

Evaluación del comportamiento vegetativo y compatibilidad de injerto de variedades de peral sobre los patrones 'BA-29' y 'OHF-87'

P. Irisarri, A. Pina y P. Errea*

Unidad de Hortofruticultura, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Avda. de Montañana 930, 50059 Zaragoza, España

Resumen

Este trabajo analiza el comportamiento de diferentes variedades de peral ('Conferencia', 'Williams', 'Decana de Comice' y 'Mantecosa Hardy') con distinto grado de compatibilidad con un patrón membrillero ('BA-29') y un patrón peral ('OHF-87'). El estudio se llevó a cabo a lo largo de 2 años en una parcela experimental del CITA de Aragón en Zaragoza. Se realizaron mediciones de la longitud del injerto, el número de ramas, longitud entre los nudos de las ramas, engrosamiento de las tres zonas que componen el injerto: unión, patrón y variedad, y se clasificaron las uniones en función de su estructura interna con el fin de relacionar estos parámetros con el grado de compatibilidad de las combinaciones. El patrón 'OHF-87' mostró una buena compatibilidad de injerto con todas las variedades ensayadas. En el caso de BA-29, la variedad 'Williams' mostró un menor crecimiento del injerto, un mayor engrosamiento en la zona de unión y una caracterización interna de la unión clasificada de incompatible. Los parámetros que más se relacionan con la respuesta a la compatibilidad de injerto son la estructura interna de las uniones, el engrosamiento de la zona de injerto y el grado de crecimiento de la variedad.

Palabras clave: Interacción patrón-variedad, portainjertos para peral, *Pyrus communis* L.

Abstract

Evaluation of the vegetative characteristics and graft compatibility of pear varieties grafted on 'BA-29' and 'OHF-87' rootstocks

The vegetative growth and graft compatibility were evaluated in different pear cultivars ('Conferencia', 'Williams', 'Decana de Comice' and 'Mantecosa Hardy') with different degree of compatibility grafted on two rootstocks (quince 'BA-29' and pear 'OHF-87'). The study was carried out over 2 years in a field at CITA de Aragón in Zaragoza. The following growth parameters were measured: graft length, number of branches, length between nodes, and trunk diameter at the three graft zones: above, below and at the graft union. The internal characterization of the different unions was also recorded with the aim of elucidating whether the growth parameters were related to the degree of graft compatibility. The rootstock 'OHF-87' showed a good graft compatibility with all the tested cultivars. The cultivar 'William' grafted on the rootstock 'BA-29' exhibited much slower growth and thickening of the trunk diameter at the graft interface, and therefore it was classified as an incompatible combination. The internal structure, thickening at the graft interface and the graft length were found to be related to graft compatibility.

Key words: Rootstock-scion interaction, pear rootstocks, *Pyrus communis* L.

* Autor para correspondencia: perrea@aragon.es

<http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.015>

Introducción

El cultivo de peral (*Pyrus* spp.) plantea problemas causados principalmente por el exceso de vigor cuando se utiliza un patrón de peral franco, clorosis cuando se utiliza el membrillero como patrón en suelos calizos y con alto pH sumado a una compatibilidad insuficiente entre algunas variedades y el patrón de membrillero (Lombard y Westwood, 1987; Felipe, 1990; Ermel et al., 1999). Uno de los principales problemas del uso de membrilleros (*Cydonia oblonga* L.) como patrones de peral reside en que algunas variedades manifiestan incompatibilidad localizada, que puede tardar varios años en observarse externamente, después del crecimiento normal de las plantas establecidas en campo (Ermel et al., 1997). A pesar de ello, aporta ventajas como una buena eficiencia productiva, carácter enanizante, homogeneidad de plantas y precocidad en la entrada en producción en comparación con los francos. Para evitar el problema de incompatibilidad se pueden utilizar intermediarios en el injerto con buena afinidad con el patrón (Mosse y Herrero, 1951; Mosse, 1962; Carrera, 1996). En la actualidad, otra alternativa es el uso de patrones clonales del género *Pyrus* como por ejemplo la serie 'OHxF' procedentes del cruzamiento entre 'Old Home' x 'Farmingdale', seleccionados por su resistencia al fuego bacteriano, a la clorosis férrica, su vigor reducido, buena compatibilidad con distintas variedades de peral, alta eficiencia productiva y alta calidad al fruto (Felipe, 1990; Bonany et al., 2005; Asín et al., 2007). La compatibilidad de injerto con el máximo número posible de variedades es uno de los objetivos más importantes dentro de los programas de mejora de patrones para frutales (Felipe, 1990; Llácer, 2005). Las principales características que se observan en las combinaciones de injertos incompatibles de peral sobre membrillero son la línea de necrosis y la discontinuidad vascular en la zona del injerto que produce una rotura de

