

UN HÍBRIDO DE ALMENDRO X MELOCOTONERO QUE APORTA MAYOR CALIDAD NUTRICIONAL A LOS FRUTOS

Influencia del patrón Adarcias sobre las características productivas y la calidad del fruto

Carolina Font i Forcada, Yolanda Gogorcena y María Ángeles Moreno.

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

El Departamento de Pomología de la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD, CSIC) desarrolla un programa de mejora genética de patrones *Prunus* para distintas especies frutales de hueso. Se busca la buena adaptación a las condiciones edafo-climáticas del Valle del Ebro y, en general, del área mediterránea. El presente estudio tiene como objetivo conocer la influencia de diferentes patrones híbridos de almendro x melocotonero, entre ellos algunos de los ya seleccionados en la EEAD, sobre las características agronómicas y parámetros de calidad del fruto de las variedades de nectarina Queen Giant y de melocotonero Tebana.

El melocotonero es la especie frutal de hueso más cultivada en España (73.100 ha), por detrás del almendro (542.000 ha) y por delante del cerezo (24.000 ha) (Faostat, 2012). Además, con una producción de 1,13 millones de toneladas en 2010, presenta mayor producción que

el conjunto de los restantes frutales de hueso (albaricoquero, cerezo y ciruelo) y que los frutales de pepita (manzano y peral). Actualmente, España es el tercer productor de melocotonero a nivel mundial y el segundo de la Unión Europea. La producción se concentra mayoritariamente en las regiones de clima templado seco y caluroso (Valle del Ebro y Región de Murcia) por la menor incidencia de enfermedades y heladas de primavera. En las últimas décadas la producción ha aumentado considerablemente, como consecuencia de la innovación varietal con la utilización de nuevos patrones y variedades. Esto unido a otras mejoras

tecnológicas como la renovación de las plantaciones, el aumento de la superficie en regadío y la mejora en las técnicas de cultivo, han permitido un incremento progresivo en la producción permitiendo al mismo tiempo un notable aumento y diversificación de la oferta. La disponibilidad de nuevos patrones y variedades supone además un aumento de la competitividad lo que se ha traducido en un incremento progresivo de las exportaciones. Así, España pasó a ser el primer país exportador a nivel europeo alcanzando las 574.000 t en 2010 (Faostat, 2012).

Entre los patrones más utilizados para el



cultivo del melocotonero en suelos calizos, se encuentran los híbridos de almendro x melocotonero, ya que toleran la clorosis férrica, son vigorosos y presentan buena compatibilidad con el melocotonero (Moreno, 2005). Además, algunos de ellos son resistentes a nematodos (Felipe, 2009). No obstante, en ocasiones, su elevado vigor puede aumentar el coste en el manejo de la plantación y disminuir la calidad de la fruta producida.

Además de las características agronómicas de las variedades, la composición química del fruto, relacionada con factores nutricionales, se valora cada vez más por los consumidores. Desde el punto de vista nutritivo, las frutas poseen un alto contenido de agua y carbohidratos, y son, en general, una buena fuente de minerales y vitaminas. Entre los azúcares mayoritarios del melocotón (Cantín *et al.*, 2009a), la sacarosa se ha visto correlacionada con el aroma, la fructosa tiene efectos beneficiosos en la salud gastrointestinal y el sorbitol puede usarse como sustituto de la glucosa en personas con diabetes. Entre los compuestos bioquímicos más importantes, se pueden destacar los componentes fenólicos, la vitamina C y la capacidad antioxidante. Estos compuestos tienen gran importancia porque pueden prevenir los procesos de envejecimiento celular, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer. Entre otros efectos beneficiosos, reducen el colesterol y la hipertensión y previenen la trombosis.

