

SE HA ANALIZADO LA INFLUENCIA DE PATRONES CIRUELO E HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS

Características agronómicas y estado nutricional de **Big Top** sobre diferentes patrones

Lucía Mestre¹, Jesús Betrán¹, Yolanda Gogorcena² y María Ángeles Moreno².

¹ Dpto. de Suelos y Aguas de Riego, Laboratorio Agroambiental; Gobierno de Aragón. Zaragoza

² Dpto. Pomología. Estación Experimental de Aula Dei (CSIC). Zaragoza.

En este trabajo se ha determinado la influencia de diversos patrones *Prunus*, con distintos orígenes y base genética, sobre el vigor, la producción y el estado nutricional de la variedad injertada. Fueron injertados con la variedad de nectarina Big Top y plantados en un suelo calizo y pesado, típico de las condiciones de cultivo del valle medio del Ebro y del área mediterránea.

España es el tercer país productor mundial de melocotón y nectarina, por detrás de China e Italia, y el segundo dentro de la Unión Europea (Faostat, 2012). En España, el melocotonero, con unas 73.100 ha, ocupa el segundo lugar en superficie total dedicada al cultivo de los frutales no cítricos, por detrás del almendro (542.000 ha) y por delante del manzano (31.700 ha), peral (26.900 ha) y cerezo (24.000 ha). En 2010, de la producción total de melocotonero en España, las comunidades de Cataluña (405.900 t) y Aragón (370.500 t) seguidas por la Región de Murcia (241.800 t), representaron el 89,7% del total producido.

Entre los patrones más utilizados en las nuevas plantaciones de melocotonero están los híbridos de almendro x melocotonero (*P. persica* x *P. dulcis*) ya que toleran la clorosis férrica en suelos calizos y generalmente son compatibles con melocotonero (Moreno, 2005). El patrón GF 677 es el más utilizado

en las condiciones edafoclimáticas mediterráneas por su tolerancia a clorosis y buen comportamiento agronómico. Otros patrones también muy tolerantes a la clorosis férrica son Adafuel (Cambra, 1990), Adarcias (Moreno y Cambra, 1994), Mayor (Cos *et al.*, 2004) y los híbridos Felinem, Garnem y Monegro (Felipe, 2009). Estos tres últimos fueron seleccionados además por su resistencia a nematodos. Los híbridos interespecíficos Barrier y Cadaman (*P. persica* x *P. davidiana*) también son resistentes a nematodos (Pinochet *et al.*, 1999), pero más sensibles a la clorosis férrica en suelos calizos (Jiménez *et al.*, 2008). Otro patrón más recientemente seleccionado es el híbrido de almendro x ciruelo Replantpac (Pinochet, 2010), de gran vigor y resistente a nematodos.

Los patrones ciruelo más utilizados comprenden las especies *P. insititia* y *P. domestica*. Estos patrones son, en general, tolerantes a la asfixia de raíces provocada por los suelos pe-





Vista general del ensayo de la variedad de nectarina Big Top injertada sobre distintos patrones *Prunus*.

sados, compactos o con problemas de drenaje. En España, el Pollizo de Murcia tiene gran relevancia además por su tolerancia a la clorosis férrica, a la asfixia y a la salinidad (Moreno, 2005), destacando especialmente el patrón Adesoto, muy utilizado por su resistencia a nematodos y buena compatibilidad con melocotonero y otras especies frutales de hueso (Moreno *et al.*, 1995).

Las distintas especies y genotipos de los posibles patrones empleados para el cultivo del melocotonero determinarán diferencias agronómicas de adaptación al suelo, productivas y de calidad del fruto. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo estudiar la influencia de diversos patrones *Prunus* sobre el comportamiento agronómico y estado nutricional del árbol de la variedad Big Top, en un ensayo establecido en la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD) de Zaragoza.

