a cabo trabajos en colaboración sobre el uso de compuestos reductores aplicados vía foliar para aumentar la movilización de Fe en plantas de *Medicago* cultivadas en condiciones de campo (**D.1.7**) y sobre fertilización foliar temprana con Fe en granado (**D.1.10**).

En cuanto a los Entregables previstos, el trabajo **D.1.11** constituye el entregable **D5**.

Notas: En caso de incluir figuras, cítelas en el texto e insértelas en la última página

\*Resalte en negrita las actividades realizadas por el /los IP



### C3. Problemas y cambios en el plan de trabajo

*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*

El plan de trabajo se viene llevando a cabo con normalidad, considerando las dificultades inherentes al sistema nacional de proyectos. La técnica contratada se incorporó el 1 de Marzo de 2017 y el contratado FPI asignado al proyecto se incorporó el 1 de Julio de 2018.

Es posible que haya que dejar pendientes algunas de las actividades previstas para los últimos dos años del proyecto, debido a la considerable reducción de presupuesto concedido sobre el solicitado. Trabajos que podrían estar más afectados son los relacionados con microbiomas, lipidómica y GC-MS.

### C4. 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 y/o infraestructuras de otros grupos o instituciones.*

Dentro del proyecto se ha colaborado con los laboratorios que se indican a continuación. Muchos de ellos son co-autores en la lista de publicaciones (son los marcados con \*).

#### *España*

- Universidad de Oviedo (Dra. Fernández\* y Dr. García-Alonso\*), para localización y trazado de metales en material vegetal mediante LA-ICP-MS, ICP-MS y dilución isotópica (D.1.4, D.1.11).
- Universidad de Lleida (Dr. Christou\*), para trabajos con genotipos de arroz (D.1.4, D.1.9, D.1.16).
- Universidad Autónoma de Barcelona (Dra. Poschenreider\*), para trabajos con genotipos de *A. thaliana* (D.1.8).
- Grupo de Genómica de Frutales y Vid de la EEAD-CSIC (Dra. Gogorcena\*), para trabajos con frutales (D.1.15).
- Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas UPM-INIA (Dr. González-Guerrero), para trabajos de interacción planta-microorganismo.
- Grupo de Bioinformática de la EEAD-CSIC (Dr. Contreras-Moreira), para trabajos de bases de datos -ómicas.
- CEBAS-CSIC Murcia (Dr. García-Izquierdo), para análisis mineral y actividades microbianas.

#### *América*

- USDA-ARS Houston, USA (Dr. Grusak\*) para análisis relacionados con genotipos de *Medicago* (D.1.12).
- USDA-ARS Houston y Univ. Houston Clear Lake, USA (Dra. López-Millán\*) para análisis de proteómica (D.1.2, D.1.3, D.1.12, D.1.13, D.1.14).

#### *Europa*

- Universidad Eötvös Lorand, Budapest, Hungría (Dr. Fodor\*), para trabajos sobre transporte de Fe al cloroplasto en *Brassica* (D.1.6).
- Universidad Catholique de Louvain, Bélgica (Dr. Boutry\*), para estudios sobre *Nicotiana tabacum* (D.1.5).
- Universidad de Düsseldorf, Alemania (Dra. Bauer\*), para trabajos con genotipos de *Medicago* (D.1.1)
- Universidad de Nottingham, Reino Unido (Dr. Salt\*), para trabajos con genotipos de *A. thaliana* (D.1.8).
- 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 (D.1.2, D.1.3, D.1.12, D.1.13, D.1.14).
- Universidad Ferdowsi de Mashhad, Irán (Dr. Khorassani\*), para trabajos de fertilización de frutales y *Medicago* (D.1.7, D.1.10).

### C5. 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 las entidades interesadas Bruker España S.A., Fertiberia y Timac Agro España S.A. Los contactos con las tres empresas han sido frecuentes.

El grupo trabaja habitualmente en colaboración con empresas de fertilizantes (Fertiberia, Fertinagro, etc.), normalmente 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. En el período 2017-2018 se han tenido dos contratos de apoyo tecnológico de este tipo.

También se acaba de presentar un proyecto de Grupos de Cooperación Autonómicos con una empresa y otros actores del sector.

