

# Efecto de la combinación Adara-M2624 y otros siete portainjertos sobre las características del dosel de dos variedades de cerezo

Tersoglio, E. y N. Setien

## RESUMEN

Se estudió la influencia de los portainjertos SL64, MxM60, MxM14, CAB6P, Weirrot 13, GiSeLa® 5 y GiSeLa® 6 y Adara-Mariana 2624, sobre el comportamiento vegetativo de las variedades de cerezo Bing y Celeste, durante 9 años después de la injertación, en las condiciones agroclimáticas locales. El diseño experimental fue por bloques completos al azar, con seis repeticiones de cuatro plantas por unidad experimental. Las variables fueron: área de sección transversal de la variedad (AST), relación AST variedad-filtro, altura, volumen de dosel, índice de vigor y densidad de sierpes. El tamaño del dosel fue influido principalmente por el portainjerto y, en menor medida, por la variedad e interacción. En las condiciones del ensayo, SL64 fue el más vigoroso, seguido por MxM60 como vigoroso. Los MxM14, CAB6P y Adara-M2624 fueron semivigorosos; W13, semienanzante; G6, enanzante y G5, muy enanzante. GiSeLa® 5, GiSeLa® 6 y Weirrot 13 mantuvieron el VDct por debajo del máximo disponible, mientras que el de MxM14 y Adara-Mariana 2624 fue controlado sólo con poda. La variedad Bing fue más vigorosa que Celeste. Las combinaciones de portainjertos muy enanzantes con variedades de vigor medio resultaron en árboles demasiado débiles, y viceversa, plantas con excesivo vigor. Los W13, CAB6P y Adara-M2624 formaron sierpes.

**Palabras clave:** cerezo, patrón, área de sección transversal, índice de vigor, sierpes.

Tersoglio, E. and N. Setien, 2016. Effect of Adara-M2624 combination and other seven rootstocks on canopy characteristics of two sweet cherry varieties. Agriscientia 33 (2): 113-125

## SUMMARY

The influence of SL64, MxM60, MxM14, CAB6P, Weirrot 13, GiSeLa® 5, GiSeLa® 6 and interstocks Adara on Mariana 2624 rootstocks onto vegetative

growth of Bing and Celeste sweet cherry cultivars was studied under local agro-climatic conditions, during 9 years after grafting. The experimental design consisted of randomized complete block with six replications, with four trees per experimental unit. The variables were trunk cross sectional area of cultivar (TCSA), TCSA ratio (cultivar-interstocks), height, canopy volume, vigor index and root sucker density. The canopy size was influenced mainly by rootstocks and, to a lesser extent, by variety and interaction. Under test conditions, SL64 was the most vigorous, followed by MxM60 as vigorous. MxM14, CAB6P and Adara-M2624 were semi-vigorous, Weirroot 13 was semi-dwarfing, GiSeLa 6 was dwarfing and GiSeLa 5 was very dwarfing. Both GiSeLa and Weirroot 13 kept VDct below the maximum available, while that of MxM14 and Adara-Mariana 2624 was controlled just by pruning. Bing cultivar was more vigorous than Celeste. The combination of a very dwarfing rootstocks with medium vigor varieties resulted in very weak trees, and conversely, very vigorous plants. Weirroot13, CAB6P and Adara-M2624 produced root suckers.

**Key words:** sweet cherry, rootstock, TCSA, vigor index, root suckers.

*Tersoglio, E. y N. Setien: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). San Martín 3853, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. CC3 CP 5507. Correspondencia a: tersoglio.eduardo@inta.gov.ar*

## INTRODUCCIÓN

Los cerezos (*Prunus avium* L.) son árboles grandes, poco inductivos y precoces, lo cual incrementa los costos de producción. En la actualidad existen portainjertos con diferentes cualidades que permiten la adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas (Sansavini & Lugli, 2014). Los resultados de los ensayos entre países e incluso regiones, muestran diferencias (Stehr, 2001; De Salvador *et al.*, 2005; Hilsendegen, 2005; Sitarek *et al.*, 2005). Por ello, previa difusión, es necesario estudiar su desempeño en las condiciones agroclimáticas locales, ya que cada región induce, para un mismo portainjerto, comportamientos muy diferentes (De Salvador *et al.*, 2005; Hilsendegen, 2005; Usenik *et al.*, 2006; Kappel & Lang, 2008; Long & Kaiser, 2010; Sansavini & Lugli, 2014). La información obtenida de estos ensayos permite adaptar el cultivo a las limitaciones de suelo y clima de cada región, ampliando el área de cultivo y modificando las características vegetativas (Gujardo, 2004; Hilsendegen, 2005). Por lo tanto, una apropiada selección es fundamental para optimizar la productividad de los huertos (Usenik *et al.*, 2006; Gonçalves *et al.*, 2007).

Los portainjertos restrictivos son poco usados en la región (Ojer *et al.*, 2015). Por lo tanto, la identificación del comportamiento vegetativo permitirá difundir los más adecuados según las habilidades y capacidades de los agricultores (Long & Kaiser, 2010).

Algunos portainjertos producen brotes indeseables, denominados sierpes, que provienen de yemas adventicias ubicadas en las raíces cercanas a la superficie del suelo. Estos son capaces de formar nuevos individuos utilizando las reservas del árbol y, por lo tanto, deben eliminarse tempranamente. Sin embargo, el control químico no permite el uso de herbicidas sistémicos, y el control mecánico o manual produce heridas que permiten la entrada de hongos de madera (Sansavini & Lugli, 2014).

El objetivo del trabajo fue establecer la influencia de ocho portainjertos sobre las características vegetativas de dos variedades de cerezo, en las condiciones agroclimáticas de Mendoza, Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló entre 2004 y 2013, en el departamento Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina (33° 00' 13,31" S; 68° 51' 34,69" O). El marco de plantación fue 3 m entre plantas y 5 m entre hileras, bajo cubierta antigranizo de 5 m de altura. Se estudió el comportamiento del dosel de dos variedades sobre ocho portainjertos. El diseño fue por bloques completos al azar, con seis bloques-repeticiones de cuatro plantas por unidad experimental (Stehr, 2001). Fueron evaluadas sólo plantas sanas, sin síntomas de decaimiento. Los datos analizados fueron los promedios de cada parcela.

El suelo de textura franco arcilloso presentó capas lenticulares horizontales compactadas que

se intensificaron hacia el bloque V. Las características edáficas de cada bloque fueron: bloque I con CEes 2,88 dS m<sup>-2</sup>, VS 109 ml%g y una proporción limo-arcilla (L+A) 50,5%; bloque II con CEes 1,71 dS m<sup>-2</sup>, VS 112,1 ml%g y L+A del 55%; bloques III, IV y V muestran una CEes de 1,50 a 1,65 dS m<sup>-2</sup>, VS entre 114 y 115 ml%g y L+A entre 57% y 59%; bloque VI con una CEes 1,50 dS m<sup>-2</sup>, un VS 111 ml%g y un contenido L+A del 51%.

El riego, de cuatro líneas de goteo por hilera, aplicó una lámina horaria de 1,9 mm con una reposición fija de 7,6 mm cada vez que el suelo alcanzó un potencial matriz de 30-40 kPa.

El contenido de N total del suelo (método Kjeldahl) fue ligeramente bajo (562 a 627mg kg<sup>-1</sup>), mientras que el P disponible (extracción carbónica 1:10) fue muy bajo, menor de 1mg.kg<sup>-1</sup>. Los portainjertos fueron plantados en 2003 e injertados en 2004. A partir del 2005, se fertilizaron anualmente con dosis crecientes de 10, 20 y 30 kg N.ha<sup>-1</sup>. A partir del 2008, se usó fertirrigación con dosis de reposición que consideraron rendimiento y contenido edáfico. Las dosis de N oscilaron entre 33 y 70 kg N ha<sup>-1</sup>, mientras que las de P, entre 22 y 30 kg P ha<sup>-1</sup> en aplicación otoñal (González, 1992; Silva & Rodríguez, 1995). Además, se realizaron correcciones de Mg, Zn y B según análisis foliar, mediante aspersión primaveral.

El sistema de conducción fue ejes múltiples con tres ramas principales y 18 a 21 laterales. La altura de las plantas fue controlada mediante poda cada vez que superó los 4,5 m. Los rebajes se realizaron sobre ramas insertas aproximadamente a 4 m. No se realizó poda en verde.