Todos estos compuestos dependen sobre todo del genotipo de la variedad cultivada (Cantín *et al.*, 2009a; 2009b) pero también pueden verse muy influidos por el patrón utilizado. Se sabe la influencia que determinados patrones ejercen sobre los parámetros básicos de la calidad del fruto, como sólidos solubles, acidez, tamaño o firmeza (Font *et al.*, 2012). Sin embargo, es mucho más reducido el conocimiento sobre su influencia en la calidad bioquímica del fruto (azúcares solubles, vitamina C, capacidad antioxidante o compuestos fenólicos) (Albás *et al.*, 2003; Font i Forcada *et al.*, 2013).

El Departamento de Pomología de la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD, CSIC) desarrolla un programa de mejora genética de patrones *Prunus* para distintas especies frutales de hueso (Moreno, 2003; 2005). Se busca la buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas del Valle del Ebro y, en general, del área mediterránea. El presente estudio tiene como objetivo conocer la influencia de diferentes patrones híbridos de almendro x melocotonero, entre ellos algunos de los ya seleccionados en la EEAD, sobre las características agronómicas y parámetros de calidad del fruto de las variedades de nectarina Queen Giant y de melocotonero Tebana.

Materiales y métodos

En el invierno de 1998-1999 se plantaron los árboles de las variedades Queen Giant y Tebana, que habían sido injertadas en el verano de 1997 sobre cinco patrones híbridos de almendro x melocotonero [*P. amygdalus* x *P. persica*] y un híbrido de *P. davidiana* x melocotonero [*P. davidiana* x *P. persica*] conocido como Cadaman. Los patrones estudiados fueron las selecciones de la EEAD: Adafuel (Cambra, 1990) y Adarcias (Moreno y Cambra, 1994); las selecciones del CITA de Aragón: Garnem y Felinem (Felipe, 2009); una co-obtención franco-húngara: Cadaman (Edin y Garcin, 1994); y la selección francesa de referencia: GF 677.

El especialista en sembradoras de precisión



NG Plus 4

Distribución neumática, enterramiento por doble discos, ruedas de nivel y rueda PRO compresora (opcional) apto para las siembras convencionales o simplificadas; facilidades de ajustes; chasis de 4 a 16 filas compatibles con los números de filas impares.



NX2

Distribución neumática, enterramiento por doble discos; paralelogramo amplio y chasis 7" especialmente adaptados para las técnicas culturales simplificadas, la siembra directa y las condiciones intensivas de uso.



MS

Sembradora para cultivos hortícolas y legumbres especial para mini-granos; distribución neumática; enterramiento por rejas (simple fila, doble filas, reja esparcidora,...); amplia gama de entre-filas y equipos.

Área Norte

Sucesores Ortiz de Zarate sl
Polig indust Las Labradas
31500 TUDELA
629 614 726
sozsl@ortizzarate.com

Área Sur

Monosembradora, S.A.
Zona Industrial Cachapets
03330 CREVILLENTE (ALICANTE)
647 752 691
monosembradora@msn.com

