

INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario

Núm.250 ■ Año 2013

Servicio de Recursos Agrícolas



Nuevos patrones para melocotonero: mejora de la eficiencia y calidad del fruto

1. Introducción

Los problemas más graves que en general se enfrenta el cultivo del melocotonero en Aragón son: la presencia mayoritaria de suelos inductores de clorosis férrica (deficiencia de hierro), la asfixia y la replantación (plantación de melocotoneros en suelos previamente plantados con la misma especie).

La deficiencia de hierro (clorosis férrica), da lugar a una disminución o inactivación de todos los procesos fisiológicos en los que interviene el hierro (Fe) y en particular, la síntesis de clorofila. Aunque son varias las causas que inducen la aparición de déficit de hierro en el vegetal (Marschner,1995), una de las causas más común es la presencia de altos niveles de carbonatos en el suelo de cultivo que hacen que el pH este fuertemente tamponado a valores en torno a 8 (Lindsay,1991), lo que se traduce en una baja solubilidad del hierro en el suelo, en la mayoría de los casos insuficiente para cubrir las necesidades del vegetal, y en la inhibición de los mecanismos de la toma de hierro (Fe) por las plantas (Lucena,2000).

En Europa, el mayor impacto de la deficiencia de hierro se observa en España, donde se estima que unas 284.381 hectáreas, destinadas a cultivo de cítricos, melocotoneros y otros frutales sufren este problema (MAPA, 2007).



Las especies de *Prunus* son consideradas altamente sensibles a problemas de replantación (Browne et al. 2006). Este problema ha sido descrito desde hace tres siglos, especialmente en Europa. Sin embargo sólo a comienzos de este siglo, algunos organismos, particularmente nemátodos y hongos de suelo, han sido reconocidas como agentes causales primarios en situaciones de replantación en melocotoneros, cerezos y ciruelos en EE.UU., Canadá, Europa y Australia.

La enfermedad o problema de la replantación se define como una desviación dañina en relación a un comportamiento normal, cuando la misma especie frutal u otra genéticamente relacionada, se establece por segunda vez en el mismo sitio de cultivo. A esta anomalía también se la conoce como "fatiga o cansancio del suelo" (Aldea, 1998; Catska, 1993).

Existe otro elemento que interviene en el complejo y corresponde a la liberación de fitotóxicas por parte de los restos de tejidos que permanecen en el suelo, estas sustancias afectan el crecimiento de otros organismos, especialmente árboles de la misma especie (Bent et al. 2009). En el melocotonero se conoce la amigdalina, un glucósido que inhibe la respiración de las raíces y provoca necrosis de tejidos, debido a que genera en su degradación ácido cianhídrico (Lemus, 1993).

El fenómeno descrito anteriormente es usual en comunidades de organismos y muchas especies presentan un comportamiento "alelopático" (Liu et al. 2008).

Más que en otras especies, en el melocotonero la elección del portainjerto esta condicionada casi exclusivamente a la superación de condiciones anómalas como asfixia, pH, cal activa, disponibilidad de agua, fitoparásitos del suelo y sustancias alelopáticas presentes en él (Durán, 1976).

El uso de nuevos portainjertos que son más resistentes a estrés abióticos y bióticos, induciendo adecuados crecimientos, representan la mejor solución para incrementar la productividad y la eficiencia (Reighard et al. 2008).

En el área Mediterránea, el portainjertos más utilizado en los últimos años, por su tolerancia a la deficiencia de hierro, ha sido el híbrido GF-677 (almendro x melocotonero). Sin embargo, induce un excesivo vigor (Cinelli and Loreti 2004). Otros portainjertos como Barrier y Cadaman, presentan resultados satisfactorios, incluso en determinadas condiciones de replantación (Massai and Loreti 2004).

El presente ensayo se realizó utilizando portainjertos híbridos de melocotonero y ciruelo de diferente vigor en un suelo calcáreo con elevado pH y en condiciones de replantación, injertados con la variedad de melocotonero `Calrico´ de maduración tardía. El objetivo es conocer el comportamiento agronómico de la variedad sobre los distintos patrones en esas condiciones de suelo mediante la evaluación controlada frente a agentes causales de estrés fisiológico y biológico.

2. Importancia del cultivo del melocotonero en España

A nivel nacional los frutales en regadío ocupan una superficie de 245.000 hectáreas. El melocotonero supone el 30% de la superficie dedicada al cultivo de frutales en regadío, ocupando el primer lugar con una superficie de 73.500 hectáreas.

Por ubicación geográfica, la principal zona de producción es el Valle del Ebro, donde se encuentra más del 50% de la superficie nacional (*tabla 2*).

Este Valle se caracteriza por el predominio de los suelos calcáreos y elevado pH que son inductores de clorosis férrica. Este hecho explica la notable difusión de los patrones híbridos melocotonero x almendro, en general, tolerantes a este problema.

Tabla 1. Superficies de regadío ocupadas por frutales en España (ESYRCE-2011)

Cultivo	Superficie (ha)	%
Nogal	4.167	1,70
Cerezo y Guindo	10.976	4,48
Ciruelo	12.562	5,12
Albaricoquero	16.817	6,86
Manzano	18.875	7,70
Peral	22.432	9,15
Almendro	38.741	15,80
Melocot-Nectarina	73.582	30,01
Otros frutales	47.067	19,19
Frutales	245.220	100,00

Tabla 2. Superficies ocupadas por melocotonero en España (ESYRCE-2011)

CCAA	Superficie (ha)	%
Galicia	7,94	0,01
Castilla y León	15,36	0,02
Navarra	316,12	0,43
Castilla La Mancha	372,96	0,51
La Rioja	670,58	0,91
Valenciana	4.397,51	5,98
Extremadura	5.982,33	8,14
Andalucía	6.660,35	9,06
Murcia	16.975,64	23,09
Aragón	17.978,85	24,45
Cataluña	20.147,80	27,40
Total	73.525,00	100,00

La buena adaptación del melocotonero a climas cálidos, ha ocasionado que en los últimos años la superficie de cultivo haya aumentado en muchas de las zonas productoras en detrimento de otras especies de frutales como el manzano y peral, especies en la que muchas variedades presentan una adaptación deficiente a climas cálidos y calurosos.

