

## PROYECTO: ANÁLISIS GENÉTICO Y MOLECULAR DE LA COMPATIBILIDAD DE INJERTO Y SU APLICACIÓN EN LA MEJORA DE FRUTALES DEL GÉNERO *PRUNUS*

### ORGANISMO FINANCIADOR



### CONVOCATORIA

Recursos y Tecnologías Agrarias en coordinación con las Comunidades Autónomas

<https://www.boe.es/boe/dias/2012/03/01/pdfs/BOE-A-2012-2941.pdf>

### REFERENCIA

RTA2012-00097- 00-00.

### INVESTIGADOR PRINCIPAL

Ana Pina Sobrino

### EQUIPO DE TRABAJO



- Pilar Errea Abad
- Patricia Irisarri Sarto



- Tetyana Nikolaevna Zhebentyayeva

### FECHA INICIO

Mayo 2013

### FECHA FINAL

Agosto 2016

## RESÚMEN DEL PROYECTO

En los procesos de selección de material vegetal, la elección de un buen patrón, adaptado a las condiciones locales determinará el potencial de cultivo de aquellas variedades que resultan interesantes para el mercado. En la elección de estos patrones, muchos son los factores que deben tenerse en cuenta para su valoración, y entre ellos, el estudio de la compatibilidad de injerto con las variedades más interesantes es un criterio de selección indispensable, ya que si se producen problemas de incompatibilidad de injerto, la combinación frutal se debilita y los árboles acaban muriendo. Para muchas especies frutales, este problema tarda años en manifestarse, lo cual genera un importante retraso en el proceso de evaluación y transferencia de los nuevos materiales frutales. Por otro lado, sin un estudio fiable y a corto plazo del comportamiento del material seleccionado sobre los patrones más idóneos para su desarrollo en nuestras condiciones, el cultivo de esas variedades no puede ser garantizado. La situación actual del cultivo del albaricoquero hace necesaria la introducción de otros portainjertos que salven los defectos de los actualmente vigentes, falta de compatibilidad, excesivo vigor, deficiente propagación vegetativa. Entre los patrones que actualmente se usan para su cultivo, es difícil encontrar alguno que cumpla con todas las condiciones ideales para ser un buen patrón. Los francos de la especie presentan buena compatibilidad con las variedades más interesantes, pero su adaptación a determinados suelos es muy restringida por los problemas de asfixia, y los ciruelos, que presentan una buena adaptación a diferentes suelos y buena propagación, presentan el inconveniente de su mala compatibilidad con gran número de variedades. Asimismo, el comportamiento de las distintas variedades cultivadas no es homogéneo para el carácter de compatibilidad. Los cruzamientos utilizados en este proyecto se han centrado en aumentar las fuentes de compatibilidad de injerto, incremento de la calidad de la fruta y aumentar la adaptación de las variedades a nuevas áreas, con el fin de producir nuevos genotipos más adaptados a la demanda del mercado.

Los aspectos más relevantes de los resultados obtenidos en este proyecto radican en el avance que supone el desarrollo y aplicación de métodos de selección temprana que contribuyan en una mayor eficacia y rapidez en los procesos de material vegetal frutal, para satisfacer una demanda creciente tanto del sector como de la comunidad científica que abordan estos procesos de selección. Diferentes líneas de investigación han llevado a cabo estudios para determinar la heredabilidad de una gran variedad de caracteres de interés agronómico (fecha de floración, requerimiento de horas frío, resistencia al virus de la sharka (PPV), calidad de fruto, etc). Sin embargo, se desconocía el modo de herencia del carácter de incompatibilidad de injerto tanto en especies leñosas como herbáceas. En este proyecto se ha obtenido una población de albaricoquero segregante del carácter de compatibilidad de injerto, requisito fundamental para realizar un estudio genético y molecular para la determinación de regiones del genoma de albaricoquero que contienen genes asociados al carácter de compatibilidad y que contribuyen a la expresión fenotípica del mismo. La evaluación fenotípica realizada en la población en un estadio temprano y tardío del desarrollo del injerto, ha puesto de manifiesto que existe una alta correlación entre los caracteres fisiológicos asociados a la compatibilidad de injerto, línea necrótica, discontinuidades en la corteza y madera, y organización celular, que presentan una distribución normal en la descendencia F1 injertada sobre un patrón ciruelo y revelaron una herencia cuantitativa. Estos estudios, son innovadores en frutales y suponen un considerable avance en el conocimiento del control genético de la compatibilidad de injerto, Este conocimiento es de gran importancia cuando se planean programas de mejora para obtener cultivares con tendencia compatible al injerto con un gran número de portainjertos. Además, durante la ejecución del proyecto se ha desarrollado un nuevo mapa de ligamiento en albaricoquero que permitirá el análisis de QTLs (quantitative trait loci), la búsqueda de marcadores para saturar regiones específicas del genoma de albaricoquero, y la selección de genes de interés mediante selección asistida por marcadores para el carácter compatibilidad de injerto.