#### C6. 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	Francisco José Jiménez Pastor	Becario FPI	Curso sobre "Metabólica aplicada mediante cromatografía de líquidos acoplada a Espectrometría de Masas de tiempo de vuelo" Universidad Autónoma de Madrid-Bruker, 16 horas, 27-28 noviembre de 2018.
2	Jorge Caraguay Huiracocha	Prácticas FP Ciclo Formativo Grado Medio	2017-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT) CPIFP Corona de Aragón, Zaragoza
3	Noelia Gil Juan	Prácticas FP Ciclo Formativo Grado Medio	2017-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT) CPIFP Corona de Aragón
4	Elena Gárate Velilla	Permiso estancia prácticas	2017-Realización TFG, Univ. Zaragoza
5	Adán Carrillo Campos	Permiso estancia prácticas	2017-Univ. Chihuahua, México
6	Marta Perez Juberías	Prácticas FP Ciclo Formativo Grado Medio	2018-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT) CPIFP Corona de Aragón
7	Jaime Bautista Díaz	Permiso estancia prácticas	2018-Univ. Chihuahua, México

Nota: Cree tantas filas como necesite

#### C7. 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 otros 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, sin obtener éxito, a convocatorias de proyectos UE en 2017 y 2018: en 2017, CONTENT SFS-08-2017 RIA, y en 2018, ECOTERRANEO PRIMA S1-2018 FARMING SYSTEMS.

También se ha colaborado en una solicitud a la convocatoria 2018 de proyectos UE H2020-SFS-2018-2020 (Improving durum wheat capability to cope with drought and nutrient stress to boost yield and improve grain quality -IMPRODUR-. Proposal number: SEP-210569100), que está actualmente en evaluación.

También hay un proyecto (enviado en 2018) pendiente de resolución del Reino de Arabia Saudí (Marker-assisted evaluation of coffee genetic diversity in south-western Saudi Arabia).

### D. Difusión de los resultados del proyecto

Nota: Relacione únicamente los resultados derivados de este proyecto.

#### D1. Publicaciones científico-técnicas (SCI) y patentes directamente derivadas de los resultados del proyecto. Indicar si las patentes están licenciadas y/o en explotación.

Autores, título, referencia de la publicación\*... IPs en negrita, otros miembros de los Equipos de Investigación y Trabajo del proyecto subrayados

**D.1.1.** Ben Abdallah H, Mai H-G, **Álvarez-Fernández A, Abadía J**, Bauer P (2017) Natural variation reveals contrasting abilities to cope with alkaline and saline soil among different *Medicago truncatula* genotypes. **Plant and Soil** 418, 45-60 (doi: [10.1007/s11104-017-3379-6](https://doi.org/10.1007/s11104-017-3379-6))

**D.1.2.** Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Imai H, Abadía A, Uemura M, Abadía J, López-Millán A-F (2018) Effects of manganese toxicity on the protein profile of tomato (*Solanum lycopersicum*) roots as revealed by two



complementary proteomic approaches, two-dimensional electrophoresis and shotgun analysis. **Journal of Proteomics** 185, 51-63 (doi: [10.1016/j.jprot.2018.06.016](https://doi.org/10.1016/j.jprot.2018.06.016))

**D.1.3.** [Ceballos-Laita L](#), [Gutierrez-Carbonell E](#), [Takahashi D](#), [Abadía A](#), [Uemura M](#), [Abadía J](#), [López-Millán A-F](#) (2018) Effects of Fe and Mn deficiencies on the protein profiles of tomato (*Solanum lycopersicum*) xylem sap as revealed by shotgun analyses. **Journal of Proteomics** 170, 117-129 (doi: [10.1016/j.jprot.2017.08.018](https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.08.018)). **Data in Brief** 17, 512-516 (doi: [10.1016/j.dib.2018.01.034](https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.01.034))

**D.1.4.** [Díaz-Benito P](#), [Banakar R](#), [Rodríguez-Menéndez SM](#), [Capell T](#), [Pereiro R](#), [Christou P](#), [Abadía J](#), [Fernández B](#), [Álvarez-Fernández A](#) (2018) Distribution of iron and zinc between the embryo and endosperm of rice (*Oryza sativa* L.) seeds in contrasting nicotianamine/2'-deoxymugineic acid scenarios. **Frontiers in Plant Science** 9, 1190 (doi: [10.3389/fpls.2018.011190](https://doi.org/10.3389/fpls.2018.011190))

