

■ Comparación de portainjertos de aguacate Hass. Observaciones durante los primeros 7 años

E. Guirado¹, J.M. Hermoso², J.M. Farré³

¹. Almuñécar. Granada. España

². IHSM-La Mayora-UMA-CSIC. Málaga. España

³. CIFA de Málaga. Málaga. España

RESUMEN

El ensayo se estableció en Málaga (España) sobre suelo pizarroso, bien drenado, no calizo ni salino. El agua era fuertemente caliza pero no salina. En 2008 se plantaron 2 repeticiones del ensayo y una en 2009. El diseño era completamente al azar dentro de cada repetición, con aproximadamente 15 árboles por portainjerto y repetición. Todos los portainjertos se injertaron con varetas de Hass provenientes de árboles seleccionados por su alta productividad.

Se compararon los siguientes portainjertos:

Portainjerto	Origen	Método de reproducción
Topa Topa	California (USA)	Semilla
Zutano	California (USA)	Semilla
Velvick	Australia	Semilla
Gallo 3	Islas Canarias (España)	Clonal
XV-2	Málaga (España)	Clonal
Dusa	República de Sudáfrica	Clonal
Latas	República de Sudáfrica	Clonal
Duke 7	California (USA)	Clonal
Toro Canyon	California (USA)	Clonal
Uzi	California (USA)	Clonal
Steddom	California (USA)	Clonal
Thomas	California (USA)	Clonal
VC 66	Israel	Clonal
Hass	California (USA)	Clonal

En la primera cosecha (2011), Zutano, Toro Canyon, XV-2, Gallo 3 y VC 66 tenían significativamente mayores pesos de fruto por árbol que Latas, Thomas y Topa Topa. Los restantes tenían pesos intermedios.

En el cuatrienio 2012 – 2015, VC 66, Duke 7, Velvick, Toro Canyon, XV-2 y Latas produjeron las mayores cosechas medias, entre 14.2 y 15.9 kg.árbol⁻¹. año⁻¹. Las menores producciones (10.2 y 10.4 kg.árbol⁻¹.año⁻¹) se registraron en Topa Topa y Thomas. Las diferencias en peso medio del fruto eran porcentualmente mucho menores. Solo Zutano y Velvick tenían pesos medios por debajo de 220 gramos. Los restantes los tenían entre 230 y 243 gramos, excepto XV-2 que tenía 253 gramos de peso medio.

Duke 7, Latas y Uzi mostraron los mayores aumentos de la sección de área transversal de tronco entre 2009 y 2013. Dusa, Gallo 3, Hass, Topa Topa, VC 66, Velvick y Zutano los menores. Steddom, Toro Canyon, Thomas y XV-2 estaban en posición intermedia.

Palabras clave: Crecimiento, Producción, Tamaño, Fruto.

INTRODUCCIÓN

Una gran parte de las plantaciones de aguacates en España, situadas en las provincias de Málaga y Granada, están plantadas sobre terrenos pizarrosos. Su pH es ligeramente superior al neutro y su contenido en carbonatos es bajo, aumentando con la longitud de años que hayan estado bajo riego. Las aguas de riego, generalmente calizo – magnésicas, provienen de las estrabaciones sur de la Cordillera Penibética que se extiende de E – O definiendo, a cotas bajas, la región de clima subtropical. Una pequeña parte de las plantaciones se sitúan sobre suelos calizos con contenidos en carbonatos superiores al 8 por ciento. La mayoría de los ensayos de portainjertos de aguacate se han realizado en España en estos suelos pizarrosos. Topa Topa (raza mejicana) y Lula (hibrido guatemalteco-antillano) eran los dos portainjertos mas comunes en los años 80 – 90 del pasado siglo. Por ello se desarrolló, en el periodo 1981 – 2000, un ensayo comparándolos en suelo pizarroso no calizo con los cvs. Hass y Fuerte (Hermoso *et al.*, 2003 a). Hass / Lula tuvo ligeramente mayores cosechas y productividades que Hass / Topa Topa aunque las diferencias no eran estadísticamente significativas. El tamaño medio del fruto era algo mayor, pero no significativamente, sobre Topa Topa. En otro ensayo, en suelo calizo, Lula se mostró mucho más sensible a clorosis férrica que Topa Topa lo que afectó dramáticamente a su crecimiento y productividad. Por ello los resultados detallados no se publicaron.