Materiales y métodos

Entre los patrones evaluados se encuentran:

- Los híbridos de almendro x melocotonero: Adafuel y Adarcias (seleccionados en la EEAD; Cambra, 1990; Moreno *et al.*, 1994); las selecciones GxN 9 (Monegro), GxN 15 (Garnem) y GxN 22 (Felinem) (patrones seleccionados en el CITA de Aragón; Felipe, 2009); el híbrido Mayor (seleccionado en el Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Murcia; Cos *et al.*, 2004); y otros híbridos inte-

respecíficos de almendro x melocotonero, como GF 677 (Bernhard y Grasselly, 1981).

- Los híbridos de melocotonero x *P. davidiana* Barrier (De Salvador *et al.*, 2002) y Cadaman (Edin y Garcin, 1994), utilizados como testigos de referencia.

- Los patrones de ciruelo Adesoto (seleccionado en la EEAD; Moreno *et al.*, 1995) y Tetra (seleccionado en el Instituto Experimental para la Fruticultura de Roma, Italia; Nicotra y Moser, 1997), así como el híbrido interespecífico Replantpac - Rootpac R (selección de la empresa viverista Agromillora Iberia; Pinochet, 2010).

Los árboles de los patrones a evaluar se plantaron en marzo de 2001, habiendo sido injertados con la variedad de nectarina Big Top

Entre los patrones evaluados, los ciruelos Adesoto y Tetra así como el híbrido Adarcias, presentaron un menor vigor y una buena productividad, lo que puede ser muy interesante para reducir el crecimiento excesivo del árbol, aumentar la densidad de plantación y disminuir los costes de mantenimiento

en el verano de 1999 en un vivero experimental de la EEAD-CSIC.

La finca en la que se desarrolló el ensayo estuvo situada en un suelo franco-arcilloso y calizo (pH=8,4; caliza activa≈8,0%; carbonatos totales≈29%), susceptible de provocar problemas de asfixia de raíces y de clorosis en árboles sobre patrones sensibles. Además, la existencia previa de plantaciones frutales de hueso en dicha parcela podría ocasionar problemas de replantación.

El diseño experimental utilizado en la parcela fue de cinco bloques al azar distribuidos perpendicularmente al frente de avance del agua de riego. El ensayo estuvo rodeado por árboles guardas para evitar la influencia de factores externos al ensayo. El marco de plantación fue de 5,5 x 5,5 m. Se practicó una poda de formación en vaso.

Se evaluaron el vigor del árbol (mediante el cálculo de la superficie del tronco a partir de la medida del perímetro de la variedad a 20 cm por encima del punto de injerto), la producción anual y acumulada, y la productividad. Para conocer el estado nutricional del árbol, y determinar las posibles diferencias en la absorción de nutrientes por los distintos patrones, se analizó la concentración de los principales elementos minerales en hojas de la variedad injertada. Se determinó la concentración de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), zinc (Zn) y cobre (Cu). Además se calculó el D.O.P. (Desviación del Óptimo Nutricional Porcentual).

CUADRO I.

Influencia de los patrones estudiados sobre el vigor, producción acumulada y productividad de la variedad Big Top, a los once años de la plantación.

Patrón	Vigor (cm ²)	Producción acumulada (kg árbol ⁻¹)	Productividad (kg cm ⁻²)
Adarcias	188,5 ab	141,9 abc	0,77 abc
Adesoto	151,0 a	104,7 a	0,69 ab
Barrier	232,8 abcd	199,7 c	0,85 bc
Cadaman	309,5 d	211,9 c	0,68 ab
Felinem	180,3 ab	144,9 abc	0,84 bc
GF 677	216,0 abc	190,2 bc	0,92 c
Mayor	255,5 bcd	156,1 abc	0,59 a
Replantpac	294,4 cd	203,1 c	0,68 ab
Tetra	171,3 ab	125,2 ab	0,71 ab

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.

CUADRO II.