la unión por la acción de vientos fuertes o del forzado mecánico (Andrew y Serrano-Márquez, 1993; Carrera, 1996; Ermel et al., 1999; Hartmann et al., 2002). Este fenómeno también ocurre con frecuencia en otras combinaciones formadas por diferentes especies: albaricoque/ciruelo (Errea y Felipe, 1993; Errea et al., 1994), albaricoque/melocotón (Lapins, 1959). Estos síntomas suelen manifestarse tras varios años de crecimiento en campo, sin impedir que el árbol pueda desarrollarse, aparentando un crecimiento normal (Herrero, 1951). Estudios previos realizados en peral sobre membrillero (Brian y Duron, 1971) y albaricoquero sobre ciruelo (Errea et al., 1994), asocian la presencia de estas discontinuidades vasculares a un mal funcionamiento del nuevo cambium formado en la unión del injerto, que desemboca en una falta de continuidad vascular y presencia de zonas parenquimatosas.

El conocimiento de los mecanismos implicados en la compatibilidad de injerto es fundamental para determinar el futuro comportamiento de una combinación en una etapa temprana. Tradicionalmente, las observaciones anatómicas para determinar el grado de compatibilidad de una combinación, se han llevado a cabo después de varios años de desarrollo vegetativo del árbol, que es cuando se manifiestan estos síntomas (Errea y Felipe, 1993; Pina y Errea, 2005). Sin embargo, no se han desarrollado estudios que correlacionen observaciones adicionales a las líneas de necrosis y discontinuidad vascular en una etapa temprana del crecimiento. Se han definido algunos síntomas externos que podrían ir asociadas a los mecanismos de compatibilidad, aunque no siempre pueden relacionarse directamente; porcentaje de prendimiento del injerto, disminución del crecimiento vegetativo, engrosamiento en la zona de unión, diferencias en la tasa de crecimiento o vigor de la misma variedad con distintos patrones (Hartmann et al., 2002). Si bien se han llevado

a cabo estudios a nivel microscópico para determinar las diferencias en el desarrollo del injerto en las etapas tempranas a su desarrollo (Ermel et al., 1997; 1999), no se han observado síntomas externos en el crecimiento en campo asociados a estas posibles malformaciones a nivel interno de las combinaciones compatibles e incompatibles. En este trabajo se han evaluado diferentes parámetros vegetativos y la respuesta a la compatibilidad de injerto de cuatro cultivares de peral sobre dos patrones diferentes (membrillero y peral), realizando el seguimiento en campo durante dos años después del injerto, con el fin de encontrar una relación entre los parámetros vegetativos y la compatibilidad de injerto localizada que manifiestan algunas combinaciones de peral.

Material y métodos

Material vegetal y características del ensayo

Las variedades de peral (*Pyrus communis* L.) injertadas en este estudio fueron 'Conferencia' ('Co' Sawbridgeworth, Inglaterra), 'Williams' ('Wi', Aldermaston, Inglaterra), 'Decana de Comice' ('Dec', Angers, Francia) y 'Mantecosa Hardy' ('Mant', Desconocido, Francia). Estas variedades se injertaron sobre dos patrones: peral 'Old Home' x 'Farmingdale' clon 'OHF-87' (Brooks, Oregón, EE. UU.) y membrillero '*Cydonia oblonga* Mill.' clon 'BA-29' (Beaucouzé-Angers, Francia). Tanto las variedades como los patrones era material libre de virus. Los injertos fueron realizados en vivero sobre patrones de un año de edad con un diámetro entre 7-10 mm utilizando el método de injerto 'chip' (Howard, 1977), en las primaveras de los años 2011 y 2012. Se establecieron entre 12 y 30 injertos para cada unión y al menos 10 injertos fueron observados para cada combinación (Tabla 1).

Las condiciones de cultivo fueron riego a manta, en un suelo calcáreo poco permeable, con un pH de 8.3, y contenido en caliza activa de 9 a 10%.

Evaluación de actividad vegetativa

Se siguió el desarrollo vegetativo de las distintas combinaciones y se determinaron los siguientes parámetros en los otoños de 2012 y 2013: % de prendimiento del injerto, la longitud del injerto desde la zona de unión al extremo de la variedad, número de ramas, longitud entre los nudos de la variedad injertada en tres brotes del año de cada combinación y repetición, y engrosamientos de la zona de unión, de la variedad y el patrón 5 cm por encima y por debajo del punto de injerto en las combinaciones de 1 y 2 años.