La aplicación de estos conocimientos a programas de selección ya en marcha, permitirá ofrecer al sector agrícola alternativas al material frutal actualmente en uso, no solo referente a nuevos patrones, sino también de nuevas variedades de cultivo lo cual contribuirá a incrementar y/o aprovechar la diversidad frutal en un momento en que el mantenimiento y la regeneración de recursos adquiere un importante interés en la agricultura actual

PUBLICACIONES CIENTÍFICO-TÉCNICAS

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN REVISTAS SCI:

Irisarri P, Binczycki P, Errea P, Martens HJ, Pina A. 2015. Oxidative stress associated with rootstock-scion interactions in pear/quince combinations during early stages of graft development. *J Plant Physiology*. 176: 25-35. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161714003149>

Irisarri P, Zebentheatyeba T, Errea P, Pina A. 2016. Differential expression of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) genes implies distinct roles in development of graft incompatibility symptoms in *Prunus*. *Scientia Horticulturae*. 204: 16-24. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423816301443>

Irisarri P, Pina A, Errea P. 2016. Evaluation of the vegetative characteristics and compatibility of pear varieties grafted on 'BA-29' and 'OHF-87' rootstocks. *ITEA*. 112: 243-254. <http://hdl.handle.net/10532/3328>

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN REVISTAS NO INDEXADAS CON REVISIÓN POR PARES

Irisarri P., Errea P., Pina A. 2014. Identificación de muerte celular programada en uniones de callo peral/membrillero durante estados tempranos del desarrollo. *Acta Horticultura*. 113-114. <http://hdl.handle.net/10532/2699>

Irisarri P, Zhebentyayeva T, Errea P, Pina A. 2016. Genetic determinism of graft compatibility in apricot. *Acta Horticulturae*. In press.

Irisarri P, Errea P, Pina A. 2016. Caracterización de la compatibilidad de injerto en una población intraespecífica de albaricoquero. *Acta Horticultura*, 35-36. <http://hdl.handle.net/10532/3343>

CAPÍTULO DE LIBRO

Pina A, Cookson S, Calatayud A, Trinchera A, Errea P. Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility. Chapter 5. CABI editorial. Accepted. To be published in 2017. <http://www.cabi.org/bookshop/book/9781780648972>

TRABAJOS PRESENTADOS EN CONGRESOS, CONFERENCIAS O WORKSHOPS RELACIONADOS CON EL PROYECTO

COMUNICACIONES ORALES PRESENTADAS A CONGRESOS, REUNIONES Y SIMPOSIOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Pina A, Irisarri P, Errea P. Molecular and physiological bases of the rootstock-scion interaction in fruit trees. Cost action FA1204. 1st Meeting. Abstract Book. 33. Athens, Greece. 11-12 March 2013. <http://hdl.handle.net/10532/2193>

Irisarri P, Martens HJ, Errea P, Pina A. Oxidative stress associated with rootstock-scion interactions. 1st Annual Conference Cost action 1204 - Rootpower Workshop. Abstract Book. 28. Murcia, Spain. 12-14 November 2013. <http://hdl.handle.net/10532/3607>