En cerezo, la presencia de virus como PDV y PNRSV induce reducciones del crecimiento (Charlot *et al.*, 2005; Pedersen *et al.*, 2005; Long & Kaiser, 2010), por lo tanto, los materiales utilizados fueron libres de virus.

Las variedades ensayadas fueron: *Bing* clon OB260 de vigor medio-alto, precocidad media, autoincompatible y *Celeste* de vigor medio-bajo, precoz y autocompatible.

Los portainjertos ensayados fueron:

Selección SL64 de *Prunus mahaleb* (SL 64) origen Grande Ferrade, Francia de fácil instalación, buen anclaje y buena compatibilidad. Considerado de alto vigor, alta mortandad (De Salvador *et al.*, 2005; Moreno *et al.*, 1996) y falta de adaptación a suelos pesados (Jiménez *et al.*, 2007; Pina *et al.*, 2011; Lopez-Ortega *et al.*, 2016). Presenta una alta tolerancia a la clorosis y sequía, pero baja a la hipoxia (Long & Kaiser, 2010).

MxM14 y MxM60 son híbridos inter-específicos

(*P. mahaleb* x *P. avium*), cuyo origen es EEUU. El MxM60 se adapta a diferentes tipos de suelo y clima; es muy vigoroso (Long & Kaiser, 2010) con sensibilidad intermedia a la hipoxia (Pimentela *et al.*, 2014).

El vigor del MxM14 varía con la región. En Alemania y en Polonia fue considerado enanizante (Stehr, 2001; Grzyb y Sitarek, 2005), en Italia, Portugal, España y EEUU, de vigor intermedio (Moreno *et al.*, 2001; Battistini, 2005; De Salvador *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2006; Long y Kaiser, 2010), mientras que en Eslovenia mostró un comportamiento muy vigoroso (Usenik *et al.*, 2006). Resiste el replante y la clorosis férrica inducida; tiene buen anclaje, es precoz, productivo y medianamente sensible a la sequía y a la hipoxia (Balmer, 2008).

En cuanto a CAB6P y Weiroot 13 (*W13*), ambas selecciones de *Prunus cerasus* producen sierpes, adaptados a suelos pesados y calcáreos (Moreno *et al.*, 2001). El CAB6P, de origen italiano, tiene moderada tolerancia a clorosis e hipoxia (Pimentela *et al.*, 2014). El vigor varía con la región en estudio: considerado semivigoroso en EEUU por Webster & Schmidt (1996) y en Italia por Battistini (2005), De Salvador *et al.* (2005) y Sansavini & Lugli (2014), mientras que en España Moreno *et al.* (2001) y Jimenez *et al.* (2007) lo consideraron vigoroso. El *W13*, originario de Alemania, es precoz, productivo, de anclaje intermedio y buena compatibilidad (Webster, 1996; De Salvador *et al.*, 2005), es considerado de vigor intermedio (Stehr, 2001; Kappel *et al.*, 2005; Usenik *et al.*, 2006) y vigoroso (Webster y Schmidt, 1996; Lichiev y Papachatzis, 2009).

GiSeLa® 5 (G5) y GiSeLa® 6 (G6), de origen alemán, son híbridos interespecíficos entre *Prunus cerasus* x *Prunus canescens*. El G5 es de bajo vigor (Franken-Bembenek, 2005; Kappel & Lang, 2008; Long & Kaiser, 2010; Sansavini & Lugli, 2014; Lopez-Ortega *et al.* 2016), aunque Wertheim *et al.* (1997) y Stehr (2001) lo clasificaron semivigoroso. Se considera que, según las zonas, es de difícil instalación (Neilsen *et al.*, 2010) y alta mortalidad (Kappel & Lang, 2008; Lopez-Ortega *et al.*, 2016), sensible a clorosis, anclaje intermedio, requiere buen drenaje y no serpea. El G6 es consistentemente de mayor vigor que G5 (Whiting *et al.*, 2005; Long & Kaiser, 2010), pero de menor vigor que MxM14 y CAB6P (Gratacós *et al.*, 2007). En Estados Unidos mostró comportamientos diferentes: en el noroeste alcanzó el 90% de un árbol estándar, mientras que en el este sólo el 60% (Long & Kaiser, 2010). La mayoría de los autores lo consideran semienanizante (Whiting *et al.*, 2005; Balmer, 2008; Gyeviski *et al.*, 2012). El portainjerto tiene buen anclaje, aunque tiende a inclinarse (Balmer, 2008; Long & Kaiser, 2010). La planta es fácil de instalar

y no produce sierpes (Long & Kaiser, 2010).

Mariana 2624 (*Prunus cerasifera* x *Prunus munsoniana*) (M2624) como portainjerto posee un excelente comportamiento en la región, adaptándose a condiciones de hipoxia (Pimentela *et al.*, 2014). Debido a la incompatibilidad del M2624 injertado con cerezo, se utiliza un injerto filtro, el Adara. Este es una selección de *Prunus cerasifera* var. Mirobalan que es intercompatible con el portainjerto M2624 y con el cerezo (Moreno *et al.*, 1995; Moreno, 2004; Lopez-Ortega *et al.*, 2016). En pruebas previas, Adara autoenraizado mostró cierta mortandad tanto en suelo virgen como en replante, mientras que la combinación M2624-Adara mostró la máxima sobrevivencia (López-Ortega *et al.*, 2016). En suelos pesados, con baja porosidad, se recomienda el uso de portainjertos de ciruelos con filtros intercompatibles con cerezos como M2624-Adara (Long & Kaiser, 2010, López-Ortega *et al.*, 2016). Adara, como portainjerto, induce alto vigor (Cantín *et al.*, 2010), aunque podría reducir el tamaño del dosel al estar utilizado como filtro (Magyar & Hrotko, 2008; Weibel, 2008).

### Indicadores de vigor

Área de sección transversal del tronco (AST): se calculó a través de la circunferencia del tronco C 10 cm encima del injerto con la fórmula  $AST = \pi \cdot (C/2\pi)^2$ . Los datos analizados correspondieron al período entre el tercer y noveno año después de la injertación (ADI) (2007-2013) (De Salvador *et al.*, 2005; Gonçalves *et al.*, 2007; Jiménez *et al.*, 2007).

Relación AST variedad-filtro (RAST): es el cociente entre el AST de la variedad y el del filtro (Rozpara *et al.*, 1998; Olmstead *et al.*, 2006; Gonçalves *et al.*, 2007; Olmstead *et al.*, 2010) y fue calculado sólo en la combinación *P. avium*-Adara y medida entre el quinto y el noveno ADI (2009-2013).

Altura (H): se midió entre el quinto y el noveno ADI (2009-2013). La altura máxima se estableció en 4,50 m, como indicador de riesgo de accidentes laborales con influencia en costos de poda y cosecha (Santos *et al.*, 2006).

Relación área de proyección del dosel y altura (APD-H): el cálculo asume una base circular, utilizando la fórmula  $APD = \pi \cdot ((L+E)/4)^2$  (L, largo y E, espesor) y H. Se midió entre el quinto y el noveno ADI (2009-2013). Se expresa en  $m^2 m^{-1}$  e indica el área que dispone cada unidad de H de dosel e interpreta la arquitectura del dosel. Una relación alta sugiere un dosel globoso y viceversa, uno alargado (Santos *et al.*, 2006).

Volumen del dosel ( $VD_{ct}$ ): el cálculo asume la

forma de cono truncado. Se utilizó la fórmula  $VD_{ct} = \pi \cdot (R^2 + r^2 + Rr) \cdot h \cdot 1/3$  siendo  $R = (E+L)/2$ , mientras que el radio menor (r) asumió un valor de 0,40m (Usenik *et al.*, 2006). El  $VD_{ct}$  máximo posible fue 20,78  $m^3$ ; por ello, los resultados pueden expresarse como una proporción de ese valor máximo (Santos *et al.*, 2006). Se midió entre el quinto y el noveno ADI (2009-2013).

Índice de vigor (IV): es un valor empírico, calculado como el cociente entre la adición del diámetro de tronco (cm) con el volumen del dosel ( $m^3$ ) y el promedio anual correspondiente al SL64 (Stehr, 2001), entre el quinto y el noveno ADI.

Densidad de sierpes (DS): es el número de sierpes por unidad de superficie y se expresó como  $S m^2$ , medido entre el quinto y el octavo ADI (De Salvador *et al.*, 2005).