Caracterización interna de las uniones

Se llevaron a cabo cortes en todas las uniones con una sierra DW876 (Dewalt, Italia) por encima y por debajo de la unión y también longitudinalmente a la superficie del injerto. Las observaciones internas que se realizaron fueron la discontinuidad parcial o total de la madera y la presencia de involución en el punto de unión siguiendo los criterios establecidos por Herrero (1951). Se establecieron cinco categorías A, B, C, D, E, de acuerdo con el grado de establecimiento de la estructura interna de la unión. La categoría A presentaría continuidad tanto de la madera como de la corteza, la categoría B se observarían algunos defectos estructurales como una leve discontinuidad entre la madera y la corteza o involución del cambium en la línea de unión, la categoría C se caracteriza por una evidente capa de tejido parenquimatoso en la madera y la corteza o en la línea de unión, la categoría D mostraría un alto grado de discontinuidad tanto de la madera como de la corteza y por último la categoría E representaría aquellas uniones que se han separado debido a la

Tabla 1. Combinaciones estudiadas, comportamiento al injerto y nº de injertos realizados en los años 2011 y 2012

Tabla 1. Graft combinations, graft compatibility and number of grafts in the years 2011 and 2012

Tiempo injertado	Combinación		Comportamiento del injerto	Nº injertos
	Patrón	Variedad		
2 años	BA-29	Williams	incompatible	28
		Conferencia	compatible	28
		BA-29	compatible	10
	OHF-87	Williams	compatible	19
		Conferencia	compatible	20
	1 año	BA-29	BA-29	compatible
Conferencia			compatible	12
Williams			incompatible	12
Decana			compatible	12
Mantecosa			compatible	12
OHF-87		OHF-87	compatible	12
		Conferencia	compatible	12
		Williams	compatible	12
		Decana	compatible	12
		Mantecosa	compatible	12

capa de tejido de callo lignificado. Las categorías A, B y C se consideran compatibles en la práctica, al no presentar, o presentar levemente, capa de tejido parenquimatoso en la zona de unión que dificulte su resistencia mecánica, mientras que las categorías D y E presentan discontinuidad en corteza y madera y se consideran incompatibles.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos de cada uno de los parámetros estudiados (longitud del injerto, número de ramas, longitud entre

los nudos de las ramas, engrosamiento de las tres zonas que componen el injerto y el grado de compatibilidad de cada combinación) se realizó con el programa IBM SPSS Statistics v.21. Los datos que mostraron una distribución normal se analizaron mediante un ANOVA, en caso de verificación de diferencias significativas se realizaron los tests de comparaciones múltiples como Tukey para muestras homocedásticas o Tamhane 2 para muestras heterocedásticas ($P < 0,05$). Sin embargo, si los datos no mostraban una distribución normal se utilizó el test no paramétrico Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

Resultados y discusión

Observaciones externas

Porcentaje de prendimiento

En el otoño siguiente después del injerto se contabilizaron los injertos que habían prendido para cada combinación y se determinó el porcentaje de prendimiento (Tabla 2). Con los datos obtenidos podemos observar que para las variedades injertadas sobre el patrón 'BA-29' los resultados se encuentran entre

un 50-90% bastante heterogéneo si lo comparamos con el patrón 'OHF-87' que se encuentran entre un 80-90% de éxito más homogéneo para todas las variedades. Cabe destacar el menor porcentaje de las variedades 'Co' y 'Wi' sobre el patrón 'BA-29' y de ellas 'Wi' (incompatible) se queda en un 50% aproximadamente. Estos datos podrían indicar diferencias en el éxito de prendimiento que podrían estar asociadas a distintos factores que influyen en el buen desarrollo del injerto (Hartmann et al. 2002).

Tabla 2. Porcentaje de prendimiento de las distintas variedades sobre los patrones 'BA-29' y 'OHF-87' en el año 2012
 Table 2. Percentage of successful bud take of the different cultivars grafted on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF-87' in the year 2012

Combinación		Prendimiento (%)
Patrón	Variedad	
BA-29	BA-29	78,57
	Conferencia	65,11
	Williams	53,33
	Decana	91,67
	Mantecosa	83,33
OHF-87	OHF-87	87,10
	Conferencia	83,33
	Williams	79,31
	Decana	91,67
	Mantecosa	91,67

– Crecimiento del injerto

Durante el primer año de crecimiento no se observaron diferencias significativas en el crecimiento del injerto entre las variedades de peral 'Mantecosa Hardy', 'Williams' y 'Conferencia' injertadas sobre el patrón 'BA-29', mientras que el homoinjerto 'BA-29/BA-29'

mostró un crecimiento significativamente mayor que la combinación 'Decana/BA-29' (Figura 1A). Se observó la misma respuesta de las variedades sobre el patrón 'OHF-87' lo que refleja que las diferencias en el crecimiento durante el primer año están en relación con la variedad y no con la respuesta al