- Irisarri, P., Errea, P.; Pina, A. Detection of apoptotic cells at early stages of different graft combinations. 2nd Cost Action FA1204 annual conference. Abstract Book, 34. Carcavelos, Portugal. 20-22, October 2014. <http://hdl.handle.net/10532/3608>
- Irisarri P, Zhebentyayeva T, Errea P, Pina A. Inheritance and relationship of important characteristics for determination of graft compatibility in apricot. Annual Symposium Vegetable Grafting, Cost Action 1204. Abstract Book, 23. Berlín, Germany. 13-16 September 2015. <http://hdl.handle.net/10532/3059>
- Penella C, Pina A, San Bautista A, López-Galarza S, Calatayud A. Unraveling graft compatibility of scion/rootstock interactions in pepper. Annual Symposium Vegetable Grafting, Abstract Book, 22. Cost Action 1204. Berlín, Germany. 13-16 September 2015. <http://hdl.handle.net/10532/3060>
- Venema JH, Pina A., Dodd I. Rootstock-scion signalling: factors that mediate scion performance and graft compatibility. Congreso: Cost Action FA1204. Vegetable Grafting to Improve Yield and Fruit Quality under Biotic and Abiotic Stress Conditions. Abstract, 24. Pula, Croatia, 19-21 Septiembre 2016. <http://hdl.handle.net/10532/3422>
- Irisarri P, Errea P, Pina A. Early detection of graft incompatibility in an apricot intraspecific population. Congreso: Cost Action FA1204. Vegetable Grafting to Improve Yield and Fruit Quality under Biotic and Abiotic Stress Conditions. Abstract, 24. Pula, Croatia, 19-21 Septiembre 2016. <http://hdl.handle.net/10532/3423>
- Pina A. El significado del injerto en Hortofruticultura. Una mirada científica a sus aplicaciones 44 edición Jornadas de Producción Vegetal AIDA. Zaragoza,13 Septiembre. 2016. <http://hdl.handle.net/10532/3601>
- Errea P. Interacción patrón-variedad en frutales. 44 edición Jornadas de Producción Vegetal AIDA. Zaragoza,13 Septiembre. 2016. <http://hdl.handle.net/10532/3609>

---

PÓSTERS PRESENTADOS A CONGRESOS, REUNIONES Y SIMPÓSIOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO

- Irisarri P, Binczycki P, Martens HJ, Pina A. Oxidative stress associated with rootstock-scion interactions. Plant Biology Europe FESPB/EPSO Congress. Dublin, Ireland. 22-26 June 2014. <http://hdl.handle.net/10532/3610>
- Irisarri P, Errea P, Pina A. Differential expression of copper/ zinc superoxide dismutase in pear/quince combinations during early stages of development. 7th International Rosaceae Genomics Conference. Abstract Book. 105. Seattle, Washington, USA. 24-26 June 2014. <http://hdl.handle.net/10532/3611>
- Irisarri P, Errea P, Pina A. Identificación de muerte celular programada en uniones de callo peral/membrillero durante estados tempranos de desarrollo. VII Congreso de Mejora Genética de Plantas. Zaragoza, Spain. 16-18 de Septiembre 2014. <http://hdl.handle.net/10532/2699>
- Irisarri P, Zhebentyayeva T, Errea P, Pina A. Genetic determinism of graft compatibility in apricot. XIV Eucarpia Fruit Breeding and Genetics Symposium. Abstract Book. 181. Bologna, Italy. 14-18 June 2015. <http://hdl.handle.net/10532/3074>
- Irisarri P, Errea P, Pina A. Caracterización de la compatibilidad de injerto en una población intraespecífica de albaricoquero. VIII Congreso de Mejora Genética de Plantas, SECH. Acta Horticultura, 35-36. Vitoria, España. 12-14 Junio. 2016. <http://hdl.handle.net/10532/3343>

---

## ACTIVIDADES DE FORMACIÓN RELACIONADAS CON EL PROYECTO

---

### TESIS DOCTORALES

Irisarri Sarto, P. Incompatibilidad de injerto en frutales. Bases moleculares y fisiológicas para su detección precoz. Directoras: Ana Pina y Pilar Errea. Universidad: Universidad de Zaragoza. Facultad / Escuela: Facultad de Ciencias. Fecha: Defendida el 19 Febrero 2015. Sobresaliente Cum laude por unanimidad.