En otro ensayo con Hass en suelos pizarrosos se compararon Topa Topa y Zutano por un periodo de 6 años como parte de un ensayo de materias orgánicas (Hermoso *et al.*, 2003 b). Se obtuvieron ligeramente mayores cosechas y claramente mayores productividades con Zutano pero a costa de menores tamaños de fruto.

En un pequeño estudio preliminar, también en suelos pizarrosos neutros, se compararon (Olalla *et al.*, 2003) tres patrones clonales y dos de semilla con la variedad Hass. Los patrones clonales se habían seleccionado por su alta productividad en una población de árboles de semilla de Topa Topa injertados con Hass. Tras seis cosechas la selección clonal XV – 2, incluida también en el presente ensayo, produjo mayores cosechas globales y pesos medios de fruto que los árboles de semilla de Bacon o Topa Topa.

En los pasados 15 años, tras años de aumento de la superficie afectada por *Phytophthora cinnamomi* (P.c.), se ha extendido en España el uso de portainjertos clonales tolerantes. Varios de ellos han sido incluidos en este ensayo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelos

El presente ensayo se estableció en suelos pizarrosos bien drenados de pH neutro, libre de carbonatos y de P.c. El agua de riego era rica en CO₃H⁻, Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺. Se pretendía comparar la productividad de Hass sobre una amplia gama de portainjertos de referencia en diversos países y razas botánicas, tolerantes ó no a P.c., clonales ó de semilla. Se incluyó como testigo Hass reproducido clonalmente. Los suelos no se habían cultivado durante los anteriores 30 años y tenían fuertes pendientes. La cubierta del suelo estaba constituida por plantas herbáceas naturales de desarrollo invernal (periodo de lluvias). Permanecían vivos muy escasos ejemplares de almendro y olivo anteriormente cultivados. Varios años antes de la plantación se abancalaron para permitir la mecanización y la protección contra el viento. El subsuelo de piedra de pizarra se roturó con maquinaria pesada a 70 cm de profundidad, aplicando encima aproximadamente 25 – 30 cm de suelo superficial procedente de las cañadas, con mayor contenido de limo y arcilla.

En cada terraza, de 30 a 50 metros de anchura, se estableció una fila cortaviento en su cara Norte – Noroeste de donde provienen los vientos dominantes. Estaba compuesto por árboles de Zutano, de porte alto, intercalados con árboles de Hass, de porte menor, plantados a alta densidad. Los cortavientos se establecieron sobre un gran caballón de aproximadamente 80 cm de altura. Esto permitía un excelente drenaje, una ligera protección de viento en los primeros años y una barrera contra posibles caídas de máquinas por los pendientes terraplenes.

Riego, mantenimiento del suelo y nutrición

Tras la plantación el suelo se mantuvo con la cubierta natural segada en las calles. En una franja bajo los árboles, de 2 metros de anchura en los tres primeros años y 4 metros posteriormente, se controlaron las yerbas con herbicida de preemergencia (Oxyfluorfen) o de post emergencia (Glifosato ó Glufosinato de amonio). Se aplicaron regularmente, como empajado, cáscara de almendras ó residuos de jardinería. También estiércol de gallina compostado. Se aplicó N mineral para mantener niveles mínimos de 1.7 % de N en lámina de hoja. Para prevenir una posible deficiencia de Fe, se aplicó Ferrishell® (6 % Fe EDDHA) entre 1 – 1,5 kg.ha-1año-1 según edad. El B se intentó mantener por encima de 25 ppm evitando aplicaciones masivas. Se regó por microaspersión mojando 4 m² árbol-1 los tres primeros años y 12 m² árbol-1 posteriormente. La frecuencia y volumen de riego se controló 2 veces por semana en verano (periodo sin lluvia) mediante sondeo sistemático a 40 cm de profundidad donde se encuentra la casi totalidad del sistema radicular.

