



A. Datos del proyecto		
<i>Relacione los datos actuales del proyecto. En caso de que haya alguna modificación, indíquelo en el apartado A2.</i>		
A1. Datos del proyecto		
Referencia proyecto	AGL2016-75226-R	
Área	Ciencias Agrarias	
Reto seleccionado	2.- Seguridad y calidad Alimentaria; actividad agraria..	
Título Proyecto	Metals in plants: homeostasis and fertilization	
Investigador Principal 1	Abadía Bayona, Javier Armando	
IP1	Researcher ID: H-3123-2019	Código Orcid: 0000-0001-5470-5901
Investigador Principal 2*	Álvarez Fernández, Ana María	
IP2	Researcher ID: 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 (costes directos)	290.000 €	
A2. Descripción de modificaciones en los datos iniciales del proyecto <i>(Cambio de IP, entidad, centro, modificación del periodo de ejecución...).</i>		
No ha habido ninguna modificación.		

* Rellenar si procede

B. Personal activo en el proyecto						
<i>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.</i>						
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	-	-	
No incluido en la solicitud original						
	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Fecha de alta	Fecha de baja	Observaciones
			Total personal en el equipo de investigación: 3			



B.2. Equipo de Trabajo*						
	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Inicio	Fin	Observaciones
1	Maribela Pestana	77611742	Investigadora extranjera	-	-	U. Algarve, Portugal
2	Ferenc Fodor	ZE599425	Investigador extranjero	-	-	Eötvös Lorand Univ., Budapest, Hungría
3	Oliver Fiehn	249858032	Investigador extranjero	-	-	U. California Davis, EEUU
4	Matsuo Uemura	TG7803832	Investigador extranjero	-	-	Iwate Univ., Morioka, Japón
5	Ana Flor López-Millán	29101691K	Investigadora	-	-	Univ. Houston Clear Lake, 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	30/09/21	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.
			Total personal en el equipo de trabajo: 14			

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 expuestas en la página web de la convocatoria. La incorporación de personal que haya participado 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. Resumen del proyecto para difusión pública

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

Algunos metales como Fe, Mn y Zn son microelementos esenciales para los cultivos, mientras que otros metales tóxicos, como el Cd, pueden ser adquiridos por las plantas si están presentes en los medios de crecimiento. Cuando los metales esenciales son deficitarios o cuando cualquier metal se acumula en exceso se producen alteraciones en diferentes procesos biológicos que son fundamentales para el desarrollo vegetal. Uno de los retos de la agricultura moderna es controlar de forma sostenible las



deficiencias de micronutrientes derivadas del uso combinado de variedades de alto rendimiento con prácticas intensivas de riego y fertilización de macronutrientes. Por otra parte, la contaminación creciente de los suelos de uso agrícola con metales supone otro desafío para la producción agrícola y también para la conservación del medio ambiente. Las plantas han desarrollado mecanismos de homeostasis de metales para mantener las concentraciones fisiológicas de los metales esenciales y minimizar los daños de los no esenciales. Dichos procesos están mediados por pequeñas moléculas orgánicas y proteínas con afinidad por los metales, que permiten regular finamente tanto su adquisición desde el medio de cultivo como su transporte y distribución entre los diferentes órganos y compartimentos celulares. A pesar de los avances recientes en el tema, aún no se conoce en profundidad la homeostasis de metales en plantas. En el proyecto, estructurado en cuatro objetivos y continuación de otros anteriores del grupo, se ha avanzado en el conocimiento de la adquisición y transporte de metales mediados por ligandos orgánicos en plantas, siendo de especial relevancia los resultados obtenidos sobre secreción y transporte de cumarinas en tabaco, transporte y localización de metales en arroz y transporte de Fe en cloroplasto en *Brassica*. Igualmente, se ha avanzado en el conocimiento de los perfiles proteómicos y metabolómicos en diversas especies de plantas estresadas por metales, siendo de especial relevancia la identificación de cambios en los perfiles proteómicos de la savia de xilema y raíces de tomate afectadas por deficiencias y toxicidades de Fe y Mn, así como de remolacha afectada por deficiencia de Fe. En cuanto a sus aplicaciones prácticas, en el proyecto se ha avanzado en la manera de explotar el conocimiento sobre la exudación de compuestos naturales de las plantas para mejorar la adquisición de metales, siendo de especial relevancia los resultados sobre la capacidad de los componentes de exudados para movilizar Fe de fuentes escasamente solubles (óxidos férricos) en ausencia de plantas. Igualmente, se ha avanzado en cómo se puede explotar el conocimiento sobre los procesos de movilización de metales para mejorar la eficiencia del aporte de metales a la parte aérea de la planta, siendo de especial relevancia los estudios sobre fertilización foliar para controlar el estrés por deficiencia de Fe en diversas especies.

D. Progreso y resultados del proyecto	
<i>Se debe reflejar el progreso de las actividades del proyecto y el cumplimiento de los objetivos propuestos</i>	
D1. Desarrollo de los objetivos planteados	
<i>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).</i>	
Objetivo 1:	<p><i>Progreso y consecución del objetivo (Describe el objetivo y el grado de cumplimiento del mismo)</i></p> <p><i>To study organic ligand-assisted acquisition and transport of metals in plants</i></p> <p>Se han publicado o están en vías de publicación artículos que cubren todos los entregables propuestos.</p> <p style="text-align: right;">Porcentaje estimado: 90%</p>
Objetivo 2	<p><i>Progreso y consecución del objetivo (Describe el objetivo y el grado de cumplimiento del mismo)</i></p> <p><i>To study proteomic and metabolomic profiles in metal-stressed plants, identifying relevant players in metal homeostasis</i></p> <p>Quedan por realizar algunas tareas, concretamente las relacionadas con el entregable D12.</p> <p style="text-align: right;">Porcentaje estimado: 85%</p>
Objetivo 3	<p><i>Progreso y consecución del objetivo (Describe el objetivo y el grado de cumplimiento del mismo)</i></p> <p><i>To establish a knowledge-based framework for exploiting root exudation to supply metals to plants</i></p> <p>Quedan por realizar algunas tareas, concretamente las relacionadas con el entregable D11.</p> <p style="text-align: right;">Porcentaje estimado: 85%</p>



Objetivo 4	<p><i>Progreso y consecución del objetivo (Describe el objetivo y el grado de cumplimiento del mismo)</i></p> <p>To establish a knowledge-based framework for boosting the efficiency of foliar metal fertilizer treatments</p> <p>Se han publicado o están en vías de publicación artículos que cubren todos los entregables propuestos.</p> <p style="text-align: right;">Porcentaje estimado: 90%</p>
-------------------	--

D2. Actividades realizadas y resultados alcanzados.