3. Importancia del cultivo del melocotonero en Aragón

El melocotonero es la especie de frutales más cultivadas en Aragón. La superficie total del cultivo asciende a 17.978 hectáreas, lo que supone el 24,45% de la superficie nacional (*tabla 2*). En el año 2010 la superficie en producción de frutales en Aragón, ascendió a 33.400 hectáreas, de las cuales el cultivo de melocotonero representaba más del 41% (*tabla 3*). El melocotonero se localiza mayoritariamente en la zonas frutícolas del Cinca Medio, Bajo Cinca, Caspe, Bajo Aragón y Valdejalón. En el periodo 2000-2006, la producción media alcanzó las 276.000 toneladas.



Tabla 3. Superficies de regadío ocupadas por frutales en producción en Aragón (Hoja 1T-1^{er} trim. 2010)

Especie	Teruel (ha)	Huesca (ha)	Zaragoza (ha)	Total	%
Albaricoquero	95	190	742	1.027	3,07
Almendo	486	1.083	4669	6.238	18,67
Cerezo y Guindo	76	545	3016	3.637	10,88
Ciruelo	46	68	776	890	2,66
Manzano	33	732	2570	3.335	9,98
Melocotonero-nectarina	1.741	8.202	3828	13.771	41,21
Nogal	47	68	61	176	0,53
Peral	52	1.675	2527	4.254	12,73
Otros	8	37	47	92	0,28
Total	2.584	12.600	18.236	33.420	100
%	7,73	37,70	54,57	100	

En Aragón, la superficie cultivada de melocotonero en producción se concentra en la provincia de Huesca, con más del 59% de la superficie regional (*tabla 4*).

Tabla 4. Superficies de regadío ocupadas por melocotonero-nectarina en producción en Aragón 2000-2010 (Hoja 1T-1^{er} trim. 2010)

Especie	Teruel (ha)	Huesca (ha)	Zaragoza (ha)	Total
Melocotonero-nectarina	1.741	8.202	3.828	13.771
%	12,64	59,56	27,80	100

4. Patrones utilizados en melocotonero

Entre los más de 40 patrones disponibles para melocotonero, por su utilización a nivel comercial, destacan los francos de semilla (GF-305 y Montclar), los híbridos (GF-677 y la serie GxN) y entre los ciruelos (Adesoto-101 y algunos Pollizos). De todos ellos, el de mayor difusión desde la década de los años ochenta ha sido, por su tolerancia a la clorosis férrica, el híbrido GF-677. No obstante, tiene inconvenientes destacables, como el exceso de vigor en suelos fértiles y variedades vigorosas, la sensibilidad a los nematodos y a podredumbre en replantación y la sensibilidad a la asfixia radicular.

Estos factores han ocasionado que en los últimos años se hayan introducido otros patrones para solucionar parcialmente los principales problemas, tanto del híbrido GF-677 como de los francos de semilla utilizados tradicionalmente, sensibles a la clorosis férrica, a la asfixia, a los nematodos y a la replantación.

4.1. Características de los patrones más utilizados en Aragón

Los patrones utilizados se pueden agrupar, según su pertenencia, en dos grandes grupos:

- híbridos interespecíficos (entre distintas especies como el almendo, el melocotonero y el ciruelo)
- y patrones de ciruelo (diferentes especies).

4.1.1. Híbridos interespecíficos dentro del género *Prunus*

Las combinaciones de especies de este género que pueden utilizarse como patrones de melocotonero son numerosas. Destacan las siguientes:

a) Híbridos melocotonero (*P. persica*) x almendro (*P. dulcis*)

Es frecuente encontrar híbridos naturales, aunque gran cantidad de ellos se han obtenido mediante la polinización de flores de una de las especies con polen de la otra de forma dirigida.

La propagación posterior se realiza por clonación, hecho que aporta un comportamiento homogéneo de todos los individuos.

Entre otras ventajas, cabe destacar la tolerancia a la sequía, a la caliza activa y, en algunos casos, a los nematodos (serie: G x N); y la compatibilidad con todas las variedades de melocotón y de nectarina. El vigor conferido es de alto a muy alto y, por lo tanto, son más adecuados en suelos pobres y en determinadas situaciones de replantación.

El híbrido de mayor difusión a escala comercial en las principales zonas productoras de Europa con suelos calcáreos ha sido el GF- 677, seleccionado en la estación francesa de La Grand Ferrade (INRA, Burdeos).



Entre los Híbridos melocotonero (*P. persica*) x almendro (*P. dulcis*) destacan por su difusión:

- INRA GF 677

Es un híbrido de melocotonero (*P. persica*) x almendro (*P. dulcis*). Fue seleccionado en Francia e introducido en 1965. Se propaga tanto por estaquillas herbáceas como leñosas.

Es vigoroso, induce elevados rendimientos y frutos de buen calibre, firmes pero con sólidos solubles levemente más bajos que Nemaguard. Resistente a la clorosis férrica y a suelos poco fértiles. Adecuado para determinadas condiciones de replantación.

Presenta susceptibilidad a *Meloidogyne* y a *Agrobacterium tumefaciens*.

- Patrones de la serie GxN:

Los patrones de la serie GxN: Garnem® Felinem® y Monegro® son híbridos (almendro x melocotonero) obtenidos por el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (CITA-DGA). Son el resultado de la selección de las descendencias del cruce de un híbrido entre *Prunus dulcis* (cv. Garrigues) y *Prunus persica* (cv. Nemared); confieren un vigor elevado, de hoja roja (facilita su manejo en vivero), resistentes a los nematodos agalladores y, por lo tanto, interesantes en situaciones de replantación, pero sensibles a la asfixia radicular (Felipe et al., 1997; Gómez- Aparisi et al., 2001).