MONOSEM

www.monosem.com

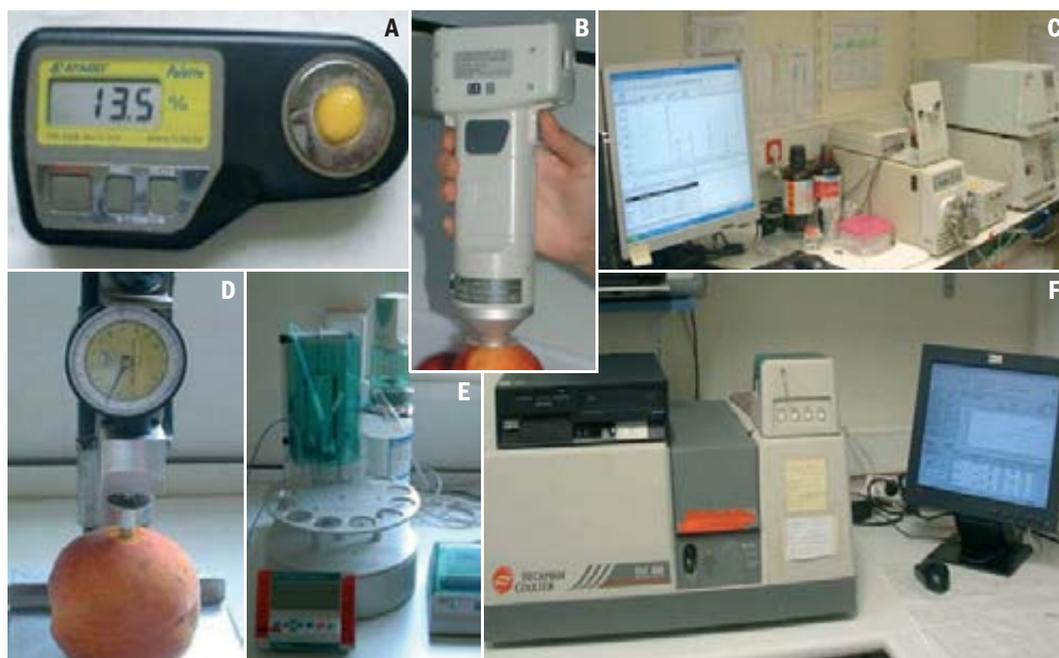


Foto 1. Aparatos utilizados para medir la calidad de los frutos de melocotón y nectarina: (A) refractómetro digital (sólidos solubles), (B) colorímetro Minolta (coordenadas L*, a* y b*), (C) HPLC (azúcares solubles), (D) penetrómetro (firmeza), (E) valorador automático (acidez valorable) y (F) espectrofotómetro (compuestos antioxidantes).

Se consideró la parcela elemental de un árbol y el ensayo tuvo cinco repeticiones por cada combinación patrón-variedad. El marco de plantación fue de 6 x 4 m. La finca en la que se desarrolló el ensayo estuvo situada en la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza), con un suelo franco-arcilloso y calizo (pH=8,3; caliza activa≈8,0%; carbonatos totales≈27%), susceptible de provocar problemas de asfixia de raíces y de clorosis en árboles injertados sobre patrones sensibles.

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), producción anual y acumulada, y productividad (Font i Forcada *et al.*, 2012).

En el momento de la cosecha, se recogió una muestra de 20 frutos/árbol para determinar la calidad del fruto durante tres años consecutivos (2008, 2009 y 2010). Además de los parámetros básicos de calidad del fruto (acidez, color, firmeza y sólidos solubles) se determinaron los azúcares solubles mayoritarios en el fruto (sacarosa, glucosa, fructosa y sorbitol) mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC). También se analizaron los compuestos antioxidantes: fenoles totales, flavonoides, antocianinas, vitamina C y capacidad

antioxidante, mediante técnicas de espectrofotometría. Se siguió la metodología descrita por Cantín *et al.* (2009a; 2009b) y se utilizaron los

En diversos ensayos en la Estación Experimental de Aula Dei, se ha observado que el híbrido Adarcias presenta un buen comportamiento desde el punto de vista agronómico (menor vigor, buena productividad y supervivencia de los árboles) y, en general, una mayor calidad del fruto (contenido en azúcares y compuestos antioxidantes) comparado con los híbridos de almendro x melocotonero más utilizados por el sector

aparatos de medida mostrados en la **foto 1**.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa informático SPSS, versión 19.0 (Inc, Chicago, EE.UU.), con el que se realizó un análisis de varianza de los datos y la separación de medias mediante el test Duncan ($p \leq 0,05$).

Resultados y discusión

Al estudiar la incidencia del patrón y de la variedad sobre la mortalidad de árboles, se observó que alcanzó el 100% en el caso de la variedad Tebana sobre los patrones Garnem y Felinem. También se observó un 33% de mortalidad sobre Felinem injertado con Queen Giant. En menor grado, presen-

taron un 16,5% de mortalidad de árboles los patrones Adafuel y Cadaman con la variedad Tebana y el patrón Garnem con Queen Giant. Por el contrario, hay que destacar que todos los árboles sobre Adarcias y GF 677 sobrevivieron bien hasta el final del ensayo. 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 *et al.*, 2012).