Los datos fueron evaluados mediante análisis de la varianza con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015). La prueba de comparación múltiple de medias utilizada fue Scott & Knott y el nivel de significancia se estableció en  $P \leq 0,05$ . El coeficiente de correlación utilizado fue el de Pearson. Se establecieron los parámetros del modelo de relación entre el AST y el  $VD_{ct}$  a través de los programas informáticos Table Curve 2D (versión prueba) e InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015). Se estudió el efecto "portainjerto" sobre la relación AST- $VD_{ct}$  mediante el método de regresiones anidadas. Éste establece si el origen de las eventuales diferencias AST- $VD_{ct}$  de los portainjertos se desarrolla sólo al inicio del crecimiento o se presenta como un proceso progresivo donde la relación AST- $VD_{ct}$  se va diferenciando entre los portainjertos (Mendenhall *et al.*, 1995).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Área de sección transversal del tronco

El ensayo presentó un AST medio de 117,9  $cm^2$  con una  $DE \pm 109 cm^2$ . El modelo ( $R^2 = 0,91$ ;  $P \leq 0,0001$ ) mostró que el AST estuvo influenciado por ADI ( $P \leq 0,0001$ ), portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ), variedad ( $P = 0,0008$ ) e interacciones portainjerto-variedad ( $P \leq 0,0001$ ), bloque-portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ) y ADI-portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ). Los efectos con mayor poder explicativo fueron ADI (39%) y portainjerto (33%).

El AST se incrementó anualmente entre 20 y 36  $cm^2$ . Sólo en el noveno ADI se observó un aumento mayor (76,8  $cm^2$ ) como consecuencia de la ausencia de fruta, que provocó mayor crecimiento vegetativo (Tabla 1).

**Tabla 1.** Efecto del ADI, portainjerto, variedad e interacción portainjerto-variedad sobre el AST, RAST, H, APD-H, IV, VD<sub>ct</sub> y DS de las variedades de cerezo Bing y Celeste.

Efectos	<sup>2</sup> AST (cm <sup>2</sup> )	<sup>3</sup> RAST	H (m)	<sup>4</sup> APD-H (m <sup>2</sup> m)	<sup>5</sup> IV	<sup>6</sup> VD <sub>ct</sub> (m <sup>3</sup> )	<sup>7</sup> DS Sm <sup>-2</sup>
3ro	36,58 a						
4to	56,71 b						
5to	76,83 c	2,53 a	3,53 a	1,93 a	0,71 a	12,22 a	0,07 a
<sup>1</sup> ADI 6to	101,12 d	2,80 a	3,75 a	2,82 c	0,71 a	14,64 b	0,13 a
7mo	137,29 e	2,89 a	4,22 c	2,58 b	0,74 a	19,38 d	0,32 b
8vo	170,17 f	3,36 b	4,06 b	2,87 c	0,72 a	19,68 d	0,54 c
9no	246,92 g	3,55 b	4,09 b	2,75 c	0,73 a	18,12 c	
Portainjerto SL64	206,58 f		4,46 e	3,21 f	1,00 f	24,11 g	0,01 a
MxM60	165,64 e		4,42 e	3,14 f	0,92 e	22,95 f	0 a
MxM14	111,14 d		4,29 d	2,62 d	0,76 d	18,51 d	0,01 a
CAB6P	94,33 c		4,44 e	2,72 d	0,73 d	20,32 e	0,33 b
W13	85,86 c		3,99 c	2,49 c	0,66 c	15,82 c	0,57 c
G5	28,72 a		2,42 a	1,63 a	0,32 a	4,75 a	0,01 a
G6	49,6 b		3,16 b	1,90 b	0,45 b	8,82 b	0,00 a
Adara-M	201,68 f		4,26 d	3,02 e	0,94 e	19,18 d	1,17 d
Variedad Bing	122,49 b	2,37 a	4,25 b	2,71 b	0,77 b	19,22 b	0,36 b
Celeste	113,40 a	3,68 b	3,61 a	2,48 a	0,67 a	14,39 a	0,17 a
Portainjerto variedad B-SL64	180,15 g		4,63 h	3,17 g	0,98 j	25,28 i	0,02 a
B-MxM60	174,13 g		4,64 h	3,23 g	0,97 j	25,31 i	0,00 a
B-MxM14	119,98 e		4,51 h	2,62 e	0,80 h	20,53 g	0,01 a
B-CAB6P	95,15 d		4,60 h	2,73 e	0,75 g	21,70 g	0,39 b
B-W13	97,31 d		4,38 g	2,56 e	0,73 f	18,53 f	0,79 c
B-G5	39,42 b		2,94 c	2,14 c	0,41 c	7,29 c	0,01 a
B-G6	67,30 c		3,68 d	2,14 c	0,56 d	12,11 d	0,00 a
B-AdaraM	206,71 h		4,65 h	3,09 f	1,00 h	23,03 h	1,63 d
C-SL64	233,01 i		4,29 g	3,25 g	1,02 h	22,94 h	0,00 a
C-MxM60	157,14 f		4,19 g	3,06 f	0,86 g	20,59 g	0,00 a
C-MxM14	102,30 d		4,08 f	2,63 e	0,71 e	16,50 e	0,00 a
C-CAB6P	93,51 d		4,28 g	2,71 e	0,71 e	18,94 f	0,28 b
C-W13	74,42 c		3,06 d	2,42 d	0,59 d	13,11 d	0,36 b
C-G5	18,02 a		1,91 a	1,12 a	0,24 a	2,21 a	0,00 a
C-G6	32,17 b		2,63 b	1,66 b	0,35 b	5,53 b	0,00 a
C-AdaraM	196,60 h		3,88 e	2,96 f	0,89 g	15,33 e	0,70 c

Para cada columna y efecto, las medias seguidas por diferentes letras son significativamente diferentes según el Test de Scott & Knott ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>ADI (Años Después del Injerto), <sup>2</sup>AST (Área Sección Transversal), <sup>3</sup>RAST (Relación AST injerto-filtro) <sup>4</sup>APD-H (Relación Área Proyección de Dosel y Altura), <sup>5</sup>IV (Índice de Vigor), <sup>6</sup>VD<sub>ct</sub> Volumen de Dosel) y <sup>7</sup>DS (Densidad de sierpes).

Los portainjertos afectaron el AST ( $P \leq 0,0001$ ), diferenciándose seis grupos (Tabla 1). Los de mayor AST fueron el SL64 y M2624-Adara con incrementos sobre la media de 75% y 71% respectivamente (De Salvador *et al.*, 2005), seguido por MxM60 con un 40% de incremento sobre la media y luego el MxM14 con una reducción del 6% de la media. Un cuarto grupo, formado por los guindos, CAB6P y W13 con una reducción de 20% y 27% de la media, respectivamente (De Salvador *et al.*, 2005; Stehr, 2001; López-Ortega *et al.*, 2016). Cada *GiSeLa* constituyó un grupo; el G6 con una

reducción del 58% y el G5 con una del 76% de la media (De Salvador *et al.*, 2005; Sitarek *et al.*, 2005; Whiting *et al.*, 2005; Sansavini y Lugli, 2014). Se destaca la importancia de las condiciones locales sobre las características de los portainjertos. Santos *et al.* (2006) sugirieron que los doseles de MxM14 y G5 no son diferentes, mientras que Lichiev & Papachatzis (2009) encontraron que W13 tenía diferencias mínimas con *P. mahaleb* L.

La variedad afectó ( $P \leq 0,0001$ ) el AST de *Celeste*, que fue un 92,6% del de *Bing* (Tabla 1) (Usenik *et al.*, 2006).



La combinación portainjerto-variedad ( $P \leq 0,0001$ ) influyó en las características del árbol (Tabla 1). Tanto CAB6P como Adara-M2624 mostraron un AST que no diferenció entre variedades. El SL64 mostró un AST 29,3% mayor con *Celeste* que con *Bing*. En el resto de los portainjertos el AST fue mayor con *Bing*. La combinación G5-*Celeste* fue la más restrictiva, con un 15% del promedio, seguido por G5-*Bing* y G6-*Celeste* con una reducción de 33% y 27% respectivamente (Long & Kaiser, 2010; Sansavini & Lugli, 2014). Los portainjertos W13, G6 y G5 mostraron una reducción del AST cuando fueron injertados con *Celeste* de 24%, 52% y 54%, respecto de *Bing*. Mientras que MxM60, MxM14, CAB6P y Adara-M2624 mostraron reducciones de 10%, 15%, 2% y 5% respectivamente (Tabla 1). Ello sugiere que los portainjertos menos vigorosos son más influenciados por el vigor de la variedad. Esta interacción es la causa de que cada combinación posea características ligeramente propias (Atkinson y Else, 2001; Usenik *et al.*, 2006).