**D.1.5.** [Lefèvre F](#), [Fourmeau J](#), [Baijot A](#), [Cornet T](#), [Abadía J](#), [Álvarez-Fernández A](#), [Boutry M](#) (2018) A *Nicotiana tabacum* ABC transporter secretes O-methylated coumarins in response to iron deficiency. **Journal of Experimental Botany** 18, 4419–4431 (doi: [10.1093/jxb/ery221](https://doi.org/10.1093/jxb/ery221))

**D.1.6.** [Müller B](#), [Kovács K](#), [Diep Pham H](#), [Kavak Y](#), [Pechoušek J](#), [Machala L](#), [Zbořil R](#), [Szenthe K](#), [Abadía J](#), [Fodor F](#), [Klencsár Z](#), [Solti A](#) (2019) Iron uptake machinery of chloroplasts utilise ferric-citrate but not iron-nicotianamine complexes in *Brassica napus*. **Planta** 249, 751-763 (doi: [10.1007/s00425-018-3037-0](https://doi.org/10.1007/s00425-018-3037-0))

**D.1.7.** [Gheshlaghi Z](#), [Khorassani R](#), [Abadía J](#), [Kafi M](#), [Fotovat A](#) (201x) Glutathione foliar fertilisation prevents lime-induced iron chlorosis in soil grown *Medicago scutellata*. En segunda revisión en *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*.

**D.1.8.** [Terés J](#), [Busoms S](#), [Perez Martín L](#), [Luis-Villarroya A](#), [Álvarez-Fernández A](#), [Tolrà R](#), [Salt DE](#), [Poschenrieder C](#) (201x) Soil carbonate drives local adaptation in *Arabidopsis thaliana*. En segunda revisión en *Plant Cell Environment*.

**D.1.9.** [Banakar R](#), [Álvarez-Fernández A](#), [Zhu Ch](#), [Abadía J](#), [Capell T](#), [Christou P](#) (201x) The ratio of phytosiderophores nicotianamine and deoxymugenic acid controls metal homeostasis in rice and regulates metal delivery to the endosperm. Enviado y en revisión en una revista SCI.

**D.1.10.** [Davarpanah S](#), [Tehranifar A](#), [Davarynejad G](#), [Abadía J](#), [Khorasani R](#) (201x) Effects of foliar applications of nano iron and iron chelate fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. Enviado y en revisión en una revista SCI.

**D.1.11.** [Luis-Villarroya A](#), [Carrasco-Gil S](#), [Queipo-Abad S](#), [Abadía A](#), [García-Alonso JI](#), [Abadía J](#), [Fernández B](#), [Álvarez-Fernández A](#) (201x) Effects of different Fe fertilization practices on iron acquisition and transport in a Prunus rootstock. Enviado y en revisión en una revista SCI.

**D.1.12.** [Ceballos-Laita L](#), [García CB](#), [Gutierrez-Carbonell E](#), [Uemura M](#), [Abadía J](#), [Grusak MA](#), [López Millán AF](#) (201x) Effects of Fe deficiency in the seed proteome of two *Medicago truncatula* ecotypes differing in mineral accumulation patterns. En fase final de escritura.

**D.1.13.** [Ceballos-Laita L](#), [Gutierrez-Carbonell E](#), [Takahashi D](#), [Abadía A](#), [Uemura M](#), [Abadía J](#), [López Millán AF](#) (201x) Effects of manganese toxicity on the protein profile of tomato (*Solanum lycopersicum*) xylem sap as revealed by shotgun analyses. En fase final de escritura

**D.1.14.** [Ceballos-Laita L](#), [Gutierrez-Carbonell E](#), [Imai H](#), [Abadía A](#), [Uemura M](#), [Abadía J](#), [López Millán AF](#) (201x) Effects of Fe and Mn deficiencies on the protein profile of tomato (*Solanum lycopersicum*) roots as revealed by two complementary proteomic approaches, two-dimensional electrophoresis and shotgun analyses. En fase final de escritura.

**D.1.15.** [Luis-Villarroya A](#), [Gogorcena Y](#), [Abadía A](#), [Abadía J](#), [Álvarez-Fernández A](#) (201x) Root secretion of coumarins in response to Iron deficiency at high pH in prunus rootstocks: a potential determining factor of tolerance. En fase de escritura.