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.

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

Hitos previstos: **M3, M4, M10, M16 y M17.**

Entregables previstos: **D1** (relacionado con M3), **D4** (rel. con M3), **D7** (rel. con M3 y/o M4), **D9** (rel. con M3 y/o M10), **D14** (rel. con M10 y/o M16) y **D17** (rel. con M16 y/o M17).

Hitos. 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 diversos ligandos orgánicos. Se han identificado un buen número de ellos en extractos y exudados de raíces de varias especies vegetales, incluyendo portainjertos de Prunus, tomate, tabaco, *Medicago*, *L. albus* y *A. thaliana* (**M3**), y se ha caracterizado un transportador en relación a la exudación radicular de ligandos orgánicos en tabaco. Con la incorporación del FPI (en julio del 2018) se reanudaron los trabajos con tomate. 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 su localización (**M4**). También se han estudiado los metabolitos en raíces y exudados de soja en deficiencia de Fe y Zn (**M10**), y en *B. vulgaris* con toxicidad de Zn y Cd (**M16**). En el estudio con *Brassica*, se ha avanzado en el transporte alfoema y al cloroplasto (**M17**).

Artículos SCI: sobre secreción de flavinas en *M. truncatula* (**E.1.1**), secreción radicular de cumarinas y flavinas y el papel del transportador NiPDR3 en tabaco (**E.1.5**), secreción de fenólicos en *A. thaliana* (**E.1.8**), localización de metales y quelantes en semillas de arroz (**E.1.4, E.1.9**) y transporte de Fe al cloroplasto en *Brassica* (**E.1.6**). Parte de los resultados de ligandos orgánicos en fluidos y tejidos (raíz) de tomate y *Brassica* se recogen en las 2 Tesis Doctorales defendidas en 2017 (apartado E7). Otros trabajos relacionados con este objetivo están en distintas fases de escritura (**E.1.22, E.1.23, E.1.24 y E.1.25**).

Entregables. Son los siguientes artículos: **E.1.1 (D1); E.1.5 y E.1.8 (D4); E.1.4 y E.1.9 (D7); E.1.23 y E.1.25 (D9); E.1.24 (D14), y E.1.6 y E.1.22 (D17).**

Actividad en el Objetivo 2: To study proteomic and metabolomic profiles in metal-stressed plants, identifying relevant players in metal homeostasis

Miembros del equipo participantes: JA (*Inv. Responsable*), AA, LCL, [AFLM, MU, OF]

Hitos previstos: **M1, M5, M6, M11, M12 y M18.**

Entregables previstos: **D2** (relacionado con M1), **D3** (relacionado con M5), **D6** (relacionado con M5), **D8** (relacionado con M5), **D12** (relacionado con M6 y/o M11) y **D15** (relacionado con M12 y/o M18).

Hitos. 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 en colaboración con el laboratorio de Japón participante en el Equipo de



Trabajo. Se han identificado cambios en los perfiles proteómicos de semillas de *M. truncatula* (M1), de la savia de xilema y raíces de *S. lycopersicum* afectadas por deficiencias y toxicidades de metales (M5), así como de *B. vulgaris* y dos genotipos de *Prunus* afectados por deficiencia de Fe (M6). Se han obtenido resultados preliminares sobre la composición de los fuidos de *B. vulgaris* (M12). Algunos hitos (M11 y M18) no se han podido abordar por las razones expuestas en el apartado D3.

Artículos SCI: sobre los efectos de la toxicidad de Mn en los perfiles proteómicos de raíz (E.1.2) y la savia de xilema (E.1.13) de tomate, y los efectos de las deficiencias de Fe y Mn sobre los perfiles proteómicos de la savia de xilema de tomate (E.1.3). También se han publicado dos trabajos sobre el papel de determinados metabolitos en la homeostasis de metales en *M. truncatula* (E.1.14, E.1.15) y *A. thaliana* (E.1.17). Adicionalmente, se están redactando trabajos sobre los efectos de las deficiencias de Fe y Mn en los perfiles metabólicos de la raíz de tomate por dos técnicas complementarias (E.1.20), y sobre el proteoma de las semillas de dos genotipos de *M. truncatula* (E.1.21).

Entregables. Son los siguientes artículos: E.1.21 (D2); E.1.3 (D3); E.1.2 (D6); E.1.13 (D8), y E.1.14, E.1.15 y E.1.17 (D15). Hay datos preliminares, pero no artículos, en relación con el entregable D12.

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

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

Hitos previstos: M7, M8, M13, M14 y M19.

Entregables previstos: D10 (relacionado con M7), D11 (relacionado con M8 y/o M13) y D18 (relacionado con M14 y/o M19).

Hitos. 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 (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 (M8), la estabilidad de los exudados en diversas condiciones (M13) y la caracterización de exudados de *B. vulgaris* (M14). No se ha podido abordar la caracterización del microbioma de la rizosfera (M19).

