

PERIODO DE COSECHA Y PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) INJERTADO Y CONDUCIDO A MÁS DE UN EJE, BAJO INVERNADERO

HARVEST PERIOD AND PRODUCTION OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) GRAFTED AND PRUNED TO MORE THAN ONE STEM, GROWN UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Bayron R. Suazo Castro¹, Susana B. Martínez^{2a}, María L. Puig^{2b}, Santiago J. Maiale³ y Mariana Garbi^{2c*}

¹ Doctorando Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Calle 60 s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina
<https://orcid.org/0009-0004-7704-0243>

^{2a} Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Calle 60 s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-4256-7406>

^{2b} Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Calle 60 s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina
<https://orcid.org/0000-0003-2399-9219>

^{2c} Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Calle 60 s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-0263-1901>

³ Instituto Tecnológico de Chascomús, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – Universidad Nacional de San Martín (CONICET-UNSAM), Int. Marino km 8, Chascomús, Buenos Aires, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-8943-7238>

* Autor para correspondencia: mariana.garbi@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN

En tomate (*Solanum lycopersicum* L.), las plantas injertadas pueden conducirse a más de un eje, siendo de interés discriminar si las respuestas se deben al portainjerto o a la forma de conducción. Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto del injerto y el número de ejes por planta sobre su comportamiento fenológico y productivo. Se condujeron dos ensayos bajo un invernadero metálico parabólico de 24x40 m en La Plata, Buenos Aires, Argentina (33°56'42,6"S, 60°33'35,6"W), evaluando: 1) Planta: 'SVTH 2900' sin injertar, autoinjertado e injertado sobre 'Multifort'; 2) Ejes por planta: uno, dos, cuatro. El diseño fue en bloques completos aleatorizados con arreglo factorial 2x3 con 3 repeticiones (2020) y 3x3 con 4 repeticiones (2021). Se registraron los días y grados-día acumulados desde trasplante, rendimiento y peso medio de frutos. Los datos fueron analizados usando un análisis de varianza y prueba de Tukey. No hubo diferencias en el momento de inicio de cosecha, y el ciclo productivo se prolongó por el injerto y el mayor número de ejes. El injerto incrementó el peso medio de frutos, el rendimiento total en 32 a 34% y la producción de frutos con peso >150 g en 45%.

La conducción a dos ejes promovió el rendimiento total. Además, el número de frutos fue superior en plantas a dos ejes en 2020, mientras que aumentó en plantas injertadas conducidas a cuatro ejes en 2021. En las condiciones de ensayo, puede recomendarse el uso de plantas injertadas y la conducción a dos ejes, ya que se observa un mejor comportamiento fenológico y productivo.

Palabras clave: injerto, portainjerto, número de tallos.

ABSTRACT

Grafted tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants can be pruned to more than one stem, and therefore knowing if the observed growth responses are triggered by rootstock or pruning method is a matter of interest. The aim of this work was to study the effect of grafting and number of stems per plant on its phenological and productive behavior. Two greenhouse trials were carried out under a 24x40 m metallic greenhouse with parabolic roof in La Plata, Buenos Aires, Argentina (33°56'42,6"S, 60°33'35,6"W), evaluating: 1) Plant: non-grafted 'SVTH 2900', self-grafted, grafted on 'Multifort'; 2) Stems per plant: one, two, four. The experimental design was a randomized complete block with a 2x3 factorial arrangement with 3 replications (2020), and a 3x3 factorial arrangement with 4 replications (2021). Number of days and accumulated degree days from transplant as well as yield and average weight of fruits were recorded. Data were analyzed using an analysis of variance and Tukey's test. No differences were observed at the beginning of the harvest, while the productive cycle was prolonged by grafting and greater number of stems. Grafting increased the average weight of fruits, total yield by 32-34%, and the production of fruits weighing >150 g by 45%. Total yield was promoted in plants with two stems. In addition, the number of fruits was higher in plants with two stems in 2020, and increased in grafted plants with four stems in 2021. Under the trial conditions, the use of grafted tomato plants and plants with two stems is recommended since a better phenological and productive behavior is observed.

