

## Compatibilidad de diferentes patrones *Prunus* injertados con ciruelo japonés y albaricoquero

Alex Salazar, Carolina Font i Forcada, Pierre Mignard, Gemma Reig, Jesús Val & María Ángeles Moreno

Estación Experimental de Aula Dei-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEAD-CSIC), Avda Montañana 1005, 50059 Zaragoza, España, asalazar@eead.csic.es, cfont@eead.csic.es, jval@eead.csic.es, mmoreno@eead.csic.es

### Resumen

En este trabajo se ha evaluado la compatibilidad patrón-variedad de distintos patrones *Prunus* injertados con la variedad de ciruelo japonés ‘Golden Japan’ y de albaricoquero ‘Moniquí’. Algunos de los patrones usados para este estudio provienen del programa de mejora de la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC) y presentan buena adaptación a las condiciones de cultivo mediterráneas. Entre los patrones estudiados figuran los híbridos almendro x melocotonero (*P. amygdalo-persica*): ‘Adafuel’ y ‘Adarcias’; algunos ciruelos de crecimiento rápido como los mirobolanes (*P. cerasifera*): ‘Ademir’, ‘Mirobolán B’, ‘Mirobolán 29 C’, ‘Mirobolán 713 AD’, ‘Mirobolán GF 3-1’; y un ciruelo *P. domestica*: ‘Torinel’ e híbridos inter-específicos de ciruelo (‘Ishtara’, ‘Mariana 2624’, ‘Mariana GF 8-1’, ‘Peach-plum 3593 AD’). El trabajo se desarrolla sobre árboles establecidos en un vivero experimental de la EEAD-CSIC. Para determinar el grado de compatibilidad, se examinaron las uniones de árboles de siete años de injerto y se clasificaron de acuerdo al grado de discontinuidad encontrado en corteza y madera. Así, se observaron distintos grados de incompatibilidad del tipo ‘localizada’. En general, los híbridos almendro x melocotonero, ciruelos *P. domestica*, *P. insititia* y algunos *P. cerasifera* mostraron buena compatibilidad con ciruelo. Sin embargo, otros ciruelos de crecimiento rápido (‘Mirobolán B’, ‘Mirobolán 29 C’, ‘Mirobolán 713 AD’) mostraron uniones con discontinuidad en la corteza en la zona de unión patrón-variedad. En el caso de los patrones injertados con ‘Moniquí’ los resultados muestran una mayor incidencia de la incompatibilidad localizada para las distintas combinaciones comparadas con ciruelo japonés. Además de determinar la compatibilidad e incompatibilidad patrón-variedad, se discutirá el efecto del patrón sobre el vigor de la variedad injertada.

**Palabras clave:** incompatibilidad localizada, *Prunus salicina*, *P. armeniaca*, vigor.

### Abstract

This work has been focused on the evaluation of the graft compatibility in different *Prunus* rootstocks budded with the Japanese plum cultivar ‘Golden Japan’ and the apricot cv. ‘Moniquí’. Several of the rootstocks evaluated belongs to the Breeding Program of the Aula Dei Experimental Station (EEAD-CSIC) and have shown good adaptation to the Mediterranean conditions. Among the rootstocks studied, almond x peach hybrids (*P. amygdalo-persica*): ‘Adafuel’ and ‘Adarcias’; some fast-growing plums as the Myrobalans (*P. cerasifera*): ‘Ademir’, ‘Myrobalan B’, ‘Myrobalan 29 C’, ‘Myrobalan 713 AD’, ‘Myrobalan GF 3-1’; a slow-growing plum *P. domestica*: ‘Torinel’ and plum interspecific hybrids (‘Ishtara’, ‘Mariana 2624’, ‘Mariana GF 8-1’, ‘Peach-plum 3593 AD’), have been included. The trial was carried out in an experimental nursery at the EEAD-CSIC. To assess the degree of compatibility, the internal examination of unions was made in seven year old trees after budding and they were classified according to the

degree of discontinuity in cortex and wood. Different degrees of ‘localized’ incompatibility were observed. In general, the almond x peach hybrids, plums *P. domestica*, *P. insititia* and some *P. cerasifera* showed good compatibility with the Japanese plum cultivar. However, several fast growing plums showed discontinuities in the cortex in the union line (‘Myrobalan B’, ‘Myrobalan 29 C’, ‘Myrobalan 713 AD’). In the case of rootstocks budded with ‘Moniquí’ a higher incidence of the graft incompatibility was found. The effect of the rootstock on tree vigor will be discussed.