El de mayor difusión es Garnem, también conocido como GN15, seleccionado en España (CITA) en 1987. Propagado por estaquillas leñosas, es un patrón vigoroso, que presenta follaje de color rojizo. Confiere productividad y precocidad a la fruta.

Poco tolerante a condiciones de suelo saturado (asfixia). Resiste nemátodos *Meloidogyne*, pero es sensible a *Agrobacterium tumefaciens*. Tolerante a la clorosis férrica y no emite sierpes.

Tabla 5. Híbridos de diferentes especies de prunus: melocotonero (*P. persica*), almendro (*P. dulcis*) y ciruelo (diferentes especies)

Patrón	Origen	Procedencia
INRA GF-677	<i>P. dulcis</i> x <i>P. persica</i>	INRA-Grand Ferrade, Bordeaux (Francia)
ADAFUEL®	<i>P. dulcis</i> x <i>P. persica</i>	CSIC-EE Aula Dei, Zaragoza (España)
FELINEM® (GxN-22) GARNEM® (GxN-15) MONEGRO® (GxN-9)	<i>P. dulcis</i> x <i>P. persica</i> (Garfi x Nemared)	CITA-DGA, Zaragoza (España)
BARRIER	<i>P. davidiana</i> x <i>P. persica</i>	CNR Florencia (Italia)
CADAMAN® Avimag	<i>P. persica</i> x <i>P. davidiana</i>	IFGO (Hungría) e INRA (Francia)

b) Híbridos entre otras especies del género *Prunus*.

La mayor parte incluyen la hibridación entre el melocotonero y diferentes especies de ciruelo. Cabe destacar los híbridos Cadaman® y Barrier, procedentes del cruce entre dos especies de melocotonero (*P. persica* x *P. davidiana*) resistentes a los nematodos agalladores, de vigor inferior a GF-677 y mayor productividad (Zarrouk et al., 2005).

A pesar de la buena adaptación de los distintos híbridos interespecíficos a los suelos calcáreos, poco fértiles, y a la replantación, el elevado vigor que confieren en suelos fértiles y variedades tempranas obliga muy a menudo a utilizar reguladores de crecimiento, compuestos que pueden ver restringido su uso en el futuro.

Desde esta perspectiva, la integración de diferentes alternativas como la poda en verde, el control del riego y la adecuada combinación de los sistemas de formación y del marco de plantación deben permitir un control satisfactorio del vigor.

Entre los patrones procedentes del cruce entre dos especies de melocotonero (*P. persica* x *P. davidiana*) destaca:

- Cadaman® Avimag

Originado en Francia (INRA) y Hungría (GDFVEA) por cruzamiento entre *Prunus persica* y *Prunus davidiana* en 1989.

Muy vigoroso durante los primeros años, tiende a estabilizarse una vez que comienza su producción. Induce elevados rendimientos de cosecha y calibres grandes, siendo además de maduración más tardía que Nemaguard. Es semi-tolerante a la asfixia radicular y muestra resistencia a nemátodos del género *Meloidogyne*. Adaptable a suelos poco fértiles, es adecuado para situaciones de replante.

Es un patrón con buen anclaje y no produce sierpes.

Se propaga vegetativamente.

4.1.2. Patrones de ciruelo

Los patrones de ciruelo toleran mejor la humedad y los suelos con problemas de drenaje que otras especies del género *Prunus*, y por este motivo se utilizan en diferentes lugares de Francia, España y de Italia.

Tabla 6. Ciruelo: *P. domestica* (ciruelo europeo), *P. insititia* (pollizo de Murcia, San Julián), *P. salicina* (ciruelo japonés), *P. cerasifera* (mirobolano), *P. spinosa* (ciruelo silvestre triploide o endrino)

Patrón	Origen	Procedencia
MONTIZO	Selección clonal de pollizo de Murcia (<i>P. insititia</i>)	CITA-DGA, Zaragoza (España)
ADESOTO-101®	Selección clonal de pollizo de Murcia (<i>P. insititia</i>)	CSIC-EE Aula Dei, Zaragoza (España)
TETRA	<i>P. domestica</i>	CRF-Italia

a) Patrones de ciruelo pertenecientes a las especies del grupo de "crecimiento lento"

Estas especies se caracterizan por la buena adaptación a suelos pesados y calcáreos, y por ser poco sensibles a la clorosis férrica.

1. Los patrones francos que han tenido alguna difusión a escala comercial proceden de semillas de la población de San Julián de Orleans (Francia), que dan lugar a plantas de una gran variabilidad. El INRA seleccionó dos líneas: San Julián híbrido nº 1 y San Julián híbrido nº 2, que en España no han tenido difusión.
2. El grupo de patrones clonales, incluye diferentes selecciones derivadas de las siguientes especies:

Especie	Selecciones
<i>P. domestica</i> L. o ciruelo europeo	Brompton, GF-43, Reina Claudia GF-1380, Damas GF- 1869 y Pixy.
<i>P. insititia</i> L.	Pollizo de Murcia (selecciones: Adesoto-101®, Montizo, Monpol), San Julián A, San Julián de Orleans y San Julián GF-655/2.

En general son inmunes a los nematodos agalladores y más tolerantes a hongos de replantación que los francos de semilla y los híbridos. Su vigor es moderado, inducen una producción más precoz y una mejor coloración de los frutos. El principal factor limitante para su utilización es la emisión de sierpes.

5. Evaluación de nuevos patrones de melocotonero en Aragón

Dentro del Programa de introducción y evaluación de material vegetal (nuevos patrones y variedades) de la Red Experimental Agraria de Aragón (REA), se estableció en el año 2002 un ensayo en la Finca Experimental de Alcañiz, para evaluar el comportamiento agronómico y pomológico de 16 patrones de melocotonero, de potencial interés para nuestras zonas productoras.