Material vegetal

Se establecieron 14 portainjertos, injertados con varetas de Hass provenientes de árboles seleccionados por su alta productividad a largo plazo, con los siguientes orígenes y características:

Portainjertos de semilla	
Topa Topa:	Estación Experimental La Mayora (Málaga. España). De árboles testados libres de Sun-blotch. Raza mejicana
Zutano:	Tropicales Fasip S.L. (Málaga. España). Árboles de alta productividad. Mejicano ó mejicano-guatemalteco
Velvick:	Birdwood Nursery. (Australia). Portainjerto de referencia en dicho país. Algo tolerante a P.c. Probablemente antillano ó antillano – guatemalteco
Gallo 3:	ICIA (Tenerife. España). Probablemente antillano ó antillano –guatemalteco. Tolerante a P.c. (Gallo <i>et al.</i> , 2003)
Portainjertos clonales	
XV – 2:	Seleccionado por su alta productividad, con Hass, en la Estación Experimental La Mayora (Málaga. España) de una población de portainjertos de semilla de Topa – Topa
Dusa y Latas:	Selecciones tolerantes a P.c. y elevada productividad de Westfalia Estates. (República de Sudáfrica). Dusa probablemente guatemalteco – mejicano. Latas probablemente mejicano-guatemalteco.
Toro-Canyon:	Selección tolerante a P.c. de Brokaw Nursery (California. USA). Probablemente mejicano – guatemalteco
Duke 7, Uzi, Steddom y Thomas:	Selecciones de la Universidad de California (USA). Tolerantes a P.c.
VC 66:	Selección del Instituto Volcani (Israel) por su alta productividad con Hass. Probablemente antillano ó antillano – guatemalteco. (A. Ben Ya'acov. Comunicación personal)
Hass:	Selección clonal de Hass de árboles de alta productividad a largo plazo de la Estación Experimental La Mayora. Guatemalteco – mejicano
Diseño	El ensayo constaba de tres repeticiones:

Alta:	Dos amplias terrazas en la parte mas elevada de la explotación, a 110 – 120 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)
Media:	Cuatro menores terrazas a 60 – 70 m.s.n.m.
Baja:	Una amplia terraza a 55 m.s.n.m.

Las repeticiones Alta y Media se plantaron en 2008. La Baja en 2009, en la vega de un arroyo con subsuelo arenoso en lugar de pizarroso como las anteriores.

Dentro de cada repetición el diseño era completamente al azar con aproximadamente 15 árboles definitivos por portainjerto y repetición. El marco de plantación era de 7 x 4 metros. En las repeticiones plantadas en 2008 algunas filas se plantaron a 7 x 2 m (doble densidad). En verano de 2014 los árboles dobles (provisionales) se arrancaron quedando un marco idéntico en todas las parcelas. El crecimiento del tronco se ha medido a 45 cm sobre el suelo. La productividad se ha calculado como gramos de fruto por cm² de la sección del tronco a esta altura. Las cosechas se presentan como cosecha neta (solo los frutos del árbol) ó cosecha potencial (incluyendo los frutos bien desarrollados caídos al suelo por viento en el periodo previo a la recogida). Los resultados se presentan como medias anuales por árbol, agrupándolos en lo posible por bienios para suavizar el efecto de la alternancia. El índice de alternancia se ha calculado para cada bienio como

$$\text{Índice de alternancia} = \frac{\text{cosecha año 2} - \text{cosecha año 1}}{(\text{cosecha año 2} + \text{cosecha año 1})} \times 200$$

Para el análisis estadístico se transformaron a positivo los valores negativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera cosecha (2011)