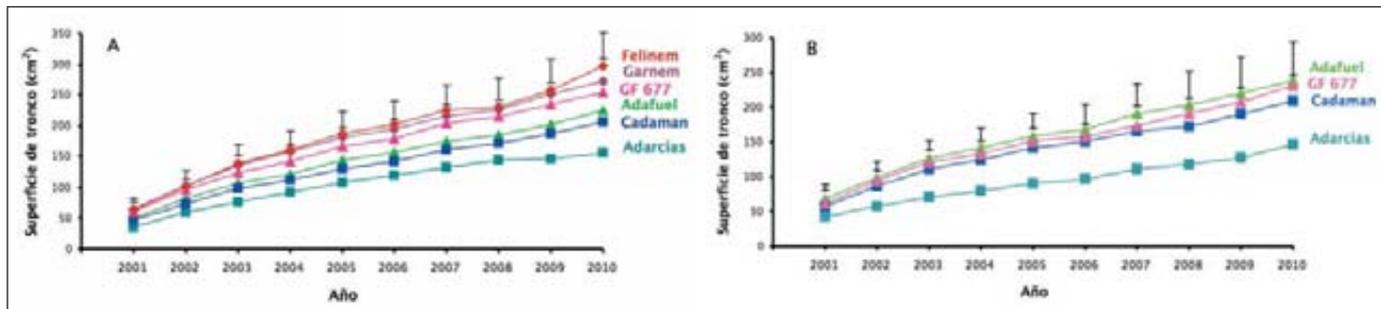
Debido a la pérdida de árboles sobre Felinem y Garnem, los resultados para la variedad Tebana incluyeron solo los patrones Adafuel, Adarcias, Cadaman y GF 677.

El patrón Adarcias indujo el menor vigor a las variedades injertadas (**figura 1 y cuadro I**), mostrando a los once años de la plantación, una reducción del 37% y 48% del vigor de Tebana y Queen Giant respectivamente, comparado con GF 677. Los patrones más vigorosos fueron Garnem y GF 677, aunque sin diferir significativamente de Felinem en el caso de la variedad Queen Giant.

Para Queen Giant, la producción acumulada fue mayor sobre Felinem, aunque sin diferencias significativas con Garnem (**cuadro I**). La mayor productividad se obtuvo sobre Cadaman con ambas variedades, aunque sin diferir

FIGURA 1.

Efecto de los patrones estudiados sobre el vigor (cm^2) de las variedades de nectarina Queen Giant (A) y de melocotonero Tebana (B) durante los años del ensayo. Las líneas verticales indican el LSD ($p \leq 0,05$).



de Felinem en el caso de Queen Giant. Por el contrario, la menor productividad se obtuvo sobre los patrones GF 677 y Adafuel, aunque sin diferencias significativas con Garnem. El mayor vigor de estos patrones (GF 677, Garnem y Adafuel) redujo su productividad comparados con los patrones menos vigorosos como Adarcias o Cadaman, en el caso de la variedad Queen Giant.

En el caso de la variedad Tebana, no se observaron diferencias significativas en productividad entre los patrones Adafuel y GF 677 (más vigorosos y con mayor producción acumulada) y Adarcias. Como se ha mostrado en otros ensayos, con otras variedades de melocotonero y nectarina, el menor vigor de Adarcias le permite mantener una productividad equivalente o superior a patrones mucho más vigorosos (Albás *et al.*, 2003; Moreno *et al.*, 1995). Así, el menor vigor inducido por Adarcias (**fotos 2 y 3**) convierte a este patrón en el más interesante para reducir el crecimiento excesivo del árbol, aumentar la densidad de plantación y disminuir los costes de manteni-

CUADRO I.

Influencia de los patrones estudiados sobre el vigor, producción acumulada y productividad de las variedades de nectarina Queen Giant y de melocotonero Tebana, a los once años de la plantación.