Artículos SCI: Se ha publicado artículos sobre el efecto del glutatión (E.1.11) y la composición de los exudados (E.1.16) en plantas deficientes en Fe. Se está escribiendo un trabajo sobre la capacidad de los componentes de exudados de plantas de *Prunus* para movilizar Fe de hidróxidos férricos (E.1.19). También se han evaluado parámetros relacionados con la actividad metabólica global, actividades enzimáticas y ácidos grasos de membrana.

Entregables. Son los siguientes artículos: E.1.11 y E.1.19 (D10), y E.1.16 (D18). Hay datos preliminares, pero no artículos, en relación con el entregable D11.

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

JA (Inv. Responsable), AA, AAF, MPO, ZG [MP]

Hitos previstos: M2, M9, M15 y M20.

Entregables previstos: D5 (relacionado con M2 y/o M9), D13 (relacionado con M15) y D16 (relacionado con M20).

Hitos. 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 (M2) y se ha realizado un



trazado de metales en plantas fertilizadas (M9). Se han estudiado los cambios en la composición de los exudados con la fertilización (M15) y los efectos de la fertilización foliar en diversas especies (M20).

Artículos SCI: Se han publicado trabajos sobre la aplicación foliar de glutatión (E.1.7), y la aplicación foliar de Fe en granado y una planta ornamental (E.1.10 y E.1.12). Se han enviado artículos sobre Prunus (E.1.19) y dos compuestos aplicados via foliar en dicha planta ornamental (D.1.18).

Entregables. Son los siguientes artículos: E.1.19 (D5 y D13), y E.1.7, E.1.10, E.1.12 y D.1.18 (D16)

D3. Problemas y cambios en el plan de trabajo.

Describe 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.

**Se recuerda que la aceptación de la propuesta de resolución implica el compromiso del cumplimiento de todos los objetivos planteados en la solicitud.*

El plan de trabajo se iba llevando a cabo con relativa normalidad hasta el inicio de la pandemia en Marzo de 2020. 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. Sin embargo, a lo largo del último año la pandemia ha influido significativamente sobre el desarrollo de los experimentos. A causa de la pandemia, en el último año del proyecto (2020) se produjeron diversos cierres del Instituto, así como reducciones intermitentes del número de personas autorizadas para trabajar en el laboratorio en cada momento. Igualmente, se redujo al mínimo la participación en congresos, ya que los mismos se pospusieron o cancelaron en su mayor parte. Por otra parte, se han incrementado sobre lo previsto las tareas de escritura de publicaciones en colaboración (apartado D4). Así, algunas de las actividades previstas para los últimos dos años del proyecto no se han podido llevar a cabo, debido principalmente a la misma pandemia, aunque también ha influido algo la escasez de fondos disponibles (hay que recordar que el presupuesto concedido fue considerablemente menor que el solicitado). Los trabajos más afectados son los relacionados con microbioma, lipidómica y GC-MS.

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 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 (E.1.4, E.1.19).
- Universidad de Lleida (Dr. Christou*), para trabajos con genotipos de arroz (E.1.4, E.1.9).
- Universidad Autónoma de Barcelona (Dra. Poschenreider*), para trabajos con genotipos de *A. thaliana* (E.1.8).
- Universidad Autónoma de Madrid (Dr. Hernández*), para trabajos sobre Hg (E.1.17).
- Grupo de Genómica de Frutales y Vid de la EEAD-CSIC (Dra. Gogorcena), para trabajos con frutales (E.1.22).
- Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas UPM-INIA (Dr. González-Guerrero), para trabajos de interacción planta-microorganismo (E.1.14, E.1.15).
- 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* (E.1.21).
- USDA-ARS Houston y Univ. Houston Clear Lake, USA (Dra. López-Millán*) para análisis de proteómica (E.1.2, E.1.3, E.1.13, E.1.20, E.1.21).

Europa

- Universidad Eötvös Lorand, Budapest, Hungría (Dr. Fodor*), para trabajos sobre transporte de Fe al cloroplasto en *Brassica* (E.1.6).
- Universidad Catholique de Louvain, Bélgica (Dr. Boutry*), para estudios sobre *Nicotiana tabacum* (E.1.5).



-Universidad de Düsseldorf, Alemania (Dra. Bauer*), para trabajos con genotipos de *Medicago* (E.1.1).
-Universidad de Nottingham, Reino Unido (Dr. Salt*), para trabajos con genotipos de *A. thaliana* (E.1.8).
-Universidad de Viena, Austria (Dra. Oburger), para técnicas de cultivo de plantas con rizoboxes.

Asia

-Universidad de Iwate en Morioka, Japón (Dr. Uemura*), para trabajos shotgun de proteómica (E.1.2, E.1.3, E.1.13, E.1.20, E.1.21).
-Universidad Ferdowsi de Mashhad, Irán (Drs. Khorassani* y Tehranifar*), para trabajos de fertilización de frutales y *Medicago* (E.1.7, E.1.10, E.1.11, E.1.16).
- Universidad Lorestan, Khorramabad, Iran (Dr. Nejad*), para trabajos de nutrición férrica en ornamentales (E.1.12, E.1.18).

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 las entidades interesadas Bruker España S.A., Fertiberia y Timac Agro España S.A. Los contactos con las tres empresas estado dentro de la normalidad.

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 2017-2020 se han tenido dos contratos de apoyo tecnológico de este tipo.

También se han presentado, aunque sin éxito, dos proyectos de Grupos de Cooperación Autonómicos con una empresa y otros actores 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	Francisco José Jiménez Pastor	Becario FPI	Formación sobre "Metabolómica 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
8	Sandra Díaz-Crespo Acebo	Prácticas FP Ciclo Formativo Grado Medio	2019-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT) CPIFP Corona de Aragón
9	Victoria Ariño Milián	Prácticas FP Ciclo Formativo Grado Medio	2019-Prácticas Formativas en Centros de Trabajo (FCT) CPIFP Corona de Aragón

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, sin obtener éxito, a convocatorias de proyectos UE con otros laboratorios en 2017 (CONTENT; RIA; Topic SFS-08-2017), 2018 (ECOTERRANEO; PRIMA ERA-NET; SUSCROP; S1-2018 FARMING SYSTEMS) y 2020 (IMPRODUR; SEP-210650076; H2020-SFS-2018-2020; Topic SFS-01-2018-2019-2020). En la actualidad hay un proyecto todavía en evaluación (PAIS; IA; 101037289; H2020-LC-GD-2020; Topic LC-GD-6-1-2020).