**Keywords:** localized incompatibility, *P. salicina*, *P. armeniaca*, vigor.

### Introducción

El ciruelo es un frutal de gran importancia económica en España, siendo el tercer productor a nivel europeo por detrás de Francia y por delante de Italia, y el octavo a nivel mundial, llegando a producir más de 193.000 toneladas en 2016 y con una superficie en torno a las 15.000 ha (FAOSTAT, 2017). Asimismo, el cultivo del albaricoquero es de gran importancia en España, ya que es uno de los principales países productores, con un área cultivada en torno a las 17.600 ha y con una producción de 122.400 toneladas (FAOSTAT, 2017). A pesar de la importancia del ciruelo y del albaricoquero en la fruticultura española, es frecuente encontrar casos de incompatibilidad patrón-variedad especialmente cuando se combinan especies diferentes (Zarrouk et al., 2006). Aunque muchos de los patrones desarrollados a nivel mundial proceden del cruzamiento de distintas especies de *Prunus*, pueden resultar incompatibles al ser injertados con una variedad de distinta base genética (Moreno et al., 1995). Por ello, determinar las causas de la incompatibilidad patrón-variedad, sigue siendo un tema prioritario para el sector frutícola. Debido al gran dinamismo en la obtención de nuevos patrones y variedades, se hacen necesarios los estudios que permitan determinar la compatibilidad. Así, este trabajo tiene como objetivo evaluar la compatibilidad patrón-variedad de distintos patrones *Prunus* con distinta base genética de ciruelo, almendro x melocotonero y otros híbridos inter-específicos, injertados con la variedad de ciruelo japonés ‘Golden Japan’ y la de albaricoquero ‘Moniquí’.

### Materiales y métodos

Los patrones evaluados (Tabla 1), incluyen los híbridos almendro x melocotonero (*P. amygdalo-persica*): ‘Adafuel’ y ‘Adarcias’; algunos ciruelos de crecimiento rápido como los mirobolanes (*P. cerasifera*): ‘Ademir’, ‘Mirobolán B’, ‘Mirobolán 29 C’, ‘Mirobolán 713 AD’ y ‘Mirobolán GF 3-1’; un ciruelo de crecimiento lento (*P. domestica*): ‘Torinel’ y distintos híbridos interespecíficos de ciruelo (‘Mariana 2624’, ‘Mariana GF 8-1’, ‘Ishtara’, ‘Peach-Plum 3593 AD’).

El trabajo se desarrolló en un vivero experimental de la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), en Zaragoza (España). Los árboles estaban libres de virus y fueron injertados con la variedad de ciruelo japonés ‘Golden Japan’ y con la de albaricoquero ‘Moniquí’, en el verano siguiente al de su establecimiento en vivero (invierno 2009-2010).

Para analizar la zona de injerto, los árboles fueron cortados a 10 cm por encima y debajo de la unión. Las uniones fueron examinadas macroscópicamente para observar posibles casos de incompatibilidad localizada. Las uniones examinadas correspondieron a árboles de 7 años de injerto. Se determinó su vigor con un calibre digital y se expresó como Área de la Circunferencia de la sección del tronco ACST (cm<sup>2</sup>).

El nivel de compatibilidad fue determinado tras el examen de la zona de unión de acuerdo a Mosse y Herrero (1951). Así, las uniones examinadas se clasificaron de la siguiente manera:

- A = completamente normales sin síntomas de incompatibilidad.
- B = algunas anomalías en la estructura pero buena compatibilidad.
- C = discontinuidad y zonas necróticas sólo en corteza.
- D = alto grado de discontinuidad y necrosis en madera y corteza.
- E = árboles saltados o rotos por la zona de unión en campo.