El objetivo es conocer las posibilidades de su utilización en función de su adaptación a las condiciones edáficas y climáticas representativas de las distintas zonas de cultivo de Aragón.

Tabla 7. Patrones de melocotonero evaluados en la finca Experimental de Alcañiz (Teruel)

Patrón	Especies	Origen
ADESOTO-101®	<i>P. insititia</i>	CSIC-EEAD, España
EVRIKA	(<i>P. besseyi</i> × <i>P. salicina</i>)× <i>P. cerasifera</i>	KEBS, Rusia
GARNEM®	<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>	CITA Aragón, España
INRA GF 677	<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>	INRA, Francia
HM-2	(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)×(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)	AI, España
KRYMSK® 1	<i>P. tomentosa</i> × <i>P. cerasifera</i>	KEBS, Rusia
ROOTPAC® 20	<i>P. besseyi</i> × <i>P. cerasifera</i>	AI, España
PAC 960	<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>	AI, España
PAC 9907-02	(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)×(<i>P. persica</i>)	AI, España
TEMPROPAC (PAC9972)	(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)×(<i>P. persica</i>)	AI, España
PAC-MUT	<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>	AI, España
PADAC 9907-23	(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)×(<i>P. persica</i>)	CSIC-AI, España
ROOTPAC® 40	(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)×(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)	AI, España
ROOTPAC® 70	(<i>P. persica</i> × <i>P. amygdalus</i>)×(<i>P. persica</i> × <i>P. davidiana</i>)	AI, España
TETRA	<i>P. domestica</i>	CRF, Italia

5.1. Diseño del experimento

Los diferentes patrones, injertados con la variedad de melocotonero Calrico^(P), de recolección a mediados de Septiembre, se han evaluado en la Finca Experimental de Alcañiz-DGA (Teruel). Los patrones plantados a un marco de 6,5 x 3 m y una densidad de 513 árboles por hectárea, se han conducido en Eje Central.

El ensayo se estableció con 8 bloques o repeticiones y en cada bloque se plantó, al azar, un árbol de cada una de las 16 combinaciones ensayadas (randomización). En la parcela de forma rectangular hay 6 filas de árboles, utilizando las dos filas de los extremos como guardas (borduras).

5.2. Características de la parcela

Anteriormente, la parcela había estado plantada de melocotoneros durante 14 años (replantación) y se había detectado una importante mortalidad de árboles por infecciones del hongo *Armillaria mellea*.

Los patrones se plantaron en febrero de 2002 y se injertaron en septiembre del mismo año a yema dormida.

El suelo de la parcela es de textura franca, buen drenaje, 1,9% de materia orgánica, con pH = 8,2, y 11% de caliza activa, condiciones inductoras de clorosis férrica.

El sistema de riego es localizado, con dos ramales portagoteros y emisores cada metro de 4 litros por hora de caudal. La fertilización se aplica mediante el agua de riego, con una periodicidad de 5 veces por semana.

Los árboles se han conducido en eje central y el suelo se ha mantenido con pradera natural en las calles y desnudo a lo largo de la fila (en la zona sombreada por las copas) mediante la aplicación de herbicidas.

El resto de técnicas culturales utilizadas, han sido las habituales en la producción del melocotón en la comarca.



5.3. Controles en campo

5.3.1. Fenología

La fenología de floración se evaluó realizando dos controles semanales de la evolución de yemas de flor desde el estado B a estado G (Bagliolini, 1952).

Los frutos se recolectaron en 3 o 4 recogidas parciales, con periodicidad de 3-4 días, por los mismos recolectores y con los mismos criterios.

La precocidad de maduración se establece como el cociente entre el peso de los frutos recolectados en las dos primeras recolecciones parciales y el peso total de la cosecha recolectada del árbol, expresado en porcentaje. El resultado se expresa como índice de precocidad comparado con el GF-677, que consideramos como referencia y cuyo índice es igual a 100.

5.3.2. Análisis de clorofila

La concentración de clorofila por unidad de área de hoja fue estimada en campo, usando un SPAD 512 meter (Minolta Co, Osaka, Japón). En cada árbol se midieron de la parte media de la copa y de todas las orientaciones, 30 hojas adultas de brotes en crecimiento y sin fruto. Las medidas se realizaron los días 122 y 172 de plena floración (PF) en 2005, 2010, y 2011 respectivamente.

5.3.3. Crecimiento, mortalidad y producción

Para determinar el vigor de los árboles, en invierno se midieron los perímetros del tronco a 20 cm. del punto de injerto, posteriormente se determinó el área de la sección del tronco (AST, cm²). La eficiencia productiva se determina como cociente entre las producciones acumuladas por árbol (kg/árbol) y el vigor (área de sección del tronco). Cada año, en primavera y otoño, se evaluó el estado vegetativo de los árboles, indicando el nº de árboles muertos de cada combinación y su posible causa.

5.3.4. Evaluación de sierpes

El nivel de sensibilidad de un patrón a la emisión de sierpes se ha calculado en función del número de sierpes por árbol o por metro cuadrado de suelo asignado a cada árbol.

6. Resultados

6.1. Fenología

La plena floración de los árboles (F2) se ha alcanzado en cada uno de los años estudiados, prácticamente en la misma fecha (diferencia de 1-2 días entre patrones). Sin embargo, ha habido una diferencia de 12 días en alcanzar la plena floración entre el año 2009 y 2010. En el año 2011 la época de floración ha sido intermedia entre los dos años precedentes (*tabla 8*).

Tabla 8. Fenología de la cv. 'Calrico' sobre distintos patrones (promedio: 2009-11)

Año	Fechas de Floración		
	Inicio	Plena (F2)	Final
2009	11-mar	15-mar	19-mar
2010	23-mar	27-mar	31-mar
2011	14-mar	18-mar	23-mar

La recolección de los frutos se ha realizado en 3 o 4 recolecciones parciales, con periodicidad de 3-4 días. El resultado se expresa como índice de precocidad comparado con el GF-677 (referencia), cuyo índice es igual a 100.