Keywords: grafting, rootstock, number of stems.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la segunda hortaliza más cultivada a nivel mundial, después de la papa, con una producción de 186.821.216 t en una superficie de 5.051.983 ha, encontrándose China, India, Estados Unidos y Turquía entre los principales países productores. En Sudamérica, el principal productor es Brasil, seguido de Chile y Argentina (FAO, 2022). La producción argentina asciende a 767.000 t y 11.800 ha, con un rendimiento promedio de 67 t ha⁻¹. Las principales regiones productivas de esta hortaliza se encuentran en la provincia de Buenos Aires: La Plata, Florencio Varela, Mar del Plata, entre otras localidades, en el noroeste argentino (Región NOA): Salta, Jujuy y Tucumán, en el noreste argentino (Región NEA): Corrientes y en Cuyo: Mendoza y San Juan (Dirección de Producción Agrícola, 2020). Dentro de Buenos Aires, la principal zona productiva está ubicada en la localidad de La Plata y alrededores (Cinturón Hortícola Platense). Este Cinturón abarca unas 7.000 ha, representando la mayor superficie de la provincia destinada a la producción de hortalizas; concentrando una de las mayores áreas de superficie cubierta por invernaderos, la que se estimó en 2016 en 5.462 ha (Miranda,

2018). La región se destaca por ser una de las tres zonas del país con esta modalidad de cultivo para la producción de tomate, con una superficie de 1.400 ha, un periodo productivo que se extiende de noviembre a julio y rendimientos promedio de 100 hasta 200 t ha⁻¹, según condiciones de cultivo (Dirección de Producción Agrícola, 2020). En la región, el cultivo de tomate se realiza con un manejo altamente intensivo y si bien, como señalan Argerich y Troilo (2011), se han incorporado tecnologías vinculadas a la productividad, es necesario continuar trabajando en ese sentido para garantizar productos de calidad comercial, inocuos y producidos de manera sustentable. En este contexto, el uso de plantas injertadas es una tecnología que puede contribuir a la sostenibilidad de los sistemas productivos.

El injerto es un método de propagación, que consiste en la unión de dos plantas afines, una proporciona el sistema radical (pie o patrón) y la otra es la púa o copa con la variedad de interés comercial. En el caso de tomate, normalmente el patrón es un híbrido interespecífico (*Solanum lycopersicum* x *Solanum hirsutum*) (Ricárdez Salinas et al., 2008). Los pies de injerto presentan capacidad para aumentar la resistencia frente a patógenos del suelo: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Verticillium*

dahliae y nematodos (*Meloidogyne* spp.), entre otros, con la consecuente reducción en el uso de fitosanitarios; así como potencial para mantener, o incluso incrementar la productividad, aún en situaciones de estrés abiótico causadas por exceso de salinidad, toxicidad por metales en suelo, déficit hídrico o condiciones térmicas que se alejan de los valores óptimos (Singh et al., 2017; Maurya et al., 2019; Martínez-Andujar et al., 2020).

Si bien existen diferencias entre los portainjertos y por las combinaciones pie-copa que se utilicen, muchas de estas respuestas se atribuyen a la morfología del sistema radical de los pies, habiéndose observado en ciertos casos una mayor velocidad del crecimiento horizontal, densidad y longitud total de la raíz, así como un incremento en la longitud específica, ligada a la mayor proporción de raíces con menor diámetro medio, características que se asocian a una mejor conductancia hidráulica y absorción de nutrientes (Suchoff et al., 2017; 2018; 2021). Las plantas injertadas sobre pies con estas características resultan más robustas, alcanzan rendimientos superiores y prolongan la duración de su periodo productivo (Al-Harbi et al., 2017; Mourão et al., 2017).

El tomate sin injertar se conduce normalmente a un eje, aunque la especie presenta la capacidad biológica de formar mayor número de ejes, existiendo antecedentes de una buena respuesta productiva a la poda a dos ejes; práctica que puede utilizarse en el cultivo convencional en invernadero con variedades de crecimiento indeterminado para maximizar el uso del espacio, frente al alto costo de las estructuras (Severino et al., 2017; Hoza et al., 2018).