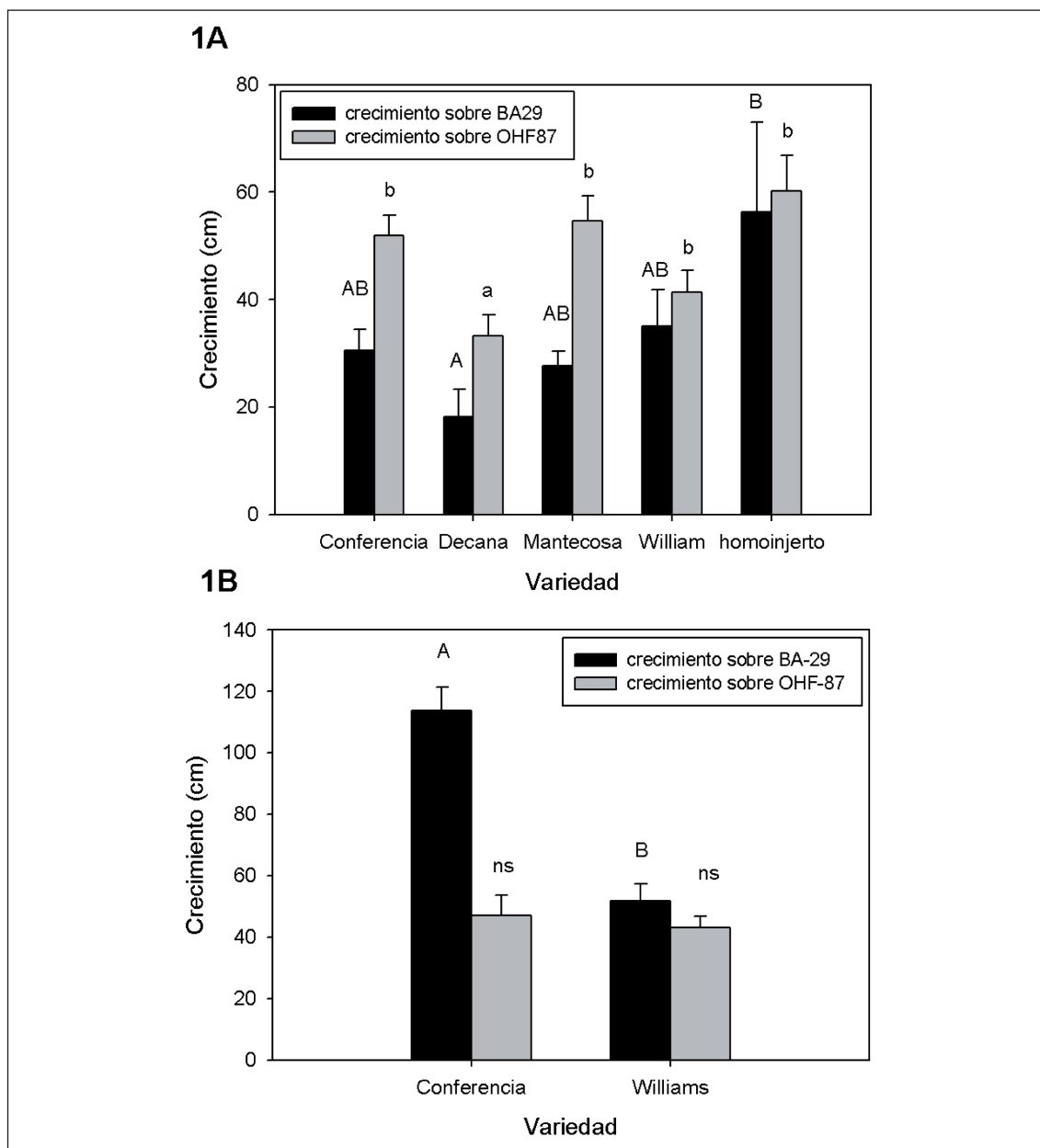


Figura 1. Crecimiento del injerto en un año (A) y dos años (B) de las variedades de peral sobre ambos patrones 'BA-29' y 'OHF-87'.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre combinaciones en relación con el patrón 'BA-29' ($P < 0,05$) y letras minúsculas diferentes indican diferencias en el patrón 'OHF-87' ($P < 0,05$).

Figure 1. Graft growth of pear varieties on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF-87' one year after grafting (A) and two years after grafting (B).