Se ha participado en la elaboración de un proyecto en colaboración con un grupo del Reino de Arabia Saudí (KSA), que ha sido financiado por dicho Gobierno (*Marker-assisted evaluation of coffee genetic diversity in south-western Saudi Arabia*). Sin embargo, todavía no se han podido realizar actividades en el proyecto dada la compleja situación debido a la pandemia y a la existencia de actividades bélicas en la zona del KSA en la que está el laboratorio saudí participante.

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. IPs en negrita, otros miembros de los Equipos de Investigación y Trabajo del proyecto subrayados

E.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 <i>Medicago truncatula</i> genotypes. <i>Plant and Soil</i> 418, 45-60 (FI 3.299; Q1)
E.1.2.	Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Imai H, <u>Abadía A, Uemura M, Abadía J, López-Millán A-F</u> (2018) Effects of manganese toxicity on the protein profile of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) roots as revealed by two complementary proteomic approaches, two-dimensional electrophoresis and shotgun analysis. <i>Journal of Proteomics</i> 185, 51-63 (FI 3.509; Q1)
E.1.3.	Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, <u>Abadía A, Uemura M, Abadía J, López-Millán A-E</u> (2018) Effects of Fe and Mn deficiencies on the protein profiles of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) xylem sap as revealed by shotgun analyses. <i>Journal of Proteomics</i> 170, 117-129 (FI 3.509; Q1); <i>Data in Brief</i> 17, 512-516
E.1.4.	Díaz-Benito P, Banakar R, Rodríguez-Menéndez SM, Capell T, Pereiro R, Christou P, Abadía J, Fernández B, Álvarez-Fernández A (2018) Iron and zinc in the embryo and endosperm of rice (<i>Oryza sativa</i> L.) seeds in contrasting 2'-deoxymugineic acid/nicotianamine scenarios. <i>Frontiers in Plant Science</i> 9, 1190 (FI 4.106; D1) [OA]
E.1.5.	Lefèvre F, Fourmeau J, Pottier M, Baijot A, Cornet T, Abadía J, Álvarez-Fernández A , Boutry M (2018) The <i>Nicotiana tabacum</i> ABC transporter NtPDR3 secretes O-methylated coumarins in response to iron deficiency. <i>Journal of Experimental Botany</i> 18, 4419-4431 (FI 3.360; D1) [OA]
E.1.6.	Müller B, Kovács K, Pham H-D, Kavak Y, Pechoušek J, Machala L, Zbořil R, Szenthe K, Abadía J, Fodor E, Klencsár Z, Solti A (2019) Chloroplasts preferentially take up ferric-citrate over iron-nicotianamine complexes in <i>Brassica napus</i> . <i>Planta</i> 249, 751-763 (FI 3.060; Q1)
E.1.7.	<u>Gheshlaghi Z</u> , Khorassani R, Abadía J , Kafi M, Fotovat A (2019) Glutathione foliar fertilisation prevents lime-induced iron chlorosis in soil grown <i>Medicago scutellata</i> . <i>J Plant Nutr Soil Sci</i> 182, 607-624 (FI 2.057; Q1)
E.1.8.	Terés J, Busoms S, Perez Martín L, <u>Luis-Villarroya A</u> , Flis P, Álvarez-Fernández A , Tolrà R, Salt DE, Poschenrieder C (2019) Soil carbonate drives local adaptation in <i>Arabidopsis thaliana</i> . <i>Plant Cell Environment</i> 42, 2384-2398 (FI 5.624; D1)
E.1.9.	Banakar R, Álvarez-Fernández A , Zhu Ch, Abadía J , Capell T, Christou P (2019) The ratio of phytosiderophores nicotianamine to deoxymugineic acid controls metal homeostasis in rice. <i>Planta</i> 250, 1339-1354 (FI 3.060; Q1)
E.1.10.	Davarpanah S, Tehranifar A, Zarei M, Aran M, Davarynejad G, Abadía J (2020) Early season foliar iron fertilization increases fruit yield and quality in pomegranate. <i>Agronomy</i> 10, 832 (FI 2.603; Q1) [OA]
E.1.11.	Gheshlaghi Z, Khorassani R, Abadía J, Álvarez-Fernández A, Luis-Villarroya A, Fotovat A, Kafi M (2020) Glutathione supplementation prevents iron deficiency in <i>Medicago scutellata</i> grown in rock sand under different levels of bicarbonate. <i>Plant and Soil</i> 446, 43-63 (FI 3.299; Q1)