Las plantas injertadas pueden sostener más fácilmente la conducción a mayor número de ejes, lo que permite reducir la densidad de plantación y por lo tanto, los costos de implantación, condición favorable dado el mayor precio de los plantines injertados (Mourão et al., 2017; Severino et al., 2017; Soares et al., 2018). Tomate 'Elpida', injertado sobre 'Efialto' y conducido a dos ejes alcanzó una producción equivalente al mismo híbrido sin injertar y conducido a un eje (Martínez et al., 2014); mientras que 'Ichiban' y 'Etereí' injertados sobre 'Maxifort' y cultivados a dos ejes prolongaron el periodo de cosecha en que se obtuvieron frutos de mayor calidad comercial, en relación a la conducción a cuatro ejes y a las plantas sin injertar conducidas a un eje (Oyarzun, 2018). Resultados similares fueron obtenidos cuando se utilizó 'Yigido' injertado sobre 'Beaufort' (Bucco y Berardo, 2017). Soare et al. (2018) atribuyeron a la conducción a dos ejes la mejor producción de plantas injertadas sobre 'Beaufort', respecto a plantas injertadas o sin injertar podadas a un eje.

Sin embargo, en plantas con mayor número de ejes, el aumento en la cantidad de frutos formados puede conducir a una competencia entre ellos que se traduce en una reducción de su tamaño o peso (Fazzi Gomes et al., 2017; Severino et al., 2017). Mourão et al. (2013; 2017) confirmaron esta respuesta al comparar el peso fresco y calibre de frutos obtenidos en plantas injertadas sobre 'Maxifort' o 'Multifort' y conducidas a tres o cuatro ejes con las características de los frutos obtenidos en los mismos cultivos, pero con plantas a dos ejes.

En tomate, la producción puede ser modificada por el cultivar, el método de injertación, el portainjerto y el número de ejes por planta (Soare et al., 2018). Sin embargo, el planteo de diversos trabajos no permite discriminar si las respuestas observadas pueden deberse al uso de plantas injertadas, su forma de conducción o a un efecto combinado de ambos factores. Este trabajo tiene como objetivo estudiar la incidencia del uso de plantas injertadas y su forma de conducción sobre la precocidad, duración del periodo de cosecha y tiempo térmico acumulado durante el mismo, producción y peso medio de los frutos obtenidos en un cultivo de tomate bajo invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujeron dos ensayos (Ensayo 1: enero a mayo de 2020 y Ensayo 2: enero a junio de 2021) en un invernadero metálico de 24 x 40 m con techo parabólico de 6 m en la cumbre y una relación volumen-superficie cubierta de 5 m³ m⁻², cubierto con polietileno térmico de 150 µm de espesor y orientación norte-sur, ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina (33°56'42,6"S, 60°33'35,6"W). El suelo de cultivo está clasificado como Argiudol vértico Serie Estancia Chica (Alconada Magliano, 2018), y su análisis realizado en septiembre de 2020 presentó para los primeros 10 cm de profundidad los siguientes valores: pH 9,9; conductividad eléctrica sobre extracto de saturación 0,95 dS m⁻¹; carbono orgánico oxidable (Método de Walkley-Black) 11,9 g kg⁻¹; nitrógeno total (Método Kjeldahl) 1,8 g kg⁻¹; fósforo extractable (P) (Método Olsen) 92 ppm. Durante todo el periodo de ensayos, se dispuso una estación meteorológica automática Advantage Pro2® (Davis Instruments, USA), ubicada en el centro del invernadero, con sensores colocados a 1,5 m desde el nivel del suelo, con registro cada 30 minutos de la temperatura media del aire, la humedad relativa y la radiación global. En la Tabla 1 se presentan las condiciones ambientales

Tabla 1. Condiciones ambientales en el interior del invernadero en que se desarrollaron los ensayos. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2020 y 2021.**Table 1. Environmental conditions inside the greenhouse in which trials were carried out. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2020 and 2021.**

Mes	2020					2021				
	T	TM	Tm	HR	RG	T	TM	Tm	HR	RG
Enero	24,7	25,5	24,0	59	11,0	25,2	26,0	24,4	58	10,7
Febrero	24,6	25,4	23,8	60	8,4	23,4	24,1	22,6	63	8,8
Marzo	23,7	24,4	22,9	62	7,0	21,7	22,4	21,0	67	6,4
Abril	17,3	18,0	16,7	62	8,3	20,4	21,8	20,5	67	4,8
Mayo	14,4	15,0	13,9	60	3,4	14,4	15,2	13,5	71	3,2
Junio			s/d			14,3	15,1	13,6	75	2,0
Promedio	20,9	21,7	20,3	61	7,6	19,9	20,8	19,3	66,8	6,0

T: temperatura media del aire (°C). TM: temperatura media máxima del aire (°C). Tm: temperatura media mínima del aire (°C). HR: humedad relativa (%). RG: radiación global media diaria (MJ m² d⁻¹). s/d: sin dato.

en que se desarrollaron los ensayos.