injerto, y que el patrón membrillero 'BA29' induce un menor crecimiento en todas las variedades con respecto al 'OHF-87'. Sin embargo, dos años después del injerto, y para el mismo patrón, el crecimiento es significativamente mayor en la combinación compatible 'Co/BA-29' que para la combinación incompatible 'Wi/BA-29', mostrando diferencias que podrían estar asociadas a un distinto comportamiento al injerto más que a la diferencia varietal que no se muestra en el primer año en estas dos variedades. En cambio, cuando están injertadas con el patrón 'OHF-87' las dos variedades mostraron crecimientos similares (Figura 1B). Diferentes hipótesis han sido propuestas para explicar el reducido crecimiento de la variedad injertada; inhibición en el transporte de auxinas que afecta a la diferenciación de nuevas conexiones vasculares (Aloni *et al.*, 2010; Hartmann *et al.* 2002) o necrosis en la zona del injerto por incompatibilidad y deficientes conexiones vasculares (Gur *et al.*, 1968; Gur and Blum, 1973). En combinaciones de cerezo se observó que un reducido número de conexiones vasculares, determinado por las diferencias en la diferenciación vascular tras la formación del callo, dieron lugar a un menor crecimiento de la variedad injertada (Olmstead *et al.*, 2006). Las diferencias encontradas en el segundo año entre combinaciones compatibles e incompatibles, podría estar en relación con la limitación en la formación de conexiones vasculares por la falta de compatibilidad, como se ha visto en combinaciones melocotonero/mirobolán, donde una menor medida de crecimiento del injerto se asoció a síntomas externos de incompatibilidad (Herrero, 1956). En cambio, las diferencias observadas en el primer año parecen estar relacionadas con la variedad utilizada pero no con la respuesta de comportamiento al injerto.

– Ramas y longitud entrenudos

En los injertos de dos años se observó que 'Co' tiene un número de ramas significativamente mayor que 'Wi' independientemente del pa-

trón donde se ha injertado (Figura 2). En este sentido, el parámetro del número de ramas es cultivar-dependiente. Los datos obtenidos para la longitud entre los entrenudos no mostraron diferencias significativas asociadas al comportamiento patrón-variedad (datos no presentados).

– Engrosamiento del tronco

Engrosamiento de la variedad: Mientras que en el primer año del injerto, no se observan diferencias significativas entre las distintas combinaciones (datos no presentados), a los dos años se observa que la variedad 'Co' ha engrosado significativamente más que 'Wi' cuando está injertada sobre 'BA-29', sin embargo, sobre 'OHF-87' el engrosamiento es similar para las dos variedades (Figura 3). El sobrecrecimiento de la variedad en combinaciones de injerto se ha asociado en ocasiones con problemas de incompatibilidad, pero no es en sí mismo un indicador de la misma (Aloni, 1987), y parece estar más asociada a la tendencia genética al crecimiento de la variedad que al problema de la compatibilidad (Hartmann *et al.*, 2002).

Engrosamiento de la unión: En las medidas realizadas a un año se observan algunas diferencias entre variedades no relacionadas con la respuesta de compatibilidad (datos no presentados). Para los injertos de dos años la combinación incompatible 'Wi/BA-29' muestra un engrosamiento mayor en la zona de unión con respecto al de la zona de la variedad y del patrón. Resultados similares se han obtenido en otros estudios con combinaciones incompatibles de melocotonero/albari-coquero (Dos Santos Pereira *et al.*, 2013).

Engrosamiento del patrón: Las combinaciones de un año no mostraron diferencias en el engrosamiento del patrón en función de la variedad injertada (datos no presentados). A los dos años, el patrón 'OHF-87' no mostró diferencias en el engrosamiento aunque haya sido injertado con 'Wi' o 'Co', sin embargo, el patrón membrillero 'BA-29' si mostró un engrosamiento significativamente menor cuando la variedad injertada fue 'Wi' (Figura 3).