La interacción bloque-portainjerto (Figura 1) mostró que los más vigorosos, como Adara-M2624, SL64 y MxM60, tuvieron buen comportamiento en suelos con ligeras limitaciones de salinidad (bloque II). Se destaca G5 por su comportamiento estable entre bloques.

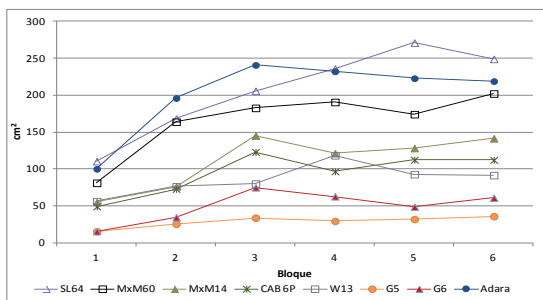


Figura 1. Efecto interacción bloque-portainjerto sobre el AST.

La interacción ADI-portainjerto muestra que tanto los Adara-M2624 y SL64 como los CAB6P y W13 poseen comportamientos semejantes. El noveno ADI (2013) se caracterizó por la ausencia de carga frutal, en consecuencia, el AST experimentó mayores incrementos que variaron con el portainjerto. Tanto MxM60, como SL64 aumentaron el AST, respecto del octavo ADI, 54% y 48%, respectivamente, mientras que G5 sólo 39% (Figura 2). Ello sugiere que G5 induce un bajo crecimiento vegetativo, aun en condiciones de ausencia de carga.

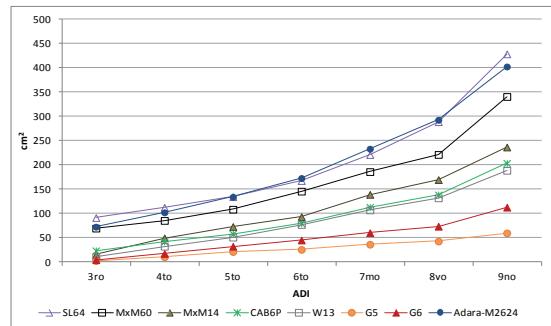


Figura 2. Efecto interacción edad-portainjerto sobre el AST.

### Relación área de sección transversal del tronco de la combinación *P. avium*-Adara

La RAST media indicó que el AST de *P. avium* fue 3,01 veces mayor que el AST del filtro Adara con una  $DE \pm 0,9$ . El modelo indicó que la RAST estuvo influenciada ( $R^2 = 0,81$ ;  $P \leq 0,0001$ ) por la edad ( $P \leq 0,0001$ ) y la variedad ( $P \leq 0,0001$ ). El mayor poder explicativo lo tuvo la variedad (54%); luego, la edad (18%).

La RAST se incrementó con la edad. Al quinto ADI, la RAST fue de 2,53 veces, mientras que al noveno ADI la RAST fue 3,55 veces, un 40% mayor. Esto indica que, con el tiempo, la diferencia de AST entre filtro y variedad aumenta (Tabla 1). La variedad tiene fuerte influencia en la RAST; *Bing* mostró una RAST de 2,37 veces, mientras que *Celeste* fue 3,68 veces, un 55% mayor (tabla 1). Se ha sugerido que los filtros pueden afectar el tamaño y la longevidad de los cerezos (Rozpara *et al.*, 1998; Magyar & Hrotko, 2008) y, además, que portainjertos de ciruelo pueden reducir el vigor (De Salvador *et al.*, 2005; Sitarek *et al.*, 2005; Gonçalves *et al.*, 2007; Jiménez *et al.*, 2007). Aunque Adara utilizado como portainjerto de cerezo presenta buena compatibilidad (Moreno *et al.*, 1995; Moreno *et al.*, 1996), su uso como filtro tiene pocos antecedentes (López-Ortega *et al.*, 2016). La elevada RAST es causada por una severa hiperplasia que se corresponde a altas concentraciones de hidratos de carbono por encima de la unión injerto-filtro (Cohen *et al.*, 2007; Olmstead *et al.*, 2010) y bajas concentraciones en el portainjerto (Yano *et al.*, 2002) que pueden, eventualmente, interferir con el transporte de agua, nutrientes y fotosintatos, e incrementar la resistencia hidráulica (Errea *et al.*, 1994; Olmstead *et al.*, 2010). Por lo tanto, un alto RAST puede implicar cierta restricción del crecimiento (Deloire & Heban, 1983; Franken-Bembenek, 1996; Hrotkó, 1998; Yano, 2002; Pina & Errea, 2005; Olmstead *et al.*, 2010). Además de la hiperplasia, la variedad *Celeste* mostró ligeros síntomas de epinastia que

sugiere cierto grado de incompatibilidad localizada (Hrotkó, 2008, Sansavini y Lugli, 2014), e indica la necesidad de realizar estudios complementarios.

## Altura

La H media fue 3,93 m con una  $DE \pm 0,95$ . La H mínima fue 0,5 m y la máxima fue 5,45 m. La H estuvo correlacionada al AST ( $r = 0,70$ ;  $P \leq 0,0001$ ) similar a lo observado por Moreno *et al.* (2001) y además, relacionada a través de un modelo lineal con el LN del AST ( $R^2 = 0,74$ ;  $P \leq 0,0001$ ).

La variabilidad de H fue explicada ( $R^2 = 0,91$ ;  $P \leq 0,0001$ ) por los efectos bloque ( $P \leq 0,0001$ ), ADI ( $P \leq 0,0001$ ), portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ), variedad ( $P \leq 0,0001$ ), interacción portainjerto-variedad ( $P \leq 0,0001$ ) y bloque-portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ). Los efectos de mayor poder explicativo fueron portainjerto (54%) y variedad (11,6%).

La H media anual se incrementó con la edad. No se observaron diferencias entre el quinto y el sexto ADI, pero sí entre el séptimo y el octavo. Durante el invierno del séptimo ADI (2011) se realizó una poda de control de H que la redujo en los años siguientes, independientemente del portainjerto y variedad (Tabla 1).

Los antecedentes indican que los portainjertos influyen en la altura de las plantas (Moreno *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2006). La Tabla 1 muestra que los portainjertos que indujeron doseles más altos fueron SL64, MxM60 y CAB 6P, que alcanzaron respectivamente 99%, 98% y 99% de la H máxima, seguidos por MxM14 y Adara-M2624, ambos con el 95% de la H máxima. El W13 con 3,99 m tuvo 89% de la H disponible. Los más bajos fueron G6 con 3,16 m y G5 con 2,42 m que correspondieron a 70% y 54% de la H máxima, respectivamente (Prassinis *et al.*, 2009).

La H de *Bing* fue un 15% mayor que la de *Celeste*. La interacción portainjerto-variedad mostró que *Celeste* sobre Adara-M2624, W13, G6 y G5 indujo una reducción de la H correspondiente a 20%, 22%, 40% y 54%, respecto de *Bing*; mientras que con MxM14, CAB6P, SL64 y MxM60 las respectivas caídas fueron de 11%, 7%, 8% y 11% (Tabla 1). Ello indica que la H inducida por los portainjertos Adara-M2624, W13, G6 y G5 varía más entre *Bing* y *Celeste* que con MxM14, CAB6P, SL64 y MxM60 (Atkinson y Else, 2001; Usenik *et al.*, 2006).

Las combinaciones que superaron la H disponible, aun con intervención de poda, fueron: *Bing* sobre SL64, MxM60, CAB6P y Adara-M2624 (Tabla 1). Esto sugiere que el control de la H mediante poda en combinaciones de variedades y portain-

jertos de vigor medio o alto presenta dificultades.

La interacción bloque-portainjerto (Figura 3) muestra que las condiciones edáficas de los primeros bloques redujeron la H de todos los portainjertos. Se destaca que el MxM60, alcanzó la H disponible en las condiciones limitantes del bloque II.

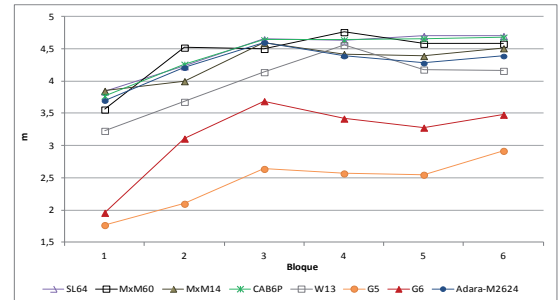


Figura 3. Efecto interacción bloque-portainjerto sobre la H. Test de Scott & Knott ( $\alpha = 0,05$ ).