Tabla 8b. Efecto del patrón sobre la precocidad de maduración del fruto de la cv. 'Calrico' (promedio 2005-2011)

Patrón	% 1 ^a + 2 ^a Rec. S/Total	Ind. Precocidad
Evrica	51,33	88
HM-2	54,18	93
Adesoto-101®	55,52	95
INRA GF-677	58,30	100
Tetra	58,44	100
Garnem®	58,78	101
ROOTPAC® 40	58,83	101
ROOTPAC® 90	59,26	102
ROOTPAC® 70	59,45	102
PADAC-9907-23	59,75	103
PACMUT	63,02	108
Tempropac	63,96	110
AC-9907-02	69,69	120
Krymsk® 1	72,12	124
PAC 960	74,34	128
ROOTPAC® 20	75,70	130



El mayor índice de precocidad de maduración se alcanza con los patrones ROOTPAC® 20 y PAC960 (índices: 130 y 128, respectivamente) y el menor con Evrica y HM-2 (88 y 93, respectivamente).

6.2. Nivel de clorofila (Valores SPAD)

La medida indirecta de concentración de clorofila en hoja por SPAD, ha sido utilizada como un indicador de tolerancia a clorosis férrica en *Prunus* (Jiménez et al. 2008). En el primer año de producción (2005), la concentración de clorofila fue más baja en los árboles injertados con los patrones PAC 9917-26 y 9907-02. En el promedio de los tres años estudiados, la concentración de clorofila en hoja fue más alta en árboles injertados con los patrones Evrica, ROOTPAC® 20 y AHM-2, seguido por Adesoto-101® y Tetra. La menor concentración se obtuvo en hojas de árboles injertados con los patrones TEMPROPAC, seguido por PAC 9907-02.

Tabla 9. Efecto del portainjertos sobre concentración de clorofila en hoja, medida como valores Spad, de la cv. de melocotonero 'Calrico' los años 2005, 2010 y 2011.

Patrón	Spad (2005)	Spad (2010)	Spad (2011)	Promedio	Indice
TEMPROPAC	35,50	33,19	31,64	33,44	89
PAC 9907-02	35,50	33,19	33,49	34,06	91
ROOTPAC® 40	-	34,60	34,13	34,36	91
Krymsk® 1	37,00	34,20	34,50	35,23	94
PADAC 9907-23	37,90	35,44	34,23	35,85	95
Garnem®	38,40	35,90	34,32	36,21	96
ROOTPAC® 70	38,30	35,81	34,97	36,36	97
PACMUT	40,30	37,68	34,50	37,49	100
INRA GF-677	39,30	36,75	36,82	37,62	100
Tetra	40,30	37,68	35,15	37,71	100
Adesoto-101®	39,10	36,56	37,93	37,86	101
HM-2	41,00	38,34	34,32	37,88	101
ROOTPAC® 20	40,30	37,68	36,26	38,08	101
Evrica	40,40	37,77	38,30	38,82	103

6.3. Crecimiento vegetativo

El tamaño del árbol, medido como área de sección del tronco, fue afectado por el portainjerto (*tabla 10*).

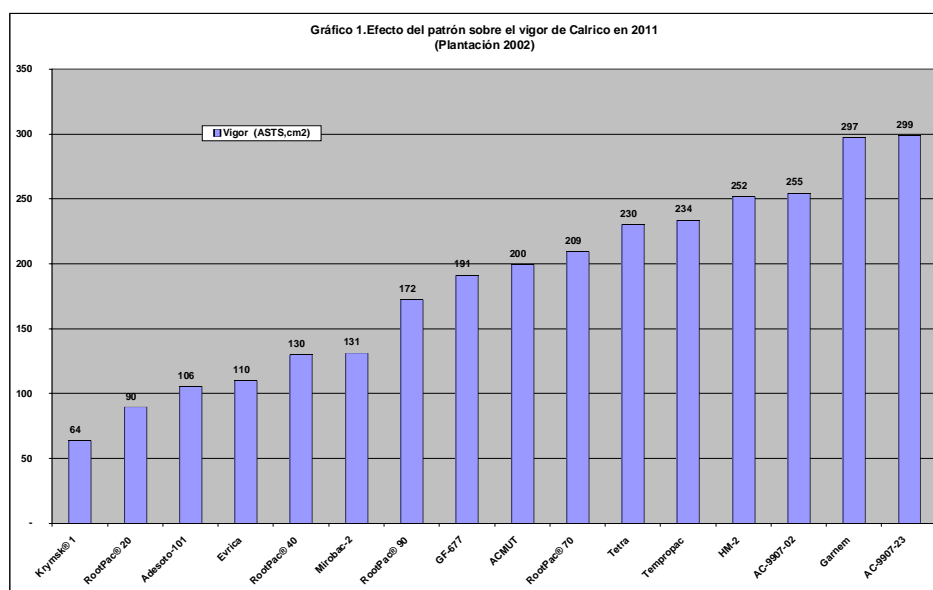
Tabla 10. Efecto del patrón sobre el vigor de la cv. de melocotonero 'Calrico' al 10º año(2011)

Patrón	Vigor (ASTS,cm²)	Ind. Vigor
Krymsk® 1	63,99	33
ROOTPAC® 20	89,57	47
Adesoto-101®	105,53	55
Evrica	110,12	58
ROOTPAC® 40	130,21	68
PAC 960	131,14	69
ROOTPAC® 90	172,33	90
INRA GF-677	191,16	100
PACMUT	199,62	104
ROOTPAC® 70	209,12	109
Tetra	230,09	120
Tempropac	233,74	122
HM-2	251,96	132
PAC-9907-02	254,53	133
Garnem®	297,44	156
PADAC-9907-23	298,60	156



En 2011, 'Calrico' mostró el máximo vigor sobre AC9907-23 y GARNEM® (298,6 y 297,44 cm², respectivamente) y los más bajos corresponden a las combinaciones sobre Krymsk® 1 y ROOTPAC® 20 (63,99 y 89,57 cm², respectivamente). Entre los otros portainjertos, hubo combinaciones de vigor medio-bajo: ADESOTO-101®, Evrica, ROOTPAC®40 y PAC 960 (105,53 cm², 110,12 cm², 130,21 cm² y 131,14 cm²), de vigor similar a GF_677: ROOTPAC®90, PACMUT y ROOTPAC® 70 y de vigor medio-alto: Tetra, Tempropac, HM-2 y PAC9907-02 (230 cm², 234 cm², 252 cm² y 255 cm², respectivamente) (*Tabla 9 y Gráfico 1*).