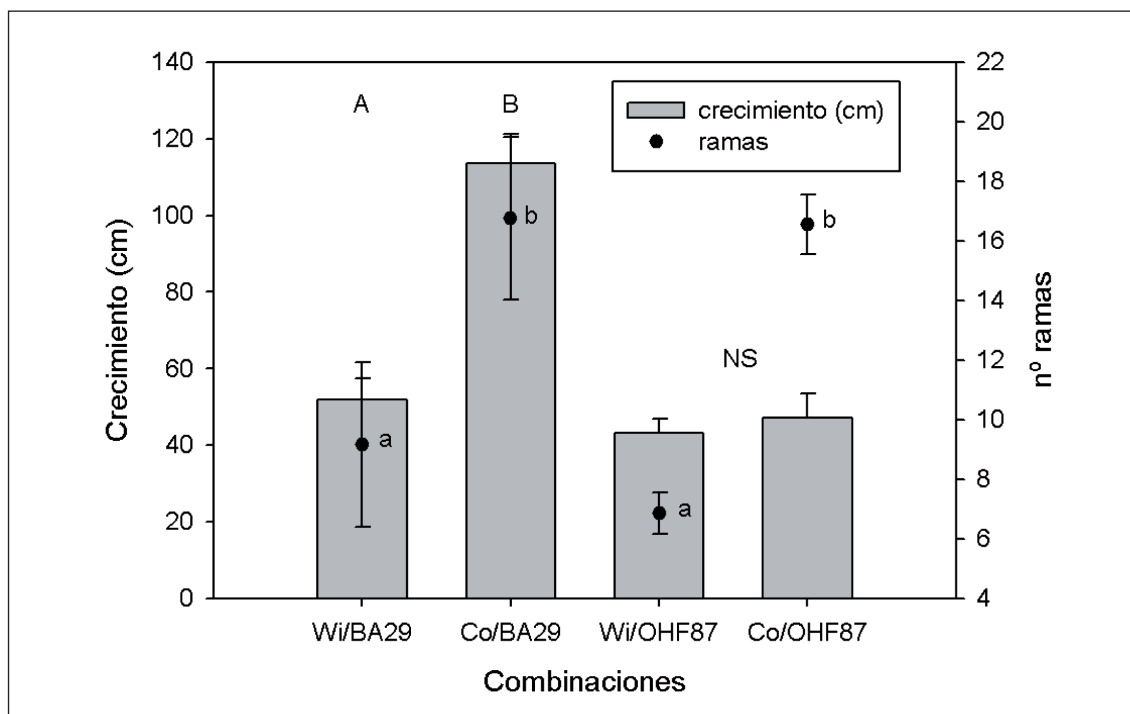


Figura 2. Crecimiento y desarrollo de ramas para las variedades injertadas a lo largo de los 2 años para los dos tipos de patrones 'BA-29' y 'OHF87'.

Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas para el crecimiento entre variedades sobre el mismo patrón y letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas para el nº de ramas ($P < 0,05$).

Figure 2. Vegetative growth and number of branches of pear varieties grafted on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF87' during 2 years after grafting.

Caracterización internas de las uniones

Cada individuo de una combinación ha sido clasificado según la línea de unión del injerto, en cinco categorías (A-E), según el criterio de Herrero (1951). Cuando la mayoría de las uniones de una variedad se clasifican en A y B esta puede ser considerada compatible. Si se clasifican en los tipos C y D, especialmente en D, se considerará que la variedad es incompatible aunque puede comportarse bien según el entorno (Carrera, 1996). Según los datos obtenidos para el patrón membrillero 'BA-29' (Tabla 3) las variedades injertadas de

un año muestran resultados muy variables, cuando están injertadas sobre 'BA29', que no podrían clasificar la respuesta de compatibilidad. Tanto las variedades con comportamiento compatible como las de comportamiento incompatible, muestran diferentes comportamientos en las uniones que las clasifican en un gran número de categorías, hecho que no sucede cuando el patrón es 'OHF87'. Estas diferencias de comportamiento en el primer año parecen estar en relación con los mecanismos que intervienen en la formación del injerto, que muestran una gran variabilidad en función del patrón (Ermel et