## Resultados y discusión

### Ciruelo Japonés:

Los valores correspondientes al vigor de los árboles estudiados se recogen en la Figura 1 y Tabla 2 representando los valores promedio de cada combinación patrón-variedad.

Adafuel' fue mas vigoroso que el resto de patrones y el análisis de sus uniones reflejó buena compatibilidad (Tabla 1), como ya observaron Moreno et al. (1995) con la misma variedad en árboles con menor número de años. Otras combinaciones algo menos vigorosas que 'Adafuel' también mostraron buena compatibilidad, con uniones clasificadas como A. Destacan 'Isthara', 'Miral', 'P 2175' y 'Mirocal'. Dentro de este grupo de combinaciones con buen vigor también se incluyen los patrones 'Mirobolán GF 3-1' y 'Peach-Plum 3593 AD'. Sin embargo, estos últimos mostraron uniones claramente discontinuas tanto en madera como en corteza, por lo que se clasificaron como D.

Otro grupo de patrones con menor vigor ('Mariana GF 8-1', 'Mirobolán 29C') fueron clasificados como incompatibles. 'Mirobolán B' mostró uniones de tipo C (necrosis y discontinuidad en corteza) y algunas incluso con hendidura en la madera en la línea de unión pero sin llegar al interior de la sección. Estos resultados difieren con lo mencionado por Herrero (1962) que lo clasificó en la categoría A. Esto podría ser debido a que el estudio referido evaluó árboles con menor desarrollo (3 años de injerto), frente al presente trabajo (7 años de injerto). Por otro lado, 'Mariana 2624' y 'Adarcias' no mostraron incompatibilidad, aunque en el caso de 'Adarcias' se observaron zonas necróticas en corteza (C) en algunos de sus árboles. Los patrones 'Ademir', 'Bergasa', 'P 2980', 'Mirobolán 713 AD', 'Sapa-plum' y 'Torinel' fueron clasificados como compatibles (A).

### Albaricoquero:

En el caso de los patrones injertados con el albaricoquero 'Moniquí', las diferencias de vigor entre las combinaciones estudiadas se muestran en la Figura 2 y Tabla 2. Cabe resaltar que se observó una mayor cantidad de combinaciones incompatibles que las encontradas con ciruelo japonés. Como se pudo observar tras el examen de las uniones de siete años de injerto, los únicos patrones que no mostraron incompatibilidad fueron los patrones ciruelo 'P 2315' y 'Torinel'. El resto de patrones mostraron clara discontinuidad en madera, clasificándose como D. El patrón 'Mariana 2624' ya fue clasificado como incompatible con la variedad Moniquí en un estudio anterior (Pina, 2006).

Estos resultados son de gran importancia debido a que este tipo de incompatibilidad denominada 'localizada' es asintomática, pudiendo aparecer varios años después de que los árboles muestren incluso gran desarrollo (Herrero, 1951), como se ha observado también en el presente trabajo. Por otra parte, no se observó una relación clara entre el vigor del árbol y la expresión de la incompatibilidad.

### Conclusiones

La evaluación macroscópica de las uniones examinadas evidencia que la incompatibilidad puede presentarse en combinaciones que no muestren síntomas externos de incompatibilidad. Asimismo, no se observó una relación entre la incompatibilidad localizada y el vigor de los árboles.

### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por los proyectos CDTI IDEI-20130949, AGL2011-24576 y AGL2014-52063-R, con cofinanciación FEDER, y el Gobierno Regional de Aragón (A44). Alex Salazar es becario de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) del Gobierno de la República de Ecuador. Los autores agradecen a Pedro Lucía, Natalia Miguel y Gloria Somed, la ayuda en el manejo del material vegetal.