Varietal	Patrón	Vigor (cm^2)	Producción acumulada (kg árbol^{-1})	Productividad (kg cm^{-2})
Queen Giant	Adafuel	225,0 bc	224,0 b	0,99 a
	Adarcias	155,1 a	164,4 a	1,06 bc
	Cadaman	206,3 b	279,3 b	1,35 d
	Felinem	254,7 cd	306,9 c	1,20 cd
	Garnem	272,4 d	278,5 bc	1,02 ab
	GF 677	297,5 d	244,2 b	0,82 a
Tebana	Adafuel	238,0 b	255,6 b	1,07 a
	Adarcias	146,1 a	154,4 a	1,06 a
	Cadaman	209,0 b	306,1 b	1,47 b
	GF 677	231,0 b	289,5 b	1,25 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.

miento en las plantaciones de melocotonero (Moreno y Cambra, 1994). Por contra, el gran vigor de Adafuel, Felinem, Garnem y GF 677 los hace más convenientes para el cultivo del melocotonero en condiciones de replantación o en suelos pobres (Cambra, 1990; Moreno *et*

al., 1995) donde un mayor nivel de vigor puede ser necesario.

Respecto a los parámetros de calidad del fruto (**cuadro II**), el patrón Adarcias fue el que indujo, en general, los frutos más dulces a las dos variedades injertadas, teniendo en cuenta los azúcares solubles individuales y la suma total de dichos azúcares. También se observó un mayor contenido en sólidos solubles (SS), de la variedad Queen Giant sobre los patrones Adarcias y Cadaman, a diferencia de Garnem y GF 677 que presentaron los menores valores (Font i Forcada *et al.*, 2012). Además, se observaron correlaciones positivas entre los SS y los azúcares individuales, como ya se menciona en otros estudios (Cantín *et al.*, 2009a). Por el contrario, se observaron correlaciones negativas



Fotos 2 y 3. Árboles de la variedad Tebana sobre el patrón Adarcias.

CUADRO II.

Influencia de los patrones estudiados sobre la calidad del fruto de las variedades de nectarina Queen Giant y de melocotonero Tebana. Los valores representan la media de tres años del ensayo (2008, 2009 y 2010).

Variedad	Patrón	Carácter	Media		Carácter	Media						
Queen Giant	Adafuel	Sacarosa	47,06	ab	Fenoles totales	24,4						
			51,86	b		27,0						
			45,64	ab		21,8						
			46,99	ab		23,9						
			43,19	a		26,9						
			48,83	ab		21,8						
			Adafuel	Glucosa		10,24	ab	Flavonoides	4,7			
						11,61	b		6,5			
						11,11	b		3,9			
						10,71	ab		4,2			
	9,72	a			6,3							
	9,74	a			3,4							
	Adafuel	Fructosa			11,23	ab	Antocianinas		0,28			
					12,24	c			0,29			
					11,73	bc			0,18			
					11,86	bc			0,18			
			10,80	ab	0,24							
			10,26	a	0,21							
			Adafuel	Sorbitol	1,66	a		Vitamina C	3,6			
					2,01	a			3,9			
1,79					a	3,4						
1,63					a	4,0						
1,74	a	3,5										
1,78	a	4,7										
Adafuel	Azúcares totales	70,22			ab	RAC	388,0					
		77,72			b		381,9					
		70,43			ab		399,0					
		71,19			ab		341,4					
		65,45	a	378,5								
		70,62	ab	387,0								
		Tebana	Adafuel	Sacarosa	66,26		a	Fenoles totales	27,5			
					69,97		a		30,0			
					69,87		a		35,2			
					64,46		a		28,1			
Adafuel	Glucosa				7,50	a	Flavonoides		5,1			
					9,36	a			6,0			
					9,13	a			7,6			
					8,42	a			4,9			
					Adafuel	Fructosa			8,97	a	Antocianinas	0,30
									10,93	b		0,40
			10,32	ab				0,41				
			9,33	ab				0,50				
			Adafuel	Sorbitol				1,89	a	Vitamina C		7,6
								2,72	b			9,0
2,78	b						7,4					
1,99	a						8,0					
Adafuel	Azúcares totales						84,64	a	RAC			365,1
							92,98	b				351,7
					91,79	b	403,0					
					84,17	a	363,8					