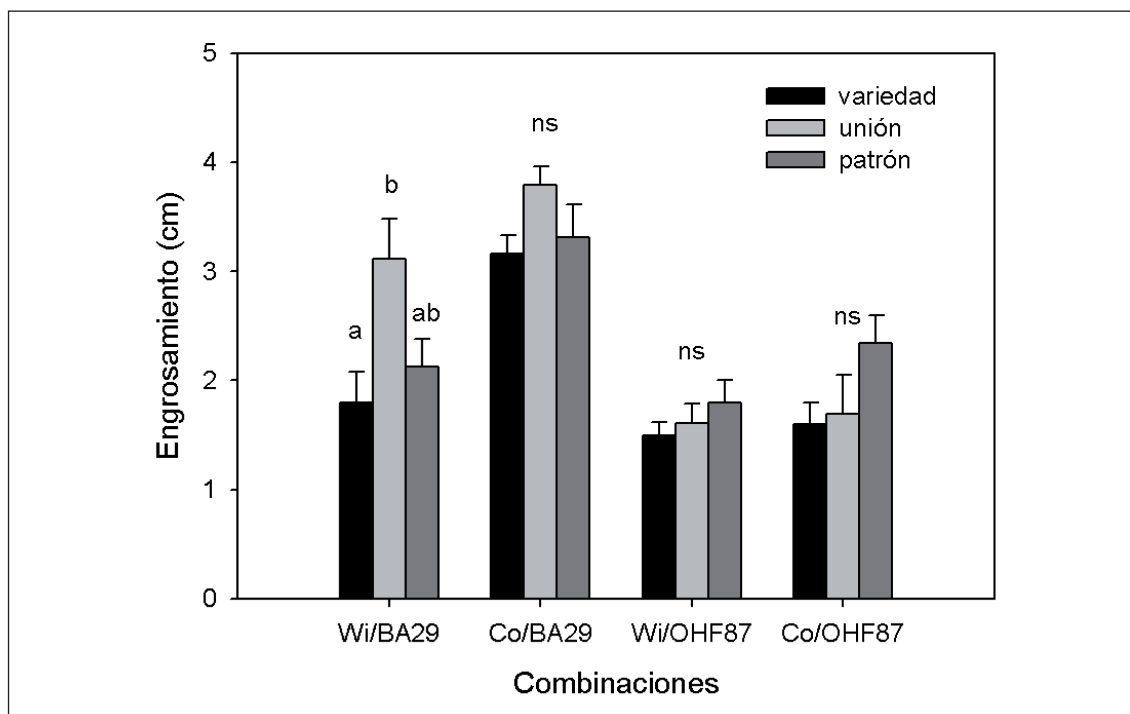


Figura 3. Engrosamientos del tronco de las combinaciones en las diferentes zonas a los dos años. Las letras diferentes corresponden a las diferencias significativas para el test de Tukey ($P < 0,05$) observadas entre las distintas zonas para la combinación 'Wi/BA-29'; ns indica diferencias no significativas.

Figure 3. Thickening of the trunk in the different graft zones (graft union, 5 cm above and below the graft union) two years after grafting.

Tabla 3. Clasificación de las uniones de variedades de peral sobre los patrones 'BA-29' y 'OHF-87' a los 2 años del injerto en función de la estructura interna del injerto

Table 3. Classification of pear varieties grafted on the rootstocks 'BA-29' and 'OHF-87' two years after grafting according to the internal graft surface

Patrón	Variedades	Nº de uniones	% individuos según categoría de las uniones				
			A	B	C	D	E
'BA-29'	Williams	14	0	14	21	57	7
	Conferencia	17	6	53	35	6	0
	BA-29	10	80	20	0	0	0
'OHF-87'	Williams	15	67	27	7	0	0
	Conferencia	11	100	0	0	0	0

al., 1997; Zarrouk *et al.*, 2010). Esta variabilidad también fue observada en combinaciones peral/membrillero en observaciones internas de la unión (Carrera, 1996) y en los primeros estadios de desarrollo del injerto, donde en todas las combinaciones se detectó la formación inicial de una línea necrótica tras la adhesión de las dos partes que se producía en todos los injertos en las primeras semanas de desarrollo (Ermel *et al.*, 1997). La posterior producción de tejido de callo en los procesos de crecimiento del injerto, y su diferenciación o no hacia conexiones vasculares, es lo que determina el comportamiento de la combinación (Errea *et al.*, 1994; Ermel *et al.*, 1999). En las observaciones realizadas para los injertos de dos años (Tabla 3), se puede observar una gran correlación entre las observaciones llevadas a cabo en la zona de unión y la clasificación de las categorías en función de su comportamiento al injerto. La mayoría de los injertos de la variedad 'Wi' injertada sobre el patrón 'BA-29' se agrupan en la categoría D, lo que se corresponde con el comportamiento incompatible de la variedad. La clasificación de las uniones 'Co/BA-29' se encuentra entre las categorías B-C, así como los homoinjertos 'BA29-BA29' que se clasifican en la categoría A, todas ellas correspondientes con el comportamiento compatible. En definitiva, se observa que cuando el patrón es membrillero 'BA29', existe relación con el comportamiento de compatibilidad cuando las observaciones se llevan a cabo después del primer año de crecimiento en vivero. En cambio, cuando el patrón es OHF-87 (Tabla 3), se puede observar que la mayoría de los individuos se agrupan en la categoría A independientemente del tiempo injertado y de la variedad, siendo todas las combinaciones compatibles para todas las variedades, por lo que la relación entre las observaciones internas y su relación con el comportamiento al injerto se establece desde el primer año de crecimiento en combinaciones patrón-injerto.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo era encontrar una relación entre los parámetros vegetativos y la compatibilidad de injerto localizada que manifiestan algunas combinaciones de peral. Las observaciones realizadas ponen de manifiesto, que si bien durante el primer año no existen diferencias significativas de estas respuestas asociadas a la compatibilidad de injerto, a los dos años, algunos de estos parámetros podrían estar asociados a la respuesta de compatibilidad. En este tiempo, tanto la observación interna de las uniones, como la respuesta del engrosamiento de la zona de unión y el crecimiento del injerto son los parámetros que mejor se relacionan con la compatibilidad de injerto en estas combinaciones. Sin embargo, otros parámetros como el engrosamiento de la variedad o el patrón, y el número de ramas y longitud de los entrenudos de la variedad injertada, no son parámetros que puedan estar asociados a los fenómenos de desarrollo de la unión en función de la respuesta de compatibilidad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación del INIA RTA 2009-00128, RTA2012-00097 y por el Grupo Consolidado de Investigación de Aragón A12.

Bibliografía

- Aloni B, Cohen R, Karni L, Aktas H, Edelstein M (2010). Hormonal signaling in rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae* (Amsterdam) 127: 119-126.
- Aloni R (1987). Differentiation of vascular tissues. *Annual Review Plant Biology* 38: 179-204.