E.1.12.	Izadi Z, Nejad AR, Abadía J (2020) Physio-morphological and biochemical responses of pot marigold (<i>Calendula officinalis</i> L.) to split iron nutrition. <i>Acta Physiologiae Plantarum</i> 42, 6 (FI 1.608; Q2)
E.1.13.	Ceballos-Laita L, Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, Lonsdale A, Abadía A , Doblin MS, Bacic A, Uemura M , Abadía J , López-Millán AF (2020) Effects of excess manganese on the xylem sap protein profile of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) as revealed by shotgun proteomic analysis. <i>International Journal of Molecular Sciences</i> 21, 8863 (FI 4.556; Q1) [OA]
E.1.14.	Castro-Rodríguez R, Abreu I, Reguera M, Novoa-Aponte L, Mijovilovich A, Escudero V, Jiménez-Pastor FJ , Abadía J , Wen J, Mysore KS, Álvarez-Fernández A , Küpper H, Imperial J, González-Guerrero M (2020) The <i>Medicago truncatula</i> Yellow Stripe1-Like3 gene is involved in vascular delivery of transition metals to root nodules. <i>Journal of Experimental Botany</i> 71, 7257-7269 (FI 3.360; D1)
E.1.15.	Escudero VP, Abreu I, del Sastre E, Tejada-Jiménez M, Larue C, Novoa-Aponte L, Castillo-González J , Wen J, Mysore KS, Abadía J , Argüello JM, Castillo-Michel H, Álvarez-Fernández A , Imperial J, González-Guerrero M (2020) Nicotianamine synthase 2 is required for symbiotic nitrogen fixation in <i>Medicago truncatula</i> nodules. <i>Frontiers in Plant Science</i> 10, 1780 (FI 4.106; D1) [OA]
E.1.16.	Gheshlaghi Z , Luis-Villarroya A , Álvarez-Fernández A , Khorassani R, Abadía J (2021) Iron deficient <i>Medicago scutellata</i> grown in nutrient solution at high pH accumulates and secretes large amounts of flavins. <i>Plant Science</i> 303, 110664 (FI 4.106; Q1)
E.1.17.	Sobrinho-Plata J, Barón-Sola A, Ortega-Villasante C, Ortega-Campayo V, González-Berrocal C, Conesa-Quintana C, Carrasco-Gil S, Muñoz-Pinilla M , Abadía J , Álvarez-Fernández A , Hernández LE (2021) Sulphur and biothiol metabolism determine toxicity responses and fate of mercury in Arabidopsis. <i>Environmental and Experimental Botany</i> 108, 104302 (FI 3.712; Q1)
E.1.18	Izadi Z, Nejad AR, Abadía J (202x) Foliar applications of thidiazuron and putrescine increase leaf iron concentrations and antioxidant activity in iron-deficient pot marigold (<i>Calendula officinalis</i> L.). Enviado y en segunda revisión en una revista SCI.
E.1.19	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. En fase final de escritura.
E.1.20	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 (<i>Solanum lycopersicum</i>) roots as revealed by two complementary proteomic approaches, two-dimensional electrophoresis and shotgun analyses. En fase final de escritura.
E.1.21	Ceballos-Laita L, Garcia CB, Gutierrez-Carbonell E, Uemura M, Abadía J , Grusak MA, López Millán AF (201x) Effects of Fe deficiency in the seed proteome of two <i>Medicago truncatula</i> ecotypes differing in mineral accumulation patterns. En fase de escritura.
E.1.22	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.
E.1.23	García-Cruz E , Abadía J , Álvarez-Fernández A (202x) Tolerance of soybean to iron deficiency: root secretion of coumarins. En fase de escritura.
E.1.24	Castillo-González JL , García-Cruz E , Abadía J , Álvarez-Fernández A (202x) Effects of Zn excess and Cd toxicity on metal ligands and Fe homeostasis in sugar beet (<i>Beta vulgaris</i> L.). En fase de escritura.
E.1.25	Jiménez-Pastor FJ , Sisó-Terraza P, Luis-Villarroya A , Abadía A , Abadía J , Álvarez-Fernández A (202x) Iron deficiency elicits the root secretion of phenolamides and coumarins in tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>). En fase de escritura.

*En negrita los IPs y miembros del equipo de investigación, subrayados los miembros del equipo de trabajo

Total publicaciones: 17



E2. Otras publicaciones científico-técnicas directamente relacionadas con los resultados del proyecto.	
<i>Indique autores*, título, referencia de la publicación, año...</i>	
E.2.1.	Davarpanah S, Tehranifar A, Abadía J , Val J, Davarynejad G, Aran M, Khorassani R (2018) Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (<i>Punica granatum</i> cv. Ardestani). Scientia Horticulturae 230, 86-91 (FI 1.961; Q1)
E.2.2.	<u>Hosseini MS</u> , 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 (FI 1.797; Q2)
E.2.3.	<u>Hosseini MS</u> , 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 (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) grown in the field. Phytochemistry 156, 124-134 (FI 3.044; Q1)
E.2.4.	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, 531-537 (doi: 10.15835/nbha47211389) (FI 1.235; Q3)
E.2.5.	Ruiz-Navarro A, Fernández V, Abadía J , Abadía A, Querejeta JI, Albaladejo J, Barberá GG (2019) Foliar fertilization of two dominant species in a semiarid ecosystem improves their ecophysiological status and the use efficiency of a water pulse. Environmental and Experimental Botany 167, 103854 (FI 3.712; Q1)
E.2.6.	<u>Hosseini MS</u> , Samsampour D, Ebrahimi M, Abadía J , Najafabadi AS, Igartua E, Khanahmadi M (2020) Evaluation of glycyrrhizin contents in licorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) under drought and soil salinity conditions using nutrient concentrations and biochemical traits as biomarkers. Acta Physiologiae Plantarum 42, 103 (FI 1.608; Q2)
E.2.7.	Zahedi SM, <u>Hosseini MS</u> , Abadía J , Marjani M (2020) Melatonin foliar sprays elicit salinity stress tolerance and enhance fruit yield and quality in strawberry (<i>Fragaria × ananassa</i> Duch.). Plant Physiology Biochemistry 149, 313-323 (FI 3.404; Q1)
E.2.8.	Hosseini MS, Ebrahimi M, Samsampour D, Abadía J , Khanahmadi M, Amirian R, Ghafoori IN, Ghaderi-Zefrehei M, Gogorcena Y (2021) Association analysis and molecular tagging of phytochemicals in the endangered medicinal plant licorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.). Phytochemistry 183, 112629 (FI 3.044; Q1)
<i>*En negrita los IPs y miembros del equipo de investigación, subrayados los miembros del equipo de trabajo</i>	
Total publicaciones: 8	
E3. Publicaciones en libros/capítulos de libros	
<i>Indique autores*, título, referencia de la publicación, año...</i>	
E.3.1.	Morales F, Pavlovic A, Abadía A , Abadía J (2018) Photosynthesis in poor nutrient soils, in compacted soils, and under drought. In: <i>The Leaf: A Platform for Performing Photosynthesis. Advances in Photosynthesis and Respiration (Including Bioenergy and Related Processes)</i> , vol 44, Adams III W, Terashima I (eds), pp 371-399. Springer, Cham.
<i>*En negrita los IPs y miembros del equipo de investigación.</i>	
Total libros: 0	
Total capítulos de libros: 1	
E4. Publicaciones en “open access” directamente relacionadas con los resultados del proyecto.	
<i>Indique autores*, título, referencia de la publicación, año...</i>	
1.	Ver E.1.4. más arriba
2	Ver E.1.5. más arriba
3	Ver E.1.10. más arriba
4	Ver E.1.13. más arriba
5	Ver E.1.15. más arriba