**D.1.16.** Lade SB, Luis Villarroya A, **Álvarez Fernández A**, Betancur-García P, Albacete A, Muñoz P, Christou P, Medina V (201x) *Azospirillum brasilense* Sp7 modulates homeostasis of Fe-biofortified rice seedlings. En fase de escritura.

\*Resalte en negrita las realizadas por el /los IPs

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

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

<b>2017</b>	<p><i>VIII ISHS Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops (Free University of Bolzano-Bozen, Bolzano, Italy, June 27-30).</i> Luis-Villarroya A, Gogorcena Y, Abadía A, Abadía J, Alvarez-Fernández A. Iron deficiency root responses and effects of different iron fertilization practices in Prunus (Oral, J Abadía).</p> <p><i>IPNC 2017 International Plant Nutrition Colloquium (Copenhague, Denmark), August 21-24.</i> Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Uemura M, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Effects of Mn toxicity on the protein profiles of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) xylem sap and roots (Poster, L Ceballos-Laita). Álvarez-Fernández A, Luis-Villarroya A, Sisó-Terraza P, Fourcroy P, Lefèvre F, Venuti S, Gogorcena Y, Briat JF, Tomasi N, Dubos C, Pinton R, Boutry M, Gaymard F, Abadía A, Abadía J. Chemical diversity of metabolites secreted by roots of dicot plants in response to iron deficiency (Poster, A Álvarez-Fernández).</p> <p><i>XXII Reunión de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal / XV Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal, Barcelona (Spain), 26-29 June 2017.</i> Ceballos-Laita L, Imai H, Uemura M, Abadía A, Abadía J, López-Millán AF. Effects of Mn toxicity on the protein profiles of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) roots using two proteomic approaches (Oral, L Ceballos-Laita). Luis-Villarroya A, Abadía A, Abadía J, Oburger E, Alvarez-Fernández A. Root accumulation and secretion of flavin in sugar beet grown in soil in pots and rhizoboxes (Poster, A Luis-Villarroya).</p>
<b>2018</b>	<p><i>19th ISINIP International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants (Taipei, Taiwan, 9-13 July).</i> Álvarez-Fernández A, Luis-Villarroya A, Abadía A, Abadía J. Small molecules as iron trade facilitators in crop plants (Invited talk, A. Álvarez-Fernández). Castillo-González JL, García-Cruz E, Abadía J, Álvarez-Fernández A. Effects of Zn excess and Cd exposure on some root responses to iron deficiency in sugar beet (<i>Beta vulgaris</i> L.) (Poster, A Álvarez-Fernández). Abreu I, Escudero V, Castro-Rodríguez R, Larue C, Castillo-Michel H, Abadía J, Álvarez-Fernández A, Imperial J, González-Guerrero M. Iron speciation during transport to <i>Medicago truncatula</i> nodules. (Oral, I Abreu). Luis-Villarroya A, Abadía A, Abadía J, Álvarez-Fernández A. Changes induced by short-term root and foliar Fe fertilization on the root ferric chelate activity and organic ligand concentrations in a Prunus rootstock (Poster).</p> <p><i>XVII Simpósio Luso-Espanhol de Nutrição Mineral das Plantas (Lisbon, Portugal, 25-27 July).</i> Castillo-González JL, García-Cruz E, Abadía J, Álvarez-Fernández A. Roles of the metal chelator nicotianamine in sugar beet plants affected by iron deficiency and zinc and cadmium toxicity (Oral, JL Castillo-González).</p>

## D3. Tesis doctorales finalizadas relacionadas con el proyecto

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

DOCTORANDO:	Patricia J. Sisó Terraza
DIRECTORES:	A Álvarez-Fernández, A Abadía
TÍTULO:	<i>Metabolitos secundarios exudados por raíces de plantas de Estrategia I en respuesta a la deficiencia de hierro: caracterización, transporte y función</i>
AÑO:	2017 (15 Junio)
CALIFICACION:	Sobresaliente <i>cum laude</i> por unanimidad
UNIVERSIDAD:	Universidad de Lleida FACULTAD: Escuela T.S. Ingenieros Agrónomos
DOCTORANDO:	Pablo Díaz Benito de las Huertas Agüero
DIRECTORES:	A Álvarez-Fernández, J Abadía