Los trasplantes se realizaron el 13 de enero para ambos ensayos, utilizando plantines con cuatro hojas verdaderas. Como copa se utilizó el híbrido F1 'SVTH 2900' (Seminis®), caracterizado por su buen desempeño durante todo el año en las condiciones de cultivo de la Argentina, y recomendado para el mercado local por la calidad del fruto (Bayer-Seminis®, 2022), y el híbrido interespecífico 'Multifort' (Seminis®) (*Solanum lycopersicum* x *S. habrochaites*), como pie, indicado como de vigor medio, con un sistema radical potente, que aporta equilibrio y vigor a la variedad injertada, a la vez que se comporta como tolerante frente a las enfermedades más comunes del suelo, siendo un portainjerto ampliamente distribuido a nivel productivo (Velasco-Alvarado et al., 2017; Bayer, 2023).

En el Ensayo 1 los tratamientos consistieron en: 1) Planta: a) 'SVTH 2900' sin injertar, b) 'SVTH 2900' injertado sobre 'Multifort' mediante la técnica de empalme y 2) Ejes por planta: a) un eje, b) dos ejes, c) cuatro ejes. En el Ensayo 2 se realizaron los mismos tratamientos incorporando al tipo de planta el uso de plantas de 'SVTH 2900' autoinjertadas, también por la técnica de empalme, con el fin de poder discriminar si los efectos que se observen pueden estar vinculados a la técnica de injertación o al pie.

La plantación fue en líneas con una distancia de 0,80 m entre lomos, con el siguiente distanciamiento entre plantas según conducción: un eje: 0,25 m (5 plantas m⁻²), dos ejes: 0,50 m (2,5 plantas m⁻²) y cuatro ejes: 1,0 m (1,25 plantas m⁻²); resultando siempre en una densidad de 4 ejes por metro lineal. Los lomos se cubrieron con lámina plástica negra, se utilizó riego por goteo manteniendo siempre el suelo próximo a capacidad de campo y se

aplicaron por fertirrigación en cada ciclo completo de cultivo: KNO₃ 57 kg ha⁻¹; Ca(NO₃)₂ 47 kg ha⁻¹ y (NH₄)₂SO₄ 4 kg ha⁻¹. Las plantas se condujeron en forma vertical con hilo, utilizando una estructura de soporte conformada por dos líneas de alambre paralelas distanciadas a 80 cm y a 3 m sobre el nivel del suelo. La conducción de las plantas a un eje se realizó eliminando brotes axilares, dejando un único tallo como principal, mientras que en las conducciones a dos y cuatro ejes se promovió el crecimiento de brotes axilares a partir de la expansión de la cuarta hoja, por debajo del primer racimo (que se presentó cuando la planta tenía 7 a 8 hojas expandidas desde su base). En plantas a dos ejes cada brote fue conducido hacia uno los alambres, mientras que en las plantas a cuatro ejes, dos brotes fueron conducidos hacia cada una de las líneas de alambre. Durante todo el ciclo de cultivo, semanalmente, se fueron eliminando brotes axilares que aparecían en cada uno de los ejes, y el cultivo fue conducido sin raleo de frutos, permitiendo el desarrollo de los cuatro a seis frutos presentes por racimo. Las distancias utilizadas, tanto entre lomos como entre alambres se corresponden con la distribución espacial posible, en función de la estructura de invernadero y la maquinaria disponible. La cosecha se realizó con frecuencia semanal, cuando los frutos presentaban el grado de madurez 5, que indica 60 al 90 % de la superficie del tomate con colores rosados o rojo (INTA, 2013). En 2020 la cosecha se extendió entre el 30 de marzo y el 20 de mayo, totalizándose seis a siete recolecciones; mientras que en 2021 el periodo de cosecha se inició el 30 de marzo y se extendió hasta el 10 de junio, realizándose unas 10 recolecciones.