Total publicaciones: 5

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

Total patentes: 0
Total patentes licenciadas: 0
Total patentes en explotación: 0

E6. Asistencia a congresos, conferencias o workshops relacionados con el proyecto. *Subrayados los asistentes*

2017	<p><i>VIII ISHS Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops (Free University of Bolzano-Bozen, Bolzano, Italy, June 27-30).</i></p> <p>-<u>Luis-Villarroya A</u>, Gogorcena Y, Abadía A, Abadía J, Álvarez-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 (Copenhagen, Denmark), August 21-24).</i></p> <p>-<u>Ceballos-Laita L</u>, Gutierrez-Carbonell E, Takahashi D, <u>Uemura M</u>, Abadía A, Abadía J, <u>López-Millán AF</u>. Effects of Mn toxicity on the protein profiles of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) xylem sap and roots (Poster, L Ceballos-Laita).</p> <p>-Álvarez-Fernández A, <u>Luis-Villarroya A</u>, 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></p> <p>-<u>Ceballos-Laita L</u>, Imai H, <u>Uemura M</u>, Abadía A, Abadía J, <u>López-Millán AF</u>. Effects of Mn toxicity on the protein profiles of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) roots using two proteomic approaches (Oral, L Ceballos-Laita).</p> <p>-<u>Luis-Villarroya A</u>, Abadía A, Abadía J, Oburger E, Álvarez-Fernández A. Root accumulation and secretion of flavin in sugar beet grown in soil in pots and rhizoboxes (Poster, A Luis-Villarroya).</p>
2018	<p><i>19th ISINIP International Symposium on Iron Nutrition and Interactions in Plants (Taipei, Taiwan, 9-13 July).</i></p> <p>-Álvarez-Fernández A, <u>Luis-Villarroya A</u>, Abadía A, Abadía J. Small molecules as iron trade facilitators in crop plants (Invited talk, A. Álvarez-Fernández).</p> <p>-<u>Castillo-González JL</u>, <u>García-Cruz E</u>, 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).</p> <p>-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).</p> <p>-<u>Luis-Villarroya A</u>, 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></p> <p>-<u>Castillo-González JL</u>, <u>García-Cruz E</u>, 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>
2020	<p><i>IX International Conference BIFI 2020 New Challenges in Molecular Biotechnology (Zaragoza, Spain, 3-5 February).</i></p> <p>-Álvarez-Fernández A. Small molecules as iron trade facilitators in crop plants.</p>
2021	<p><i>IX International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops (Ma'ale HaHamish, Israel, 28-30 June).</i></p> <p>-<u>Castillo-González J</u>, <u>Abadía A</u>, Abadía J, Álvarez-Fernández A. Zinc deficiency responses in the Prunus rootstock GF677.</p>



**En negrita los IPs y miembros del equipo de investigación, subrayados los miembros del equipo de trabajo*

Total congresos nacionales: 0
Total congresos internacionales: 11
Total conferencia/ workshop: 1

E7. Tesis doctorales directamente relacionadas con el proyecto.

Indique si están (en marcha) o finalizadas

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
DOCTORANDO:	Giuseppe Lattanzio		
DIRECTORES:	A Álvarez-Fernández, J Abadía		
TÍTULO:	<i>La deficiencia de hierro en plantas: un enfoque proteómico y metabolómico basado en nuevas tecnologías</i>		
AÑO:	En curso		
CALIFICACION:	-		
UNIVERSIDAD:	Universidad de Zaragoza	FACULTAD:	Ciencias
DOCTORANDO:	Adrián Luis-Villaroya		
DIRECTORES:	A Álvarez-Fernández, J Abadía		
TÍTULO:	<i>Homeostasis del hierro y fertilización en plantas mediterráneas</i>		
AÑO:	En curso		
CALIFICACION:	-		
UNIVERSIDAD:	Universidad de Zaragoza	FACULTAD:	Ciencias
DOCTORANDO:	Francisco José Jiménez-Pastor		
DIRECTORES:	A Álvarez-Fernández, J Abadía		
TÍTULO:	<i>Homeostasis del Fe en Solanaceae</i>		
AÑO:	En curso		
CALIFICACION:	-		
UNIVERSIDAD:	Universidad de Zaragoza	FACULTAD:	Ciencias
DOCTORANDO:	Jorge Castillo González		
DIRECTORES:	A Álvarez-Fernández		
TÍTULO:	<i>Zinc en plantas: homeostasis y fertilización</i>		
AÑO:	En curso		
CALIFICACION:	-		
UNIVERSIDAD:	Universidad de Zaragoza	FACULTAD:	Ciencias

Total tesis en marcha: 4
Total tesis finalizadas: 3



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 y socio-económico 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. Descripción y justificación del avance del conocimiento dentro de la temática del proyecto que suponen los resultados del proyecto.

El proyecto ha permitido un avance del conocimiento significativo en los cuatro objetivos propuestos. Dicho avance se justifica mediante la aceptación de los resultados obtenidos en revistas indexadas (17 artículos).