## Relación área de proyección del dosel-altura

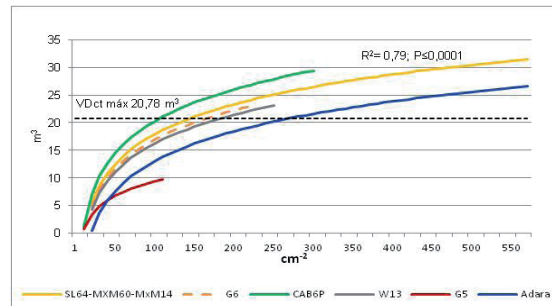
La relación APD-H media fue  $2,59 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ . El modelo ( $R^2 = 0,85$ ;  $P \leq 0,0001$ ) mostró que la relación fue influenciada por los ADI ( $P \leq 0,0001$ ), bloque ( $P \leq 0,0001$ ), portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ), variedad ( $P \leq 0,0001$ ), interacción portainjerto-variedad ( $P \leq 0,0001$ ) y variedad-bloque ( $P \leq 0,0001$ ). La mayor variabilidad fue explicada por portainjerto (42%) y ADI (18%). La edad influyó sobre la APD-H, lo que indica que la forma de la planta evoluciona, tendiendo a ser más globosa (Tabla 1). Aunque en el séptimo ADI se observa una reducción del APD-H como consecuencia del incremento de H, en los años siguientes se incrementa debido al control de H con poda.

Los portainjertos que indujeron doseles más globosos fueron SL64, MxM60 y algo menos el Adara-M2624, mientras que los doseles de MxM14, CAB6P y W13 tuvieron formas alargadas. Los G6 y G5 indujeron doseles muy alargados, contrariamente a lo observado por Sitarek *et al.* (2005) en árboles no podados. La poda influye en la arquitectura del dosel (Lauri & Claverie, 2008) y si bien, las ramas laterales tienden a ser más horizontales y mejor iluminadas (Sitarek *et al.*, 2005), la poda las acorta y reduce el ancho del dosel. El dosel de la variedad *Celeste* tiende a ser más alargado que el de *Bing*. Los G5, G6 y W13 inducen doseles más globosos con *Bing* que con *Celeste* (Tabla 1). La interacción variedad-bloque mostró que el dosel de *Celeste* en suelos menos fértiles es más alargado, pero a medida que mejora la fertilidad, tiende a ser más globoso. Esto sugiere que en suelos fértiles la forma de los doseles tiende a asemejarse (Figura 7).

### Volumen de dosel como truncado

El  $VD_{ct}$  medio fue  $16,8 \text{ m}^3$  con una  $DE \pm 8,9 \text{ m}^3$ , un mínimo de  $0,04 \text{ m}^3$  y un máximo de  $43,3 \text{ m}^3$ . El  $VD_{ct}$  estuvo fuertemente correlacionado con: AST ( $r=0,82$ ;  $P \leq 0,0001$ ), H ( $r=0,92$ ;  $P \leq 0,0001$ ) y APD-H ( $r=0,84$ ;  $P \leq 0,0001$ ) que es consistente con lo observado por Moreno *et al.*, (2001).

El LN del AST se relacionó con el  $VD_{ct}$  mediante un modelo lineal ( $R^2=0,71$ ;  $P \leq 0,0001$ ), semejante a lo observado por Smith (2008). Pero, al incorporar la información de los portainjertos, el modelo LNAST- $VD_{ct}$ -portainjerto mejoró la calidad del ajuste ( $R^2=0,79$ ;  $P \leq 0,0001$ ). El modelo AST- $VD_{ct}$  fue sometido a una prueba de comparación de regresiones mediante el método de modelos anidados, a fin de estudiar si explica adecuadamente las diferencias que eventualmente pudiesen existir entre portainjertos. Las disparidades pueden deberse al valor inicial de la relación, a la tasa o a ambos. Los resultados indican que la información aportada tanto, por las variables que representan la relación AST- $VD_{ct}$  de los portainjertos al inicio, como las de las tasas, mejoran la calidad de ajuste del modelo ( $P \leq 0,005$ ). Por lo cual, hay portainjertos o grupo de ellos, cuya relación AST- $VD_{ct}$  es significativamente diferente. Si bien, todos los portainjertos se relacionaron con el mismo modelo, cada portainjerto o grupo de ellos tuvo sus propios parámetros. La Figura 4 muestra que para alcanzar el  $VD_{ct}$  máximo disponible ( $20,78 \text{ m}^3$ ) el CAB6P necesitó un AST del injerto de  $106 \text{ cm}^2$  y, por lo tanto, la relación entre el  $VD_{ct}$  y el AST fue  $0,196 \text{ m}^3 \text{ cm}^{-2}$ . Con SL64, MxM60 o MxM14 se necesitaron  $144 \text{ cm}^2$  para alcanzar el dosel máximo, es decir  $0,144 \text{ m}^3 \text{ cm}^{-2}$ . Con G6 se requirió  $164 \text{ cm}^2$  ó  $0,126 \text{ m}^3 \text{ cm}^{-2}$ , con W13 fueron  $184 \text{ cm}^2$  ó  $0,113 \text{ m}^3 \text{ cm}^{-2}$  y con Adara-M2624,  $273 \text{ cm}^2$  ó  $0,077 \text{ m}^3 \text{ cm}^{-2}$ . G5 no alcanzó el  $VD_{ct}$  máximo disponible, ya que midió  $110 \text{ cm}^2$  de AST y un  $VD_{ct}$  de  $9,77 \text{ m}^3$  con una relación  $0,089 \text{ m}^3 \text{ cm}^{-2}$ . Consecuentemente, aunque ambas variables son indicadores de vigor, la evidencia sugiere que el AST permite comparar sólo los efectos producidos por diferentes condiciones en un mismo portainjerto, pero muestra limitaciones al comparar diferentes portainjertos para una misma condición. Por lo tanto, es posible que AST y  $VD_{ct}$  clasifiquen de un modo diferente a un mismo portainjerto; además, ello indica que la relación  $VD_{ct}$ -AST no influye en el vigor de la planta. Tanto G5 como Adara-M2624 muestran una baja relación  $VD_{ct}$ -AST con  $VD_{ct}$  muy diferentes, mientras que la relación  $VD_{ct}$ -AST de G5 es la mitad de la de CAB6P con un dosel cuatro veces menor.



**Figura 4.** Efecto del portainjerto sobre la relación entre el AST y el  $VD_{ct}$ .

El modelo diferencia el comportamiento de ocho portainjertos según la prueba de F de comparación de modelos anidados ( $P \leq 0,005$ ).

La variabilidad del  $VD_{ct}$  fue explicada ( $R^2=0,91$ ;  $P \leq 0,0001$ ) por los efectos bloque ( $P \leq 0,0001$ ), ADI ( $P \leq 0,0001$ ), portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ), variedad ( $P \leq 0,0001$ ), interacción portainjerto-variedad ( $P \leq 0,0001$ ), bloque-portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ) y ADI-portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ). Los efectos de mayor poder explicativo fueron portainjerto (51%) y ADI (11%).

El  $VD_{ct}$  se incrementó anualmente alcanzando cierta estabilidad en el séptimo ADI con aproximadamente el 95% del  $VD_{ct}$  máximo disponible. El  $VD_{ct}$  en el noveno ADI se redujo como consecuencia de la poda (Tabla 1).