Influencia de los patrones evaluados sobre el estado nutricional del árbol (macronutrientes) en la variedad Big Top, a los once años de la plantación (datos en % sobre materia seca).

Patrón	N	P	K	Ca	Mg
Adarcias	2,41 a	0,21 b	2,39 b	3,08 b	0,43 ab
Adesoto	2,37 a	0,16 ab	3,14 c	2,01 a	0,35 a
Barrier	2,44 a	0,16 ab	2,18 ab	2,40 a	0,53 b
Cadaman	2,85 c	0,15 a	1,87 a	1,87 a	0,38 a
Felinem	2,37 a	0,17 ab	2,33 ab	3,00 b	0,44 ab
GF 677	2,71 bc	0,16 ab	2,42 b	3,09 b	0,41 a
Mayor	2,52 ab	0,20 ab	2,01 ab	2,13 a	0,38 a
Replantpac	2,74 bc	0,17 ab	2,41 b	2,21 a	0,33 a
Tetra	2,56 ab	0,18 ab	3,34 c	2,32 a	0,36 a

La separación de medias se ha realizado mediante el test de Duncan ($p \leq 0,05$). Los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas.

Los datos recogidos en el ensayo fueron evaluados mediante análisis de la varianza, usando el programa SPSS 19.0 (SPSS, Inc, Chicago, EE.UU.). La separación de medias se realizó mediante el test Duncan ($p \leq 0,05$).

Resultados y discusión

Al estudiar la incidencia del patrón sobre la mortalidad de árboles se observó que el patrón Adafuel fue el que presentó la mayor mortalidad de árboles, con la pérdida de cuatro de los cinco árboles plantados en el ensayo (80% de mortalidad), seguido por los patrones Garnem y Monegro (60% de mortalidad), y Felinem con un 40% de pérdidas. Los patrones restantes (Adarcias, Adesoto, Barrier, Cadaman, GF 677 y Mayor) tuvieron una mortalidad baja, al morirse sólo uno de los cinco árboles plantados en la parcela (20% de mortalidad). Hasta la fecha, no se ha observa-

La ausencia de mortalidad de árboles sobre Tetra y Replantpac muestra su interés en suelos pesados y con problemas de replantación. Además, el ciruelo Tetra presentó, en general, los niveles más adecuados para el conjunto de elementos minerales estudiados, a diferencia del híbrido Barrier, que mostró un mayor desequilibrio nutricional

do mortalidad de árboles para los patrones Replantpac y Tetra. La mortalidad de árboles podría deberse a la mayor sensibilidad de algunos patrones a la asfixia de raíces en suelos pesados y/o a la presencia de hongos de suelo como *Phytophthora* spp. (Zarrouk et al., 2005; Font i Forcada et al., 2012).

Debido a la pérdida de árboles sobre Adafuel, Garnem y Monegro, no se incluyeron dichos patrones en el estudio de las características productivas y de nutrición mineral.

El patrón Adesoto indujo el menor vigor sin diferir significativamente de Adarcias, Barrier, GF 677 y Tetra (**cuadro I**). El patrón Cadaman mostró el mayor vigor sin diferir significativamente de Replantpac, Mayor y Barrier.

La producción acumulada fue mayor sobre los patrones Replantpac, Cadaman y Barrier, aunque sin diferir significativamente de Adarcias, GF 677, Felinem y Mayor. El patrón GF 677 indujo un valor más alto de productividad, aunque sin diferir significativamente de Adarcias, Barrier y Felinem. El patrón Mayor indujo la menor productividad, sin diferencias significativas con Adarcias, Adesoto, Cadaman, Replantpac y Tetra.