-En cuanto al estudio de la adquisición y transporte mediados por ligandos orgánicos en plantas, se han publicado los resultados en seis artículos SCI, existiendo varios artículos en fase de escritura. Son de especial relevancia los obtenidos sobre secreción de cumarinas en *N. tabacum*, transporte de metales en *O. sativa* y transporte de Fe en cloroplasto en Brassica.

-En cuanto al conocimiento de los perfiles proteómicos y metabolómicos en diversas especies de plantas estresadas por metales, se han publicado los resultados en seis artículos SCI, existiendo varios artículos en fase de escritura. Son de especial relevancia la identificación de cambios en los perfiles proteómicos de la savia de xilema y raíces de *S. lycopersicum* afectadas por deficiencias y toxicidades de metales, así como de *B. vulgaris* afectada por deficiencia de Fe.

-En cuanto a cómo se puede explotar el conocimiento sobre la exudación de compuestos naturales de las plantas para mejorar la adquisición de metales, se han publicado los resultados en dos artículos SCI, existiendo varios artículos en fase de escritura. Son de especial relevancia los estudios sobre la capacidad de los componentes de exudados para movilizar metales de fuentes escasamente solubles en ausencia de plantas, y sobre el efecto de diferentes componentes de los exudados (cumarinas y flavinas) sobre la actividad microbiana de un suelo calizo.

-En cuanto a cómo se puede explotar el conocimiento sobre los procesos de movilización de metales para mejorar la eficiencia de la fertilización foliar, se han publicado los resultados en tres artículos SCI, existiendo varios artículos en fase de escritura. Son de especial relevancia los estudios sobre la fertilización foliar en diversas especies.

F2. Descripción y Justificación de la contribución de los resultados obtenidos al reto seleccionado

El proyecto incluye el uso de tecnologías avanzadas para promover conocimientos que se puedan aplicar a la mejora sostenible de los sistemas de producción agrícola, así como para aumentar la calidad y seguridad de los alimentos de origen vegetal. Los resultados pueden tener implicaciones prácticas y sociales en campos como fertilización de cultivos, biofortificación de alimentos, biorremediación de suelos, seguridad alimentaria y otros. En particular, la propuesta puede tener aplicación en las siguientes prioridades (hitos y entregables pueden contribuir a varias prioridades; las más relevantes se marcan a continuación):

Prioridad II. "Mejora Sostenible de los sistemas de producción agrícolas, ganaderos y forestales":

-(i) "Eficiencia productiva y mejora genética en especies agrícolas, ganaderas y forestales, con especial atención a la adaptación al cambio climático, la demanda, la aparición de nuevas fuentes de proteínas, la reducción del consumo, y promoviendo el conocimiento y la aplicación de la biotecnología y de las herramientas genéticas, genómicas y moleculares";

Hitos alcanzados relacionados: M3, M10, M16, M17 (Objetivo 1); M1, M5, M6, M12 (Objetivo 2)

Entregables relacionados: D1, D4, D9, D14, D17 (Objetivo 1); D2, D3, D6, D8, D15 (Objetivo 2)

-(iv) "producción vegetal"

Hitos alcanzados relacionados: M7, M8, M13, M14 (Objetivo 3); M2, M15, M20 (Objetivo 4)

Entregables relacionados: D10, D18 (Objetivo 3); D13, D16 (Objetivo 4)



Prioridad IV. "Aumentar la calidad y seguridad de los alimentos y crear nuevos productos alimenticios y bioproductos":

-(i) "Desarrollo de alimentos seguros y nuevos alimentos nutraceuticos y funcionales; conservación, seguridad y vida útil de los productos, y valoración de la relación de los alimentos y la salud y bienestar de los consumidores";

Hitos alcanzados relacionados: M4 (Objetivo 1)

Entregables relacionados: D7 (Objetivo 1)

-(ii) "calidad nutricional de alimentos y sustancias bioactivas y relación entre calidad sensorial y procesado con mejora genética"

Hitos alcanzados relacionados: M9 y M20 (Objetivo 4)

Entregables relacionados: D5 y D16 (Objetivo 4)

F3. Impacto socio-económico de los resultados del proyecto

(descripción de las actuaciones de divulgación de los resultados a los colectivos más relevantes para la temática del proyecto y a la sociedad en general, justificación e identificación de los aspectos del proyecto que tienen o pueden tener impacto socio-económico por ejemplo incremento del bienestar, aumento de empleo y/o competitividad, aumento de seguridad, mejora del medioambiente, etc)

Los resultados del proyecto se han divulgado principalmente mediante los artículos publicados en revistas indexadas, que hasta el momento han sido 17 (16 de ellos en revistas Q1, 5 de ellos en Open Access). También se ha realizado difusión a través de 12 presentaciones en Simposia (11 en Simposia y una conferencia). Igualmente, se ha realizado difusión pasiva manteniendo siempre al día las páginas web del grupo y del Instituto.

Todos los resultados del proyecto pueden potencialmente tener impacto socioeconómico.

F4. Impacto no previsto derivado del proyecto

Todos los resultados obtenidos a lo largo del proyecto están dentro de lo esperado.

F5. Sector de impacto de los resultados del proyecto: industria, administración, política, aumento del conocimiento, salud, medioambiente....

Los resultados obtenidos en el proyecto ya han tenido impacto sobre el aumento de conocimiento de la homeostasis de metales en plantas. Dichos resultados pueden tener impacto sobre diversos sectores, como son agricultura (fruticultura, horticultura) y medio ambiente (reducción de insumos).

F6. ¿Cuenta con colaboraciones de entidades o empresas que puedan explotar los resultados?

(Describe dicha colaboración, y en el caso de existir, el plan de explotación de los resultados)

Se ha mantenido contacto con las tres empresas que podrían potencialmente explotar los resultados. Sin embargo, hasta el momento no ha habido por su parte interés en cristalizar acuerdos. Hay que subrayar que este tipo de resultados usualmente necesita un cierto tiempo para que las empresas se interesen en ellos y se llegue a acuerdos de colaboración.