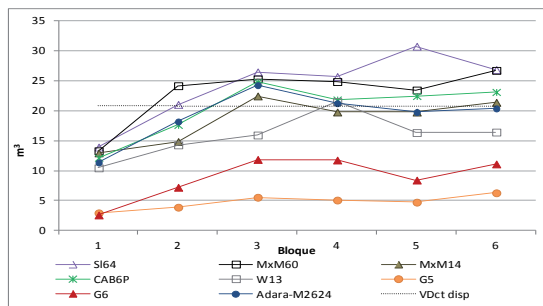
El  $VD_{ct}$  fue influido por el portainjerto. El SL64 y el MxM60 superaron 16% y 10% del  $VD_{ct}$  disponible, respectivamente. El CAB6P alcanzó el 98% del  $VD_{ct}$  disponible, seguido por el Adara-M2624 y MxM14 con 92% y 89%, respectivamente. Mientras que W13, G6 y G5 se diferenciaron entre sí, ocupando 76%, 42% y 23%, respectivamente del  $VD_{ct}$  disponible (Tabla 1), consistente con lo observado por Stehr (2001), De Salvador *et al.*, (2005), Sitarek *et al.*, (2005) y Whiting *et al.*, (2005). La variedad *Celeste* indujo una reducción del 25% respecto de *Bing* (Tabla 1). Se observa que Adara-M2624, al presentar hiperplasia, tiene una mayor AST (Jiménez *et al.*, 2007), con menor  $VD_{ct}$  que CAB6P y este a su vez presenta menor AST y mayor  $VD_{ct}$  que MxM14 (Gratós *et al.*, 2007). Tales inconsistencias se explican porque CAB6P posee mayor  $VD_{ct}$  por unidad de AST en relación a Adara-M2624 y MxM14.

Para un mismo portainjerto, el  $VD_{ct}$  varió cuando se cambió la variedad, aunque algunos mostraron mayores diferencias que otros. Los portainjertos más uniformes al cambio varietal fueron SL64, MxM60, MxM14 y CAB6P, que mostraron diferencias de 10%, 23%, 24% y 15% respectivamente entre *Bing* y *Celeste*. A su vez, el cambio varietal en G5 o G6 indujo diferencias de 230% y 119%, respectivamen-



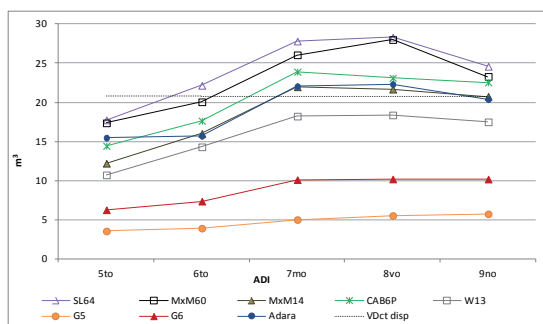
te entre *Bing* y *Celeste*. El W13 y el Adara-M2624 mostraron valores intermedios con variaciones del  $VD_{ct}$  de 41% y 50%, respectivamente (Tabla 1). Los doseles que superaron el  $VD_{ct}$  máximo disponible correspondieron a las combinaciones injerto-portainjerto: *Bing* o *Celeste* sobre *SL64* y *Bing* sobre *MxM60*, *Adara-M2624* o *CAB6P* (Tabla 1).

El  $VD_{ct}$  de los portainjertos varió fuertemente con la fertilidad de los bloques (Figura 5). La interacción bloque-portainjerto mostró que el  $VD_{ct}$  de G5 tuvo un comportamiento más uniforme que G6. El SL64 mostró un buen desempeño en las condiciones de salinidad ligera del bloque II, mientras que MxM60 superó el volumen disponible. Ambos GiSeLa mantuvieron el  $VD_{ct}$  por debajo del disponible (Sansavini & Lugli, 2014; López-Ortega *et al.*, 2016) al igual que W13 (Stehr., 2001). El  $VD_{ct}$  de MxM14 y Adara-M2624 pudo ser controlado mediante poda sólo en algunos bloques.



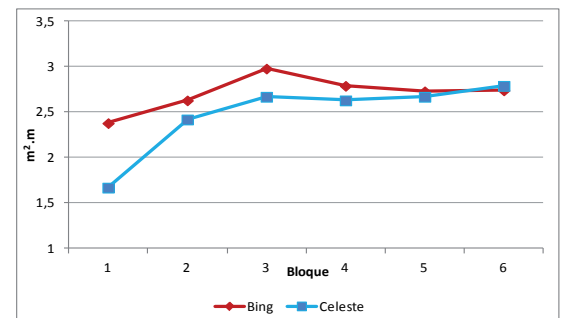
**Figura 5.** Interacción bloque-portainjerto sobre el  $VD_{ct}$ . Test de Scott & Knott ( $\alpha=0,05$ ).

La Figura 6 muestra que el  $VD_{ct}$  inducido por W13, G6 y G5 estuvo siempre por debajo del  $VD_{ct}$  disponible. Mientras que, a partir del séptimo ADI, el  $VD_{ct}$  del SL64, MxM60 y CAB6P no fue controlado en las condiciones del ensayo y el de Adara-M2624 y MxM14 pudo ser controlado mediante poda al noveno ADI.



**Figura 6.** Interacción edad-portainjerto sobre el  $VD_{ct}$ . Test de Scott & Knott ( $\alpha=0,05$ ).

Los antecedentes indican que Adara, como portainjerto autoenraizado, es más vigoroso que *SL64* (Moreno *et al.*, 1996; Jiménez *et al.*, 2007; Cantín *et al.*, 2010). Sin embargo, los resultados muestran que el  $VD_{ct}$  inducido por Adara como filtro sobre M2624 es 20% menor que el de *SL64*. Rozpara *et al.* (1998) encontraron que tanto el filtro como la interacción filtro-portainjerto inducen reducción del vigor. Los resultados de este ensayo son consistentes con estos datos. El uso de filtros de ciruelo intercompatibles con cerezos es novedoso y de gran potencial, y aún ha sido poco estudiado. El vigor intermedio combinado con la tolerancia a la hipoxia del M2624 puede ser recomendable en suelos pobres, anegadizos o bajo condiciones de replantes (Moreno, 2004; Cantín *et al.*, 2010; Pimentela *et al.*, 2014).



**Figura 7.** Interacción bloque-variedad sobre la APD-H. Test de Scott & Knott ( $\alpha=0,05$ ).

## Índice de vigor

El IV medio fue 0,26 y mostró una correlación positiva con AST ( $r=0,88$ ;  $P\leq 0,0001$ ), con H ( $r=0,84$ ;  $P\leq 0,0001$ ) y con  $VD_{ct}$  ( $r=0,92$ ;  $P\leq 0,0001$ ).

El modelo ( $R^2=0,93$ ;  $P\leq 0,0001$ ) mostró que la variabilidad de este índice fue explicada por los efectos bloque ( $P\leq 0,0001$ ), portainjerto ( $P\leq 0,0001$ ), variedad ( $P\leq 0,0001$ ) e interacción portainjerto-variedad ( $P\leq 0,0001$ ). El mayor poder explicativo correspondió a portainjerto (65%).

El mayor IV correspondió a *SL64*, seguido por MxM60 y M2624-Adara con 0,92 y 0,94 respectivamente; un grupo intermedio formado por MxM14 con 0,76 y CAB6P con 0,73. Mientras que W13, G6 y G5 se diferenciaron entre sí con IV de 0,66; 0,45 y 0,32 respectivamente (Tabla 1).

El IV de la variedad *Celeste* fue el 87% del de *Bing* (Tabla 1).

Los portainjertos *SL64* y *CAB6P* mostraron uniformidad de dosel al cambio varietal, mientras que

el resto mostró mayor variación. El portainjerto G5 redujo el IV de 41% a 24% cuando fue injertado con Bing o Celeste, respectivamente. Mientras que el IV de G6 se redujo de 56% (Tabla 1) a 25%, respectivamente. La buena correlación entre el IV con el resto de los indicadores así como el alto poder explicativo del modelo, confirman las bondades de este índice empírico propuesto por Stehr (2001).

### Densidad de sierpes

El promedio de DS fue  $0,26 \text{ S m}^{-2}$ , con una  $DE \pm 0,73$  y un CV de 277%. El valor mínimo y máximo fue 0 y  $5,58 \text{ S m}^{-2}$ , respectivamente. El modelo ( $R^2=0,87$ ;  $P \leq 0,0001$ ) mostró que la variabilidad de la DS fue explicada por bloque ( $P \leq 0,0001$ ), ADI ( $P \leq 0,0001$ ), portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ), variedad ( $P \leq 0,0001$ ) e interacciones portainjerto-variedad ( $P \leq 0,0001$ ), bloque-portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ) y ADI-portainjerto ( $P \leq 0,0001$ ). Los efectos con mayor poder explicativo fueron: portainjerto (30%) y su interacción con ADI (18%).