### Referencias

- FAOSTAT. 2017. <http://www.faostat.fao.org>.
- Herrero, J. 1951. Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruit trees. *J. Hort. Sci.* 26: 186-237.
- Herrero, J. 1962. Incompatibilidad entre patrón e injerto. V. Variedades de ciruelo injertadas sobre Mirobolán B. *An. Aula Dei.* 7: 56-63.
- Moreno, M.A., Gella, R., Aparicio, J. & Tabuenca, M.C. 1995. Incompatibilidad entre patrón e injerto. Variedades de ciruelo injertadas sobre híbrido almendro x melocotonero. *An. Aula Dei.* 21 (3): 113-116.
- Mosse, B. & Herrero, J. 1951. Studies on incompatibility between some pear and quince grafts. *J. Hort. Sci.* 26:238–245.
- Pina, A. 2006. Caracterización fisiológica y bioquímica de las respuestas que intervienen en la incompatibilidad de injerto en albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). Tesis Doctoral. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Zaragoza. España.
- Zarrouk, O., Pinochet, J., Gogorcena, Y. & Moreno, M.A. 2006. Graft compatibility between peach cultivars and *Prunus* rootstocks. *HortScience.* 41:1389–1394.

## Tablas y Figuras

Tabla 1 - Patrones utilizados en este estudio.

Patrones	Base genética	Origen
Adafuel	<i>P. dulcis</i> x <i>P. persica</i>	España
Adarcias	<i>P. dulcis</i> x <i>P. persica</i>	España
Ademir	<i>P. cerasifera</i>	España
Bergasa	<i>P. dulcis</i> x <i>P. persica</i>	España
Deep Purple	<i>P. besseyi</i> x <i>P. salicina</i>	USA
Isthara	( <i>P. cerasifera</i> x <i>P. salicina</i> ) x ( <i>P. cerasifera</i> x <i>P. persica</i> )	Francia
Mariana 2624	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. munsoniana</i>	España
Mariana GF 8-1	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. munsoniana</i>	Francia
Miral 3278 AD	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. amygdalus</i>	España
Mirobolán 713 AD	<i>P. cerasifera</i>	España
Mirobolán B	<i>P. cerasifera</i>	U.K.
Mirobolán 29 C	<i>P. cerasifera</i>	USA
Mirobolán GF 3-1	<i>P. cerasifera</i> x <i>P. salicina</i>	Francia
Mirobolán P 2175	<i>P. cerasifera</i>	Rumania
Mirobolán P 2315	<i>P. cerasifera</i>	Francia
Mirobolán P 2980	<i>P. cerasifera</i>	Francia
Mirocal	<i>P. cerasifera</i>	Francia
Peach-Plum 3593 AD	<i>P. domestica</i> ?	USA
Sapa Plum	<i>P. besseyi</i> x <i>P. salicina</i>	USA
Torinel	<i>P. domestica</i>	Francia
VVA-1	<i>P. tomentosa</i> × <i>P. Cerasifera</i>	Rusia

**Tabla 2** - Desarrollo de las uniones de injerto en distintos patrones *Prunus* injertados con las variedades de ciruelo japonés ‘Golden Japan’ y la de albaricoquero Moniquí, a los 7 años del injerto.