La Tabla 1 incluye solo los resultados de las dos repeticiones que se plantaron en la primavera de 2008. Refleja pues la precocidad de entrada en producción de los diferentes portainjertos. La explotación se encuentra en un lugar expuesto al viento y, debido al aún limitado desarrollo de los cortavientos, la caída de frutos fue alta en la primera cosecha. Por ello se presentan cosecha potencial (Tabla 1a) y neta (Tabla 1b). Latas, Thomas, Topa Topa y Uzi presentaban las menores cosechas. Las mas elevadas las tenían Zutano, Toro Canyon, XV - 2 y VC 66. Hass tenía una posición intermedia. Zutano, con una cosecha alta tenía pequeño tamaño de fruto. El peso medio del fruto (Tabla 1c) estaba en general muy influido por la cosecha del árbol. Sin embargo Gallo 3 y VC 66 tenían altas cosechas con buen tamaño del fruto.

Tabla 1a. Primera cosecha – 2011

Portainjerto	Cosecha potencial kg.arbol ¹	p≤0,05
LATAS	0,79	a
THOMAS	1,00	a
TOPA TOPA	1,20	a
UZI	1,44	ab
DUKE 7	1,82	abc
DUSA	1,84	abc
HASS	1,87	abc
VELVICK	2,12	abcd
STEDDOM	2,21	abcde
GALLO 3	2,95	cde
VC 66	3,31	cde
XV-2	3,44	e
TORO CANYON	3,80	e
ZUTANO	3,85	e

Tabla 1b. Primera cosecha – 2011

Portainjerto	Cosecha Neta kg.arbol ¹	p≤0,05
LATAS	0,56	a
THOMAS	0,63	a
TOPA TOPA	0,67	a
DUKE 7	0,84	ab
UZI	1,02	abc
DUSA	1,23	abc
HASS	1,36	abcd
STEDDOM	1,39	abcd

Portainjerto	Cosecha Neta kg.arbol ¹	p≤0,05
VELVICK	1,93	bcd
GALLO 3	2,10	cde
VC 66	2,19	cde
XV-2	2,41	de
TORO CANYON	2,53	de
ZUTANO	2,68	e

Tabla 1c. Primera cosecha – 2011

Portainjerto	Peso medio g.fruto-1	p≤0,05
VELVICK	234	a
ZUTANO	251	ab
UZI	256	abc
TORO CANYON	263	bcd
THOMAS	265	bcd
XV-2	274	bcd
DUSA	278	bcde
LATAS	281	bcde
DUKE 7	282	bcde
TOPA TOPA	286	cde
VC 66	287	cde
HASS	288	de
STEDDOM	295	ef
GALLO 3	302	f

Medias con la misma letra en una misma columna no son significativamente distintas.

Bienio 2012 – 2013 (2ª - 3ª cosecha)

En la Tabla 2a se incluyen los resultados medios de cosecha de las tres repeticiones del ensayo. Las menores cosechas se obtuvieron con Topa Topa y Thomas. Las más altas con VC 66, Gallo 3, Velvick y Zutano. El peso medio del fruto (Tabla 2b) era bajo en Velvick, Zutano y VC 66. Topa Topa y Thomas, a pesar de tener cosechas bajas y bajo número de frutos por árbol, no tenían frutos especialmente grandes. Solo Thomas destacaba por sus elevados porcentajes de frutos caídos al suelo antes de la cosecha (datos no presentados).

Tabla 2a. Bienio 2012-2013

Portainjerto	Cosecha neta kg.arbol ¹	p≤0,05
THOMAS	5,1	a
TOPA TOPA	5,6	ab
XV-2	7,5	abc
UZI	7,7	abc
DUKE 7	7,8	abc
STEDDOM	7,9	abc
LATAS	8,6	bc
TORO CANYON	8,8	cd
DUSA	8,8	cd
HASS	8,9	cd
ZUTANO	9,3	cd
VELVICK	9,4	cd
GALLO 3	9,6	cd
VC 66	11,0	d

Tabla 2b. Bienio 2012-2013

Portainjerto	Peso medio gr.fruto-1	p<0,05
VELVICK	226	a
ZUTANO	230	ab
VC 66	230	abc
TOPA TOPA	237	abcd
DUKE 7	238	abcd
THOMAS	243	abcd
HASS	243	bcd
DUSA	245	bcd
GALLO 3	246	bcde
STEDDOM	248	bcde
LATAS	249	cde
TORO CANYON	250	cde
UZI	251	de
XV-2	263	e

Medias con la misma letra en una misma columna no son significativamente distintas.