La DS estuvo asociada a la edad de las plantas, con un incremento sostenido, pasando de  $0,07 \text{ S m}^{-2}$  en el quinto ADI a  $0,54 \text{ S m}^{-2}$  al octavo ADI (Tabla 1). Menzies (1998) menciona un incremento de los sierpes en *Prunus cerasus* var. Stockton Morello desde la plantación con un máximo al tercer año. Los portainjertos que formaron sierpes fueron los guindos CAB6P (De Salvador *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2006) y W13 (Lichiev & Papachatzis, 2009) y el ciruelo M2624. El portainjerto M2624 presentó una media de  $1,17 \text{ S m}^{-2}$ , produciendo más del doble que W13 y cuatro veces más que CAB6P; ambos son considerados portainjertos con fuerte tendencia a la formación de sierpes. El resto tuvo nula o casi nula formación (Tabla 1) (Atkinson y Else, 2001; Lichiev & Papachatzis, 2009). La variedad Bing indujo el doble de DS que Celeste (Tabla 1).

Los portainjertos W13 y Adara-M2624 mostraron el doble de DS cuando fueron injertados con Bing respecto de Celeste (Tabla 1).

La Figura 8 muestra que la DS de CAB6P es más uniforme entre bloques que la de W13 y M2624. A partir del bloque II, la DS de W13 tiende a reducirse, mientras que la de M2624 se incrementa hasta el bloque V concomitante con el máximo contenido de L+A.

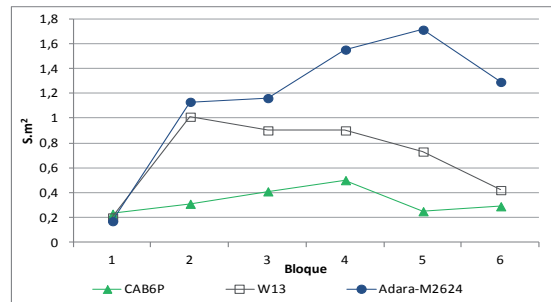


Figura 8. Interacción bloque-portainjerto sobre la DS. Test de Scott & Knott ( $\alpha = 0,05$ ).

La Figura 9 muestra que la DS de CAB6P es relativamente baja y estable entre ADI, mientras que la de W13 se incrementa del séptimo al octavo ADI, y la de Adara-M2624 es la mayor desde el inicio.

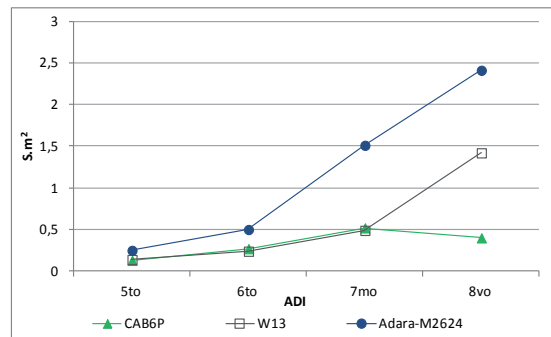


Figura 9. Interacción edad-portainjerto sobre la DS. Test de Scott & Knott ( $\alpha = 0,05$ ).

La elevada DS de la combinación Adara-M2624 indica la necesidad de hallar un portainjerto sin sierpes y de buena adaptación.

### CONCLUSIONES

Los portainjertos mostraron una fuerte influencia sobre las características vegetativas del dosel y es el factor que mejor explica el control del tamaño de los árboles.

En las condiciones del ensayo, el portainjerto SL64 tuvo un comportamiento muy vigoroso ya que presenta los indicadores más altos. Fue seguido por MxM60, considerado vigoroso por mostrar AST e IV significativamente más bajos. Tanto MxM14 y CAB6P como Adara-M2624 fueron semivigorosos, por presentar valores intermedios en sus indicadores. Se destacó la combinación Adara-M2624 que mostró una fuerte hiperplasia que se acentuó con el tiempo. El W13 mostró un comportamiento semienanizante, con indicadores más bajos, aunque

el AST fue semejante al de CAB6P. Ambos Gisela fueron los más enanizantes, aunque, G6 mostró mayor vigor que G5, que fue considerado muy enanizante por presentar los indicadores más bajos.

La influencia de la variedad sobre el vigor del árbol fue menor que la del portainjerto. La combinación de un portainjerto muy enanizante con una variedad de escaso vigor indujo árboles demasiado débiles; la situación inversa produce plantas muy vigorosas. La formación de sierpes de M2624 fue mayor que la de CAB6P y W13.

Debido a las cualidades observadas en Adara-M2624 se sugiere continuar investigando con portainjertos adaptados a condiciones de suelo pesado, pero sin formar hiperplasias o sierpes.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los viveros Puertas Hnos, Agroviveros S.A. y Bobadilla S.A. por la valiosa y permanente colaboración recibida durante la ejecución del ensayo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Atkinson, C. and M. Else, 2001. Understanding how rootstocks dwarf fruit tree. *Compact Fruit Tree* 34: 46-49.
- Balmer, M., 2008. Evaluation of semi-dwarfing rootstocks for sweet cherry orchards in the Rhine River Valley (Germany). *Acta Horticulturae* 795: 203-207.
- Battistini, A., 2005. A semi-dwarfing cherry rootstock for dry conditions. *Acta Horticulturae* 667: 189-190.
- Cantín, C.; J. Pinochet, Y. Gogorcena and M. A. Moreno, 2010. Growth, yield and fruit quality of 'Van' and 'Stark Hardy Giant' sweet cherry cultivars as influenced by grafting on different rootstocks. *Scientia Horticulturae* 123: 329-335.
- Charlot, G.; M. Edin, F. Flochlay, P. Soing and C. Boland, 2005. Tabel Edabriz: a dwarf rootstocks for intensive cherry orchards. *Acta Horticulturae* 667: 217-221.
- Cohen, S.; A. Naor, J. Bennink, A. Grava and M. Tyree, 2007. Hydraulic resistance components of mature apple trees on rootstocks of different vigours. *Journal of Experimental Botany*, 58, (15-16): 4213-4224.
- Deloire, A. and C. Hebant, 1983. Histophysiological study of the graft union of compatible and incompatible combinations of *Prunus*. *Agronomie* 2: 207-212.
- De Salvador, F.; G. Di Tommaso, C. Puccioni. and P. Bonofiglio, 2005. Performance of new and standard cherry rootstocks in different soil and climatic conditions. *Acta Horticulturae* 667: 191-199.
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C.W.Robledo, 2015. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <<http://www.infostat.com.ar>> (Consultada el 08/07/2014)
- Errea P.; A. Felipe and M. Herrero, 1994. Graft establishment between compatible and incompatible *Prunus* spp. *Journal Experimental Botany* 45: 393-401.
- Franken-Bembenek, S., 1996. The Giessen cherry rootstocks. *Compact Fruit Tree* 29: 19-36.
- Franken-Bembenek, S., 2005. Gisela®5 rootstock in Germany. *Acta Horticulturae* 667: 167-172.
- Gonçalves, B.; C. M. Correia, A., P. Silva, E. A. Bacelar, A. Santos, H. Ferreira and J. M. Moutinho-Pereira, 2007. Variation in xylem structure and function in roots and stems of scion-rootstock combinations of sweet cherry tree (*Prunus avium* L.). *Trees* 21:121-130.
- González, M., 1992. Guía para el cálculo de las exigencias de fertilización de acuerdo a las disponibilidades de nitrógeno, fósforo y potasio del suelo. INTA Centro Regional Cuyo, EEA Mendoza. Folleto 107. 10 pp.
- Gratacós, N.; B. Cortés and B. Kulczewski, 2007. New rootstocks for the Chilean cherry industry. *Compact fruit tree* 4:19-21.
- Grzyb, Z. and M. Sitarek, 2005. Results of sweet cherry rootstock trial in Northern Poland. *Acta Horticulturae* 667: 207-216.
- Guajardo, L., 2004. Comportamiento fenológico y productivo del cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Lapins, sobre diferentes portainjertos y sistemas de conducción, en la comuna de Curicó. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 85 pp.
- <http://cerfundao.pt/eng/documentos/Enxertos%20-%206.pdf> (Consultada el 16/11/ 2016)
- Gyeviki, M.; K. Hrotkó and P. Honfi, 2012. Comparison of leaf population of sweet cherry (*Prunus avium* L.) trees on different rootstocks. *Scientia Horticulturae* 141: 30-36.
- Hilsendegen, P., 2005. Preliminary results of a National German Sweet Cherry Rootstock trial. *Acta Horticulturae* 667:179-187.
- Hrotkó K., 2008. Progress in cherry rootstock research. *Acta Horticulturae* 795:171-178
- Hrotkó, K., L. Magyar and G. Simon, 1998. Growth and productivity of sweet cherry interstem trees. *Acta Horticulturae* 468:353-362.
- Jiménez S.; J. Pinochet, Y. Gogorcena, J. Betrán. and M. Moreno, 2007. Influence of different vigour cherry rootstocks on leaves and shoots mineral composition. *Scientia Horticulturae* 112, 73-79.
- Kappel, F. and G. Lang, 2008. Performance of the NC-140 Regional sweet cherry rootstock trial planted in 1998 in North America. *Acta Horticulturae* 795: 317-320.