La separación de medias se ha realizado mediante el test de Duncan ($p < 0,05$). Para la misma variedad, los datos seguidos de las mismas letras no muestran diferencias significativas. Unidades: Azúcares (g kg^{-1} Peso Fresco). Fenoles totales ($\text{mg GAE}/100 \text{ g PF}$); flavonoides ($\text{mg CE}/100 \text{ g PF}$); antocianinas ($\text{mg C3GE}/\text{kg PF}$); vitamina C ($\text{mg AsA}/100 \text{ g PF}$); RAC, capacidad antioxidante relativa ($\mu\text{g Trolox}/\text{g PF}$).

entre el vigor del árbol y los SS y el contenido en azúcares del fruto, lo que confirma el efecto negativo del mayor vigor del árbol sobre la calidad del fruto (Font i Forcada *et al.*, 2013). Estas correlaciones negativas pueden ser debidas a una mayor competencia del desarrollo vegetativo del árbol frente al fruto en los patrones más vigorosos.

En el caso de los compuestos antioxidantes (cuadro II), también se observó la tendencia del patrón Adarcias a inducir el mayor contenido de compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas en la variedad Queen Giant y del patrón Cadaman para el contenido en compuestos fenólicos, flavonoides y capacidad antioxidante, en la variedad Tebana. Así, el híbrido almendro x melocotonero Adarcias y el híbrido de melocotonero x *P. davidiana* Cadaman parecen inducir, en general, un mayor contenido del fruto en azúcares individuales y totales, y en compuestos antioxidantes para las dos variedades estudiadas.

Por otra parte, las correlaciones positivas y significativas encontradas entre la capacidad antioxidante y el contenido en fenoles, flavonoides y vitamina C (Font i Forcada *et al.*, 2013), muestran que estos compuestos son la fuente principal de la capacidad antioxidante en los frutos (Gil *et al.*, 2002).

Conclusiones

Se observó la tendencia del híbrido de almendro x melocotonero Adarcias, junto al híbrido de melocotonero x *P. davidiana* Cadaman, a inducir una mayor calidad del fruto en las variedades injertadas, sobre todo considerando los parámetros de azúcares solubles y compuestos

antioxidantes. El menor vigor de Adarcias probablemente favorece una menor competencia del desarrollo vegetativo del árbol frente a la calidad del fruto, lo que potencia dicha calidad y por ello su interés a nivel agronómico. ●

Agradecimientos

Los autores agradecen la asistencia técnica en el manejo del material vegetal de J. Aparicio, E. Sierra y S. Segura. Este trabajo fue financiado por el MICINN (Ministerio de Ciencia e Innovación): proyectos AGL-2005-05533, AGL-2008-00283 y AGL-2011-24576, con cofinanciación FEDER, y el gobierno de Aragón (A44). C. Font fue beneficiaria de una beca JAE-Pre del CSIC.

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.

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

Cantín CM, Gogorcena Y, Moreno MA (2009a) Analysis of phenotypic variation of sugar profile in different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *J Sci Food Agric* 89:1909-1917.

Cantín CM, Moreno MA, Gogorcena Y (2009b) Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *J Agric Food Chem* 57:4586-4592.

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

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

Felipe AJ (2009) Felinim, 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.

Font i Forcada C, Gogorcena Y, Moreno MA (2013) Fruit sugar profile and antioxidants of peach and nectarine cultivars on peach-almond hybrid rootstocks. *Sci Hortic* 164: 563-572.

Gil MI, Tomás-Barberán FA, Hess-pierce B, Kader AA (2002) Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J Agric Food Chem* 50:4976-4982.

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

Moreno MA (2003) Mejora y selección de patrones frutales de hueso en la Estación Experimental de Aula Dei. *ITEA Vol 99V, N° 1: 11-22*.

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

Moreno MA, Tabuenca MC, Cambra R (1995) Comportamiento de la variedad de melocotonero Load injertada sobre diversos híbridos almendro x melocotonero en vías de selección. *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei* 21 (3): 213-216.

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.