Como se ha mostrado en otros ensayos, con otras variedades de melocotonero y nectarina, el menor vigor de Adarcias, Adesoto y Tetra les permite mantener una productividad equivalente o superior a patrones mucho más vigorosos (Moreno et al., 1995; Albás et al., 2003; Font i Forcada et al., 2012). Así, el menor vigor inducido por estos patrones los hace más interesantes para reducir el crecimiento excesivo del árbol, aumentar la densidad de plantación y disminuir los costes de mantenimiento (Moreno y Cambra, 1994). El gran vigor de Replantpac unido a la buena supervivencia de los árboles sobre este patrón lo hace muy conveniente para el cultivo en condiciones de replantación o en suelos más pobres.

Respecto al análisis foliar de elementos minerales (**cuadros II y III**), el patrón Cadaman es el que indujo los mayores valores de nitrógeno, aunque sin diferir significativamente de GF 677 y Replantpac. Los patrones Adarcias, Adesoto, Barrier y Felinem presentaron los menores valores, aunque sin diferir de Mayor. Todos los valores estarían por debajo de los valores considerados como adecuados según Leece (1975) y en el rango de los clasificados como marginales para el contenido de N en melocotonero.

Para el contenido en fósforo, el patrón Adarcias es el que indujo el mayor valor y Cadaman el menor, aunque sin diferir significativamente de los restantes patrones. Todos los valores estarían en el rango de los considerados normales (Leece, 1975).

Para el potasio, los ciruelos Adesoto y Tetra indujeron mayor contenido que los restantes patrones. El menor contenido se observó sobre Cadaman aunque sin diferir significativamente de Barrier, Felinem y Mayor. Los patrones Adarcias, GF 677 y Replantpac indujeron un valor intermedio sin diferir de los tres anteriores. Todos los valores estarían en el rango de los considerados como adecuados, con la excepción del patrón Cadaman, con un valor clasificado como marginal, y los patrones Adesoto y Tetra con valores ligeramente altos para melocotonero (Leece, 1975).

En el caso del calcio, los patrones Adarcias, Felinem y GF 677 indujeron un contenido significativamente mayor que los restantes patrones, aunque sus valores estarían en el rango de los considerados como altos (Leece,

CUADRO III.

Influencia de los patrones evaluados sobre el estado nutricional (micronutrientes) del árbol en la variedad Big Top, a los once años de la plantación (datos en mg/kg de materia seca).

Patrón	Fe	Cu	Mn	Zn
Adarcias	76,9 ab	7,4 ab	32,6 a	12,1 a
Adesoto	83,3 b	8,5 ab	30,1 a	19,3 bc
Barrier	59,8 a	8,2 ab	26,2 a	19,4 bc
Cadaman	67,3 ab	8,0 ab	33,7 a	16,5 b
Felinem	83,4 b	10,4 b	30,2 a	18,4 b
GF 677	73,1 ab	10,1 b	37,0 a	18,3 b
Mayor	83,5 b	5,2 a	31,4 a	18,1 b
Replantpac	76,9 ab	10,2 b	54,2 a	11,1 a
Tetra	83,2 b	7,3 ab	35,5 a	21,6 c

La separación de medias se ha realizado mediante el test de Duncan ($p \leq 0,05$). Los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas.

1975). Para los otros patrones, los valores estarían en el rango de los adecuados para melocotonero.

Para el magnesio, el patrón Barrier es el que indujo mayor contenido aunque sin diferir significativamente de Felinem y Adarcias. El resto de patrones no mostraron diferencias

significativas entre ellos ni con respecto a estos dos últimos. Todos los valores estarían en el rango de los adecuados (Leece, 1975).

En el caso del hierro, los patrones Adesoto, Mayor, Felinem y Tetra indujeron un mayor contenido y Barrier el menor. No obstante, las diferencias no fueron significativas respecto a

Contra las heladas...

SCUDOR
escudo térmico

arvensis

PROTECTOR FOLIAR

PRODUCTO COMERCIALIZADO BAJO LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTECTOR FOLIAR

SCUDOR

MEDIO DE DEFENSA FITOSANITARIA

arvensis agro S.A.
Tel: +34 976 169 181 · Fax: +34 976 169 183
mail@arvensis.com · www.arvensis.com

CUADRO IV.