---

### OTROS TRABAJOS DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

- Errea P. Conferencia, Molecular and physiological basis of the rootstock-scion interaction in fruit trees. Citrus Researcher Center - University of Florida - Lake Alfred - FL EEUU – Agosto 2013.
- ‘Invited speaker’ en la 1st Training School on Vegetable grafting. Catania, Italy, 23 – 26 September 2014. Ana Pina.
- Participación en el COST MEETING “Grafted-plant production chain: From healthy seeds to healthy plants in the field”, celebrado en Jerusalén (Israel), 10-12 Febrero 2014.
- Participación en el COST MEETING “Rootstock-mediated improvement of fruit quality and underlying biological mechanisms”, celebrado en Antalya (Turquía), 2-5 Marzo 2015. Presentación capítulo libro.
- Moderadora en la sesión 1: ‘Rhizosphere’, en el Annual Symposium Vegetable Grafting, cost action 1204. 13-16 Septiembre 2015. Berlín, Alemania.
- Colaboración en publicaciones relacionadas con la compatibilidad de injerto en diferentes especies a nivel nacional e internacional:
  - Pereira, I., Da Silva Messias, R., Diniz Campos, A., Errea, P., Corrêa Antunes, L.E., Fachinello, J.C., Pina, A. 2014. Growth characteristics and phenylalanine ammonia-lyase activity in peach grafted on different Prunus spp. *Biologia Plantarum* 58: 114-120. <http://link.springer.com/10.1007/s10535-013-0370-9>
  - Pereira, I., Antunes, L., Fachinello, J.C., Pina, A. 2014. Incompatibilidade de enxertia em Prunus. *Ciencia rural*. 44, n.9 1519 -1526. <http://hdl.handle.net/10532/2733>
  - Baron D, Pereira B, Juliana M, Ivan G, Pina A, Ferreira G. 2016. UGP gene expression and UDP glucose pyrophosphorylase enzymatic activity in grafting Annonaceous plants. *Acta Physiologia Plantarum*. DOI: 10.1007/s11738-016-2097-7 <http://link.springer.com/10.1007/s11738-016-2097-7>
  - Penella C, Pina A, Nebauer SG, López-Galarza S, San Bautista A, Calatayud A. 2016. Chlorophyll fluorescence imaging can reflect histological development of vascular connection in grafting union in some Solanaceae species. *Photosynthetica*. Accepted after minor revisions.
- Asistencia al curso: Genomic prediction and selection in plant breeding. Advanced course. CIHEAM, 18-22 de Enero 2016. Zaragoza. Spain.

- Organización de la 44ª edición de las Jornadas de Producción Vegetal AIDA. Taller aplicado de técnicas de injerto en especies hortofrutícolas. Ámbito: viveristas, agricultores, investigadores y estudiantes. Fecha: 13 Septiembre 2016.
- Participación en el cost meeting “Rootstock-scion and rhizosphere signaling (Bleiswijk, The Netherlands), 18-19 Abril 2016.
- Participación en los programa de radio:
  - Del campo a la mesa de RNE (27 de Julio 2016)  
[http://www.ivoox.com/ana-pina-unidad-hortofruticultura-del-audios-mp3\\_rf\\_12621979\\_1.html](http://www.ivoox.com/ana-pina-unidad-hortofruticultura-del-audios-mp3_rf_12621979_1.html) )
  - De Puertas al Campo en Aragón Radio (27 junio 2016)  
[http://www.ivoox.com/jornadas-produccion-vegetal-del-iamz-en-audios-mp3\\_rf\\_12035168\\_1.html](http://www.ivoox.com/jornadas-produccion-vegetal-del-iamz-en-audios-mp3_rf_12035168_1.html)
  - De Puertas al Campo en Aragón Radio (16 septiembre 2016)  
[http://www.ivoox.com/investigadora-ana-pina-habla-sobre-jornadas-audios-mp3\\_rf\\_12867606\\_1.html](http://www.ivoox.com/investigadora-ana-pina-habla-sobre-jornadas-audios-mp3_rf_12867606_1.html)