Bienio 2014 – 2015 (4ª - 5ª cosecha)

Las cosechas netas mas bajas se registraron en Topa Topa y Thomas (Tabla 3a), al igual que ocurrió en el bienio anterior (2012-2013). Gallo 3 ha descendido fuertemente respecto al bienio anterior en el que tuvo muy altas cosechas. También han descendido, aunque en menor medida, las de Zutano y Hass. En cambio dos selecciones, XV – 2 y Duke 7 han mejorado sus posiciones claramente respecto al bienio anterior. VC 66, Velvick y, en menor medida, Toro Canyon han mantenido sus elevados rendimientos en ambos bienios. Dusa y Latas han mantenido rendimientos intermedios en el cuatrienio. También, aunque a un nivel ligeramente mas bajo, lo han hecho Uzi y Steddom. Llama la atención las marcadas diferencias, en 2014 – 15, entre Topa Topa y XV – 2 que es una selección clonal por alta productividad de una población de Topa Topa. Destacan XV - 2 y VC 66 por tener altas cosechas y altos pesos medios. En cambio Zutano y Velvick tuvieron altas cosechas con claramente menores pesos medios (Tabla 3b). Topa Topa, a pesar de tener bajas cosechas, no tenia un especialmente alto peso medio del fruto.

Tabla 3a. Bienio 2014-2015

Portainjerto	Cosecha neta kg.arbol ¹
TOPA TOPA	15,2
THOMAS	15,2
GALLO 3	15,7
HASS	16,3
STEDDOM	17,8
ZUTANO	18,2
UZI	18,7
DUSA	18,9
LATAS	19,8
VC 66	20,8
TORO CANYON	20,9
VELVICK	21,3
XV-2	21,4
DUKE 7	23,7

Tabla 3b. Bienio 2014-2015

Portainjerto	Peso medio g.fruto-1
ZUTANO	194
VELVICK	208
TOPA TOPA	222

Portainjerto	Peso medio g.fruto-1
TORO CANYON	225
DUKE 7	227
UZI	229
HASS	230
GALLO 3	231
STEDDOM	231
LATAS	232
THOMAS	236
DUSA	240
VC 66	240
XV-2	242

Crecimiento de tronco

En la Tabla 4 se presenta el porcentaje de incremento de área de tronco desde enero de 2009, (con 9 meses de edad), a otoño de 2013 en las dos repeticiones plantadas en la primavera de 2008. En la repetición plantada en la primavera de 2009 se registró el crecimiento desde marzo de 2010 a otoño de 2013. Los mayores crecimientos se registraron en Uzi, Duke 7 y Latas. Los menores en Dusa, Topa Topa, Hass, VC 66, Gallo 3 y Velvick .

Tabla 4. Incremento de área de tronco

Portainjerto	Incremento (%)	p≤0,05
DUSA	2.309	a
TOPA TOPA	2.684	ab
HASS	2.720	ab
VC 66	2.797	abc
GALLO 3	2.839	abc
VELVICK	2.926	abc
ZUTANO	2.928	abc
XV-2	3.289	bcd
STEDDOM	3.319	bcd
TORO CANYON	3.638	cd
THOMAS	3.872	d
LATAS	5.415	e
DUKE 7	5.429	ef
UZI	5.923	f

Medias con la misma letra en una misma columna no son significativamente distintas.