Los ensayos se plantearon según un diseño en bloques completos aleatorizados con arreglo

factorial, con dos factores: tipo de planta (planta) y número de ejes por planta (ejes). En el Ensayo 1 se trabajó con dos tipos de plantas y tres números de ejes por planta (2×3) y 3 repeticiones, y en el Ensayo 2, se utilizaron tres tipos de plantas y tres números de ejes por planta (3×3) y 4 repeticiones. Ambos ensayos se condujeron en parcelas de 3 m de longitud (2,4 m²), utilizando por parcela 12 plantas en la conducción a un eje, seis plantas en la conducción a dos ejes y tres plantas en la conducción a cuatro ejes, totalizando en todos los casos 12 ejes por parcela. Se registraron las siguientes variables: 1) fecha de inicio y final de cosecha; 2) grados-día acumulados (GDA) a inicio y final de cosecha, utilizando la fórmula del Método residual: $GDA = \sum Tm - Tb$, donde Tm = temperatura media diaria y Tb = temperatura base (10 °C); 3) rendimiento total (compuesto por todos los frutos con peso superior a 100 g) y en frutos con peso superior a 150 g; 4) peso medio de frutos: calculado como el cociente entre el peso y número total de frutos cosechados. Los datos fueron sometidos a análisis de la varianza, evaluando diferencias entre medias por la prueba de Tukey, mediante el programa estadístico InfoStat/L (Di Rienzo et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de días y los grados-día acumulados desde el trasplante al inicio de la cosecha no fueron significativamente modificados

por el tipo de planta, el número de ejes por planta o la interacción entre factores en ninguno de los años de ensayo. En 2020 la primera cosecha se realizó entre los 74 y 76 días posteriores al trasplante, con una acumulación calórica de 854 a 883 grados-día; mientras que en 2021 se produjo entre los 72 y 80 días, cuando las plantas habían acumulado 982 a 1017 grados-día. La duración total del ciclo presentó diferencias según el año. En 2020 los tratamientos no afectaron significativamente el número de días entre el trasplante y la última cosecha; mientras que, en 2021, se observó efecto del tipo de planta y el número de ejes por planta, con una duración del ciclo significativamente menor de las plantas sin injertar, así como de las conducidas a un eje (Tabla 2), sin interacción significativa entre los tratamientos. Considerando que los tratamientos no modificaron significativamente el momento de inicio de cosecha, la prolongación del ciclo de cultivo en plantas injertadas o conducidas a mayor número de ejes, puede atribuirse a la prolongación en la cantidad de días transcurridos entre la primera y última cosecha. Esta situación no se manifestó en 2020, posiblemente por la necesidad de dar por finalizado tempranamente el ensayo por cuestiones de manejo y sanitarias del cultivo. Mourão et al. (2017) tampoco observaron diferencias en el tiempo requerido para la obtención del primer racimo completo en plantas de tomate injertadas y podadas a dos o tres ejes, aun cuando la forma de conducción de la planta impactaba

Tabla 2. Número de días y grados-día acumulados (GDA) entre trasplante y última cosecha en tomate 'SVTH 2900' sin injertar (SI), autoinjertado (AI) e injertado sobre 'Multifort' (I) según número de ejes por planta. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2020 y 2021.

Table 2. Number of days and accumulated degree days (GDA) from transplant to last harvest in non-grafted tomato 'SVTH 2900' (SI), self-grafted (AI) and grafted on 'Multifort' (I) according to the number of stems per plant. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2020 and 2021.

Planta	2020		2021		Ejes	2020		2021	
	Días	GDA	Días	GDA		Días	GDA	Días	GDA
SI	126 a ¹	1352 a	135 a	1469 a	Uno	130 a	1370 a	137 a	1476 a
AI	s/d	s/d	145 b	1511 b	Dos	130 a	1370 a	145 ab	1511 b
I	130 a	1370 a	148 b	1522 b	Cuatro	124 a	1344 a	146 b	1514 b
CV (%)	3,31	1,36	6,25	2,39		3,31	1,36	6,25	2,39
R ²	0,69	0,69	0,57	0,58		0,69	0,69	0,57	0,58
p	0,0734	0,0734	0,0039	0,0032		0,0529	0,0529	0,0327	0,0292
GL	1	1	2	2		2	2	2	2
F	4,00	4,00	7,04	7,38		4,00	4,00	3,96	4,11