Gráfico 1. Efecto del patrón sobre el vigor de Calrico en 2011 (plantación 2002)



6.4. Rendimientos (cosecha)

Producción por árbol

La primera cosecha se obtuvo en 2005 y las primeras diferencias de producción entre portainjertos se produjeron en 2006. En el décimo año de plantación las diferencias de producción acumulada entre portainjertos son evidentes (*tabla II*). Las producciones acumuladas más elevadas por árbol, con índices de producción superiores a INRA GF-677, corresponden a las combinaciones con Tetra, HM-2 y ROOTPAC® 70 (115%, 111% y 110%, respectivamente) y las más bajas sobre Krymsk® 1, seguido de PAC-960 y ROOTPAC® 20 (índice de producción acumulada del 55%, 66% y 69% respecto a GF-677).

Tabla 11. Efecto del patrón sobre la producción acumulada de la cv. Calrico al 10º año.

Patrón	P.Ac.05-11(kg/árb)	P.fruto(g)	Ind. Prd. Ac.
Krymsk® 1	148,79	288,07	55
PAC 960	178,61	266,33	66
ROOTPAC® 20	187,33	270,36	69
PACMUT	204,36	218,69	76
PAC-9907-02	206,25	225,75	76
Evrica	210,87	259,50	78
ROOTPAC® 90	219,87	240,53	81
Tempropac	244,41	270,19	91
ROOTPAC® 40	256,07	299,90	95
Garnem®	267,72	267,45	99
Adesoto-101®	269,21	268,79	100
INRA GF-677	270,07	253,04	100
PADAC-9907-23	271,95	260,96	101
ROOTPAC® 70	295,75	274,12	110
HM-2	300,48	250,59	111
Tetra	309,84	282,46	115

Se observó una correlación altamente significativa entre producción acumulada y vigor en 2009 ($r = 0.590$).

6.5. Calidad del fruto

El tamaño del fruto varió en función del portainjertos, del año y la carga de frutos del árbol (frutos/cm²).

Tabla 12. Efecto del patrón sobre el peso medio del fruto de la cv. Calrico de las siete cosechas controladas (2005-2011).

Patron	P.fruto(g)	Ind. Peso
PACMUT	218,69	86
PAC-9907-02	225,75	89
ROOTPAC® 90	240,53	95
HM-2	250,59	99
INRA GF-677	253,04	100
Evrica	259,50	103
AC-9907-23	260,96	103
PAC 960	266,33	105
Garnem®	267,45	106
Adesoto-101®	268,79	106
Tempropac	270,19	107
ROOTPAC® 20	270,36	107
ROOTPAC® 70	274,12	108
Tetra	282,46	112
Krymsk® 1	288,07	114
ROOTPAC® 40	299,90	119



El peso medio del fruto más elevado de siete cosechas consecutivas (*tabla II*), respecto a GF-677, se obtuvo con los patrones ROOTPAC® 40, Krymsk® 1 y Tetra (Índice: 119%, 114% y 112%, respectivamente) y el menor en PACMUT, AC 9907-02 (86% y 89%, respectivamente) (*tabla 12*).

6.6. Productividad

Para determinar el valor agronómico de un patrón es importante conocer, además del vigor, la eficiencia productiva, ya que este aspecto permite realizar una valoración tanto en función de la producción como del vigor. Para evaluar esta eficiencia se utiliza el Índice de Productividad (IP), que relaciona la producción acumulada con el vigor y se expresa en kg/cm² de la sección del tronco (AST)

Tabla 13. Efecto del patrón sobre la productividad de la cv. Calrico en 2011 (10º año). Productividad en kg/cm² AST

Patron	Productividad	I.P
PAC-9907-02	0,810	57
Garnem®	0,900	64
PADAC-9907-23	0,911	64
PACMUT	1,024	72
Tempropac	1,046	74
HM-2	1,193	84
ROOTPAC® 90	1,276	90
Tetra	1,347	95
PAC 960	1,362	96
INRA GF-677	1,413	100
ROOTPAC® 70	1,414	100
Evrica	1,915	136
ROOTPAC® 40	1,967	139
ROOTPAC® 20	2,091	148
Krymsk® 1	2,325	165
Adesoto-101®	2,551	181



La mayor productividad se obtuvo sobre los patrones de vigor bajo: Adesoto-101®, Krymsk®1, ROOTPAC®20 y ROOTPAC®40 (índice sobre GF-677 de 181, 165, 148,139 y 136, respectivamente) y la menor sobre los patrones: PAC 9907-02, Garnem® y PADAC 9907-23 (índices sobre GF-677 de 57, 64 y 64, respectivamente).

6.7. Mortalidad de árboles

En el 10º año de injerto, las condiciones de replantación han generado diferentes niveles de mortalidad de árboles, siendo elevada en árboles injertados en patrones en cuyos parentales figuran melocotonero, almendro o ambos (*tabla 13*).