Alternancia de cosechas

El índice de alternancia para los bienios 2012 – 2013, 2013 – 2014 y 2014 – 2015 se resume en la Tabla 5. Los mayores índices se han registrado para Thomas, Gallo 3 y Topa Topa. Los más bajos se han obtenido con Zutano, Latas, VC 66, Velvick, Toro Canyon y Uzi. Valores intermedios tuvieron Steddom, Hass, Duke 7, XV-2 y Dusa.

Tabla 5. Índice de alternancia

Portainjerto	2012/2013	2013/2014	2014/2015	media	p≤0,05
ZUTANO	3,50	32,40	42,86	26,25	a
LATAS	4,38	63,93	29,29	32,54	ab
VC 66	46,67	37,15	18,80	34,21	ab
VELVICK	33,68	39,69	35,29	36,22	ab
TORO CANYON	19,04	82,51	8,61	36,72	ab
UZI	36,82	54,82	21,39	37,68	ab
STEDDOM	31,14	89,69	1,12	40,65	ab
HASS	42,41	87,01	14,72	48,05	abc
DUKE 7	25,74	100,01	25,32	50,36	abc
XV-2	44,23	100,15	13,08	52,49	abc

DUSA	61,51	102,64	24,34	62,83	bcd
TOPA TOPA	68,75	124,57	57,43	83,58	cd
GALLO 3	78,04	113,87	82,80	91,57	d
THOMAS	141,69	165,82	71,05	126,19	e

Medias con la misma letra en una misma columna no son significativamente distintas.

CONCLUSIONES

En los últimos 4 años del ensayo VC 66, Duke 7 y Velvick han producido cosechas netas medias de 15 – 16 kg árbol-1 año-1. Toro Canyon, XV-2 y Latas han producido 14 -15 kg árbol-1 año-1. Las cosechas más bajas, 10 – 11 kg árbol-1 año-1, se han registrado en Topa Topa y Thomas. Es llamativa la consistente diferencia entre Topa Topa y XV – 2, una selección clonal del anterior, por su alta productividad. Gallo 3 tuvo un excelente comportamiento en las primeras tres cosechas, pero se ha comportado pobremente en las dos últimas. Estas observaciones preliminares indican que, en las condiciones del ensayo, VC 66 y XV-2 pueden tener elevadas cosechas y elevados pesos medios de fruto en árboles jóvenes.

No se han observado generalmente grandes diferencias en peso medio del fruto, aunque Velvick y Zutano parecen tener frutos de peso reducido, incluso en árboles jóvenes. Existen claras diferencias entre portainjertos en la alternancia. Destacan por sus fuertes alternancias Thomas, Gallo 3 y Topa Topa. En el periodo (primavera) 2009 – 2010 a otoño 2013, Uzi, Duke 7 y Latas han prácticamente doblado el incremento de área de tronco de Dusa, Topa Topa, Hass, VC 66, Gallo 3 y Velvick. Esto puede afectar fuertemente al tamaño del árbol y por ello a la productividad por unidad de área de tronco a largo plazo.

LITERATURA CITADA

- Gallo, L., Rodríguez, A, Silverio de la Rosa, F, Díaz, S, Domínguez, P. 2003. Uso potencial de la raza antillana como fuente de resistencia a la podredumbre radicular del aguacate. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. España. Vol. 1: 61-67.
- Hermoso, JM, Soria, JT, López, JC, Farré, JM. 2003 a. Comportamiento a largo plazo de los cvs Fuerte y Hass sobre los portainjertos Lula y Topa Topa en suelo pizarroso. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. España. Vol. 1: 161-165.
- Hermoso, JM, Torres, MD, Farré, JM. 2003 b. Efectos de seis tipos de materia orgánica en el crecimiento y la productividad de aguacates jóvenes con baja fertilización nitrogenada. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. España. Vol 1: 195-198.
- Olalla, L, Vivar, JL, Jurado, F, Soria, JT, Imbroda, I, Jurado, I, Barceló, A. 2003. Evaluación agronómica de nuevos patrones clonales de aguacate seleccionados por su alta productividad en el sur de España. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. España. Vol. 1: 167-170.