Sumatorio de los índices D.O.P. de los elementos analizados según los distintos patrones evaluados.

Patrón	DOP
Adarcias	- 241,9 bc
Adesoto	- 234,3 bc
Barrier	- 302,9 c
Cadaman	- 279,8 bc
Felinem	- 207,4 ab
GF 677	- 234,9 bc
Mayor	- 214,4 ab
Replantpac	- 251,5 bc
Tetra	- 154,9 a

La separación de medias se ha realizado por el test de Duncan ($p \leq 0,05$).

los patrones Adarcias, Cadaman, GF 677 y Replantpac. Todos los valores estarían por debajo de los valores considerados como adecuados y en el rango de los marginales (Leece, 1975). El patrón Barrier estaría incluso por debajo de dichos valores marginales.

Para el cobre, los patrones Felinem, GF 677 y Replantpac indujeron un mayor contenido, aunque las diferencias no fueron significativas respecto a Adarcias, Adesoto, Barrier, Cadaman y Tetra. Todos los valores estarían en el rango de los considerados como normales (Leece, 1975).

En el caso del manganeso, el patrón Replantpac indujo un mayor contenido que el resto de los patrones, los cuales no difirieron entre sí. Todos los valores estarían por debajo de los considerados como normales y en el rango de los clasificados como marginales (Leece, 1975) salvo en el patrón Replantpac que estaría en el rango de los adecuados.

Para el zinc, el patrón Tetra indujo un mayor contenido, aunque las diferencias no fueron significativas respecto a Adesoto y Barrier. Estos dos patrones tampoco difirieron significativamente respecto a los restantes patrones, con la excepción de Adarcias y Replantpac que indujeron los menores valores. El patrón Tetra estaría dentro de los rangos adecuados para melocotonero. Los patrones Adesoto y Barrier estarían muy próximos al límite inferior de los valores considerados como adecuados, mientras que los restantes patrones estarían en el rango de los marginales (Cadaman, GF 677, Felinem y Mayor) o deficientes (Replantpac y Adarcias) según Leece (1975).

En la determinación de los índices D.O.P.

(Desviación del Óptimo Nutricional Porcentual), utilizados para conocer el estado nutricional de cada uno de los patrones, se tomaron como referencia los valores propuestos por Leece (1975). Así, el patrón que mostró un índice nutricional más equilibrado fue Tetra, aunque sin mostrar diferencias significativas con Felinem y Mayor (cuadro IV). Por el contrario, el patrón Barrier presentó el estado nutricional menos equilibrado, aunque sin diferir significativamente de los restantes patrones, con la excepción de Tetra, Felinem y Mayor.

Conclusiones

En este trabajo se demuestra que el patrón utilizado tiene una influencia significativa sobre la supervivencia del árbol, el vigor, la productividad y el estado nutricional de la variedad injertada.

El menor vigor inducido por los patrones Adesoto, Tetra y Adarcias, convierte a estos patrones en los más interesantes en plantaciones intensivas, cuando se pretenda evitar combinaciones excesivamente vigorosas de melocotonero en suelos más fértiles.

El mayor vigor del híbrido Replantpac así como su buena supervivencia lo hace más apropiado para suelos con menor fertilidad o con problemas graves de replantación, donde un elevado vigor puede ser muy conveniente.

El análisis foliar en la variedad injertada mostró que el patrón ciruelo Tetra indujo, en general, los niveles más adecuados para el conjunto de los elementos minerales estudiados según el diagnóstico del índice D.O.P., a diferencia del patrón Barrier, que mostró un mayor desequilibrio nutricional basado en dicho índice.