Los patrones HM-2 y ROOTPAC® 90, experimentan los niveles más altos de mortalidad (75%) Otros patrones con elevada mortalidad son: PACMUT, TEMPROPAC y PAC 9907-02 (60-50%). Sin embargo, todos los árboles injertados sobre ROOTPAC® 20 y Tetra, permanecen vivos, con crecimientos buenos y uniformes. Los resultados de la mayor parte de las muestras tomadas de raíces de árboles muertos, confirman la presencia del hongo *Armillaria mellea*.

Tabla 13. Porcentaje de mortalidad de árboles de la cv. Calrico sobre distintos patrones desde plantación (2002) a 2012.

Patrón	% mortalidad
ROOTPAC® 20	0
Tetra	0
PADAC-9907-23	12,5
PAC 960	12,5
ROOTPAC® 70	25,0
Adesoto-101®	25,0
Evrca	25,0
INRA GF-677	37,5
Garnem®	37,5
Krymsk® 1	37,5
PAC-9907-02	50,0
Tempropac	62,5
ACMUT	62,5
ROOTPAC® 90	75,0
HM-2	75,0



6.8. Tendencia a la emisión de sierpes

La tendencia o sensibilidad a la emisión de sierpes es característica de determinadas especies de ciruelo como *P. insititia* (Pollizo de Murcia y San Julián) y está también relacionada, entre otras causas, con el estado sanitario de la planta, la falta de compatibilidad, el cultivo in vitro y las diferencias de vigor.

El cultivo del suelo en las calles favorece también su emisión en especies sensibles. Si la emisión es elevada puede afectar a la viabilidad agronómica de la planta por su pérdida de vigor y, lo que es más importante, dificultar su manejo, puesto que se tienen que eliminar. Esta operación se realiza a menudo de forma manual, aunque actualmente pueden aplicarse algunos herbicidas.

La emisión de sierpes es una característica no deseada por el productor.

La media de sierpes por árbol ha sido elevada en Adesoto-101® (>15/árbol). Sin embargo, los patrones Krymsk®1 y Evrica, únicamente han emitido algunos rebrotes desde la base del tronco y en el resto de patrones, la emisión de sierpes ha sido nula.

6.9. Rendimiento acumulado teórico

De la medición de los diámetros de la proyección de la copa sobre el suelo, perpendiculares a la fila y a la calle de los árboles de las distintas combinaciones, se obtiene el marco teórico de plantación para cada combinación (*tabla 14*). Al diámetro de calle se suman 1,5m., distancia que consideramos la mínima libre entre árboles para el paso de los distintos equipos mecánicos.

Tabla 14. Producción acumulada teórica (PAT) según el espacio real ocupado por los árboles en 2011

Patrón	Diametros copa		Marco Plantación		D.Teórica (n° árb/ha)	P.Ac.05-11 (kg/árb)	PAT (t/ha)	Indice PAT
	D.calle (m)	D.Fila (m)	D.calle (m)	D.Fila (m)				
PAC-9907-02	4,25	3,00	5,75	3,00	580	206,25	120	58
Garnem®	4,98	3,00	6,48	3,00	514	267,72	138	67
PADAC-9907-23	5,00	3,00	6,50	3,00	513	271,95	139	67
PACMUT	3,35	2,81	4,85	2,81	733	204,36	150	72
Tempopac	3,90	3,00	5,40	3,00	617	244,41	151	73
PAC 960	2,76	2,45	4,26	2,45	958	178,61	171	83
ROOTPAC® 90	3,20	2,70	4,70	2,70	788	219,87	173	84
HM-2	4,20	3,00	5,70	3,00	585	300,48	176	85
Krymsk® 1	2,40	2,10	3,90	2,10	1.221	148,79	182	88
Tetra	3,85	3,00	5,35	3,00	623	309,84	193	93
ROOTPAC®70	3,50	2,94	5,00	2,94	680	295,75	201	97
ROOTPAC®20	2,60	2,25	4,10	2,25	1.084	187,33	203	98
INRA GF-677	3,25	2,75	4,75	2,75	766	270,07	207	100
Evrica	2,70	2,35	4,20	2,35	1.013	210,87	214	103
ROOTPAC® 40	2,75	2,40	4,25	2,40	980	256,07	251	121
Adesoto-101®	2,65	2,30	4,15	2,30	1.048	269,21	282	136

En el supuesto de la total supervivencia de los árboles, la producción acumulada teórica por hectárea más alta, correspondería a los patrones Adesoto-101 y ROOTPAC® 40 (índice respecto a GF-677 de 121 y 136, respectivamente) y la menor a los patrones AC 9907-02 y Garnem.

7. Conclusiones

Algunos de los patrones de melocotonero ensayados han permitido superar una buena parte de los problemas ligados a su adaptación a las condiciones edáficas de la parcela y han proporcionado un comportamiento agronómico satisfactorio.

En cualquier caso, la elección del patrón debe hacerse en función de la variedad (importantes diferencias de vigor y de fechas de recolección según las variedades) y de la adaptación a las condiciones edáficas (en particular: asfixia, contenidos de caliza activa, fertilidad y replantación).

En función de los resultados y de su interés para las distintas condiciones de plantación se puede concluir lo siguiente:

1. Dada la diversidad de especies en el origen de los patrones ensayados, la respuesta agronómica es también diferente, especialmente en cuanto al vigor, a la sensibilidad a la clorosis férrica, a la emisión de sierpes y al comportamiento en replantación.
2. Entre los patrones de bajo vigor (reducción de más del 40% respecto a GF 677, destacan: Adesoto-101 y ROOTPAC®20. Sus principales ventajas e inconvenientes son:
 - Inducen a la variedad `Calrico`: elevada productividad y tamaño del fruto, superiores al INRAGF-677.