- Kappel, F.; G. Lang, L. Anderson, A. Azarenko, T. Fac-  
teau, A. Gaus and S. Southwick, 2005. NC-140 Re-  
gional cherry rootstocks trial (1998): results from wes-  
tern North America. *Acta Horticulturae* 667: 223-232.
- Lauri, P. and J. Claverie, 2008. Sweet cherry tree archi-  
tecture, physiology and management: towards an inte-  
grated view. *Acta Horticulturae* 795, p.605-614.
- Lichiev, V. and A. Papachatzis, 2009. Results from the 11-  
year evaluation of 10 rootstocks of the sweet cherry  
cultivar 'Stella'. *Acta Horticulturae* 825:513-520.
- Long, L. and C. Kaiser, 2010. Sweet cherry rootstocks for  
the Pacific Northwest. PNW619 A Pacific Northwest  
Extension Publication. Oregon State University, Wash-  
ington State University, University of Idaho and Wash-  
ington State University. 8 pp <[http://extension.oregonstate.edu/wasco/sites/default/files/sweet\\_cherry\\_rootstocks\\_pnw619.pdf](http://extension.oregonstate.edu/wasco/sites/default/files/sweet_cherry_rootstocks_pnw619.pdf)> (Consultada el 16/11/2016).
- López-Ortega, G.; F. García-Montiel, A. Bayo-Canhaa, C.  
Frutos-Ruiza and D. Frutos-Tomás, 2016. Rootstock  
effects on the growth, yield and fruit quality of sweet  
cherry cv. 'Newstar' in the growing conditions of the  
Region of Murcia. *Scientia Horticulturae* 198:326-335.
- Magyar, L. and K. Hrotko, 2008. *Prunus cerasus* and *Pru-  
nus fruticososa* as interstocks for sweet cherry tree.  
*Acta Horticulturae* 795:287:292.
- Mendenhall, W. and T. Sincich, 1995. Statistics for engi-  
neering and the sciences. 4a. edition. Prentice Hall,  
New Jersey. 787 pp.
- Menzies, A. 1998. Year to year in productivity, nutrition  
and suckering of four cherry rootstocks during a 12  
year evaluation. *Acta Horticulturae* 468:327-331
- Moreno, M., 2004. Mejora y selección de patrones de fru-  
tales de hueso en la estación experimental Aula Dei.  
*ITEA 99v 1*: 11-22.
- Moreno, M.; M. Tabuenca and R. Cambra, 1995. Adara, a  
plum rootstock for cherries and other stone fruit spe-  
cies. *Hortscience* 30 (6):1316-1317.
- Moreno, M.; L. Montañés, M. Tabuenca and R. Cambra,  
1996. The performance of Adara as a cherry roots-  
tock. *Scientia Horticulturae* 65: 85-91.
- Moreno, M.; R. Adrada, J. Aparicio and J. Betra, 2001.  
Performance of Sunburst sweet cherry grafted on di-  
fferent rootstocks. *Journal of Horticultural Science and  
Biotechnology* 2: 167-173.
- Neilsen, G.; D. Neilsen, F. Kappel, P. Toivonen and L. Her-  
bert, 2010. Factors affecting establishment of sweet  
cherry on Gisela 6 rootstock. *Hortscience* 45 (6): 939-  
945.
- Olmstead, M.; N. Lang, G. Lang, F. Ewers, F. Owens and  
S. Owens, 2006. Examining the vascular pathway  
of sweet cherries grafted onto dwarfing rootstocks.  
*HortScience* 41: 674-679.
- Olmstead, M. A.; N. Lang and G. Lang., 2010. Carbohy-  
drate profiles in the graft union of young sweet che-  
rry trees grown on dwarfing and vigorous rootstocks.  
*Scientia Horticulturae* 124: 78-82.
- Ojer, M.; G. Reginato, C. Ruitti, C. Arjona y O. Carrasco,  
2015. Portainjertos y calidad de plantas. En: Tacchini,  
F. M., (Eds): Producción y comercialización de cereza  
en Mendoza, Argentina. Fundación Instituto de Desa-  
rrollo Rural. pp. 187-201.
- Pedersen, B. H., 2005. Development of tensile strength  
in compatible and incompatible sweet cherry grafting.  
*Canadian Journal of Botany* 83: 202-210.
- Pimentela, P.; R. D. Almadaa, A. Salvatierra, G. Tora,  
M. Arismendia, M. Pinoa, B. Sagredoa and M. Pintoa,  
2014. Physiological and morphological responses of  
*Prunus* species with different degree of tolerance to  
long-term root hypoxia. *Scientia Horticulturae* 180:  
14-23.
- Pina, A. and P. Errea, 2005. A review of a new advances  
in mechanism of graft compatibility incompatibility.  
*Scientia Horticulturae* 106:1-11.
- Pina A.; P. Errea, A. Wünsch and R. Gella, 2011. 'Mon-  
repos', a plum rootstock for cherries. *Hortscience* 46  
(2):322-323.
- Prassinis, C.; J. Ko, G. Lang, A. Iezzoni and K. Han, 2009.  
Rootstock induced dwarfing in cherries is caused by  
differential cessation of terminal meristem growth and  
is triggered by rootstock specific gene regulation. *Tree  
Physiology* 29: 927-936.
- Rozpara, E.; Z. Grzyb and H. Zdyb, 1998. Growth and  
fruiting of two sweet cherry cultivars with different in-  
terstems. *Acta Horticulturae* 468: 345-352.
- Sansavini S. and S. Lugli, 2014. New rootstocks for inten-  
sive sweet cherry plantations. *Acta Horticulturae* 1020:  
317-320
- Santos, A.; R. Santos-Ribeiro, J. Cavalheiro, V. Cordeiro  
and J. Lousada, 2006. Initial growth and fruiting of  
"Summit" sweet cherry (*Prunus avium*) on five roots-  
stocks. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural  
Science* 34: 269-277.
- Silva, H. y J. Rodriguez, 1995. Eficiencia y cálculo de la  
dosis de la fertilización nitrogenada. En: Bonomelli, C.  
(Ed.) Fertilización de plantaciones frutales. Chile, Fa-  
cultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica  
de Chile. pp. 177-212.
- Sitarek, M.; Z. Grzyb and B. Omiecinska, 2005. Perfor-  
mance of sweet cherry trees on Gisela 5 rootstock.  
*Acta Horticulturae* 667: 389-391.
- Smith M. 2008. Relationship of trunk size to selected ca-  
nopy size parameters for native pecan trees. *Hortsci-  
ence*, 43(3):784-786.
- Stehr, R., 2001. Experiences with dwarfing sweet cherry  
rootstocks in Northern Germany. *Acta Horticulturae*  
667: 173-177.

- Usenik, V.; N. Fajt and F. Stampar, 2006. Effects of rootstocks and training system on growth, precocity and productivity of sweet cherry. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 81(1): 153-157
- Webster, A. and H. Schmidt, 1996. Rootstocks for sweet and sour cherries. En: Webster A. y N. Looney (Eds): *Cherries: crop physiology, production and uses*. CAB International. pp. 127-163.
- Weibel, A. M., 2008. Dwarfing mechanisms of *Prunus* species as interstems and rootstocks on peach (*Prunus persica* (L) Batsch) tree vegetative growth and physiology. Clemson University.
- Wertheim, S.; J. Balkhoven, O. Callesen, J. Claverie, J. Vercammen and J. Ystaas, 1997. Results of two international cherry rootstock trials. *Acta Horticulturae* 468: 249-263.
- Whiting, M.; G. Lang and D. Ophardt, 2005. Rootstocks and training system affect sweet cherry growth, yield and fruit quality. *HortScience* 40: 582-586.
- Yano, T.; H. Inoue, Y. Shimizu and S. Shinkai, 2002. Dry matter partitioning and carbohydrate status of "Kawanakajima Hakuto" peach trees grafted onto different rootstocks or with an interstock at pre-bloom period. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 71 (2):164-170.