TÍTULO:	<i>Transport of iron in plants assisted by nicotianamine and its derivatives</i>		
AÑO:	2017 (4 Septiembre)		
CALIFICACION:	Sobresaliente <i>cum laude</i> por unanimidad		
UNIVERSIDAD:	Universidad Autónoma de Madrid	FACULTAD:	Ciencias
DOCTORANDO:	Laura Ceballos Laita		
DIRECTORES:	J Abadía, A Abadía, AF López-Millán		
TÍTULO:	<i>Estudio de la homeostasis de Fe y Mn en plantas mediante aproximaciones proteómicas</i>		
AÑO:	2018 (8 Noviembre)		
CALIFICACION:	Sobresaliente <i>cum laude</i> por unanimidad		
UNIVERSIDAD:	Universidad de Zaragoza	FACULTAD:	Ciencias

**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...*

D.4.1. Davarpanah S, Tehranifar A, **Abadía J**, Val J, Davarynejad G, Aran M, Khorassani R (2018) Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). **Scientia Horticulturae** 230, 86-91 (doi: [10.1016/j.scienta.2017.11.023](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.11.023))

D.4.2. Hosseini MS, Zahedi SM, **Abadía J**, Karimi M (2018) Effects of postharvest treatments with chitosan and putrescine to maintain quality and extend shelf-life of two banana cultivars. **Food Science & Nutrition** 6, 1328–1337 (doi: [10.1002/fsn3.662](https://doi.org/10.1002/fsn3.662))

D.4.3. Hosseini MS, Samsampour D, Ebrahimi M, **Abadía J**, Khanahmadi M (2018) Effect of drought stress on growth parameters, osmolyte contents, antioxidant enzymes and glycyrrhizin synthesis in licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) grown in the field. **Phytochemistry** 156, 124-134 (doi: [10.1016/j.phytochem.2018.08.018](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2018.08.018))

D.4.4. Morales F, Pavlovic A, **Abadía A**, **Abadía J** (2018) Photosynthesis in poor nutrient soils, in compacted soils, and under drought. In: *The Leaf: A Platform for Performing Photosynthesis. Advances in Photosynthesis and Respiration (Including Bioenergy and Related Processes)*, vol 44, Adams III W, Terashima I (eds), pp 371-399. Springer, Cham (doi: [10.1007/978-3-319-93594-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93594-2_13))

D.4.5. **Castillo-González J**, Ojeda-Barrios D, Hernández-Rodríguez A, **Abadía J**, Sanchez E, Parra-Quezada R, Valles-Aragon MC, Sida-Arreola JP (2019) Zinc nutritional status of pecan trees influences physiological and nutritional indicators, the metabolism of oxidative stress, and yield and fruit quality. **Not Bot Horti Agrobo** 47, in press (doi: [10.15835/nbha47210389](https://doi.org/10.15835/nbha47210389))

D.4.6. Hosseini MS, Samsampour D, Ebrahimi M, **Abadía J**, Khanahmadi M, Igartua E, Najafabadi AS (201x) Changes in leaf nutrient concentrations and chlorophyll can be used to assess root glycyrrhizin in *Glycyrrhiza glabra* grown under drought and salinity. Enviado y en revisión en una revista SCI.

**E. Gastos realizados hasta la mitad del periodo de 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.*

E1. Gastos de personal (indique número de personas, situación laboral y función desempeñada en el proyecto)					Previsto en la sol. original (S/N)
	Nombre	Situación laboral	Función desempeñada	Importe	
1	Gema Marco Artaso	Técnico contratada (2017 y 2018)	Técnico de laboratorio	44.962,04	S
<b>Total gastos de personal:</b>				<b>44.962,04</b>	



<b>E2. Material inventariable</b> <i>(describe el material adquirido)</i>				
	Equipo	Descripción del equipo	Importe	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Frigorífico	Para conservación muestras y reactivos (sustitución por avería)	562,93	N
2	Peltier	Cofinanciación Peltier espectrofotómetro (38%)	5.231,91	N
3	Sonicador	Cofinanciación Sonicador (9%; sustitución por avería)	427,10	N
4	Libro	Libro	18,63	N
5	Servidor	Servidor NAS para backup de datos de espectrometría de masas	1.993,41	N
6	Equipo medida	Cofinanciación equipo quimiluminiscencia (9%)	1.999,76	N
7	Espectrofotómetro	Cofinanciación espectrofotómetro-fluorímetro (12%; incluye IVA importación)	16.463,46	N
8	MiVac Duo	Cofinanciación concentrador muestras (10%; sustitución por avería)	937,75	N
<b>Total gastos material inventariable</b>			<b>27.634,95</b>	