- Tienen buena adaptación a los suelos pesados y calcáreos, buena tolerancia a los nematodos y a las enfermedades de replantación.
 - El principal inconveniente es la sensibilidad a la emisión de sierpes, más o menos manifiesta en Adesoto-101. La compatibilidad puede considerarse buena y suficiente con el melocotonero, siempre que el estado sanitario de la planta sea bueno.
3. Entre los patrones semi-vigorosos (vigor un 30% inferior a GF 677), a pesar de ser más sensible a la clorosis férrica y de similar sensibilidad a la asfixia radicular que el GF-677, destaca por su tolerancia frente a los principales nematodos y buen comportamiento productivo, ROOTPAC®40.
 4. Entre los patrones vigorosos (vigor similar a GF-677), por su buen comportamiento agronómico y pomológico, destacan ROOTPAC®70, y Tetra.
 5. Los patrones AC0007-02 y PADAC 9907-23 pueden descartarse por su baja productividad y un vigor excesivo.

En definitiva, algunos de los patrones de melocotonero ensayados: Evrica, ROOTPAC®20 y ROOTPAC® 40, controlan vigor e inducen una elevada eficiencia productiva a la cv `Calrico`. Tetra, un patrón de vigor similar a GF-677, induce altos rendimientos. Los cuatro patrones se han adaptado mejor a las condiciones de replantación y suelo calcáreo que el GF-677.

Entre la gama de patrones estudiados, podemos elegir el adecuado para la mayoría de las zonas productoras de Aragón, es decir, vigor adecuado, tolerantes a la clorosis, no sensibles a la emisión de rebrotes y poco sensibles a las enfermedades de replantación, especialmente a las podredumbres Armillaria y Rosellinia.

7. Referencias bibliográficas

- Abadía, J., A. Álvarez-Fernández, A. D. Rombolà, M. Sanz, M. Tagliavini and A. Abadía (2004). "Technologies for the diagnosis and remediation of Fe deficiency." *Soil Science and Plant Nutrition* 50(7): 965-971.
- Bent, E., A. Loffredo, J. I. Yang, M. V. McKenry, J. O. Becker and J. Borneman (2009). "Investigations into peach seedling stunting caused by a replant soil." *Fems Microbiology Ecology* 68(2): 192-200.
- Catska. 1993. Fruit tree replant problem and microbial antagonism in soil. *Acta Horticulturae* 1993, N° 324, 23-33.
- Cinelli, F. and F. Loreti (2004). "Evaluation of some plum rootstocks in relation to lime-induced chlorosis by hydroponic culture." *Acta Horticulturae* 658(2): 421-427.
- Duran, J. S. 1976. Replanteo de frutales sucesión de cultivos y su patología. Barcelona editorial Aedos. p330
- Felipe, A. J.; Gómez Aparisi, J.; Socias i Company, R.; Carrera, M. (1997). The almond x peach hybrid rootstocks breeding program at Zaragoza (Spain). *Acta Horticulturae*, 451 (1): 259-262.
- Gómez Aparisi, J.; Carrera, M.; Felipe, A. J.; Socias i Company, R. (2001). Garnem, Monegro y Felinem: Nuevos patrones híbridos almendro x melocotonero, resistentes a nematodos y de hoja roja para frutales de hueso. *Inf. Téc. Econ. Agraria*, Vol. 97V (3): 282-288.
- Jiménez, S., J. Pinochet, A. Abadía, M. A. Moreno and Y. Gogorcena (2008). "Tolerance response to iron chlorosis of Prunus selections as rootstocks." *Hortscience* 43(2): 304-309.
- Lemus, G. (ed.) 1993. El duraznero en Chile. Instituto de Investigación Agraria. INIA Chile. 332p.
- Lindsay WL. 1991. Iron oxide solubilization by organic matter and its effect on iron availability. *Plant and Soil* 130: 27-34.
- Liu, Z. M., X. H. Wang, H. P. Ma and Y. P. Qi (2008). "Analysis of allelochemicals in extracts from peach and their effects on growth of amygdalus persica seedlings." *Acta Horticulturae* 774: 113-119.
- Lucena, JJ, 1995 Iron fertirrigation. En: J. Abadía Ed. Iron Nutrition in Soils and Plants. pp153-158 Kluwer Academic Publishers. Holanda.
- Lucena, JJ, Barak, P y Hernández-Apaolaza, L. 1996. Isocratic ion-pair high-performance liquid chromatographic method for the determination of various iron (III) chelates. *J. Chromatogr. A*. 727:253-264.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. second edition. 889pp. London: Academic Press, (paperback).
- Massai, R. and F. Loreti (2004). "Preliminary observations on nine peach rootstocks grown in a replant." *Acta Horticulturae* 658: 185-192.
- Reighard, G., D. Ouellette and K. Brock (2008). "Performance of new Prunus rootstocks for peach in South Carolina." *Acta Horticulturae* 772: 237-240.
- Zarrouk, O., Y. Gogorcena, M. A. Moreno and J. Pinochet (2006). "Graft compatibility between peach cultivars and Prunus rootstocks." *Hortscience* 41(6): 1389-1394.



Agradecimientos:

Los autores agradecen a la empresa “Agromillora Iberia S.L.” la aportación del material vegetal que ha hecho posible la realización de este trabajo.

Autores:

José Luis Espada Carbó

Unidad de Tecnología Vegetal. Cultivos Leñosos.

Jesús Romero Salt

Oficina Comarcal de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Alcañiz.

F. Camuñas Pescador

Oficina Comarcal de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Alcañiz.

José Manuel Alonso Segura

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria.

Los ensayos presentados en esta Información Técnica han sido financiados con fondos de la Unión Europea (FEADER) y del Gobierno de Aragón (Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2007-2013; Información y formación profesional, medida 111, submedida 1.7)

Los trabajos experimentales se han realizado en el marco de la RED DE FORMACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN AGRARIA DE ARAGÓN

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando sus autores y origen: Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar a la UNIDAD DE TECNOLOGÍA VEGETAL:
Av. Montañana, 930 • 50059 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 06

Correo electrónico: cta.sia@aragon.es - agricultura@aragon.es

■ **Edita:** Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario. Servicio de Recursos Agrícolas. ■ **Composición:** Unidad de Tecnología Vegetal ■ **Imprime:** ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.