- Andrew PK, Serrano-Márquez CS (1993). Graft incompatibility. *Horticultural Reviews* 15: 183-231.
- Asín L, Dolcet-Sanjuan R, Vilardell P, Claveria E, Bonany J, Iglesias I, Simard MH (2007). Selección de nuevos patrones de peral, con tolerancia a clorosis férrica y vigor reducido. *Fruticultura Profesional* 168: 19-28.
- Bonany J, Claveria E, Iglesias I, Asin L, Simard MH (2005). Breeding of Pear Rootstocks. First Evaluation of New Interespecific Rootstocks for Tolerance to Lime-induced Chlorosis and Induced Vigour under Field Conditions. IXth International Pear Symposium. Stellenbosch, Sudáfrica, 1-6 febrero 2004. *Acta Horticulturae* 671: 239-242.
- Brian C, Duron M (1971). Contribution à l'étude de l'incompatibilité au greffage des combinaisons poirier/cognassier. I. Etude du processus d'union sur matériel herbacé. *Annales de l'Amélioration des Plantes* 21: 445-463.
- Carrera M (1996). Observaciones sobre la incompatibilidad de injerto entre variedades de peral y patrones membrillero. *Fruticultura Profesional* 78: 52-55.
- Dos Santos Pereira I, Silva Messias R, Diniz Campos Â, Errea P, Corrêa Antunes LE, Fachinello JC, Pina A (2013). Growth characteristics and phenylalanine ammonia-lyase activity in peach grafted on different *Prunus* spp. *Biologia Plantarum* 58: 114-120.
- Ermel FF, Kervella J, Catesson a. M, Poëssel JL (1999). Localized graft incompatibility in pear/quince (*Pyrus communis*/*Cydonia oblonga*) combinations: multivariate analysis of histological data from 5-month-old grafts. *Tree Physiology* 19: 645-654.
- Ermel FF, Poëssel JL, Faurobert M, Catessons AM (1997). Early Scion/Stock Junction in Compatible and Incompatible Pear/Pear and Pear/Quince Grafts: a Histo-cytological Study. *Annals of Botany* 79: 505-515.
- Errea P, Felipe AJ (1993). Compatibilidad de injerto en albaricoquero (*Prunus armeniaca*). *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetal* 8: 67-77.
- Errea P, Felipe AJ, Herrero M (1994). Graft establishment between compatible and incompatible *Prunus* spp. *Journal of Experimental Botany* 45: 393-401.
- Felipe AJ (1990). Patrones para albaricoquero, ciruelo y cerezo. *Fruticultura Profesional* 30: 3-8.
- Gur A, Blum A (1973). Role of cyanogenic Glycoside in incompatibility between peach scions and almond rootstock. *Horticultural Research* 13: 1-10.
- Gur A, Samish RM, Lifshitz E (1968). The role of the cyanogenic glycoside of the quince in the incompatibility between pear cultivars and quince rootstocks. *Horticultural Research* 8: 113-134.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies FT, Geneve RL (2002). *Plant propagation. Principles and practices*, 7th ed. Prentice hall.
- Herrero J (1951). Studies of compatible and incompatible graft combinations with special reference to hardy fruit trees. *Journal of Horticultural Science* 26: 186-237.
- Herrero J (1956). Incompatibilidad entre patrón e injerto. *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei* 149-172.
- Howard B (1977). Chip budding fruit and ornamental tree. *Proceedings of the International Plant Propagation Society* 27: 357-366.
- Lapins K (1959). Some symptoms of stock-scion incompatibility of apricot varieties on peach seedling rootstock. *Canadian Journal of Plant Science* 39: 194-203.
- Llácer G (2005). Problemática actual de la mejora genética de frutales en España. *Información Técnica Económica Agraria (ITEA)* 101: 364-372.
- Lombard PB, Westwood MN (1987). Pear rootstocks. En: *Rootstock for fruit trees* (Eds. Rom RC, Carlson RF). Nueva York, EE. UU. Wiley, pp. 145-183.
- Mosse B (1962). Graft incompatibility in fruit trees. *Technical Communication of the Commonwealth Bureau of Horticultural Plant Crops* 28: 1-36.
- Mosse B, Herrero J (1951). Studies on incompatibility between some pear and quince grafts. *Journal of Horticultural Science* 26: 238-245.

- Olmstead M, Lang N, Owens S (2006). Xylem vessel anatomy of sweet cherries grafted onto dwarfing and non dwarfing rootstocks. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 131: 577-585.
- Pina A, Errea P (2005). A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. *Scientia Horticulturae* 106: 1-11.
- Zarrouk O, Testillano, PS, Risueno, MC, Moreno MA, Gogorcena Y (2010). Changes in cell/tissue organization and peroxidase activity as markers for early detection of graft incompatibility in peach/plum combinations. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 135: 9-17.

(Aceptado para publicación el 1 de febrero de 2016)