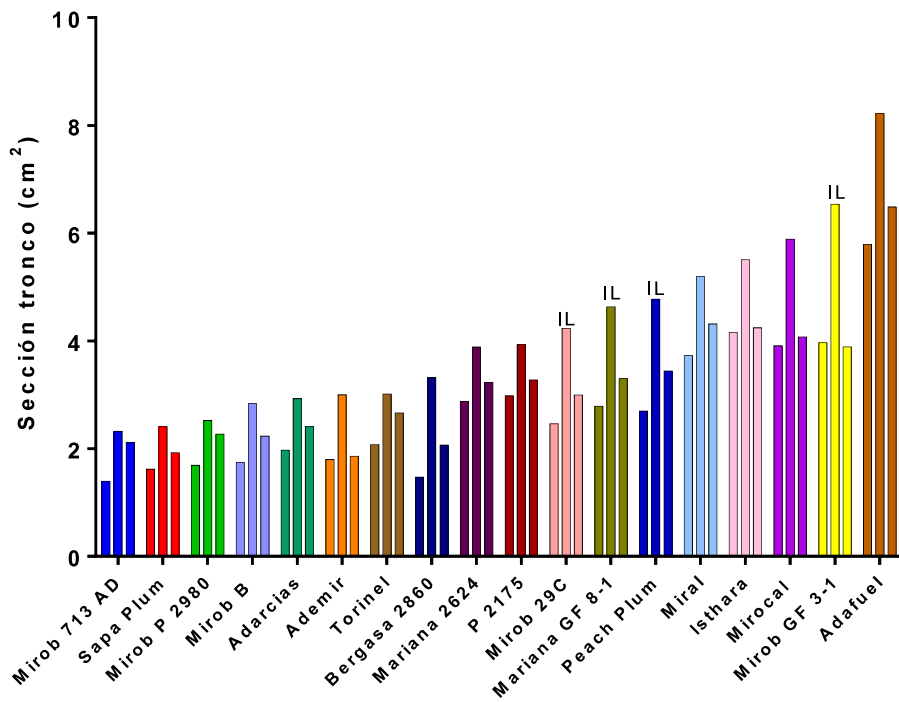
	Sección del tronco (cm <sup>2</sup> )		
	Variedad	Unión	Patrón
<b>‘Golden Japan’</b>			
Adafuel	5,79 h	8,22 h	4,69 e
Adarcias	1,97 abcd	2,93 abcd	2,41 ab
Ademir	1,80 abcd	3,00 abcd	1,86 a
Bergasa 2860 AD	1,47 ab	3,31 abcd	2,07 ab
Mariana GF 8-1	2,79 cdef	4,64 cdef	3,30 abcd
Isthara	4,16 g	5,51 efg	4,24 d
Mariana 2624	2,88 cdef	3,88 abcde	3,23 abcd
Miral	3,73 efg	5,19 efg	4,31 d
Mirobolán 713 AD	1,75 abcd	2,83 abc	2,23 ab
Mirobolán B	1,40 a	2,32 a	2,11 ab
Mirobolán 29 C	2,46 abcd	4,23 bcdef	3,00 abcd
Mirobolán GF 3-1	3,97 fg	6,54 g	3,89 cd
Mirobolán P 2175	2,98 defg	3,93 abcde	3,28 abcd
Mirobolán P 2980	1,69 abc	2,52 ab	2,27 ab
Mirocal	3,91 fg	5,89 fg	4,08 cd
Peach-Plum	2,70 bcde	4,78 defg	3,44 bcd
Sapa Plum	1,62 abc	2,40 ab	1,93 a
Torinel	2,08 abcd	3,02 abcd	2,67 abc
<b>‘Moniquí’</b>			
Ademir	3,14 cd	6,01 c	3,44 bc
Deep Purple	0,62 a	1,73 a	1,14 a
Mariana 2624	1,22 ab	3,25 abc	2,02 ab
Mirobolán 713 AD	1,36 ab	3,58 abc	2,81 abc
Mirobolán B	1,09 ab	3,45 abc	2,26 ab
Mirobolán 29 C	2,12 abcd	5,70 bc	3,79 bc
Mirobolán GF 3-1	1,53 abc	3,44 abc	2,95 abc
Mirobolán P 2315	2,46 bcd	4,01 abc	3,67 bc
Mirobolán P 2980	1,61 abc	4,14 abc	1,96 ab
Mirocal	6,11 e	14,22 d	6,46 d
Peach Plum 3593 AD	3,38 d	4,68 abc	4,55 cd
Sapa Plum	1,62 abc	4,68 abc	2,23 ab
Torinel	1,63 abc	2,53 ab	2,42 abc
VVA-1	0,48 a	2,01 a	0,82 a

La separación de medias se ha realizado mediante el test de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Para la misma variedad, los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas.