<b>E3. Material fungible</b> <i>(describe el tipo de material por concepto o partida, p. ej., reactivos, material de laboratorio, consumibles informáticos, etc.)</i>			
	Concepto	Importe	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Diversos reactivos y gases y material de laboratorio	86.583,00	S
<b>Total gastos material fungible</b>		<b>86.583,00</b>	

<b>E4. Viajes y dietas</b> <i>(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.)</i>					
	Concepto	Relación con el proyecto	Importe	Nombre del participante	Previsto en sol. original (S/N)
1	Alojamiento	Trabajos con miembro Equipo de Trabajo	186,70	M. Uemura	S
2	Viaje	Cofinanciación viaje miembro Equipo de Trabajo	287,22	M. Uemura	S
3	Inscripción	Congreso IPNC Copenhague, 2017	363,77	L. Ceballos-Laita	S
4	Inscripción	Congreso IPNC Copenhague, 2017	623,60	A. Álvarez-Fernández	S
5	Inscripción	Congreso SEFV Barcelona 2017	229,99	A. Luis-Villarroya	N
6	Viajes y dietas	Congreso IPNC 2017 Copenhague, 2017	1.084,35	L. Ceballos-Laita	S
7	Viajes y dietas	Congreso SEFV Barcelona 2017	272,71	L. Ceballos-Laita	N
8	Viajes y dietas	Congreso SEFV Barcelona 2017	432,13	A. Luis-Villarroya	N
9	Viajes y dietas	Discusión Datos UAM Madrid	73,20	J. Abadía	N
10	Viajes y dietas	Congreso IPNC 2017 Copenhague, 2017	1.082,55	A. Álvarez-Fernández	S
11	Viajes y dietas	Congreso ISHS Bolzano, 2017	1.271,48	J. Abadía	S
12	Viajes y dietas	Discusión Datos Univ. Lleida	78,10	J. Abadía	N
13	Viajes y dietas	Discusión Datos UAM Madrid	73,55	A. Álvarez-Fernández	N
14	Inscripción	Congreso SEFV Nutriplanta Lisboa 2018	266,20	A. Luis-Villarroya	N
15	Viajes y dietas	Congreso ISINIP Taiwan, 2018	82,23	A. Álvarez-Fernández	S
16	Viajes y dietas	Congreso ISINIP Taiwan, 2018	280,80	A. Álvarez-Fernández	S
<b>Total viajes y dietas</b>			<b>6.688,58</b>		



<b>E5. Otros gastos</b> <i>(describa la actividad del gasto por concepto, y si procede, las personas que han realizado la actividad)</i>					
	Concepto	Relación con el proyecto	Importe	Nombre del participante	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Servicios internos CSIC	Uso de cámaras de cultivo de plantas e invernadero (EEAD), análisis elemental (CEBAS)	11.100,82		S
2	Mantenimiento de diversos equipos	Equipos para trabajos de laboratorio (cromatógrafos, espectrómetros de masas, espectrofotómetro, etc.)	10.130,70		S
3	Servicios externos de análisis	Realización de análisis avanzados en la UAB	6.399,78		S
4	Envíos	Envío muestras y reactivos	708,24		S
5	Publicaciones	Difusión de resultados (Publicaciones, web)	2.874,36		S
<b>Total otros gastos</b>			<b>31.213,90</b>		

<b>E6. 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>	
Gasto	Justificación
Participación en Congresos	Se participó en los Congresos SEFV Barcelona 2017 y SEFV-Nutriplanta Lisboa 2018 para presentar resultados del Proyecto. En las comunicaciones presentadas se reflejó la financiación por el Proyecto.
Inventariables	Dado que, debido a la reducción de gasto, fue imposible afrontar la compra del UPLC H-Class Bio (presupuestado en 55.000 euros), se abordó la cofinanciación de cinco equipos que se podían utilizar en el proyecto (Peltier, sonicador, equipo quimiluminiscencia, espectrofluorímetro y concentrador), por un total de 25.060 euros. También se adquirió un servidor para backup de datos de masas, una nevera (por avería), y un libro.

<b>E7. Total ejecutado</b> <i>(costes directos únicamente)</i>	
Importe total concedido	<b>290.000</b>
Importe total ejecutado durante el periodo	<b>197.082,47</b>