Los híbridos de almendro x melocotonero han inducido, en general, unos niveles de nutrientes en hoja más adecuados que los patrones de melocotonero x *P. davidiana* (Barrier y Cadaman). ●

Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda en el manejo del material vegetal en campo de E. Sierra y S. Segura. También se agradece la colaboración de Jorge Pinochet en este ensayo. Igualmente, se agradece la asistencia técnica de A. Palacios en los análisis de elementos minerales en el laboratorio. Este trabajo fue financiado por los proyectos AGL-2005-05533, AGL-2008-00283 y AGL-2011-24576, con cofinanciación FEDER, y el Gobierno de Aragón (A44).

Bibliografía ▼

Albás ES, Jiménez S, Aparicio J, Moreno MA (2003) Influencia de diferentes patrones híbridos almendro x melocotonero en las características productivas y de calidad del fruto de melocotonero. *Agrícola Vergel* 264: 613-621.

Bernhard R, Grasselly C (1981) Les pêcheurs x amandiers. *L'Arboriculture Fruitière* 328: 37-42.

Cambra R (1990) Adafuel, an almond x peach hybrid rootstock. *HortScience* 25:584-584.

Cos J, Frutos D, García R, Rodríguez J, Carrillo A (2004) In vitro rooting study of the peach almond hybrid Mayor®. *Acta Hort* 658: 623-628.

De Salvador FR, Ondradu B, Scalas B (2002) Horticultural behaviour of different species and hybrids as rootstocks for peach. *Acta Hort* 592: 317-322.

Edin M, Garcin A (1994) Un nouveau porte greffe du pêcheur Cadaman-Avimag. *L'Arboriculture Fruitière* 475:20-23.

FAOSTAT (2012) <http://www.faostat.fao.org>

Felipe AJ (2009) Felinem, Garnem, and Monegro almond x peach hybrid rootstocks. *HortScience* 44:196-197.

Font i Forcada C, Gogorcena Y, Moreno MA (2012) Agronomical and fruit quality traits of two peach cultivars on peach-almond hybrid rootstocks growing on Mediterranean conditions. *Sci Hortic* 140:157-163.

Jiménez S, Pinochet J, Abadía A, Moreno MA, Gogorcena Y (2008) Tolerance response to iron chlorosis of *Prunus* selections as rootstocks. *HortScience* 43:304-309.

Leece D (1975) Diagnostic leaf analysis for stone fruits. Peach (*Prunus persica*). *Aust J Exp Agric Anim Husb* 15: 138-139.

Moreno MA (2005) Selección de patrones y variedades de melocotonero adaptados a condiciones del área mediterránea. *Vida Rural* 206: 28-31.

Moreno MA, Cambra R (1994) Adarcias - an almond x peach hybrid rootstock. *HortScience* 29:925-925.

Moreno MA, Tabuenca MC, Cambra R (1994) Performance of Adafuel and Adarcias as peach rootstocks. *HortScience* 29:1271-1273.

Moreno MA, Tabuenca MC, Cambra R (1995) Adesoto 101, a plum rootstock for peaches and other stone fruit. *HortScience* 30(6):1314-1315.

Nicotra A, Moser L (1997) Two new plum rootstocks for peach and nectarines: Penta and Tetra. *Acta Hort* 451: 269-271.

Pinochet J (2010) 'Replantpac' (Rootpac® R), a Plum-almond hybrid rootstock for replant situations. *HortScience* 45:299-301.

Pinochet J, Calvet C, Hernández-Dorrego A, Bonet A, Felipe A, Moreno MA (1999) Resistance of peach and plum rootstocks from Spain, France, and Italy to rootknot nematode *Meloidogyne javanica*. *HortScience* 34:1259-1262.

Zarrouk O, Gogorcena Y, Gómez-Aparisi J, Betrán J, Moreno MA (2005) Influence of almond x peach hybrids rootstocks on flower and leaf mineral concentration, yield and vigour of two peach cultivars. *Sci Hortic* 106:502-514.