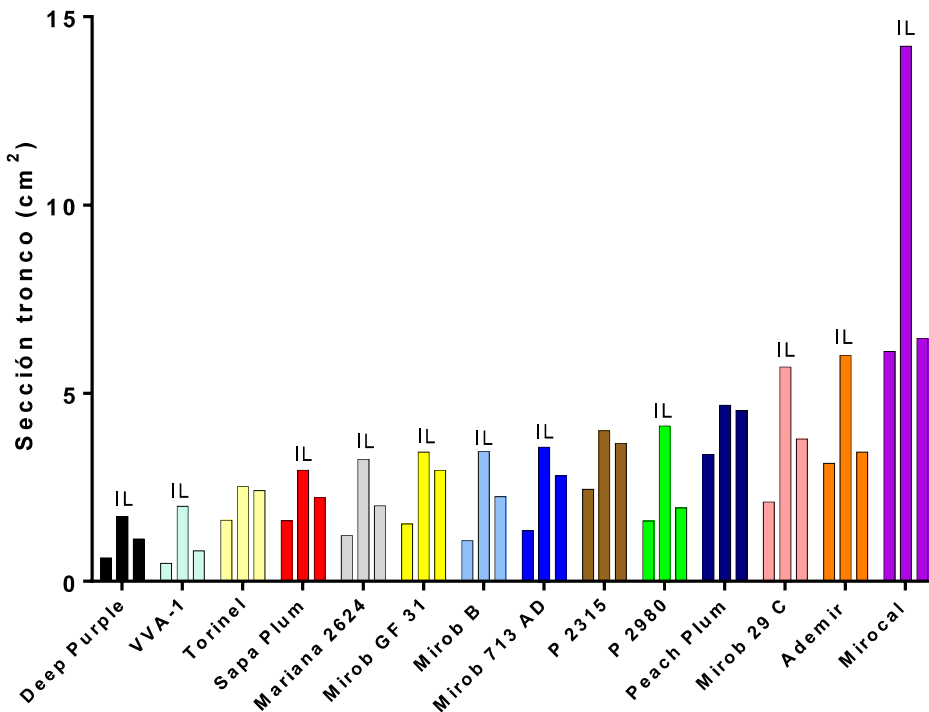
**Tabla 3** - Análisis interno de uniones de injerto en distintos patrones *Prunus* injertados con la variedad de ciruelo japonés ‘Golden Japan’ y con la de albaricoquero ‘Moniquí’.

Patrones	Incompatibilidad localizada				
	A	B	C	D	E
Número de árboles					
<b>‘Golden Japan’</b>					
Adafuel	6	-	-	-	-
Adarcias	-	12	2	-	-
Ademir	9	-	-	-	-
Bergasa 2860 AD	8	-	-	-	-
Isthara	6	-	-	-	-
Mariana 2624	11	-	-	-	-
Mariana GF 8-1	-	-	6	5	-
Miral	6	-	-	-	-
Mirobolán 713 AD	7	-	-	-	-
Mirobolán B	-	-	15	-	-
Mirobolán 29 C	-	-	6	5	-
Mirobolán GF 3-1	-	-	-	4	-
Mirobolán P 2175	8	-	-	-	-
Mirobolán P 2980	13	-	-	-	-
Mirocal	11	-	-	-	-
Peach Plum 3593 AD	-	-	-	11	-
Sapa Plum	6	3	-	-	-
Torinel	10	-	-	-	-
<b>‘Moniquí’</b>					
Ademir	-	-	-	19	1
Deep Purple	-	-	-	10	-
Mariana 2624	-	-	-	13	-
Mirobolán 713 AD	-	-	-	9	-
Mirobolán B	-	-	-	9	-
Mirobolán 29 C	-	-	-	5	-
Mirobolán GF 3-1	-	-	-	10	-
Mirobolán P 2315	10	-	-	-	-
Mirobolán P 2980	-	-	-	9	-
Mirocal	-	-	-	4	2
Peach Plum 3593 AD	-	-	6	-	-
Sapa Plum	-	-	4	5	1
Torinel	8	-	-	-	-
VVA-1	-	-	-	4	-

Categorías A, B, C, D, y E: clasificación del grado de incompatibilidad ‘localizada’, de acuerdo a Mosse y Herrero (1951).



**Figura 1.** Área de la sección del tronco de diferentes patrones *Prunus* injertados con el ciruelo japonés ‘Golden Japan’. Para cada patrón, la primera barra del histograma corresponde a la variedad injertada, la segunda a la línea de unión y la tercera al patrón. IL: Incompatibilidad localizada.



**Figura 2.** Área de la sección del tronco de diferentes patrones *Prunus* injertados con el albaricoquero ‘Monique’. Para cada patrón, la primera barra del histograma corresponde a la variedad injertada, la segunda a la línea de unión y la tercera al patrón. IL: Incompatibilidad localizada.