F7. ¿Qué actividades del proyecto pueden generar valorización y transferencia del conocimiento?

Todas las actividades del proyecto pueden potencialmente generar valorización y transferencia de conocimiento. En particular, todo lo realizado en los Objetivos 3 y 4 del proyecto es lo que puede tener una aplicación práctica inmediata.

G. Dimensión de sexo y/o género en la investigación

G1. Análisis de género en la Investigación

Resuma brevemente cómo ha contemplado la Integración del análisis de género en la investigación (IAGI) en los



distintos aspectos del proyecto: objetivos, metodología, resultados, aplicaciones e impacto social y económico de los mismos.

La temática del proyecto no tiene ninguna implicación de género salvo en el caso del personal participante (ver apartado G2).

G2. Igualdad de género en la ejecución del proyecto

Resume brevemente las actuaciones realizadas para promover la igualdad de género en la ejecución del proyecto: composición del equipo investigador y/o de trabajo, distribución de tareas, firma de las publicaciones y otros resultados, acciones para evitar posibles sesgos en la selección de personal con cargo al proyecto, o de contratados para la formación de doctores

La co-IP del proyecto, la única participante del equipo de investigación que no es IP, 7 de los 14 miembros del equipo de trabajo, la única Técnico del proyecto, 5 de las 9 personas que han recibido formación en el mismo y 2 de las personas que han obtenido Tesis Doctoral en este período son mujeres.

Las actuaciones en el grupo de investigación se han regido siempre (desde su formación en 1988) por un principio de igualdad de oportunidades, basándose en méritos y capacidades, considerando a todas las personas por igual, independientemente de su sexo, raza, religión o nacionalidad. La selección de personal siempre se basa únicamente en los méritos y capacidades expuestos en las correspondientes entrevistas. La distribución de tareas siempre se hace únicamente en función de los conocimientos de cada persona. La firma de los artículos siempre se hace únicamente en base a la contribución de cada persona a los mismos, firmando en primer lugar la persona con mayor contribución, en segundo lugar la siguiente y así sucesivamente; al final de la lista de autores firman los directores del trabajo, siendo ocupado el último lugar por la persona con mayor implicación en el artículo.

H. 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

H1. 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	Gema Marco Artaso	Técnico contratada	Técnico de laboratorio	77.695,34	S
Total gastos de personal:				77.695,34	

H2. Material inventariable *(describa el material adquirido)*

	Equipo	Descripción del equipo	Importe	Previsto en la sol. original (S/N)
1	Frigorífico	Para conservación muestras y reactivos de nutrición vegetal (sustitución por avería) [2017]	562,93	N
2	Peltier	Cofinanciación Peltier espectrofotómetro (38%) [2017]	5.231,91	N
3	Sonicador	Cofinanciación Sonicador (9%; sustitución por avería) [2017]	427,10	N
4	Libro	Libro [2017]	18,63	N
5	Servidor	Servidor NAS para backup de datos de espectrometría de masas [2017]	1.993,41	N
6	Equipo medida	Cofinanciación equipo quimiluminiscencia	1.999,76	N



		(9%) [2017]		
7	Espectrofotómetro	Cofinanciación espectrofotómetro-fluorímetro (12%; incluye IVA importación) [2017]	16.463,46	N
8	MiVac Duo	Cofinanciación concentrador muestras (10%; sustitución por avería) [2018]	937,75	N
9	Frigorífico	Para conservación muestras y reactivos de bioquímica (sustitución por avería) [2020]	687,06	N
Total gastos material inventariable			28.332,01	

H3. 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, gases y material de laboratorio necesarios para las distintas tareas del proyecto	130.338,64	S
Total gastos material fungible		130.338,64	

H4. 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	Alojamiento	Trabajos con miembro Equipo de Trabajo [2017]	186,70	M. Uemura	S
2	Viaje	Cofinanciación viaje miembro Equipo de Trabajo [2017]	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 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 [2017]	73,20	J. Abadía	N
10	Viajes y dietas	Congreso IPNC 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 [2017]	78,10	J. Abadía	N
13	Viajes y dietas	Discusión Datos UAM Madrid [2017]	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
17	Viajes y dietas	Asistencia Formación CSIC Madrid [2019]	443,5	F. J. Jiménez-Pastor	S
Total viajes y dietas			7.132,08		



H5. Otros gastos					
<i>Describe 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)	17.789,71	Todo el grupo	S
2	Mantenimiento de diversos equipos	Equipos para trabajos de laboratorio (cromatógrafos, espectrómetros de masas, espectrofotómetro, etc.)	13.347,17	Todo el grupo	S
3	Servicios externos de análisis	Realización de análisis avanzados en la UAB	8.291,48	Todo el grupo	S
4	Envíos	Envío muestras y reactivos	902,79	Todo el grupo	S
5	Publicaciones	Difusión de resultados (Publicaciones, web)	5.185,9	Todo el grupo	S
5	Página web	Mantenimiento y actualización	1.008,39	Todo el grupo	S
Total otros gastos			46.525,44		

I. Descripción de gastos no contemplados en la solicitud original	
<i>Si ha realizado algún gasto no contemplado en la solicitud original, es indispensable que 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.
Material Inventariable	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 25.059,98 euros. También se adquirió un servidor para backup de datos de espectrometría de masas, dos frigoríficos (por avería) y un libro.

J. Resumen de gastos realizados durante la ejecución del proyecto	
Desglose los gastos por conceptos (costes directos únicamente):	Importe
Personal:	77.695,34
Inventariable:	28.322,01
Fungible:	130.338,64
Viajes y dietas:	7.132,08
Otros gastos:	46.525,44
Importe total ejecutado (costes directos únicamente):	290.013,51
Importe total concedido:	290.000,00