¹Medias dentro de la columna con letras distintas difieren significativa según prueba de Tukey <0,05. s/d: sin dato. 2020 Días y GDA: modelo GL (grados de libertad) =7; F=3,14; p=0,0497. Repetición: GL=2; F=1,00; p=0,4019. Interacción GL=2; F=4,00; p=0,0529; Error GL=10. 2021; Total GL=17. 2021. Días: modelo GL=11; F=2,84; p=0,0156. Repetición: GL=3; F=1,23; p=0,3193. Interacción GL=4; F=1,40; p=0,2654; Error GL=24; Total GL=35. GDA: modelo GL=11; F=2,96; p=0,0126. Repetición: GL=3; F=1,23; p=0,3193. Interacción GL=4; F=1,48; p=0,2403; Error GL=24; Total GL=35.

sobre la densidad de tallos, situación que no se produjo en las condiciones de este trabajo, donde se utilizó igual densidad de tallos para todos los tratamientos. En un ensayo realizado en La Plata (Argentina), tampoco se observaron diferencias significativas en los días a primera cosecha, que oscilaron entre 60 y 71, utilizando 'Ichiban' y 'Etereí' sin injertar conducidos a un eje, e injertados sobre 'Maxifort', con conducción a dos y cuatro ejes, aunque la combinación Ichiban-Maxifort acumuló una cantidad de grados-día superior que el mismo híbrido sin injertar, a la vez que mostró una tendencia a retrasar el inicio de la producción (Garbi et al., 2018). Estas diferencias en precocidad pueden atribuirse a las características del pie y a su influencia sobre el híbrido que se utilice como copa, como fue demostrado con 'Maxifort', que produjo un efecto retardado del desarrollo al utilizarlo como pie de 'Griffy' y 'Elpida', pero no con 'Torry' (Garbi et al., 2012). En un estudio tendiente a discriminar el comportamiento de ocho portainjertos clasificados como generativos o vegetativos en combinación con cuatro copas diferentes, 'Multifort' se ubicó en un nivel intermedio en vigor, sin diferenciarse significativamente respecto a las plantas sin injertar o autoinjertadas, en la cantidad de nudos formados a primera floración (Gong et al., 2021), lo que indicaría que no se modificó la duración de la fase vegetativa, en concordancia con lo observado en este trabajo. Además, 'Multifort' es un híbrido desarrollado a partir de líneas de portainjertos para cultivo en invernadero, buscando incrementar el vigor de la planta y extender la estación de cultivo (Barret et al., 2012), característica que en este trabajo se puso de manifiesto como una tendencia a prolongar el periodo de cosecha en el Ensayo 1, y con diferencias significativas respecto a plantas sin injertar verificadas en el Ensayo 2. Un acortamiento del ciclo productivo en plantas sin injertar fue también observado indirectamente por Oyarzun (2018), quien reportó que 'Ichiban' y 'Etereí' vieron reducida su producción en 55 y 72 % entre el primer y tercer tercio de cosecha, respecto a plantas injertadas sobre 'Maxifort', portainjerto que puede homologarse a 'Multifort' en términos de vigor (Barret et al., 2012). Lo antedicho permite considerar que la prolongación del ciclo de cosecha observada en el Ensayo 2 es atribuible a la influencia del pie de injerto, a pesar de la respuesta equivalente de las plantas autoinjertadas, tomando en cuenta que las plantas injertadas alcanzaron la misma cantidad de días de cosecha en las tres formas de conducción (148 días), mientras que las segundas prolongaron su ciclo productivo de 139 a 148 días, cuando se condujeron a dos o cuatro ejes, aunque esto no

implicara un efecto significativo de la interacción entre el tipo de planta y el número de ejes. En referencia al número de ejes, Oyarzun (2018) observó en plantas sin injertar, conducidas a un eje, un decrecimiento progresivo del rendimiento al avanzar el periodo de cosecha, en comparación a plantas injertadas y conducidas a dos ejes, que sostuvieron en el tiempo su producción. Sin embargo, el planteo del ensayo no permitió discriminar si esta respuesta pudo ser atribuida a la injertación o a la forma de conducción, a diferencia de lo observado en los resultados presentados en este trabajo.

Los tratamientos evaluados modificaron significativamente la producción en ambos ciclos de ensayos. En 2020, las plantas injertadas presentaron un rendimiento significativamente superior tanto en frutos totales, como en frutos con peso mayor a 150 g, registrándose también un incremento significativo en el peso medio de los frutos, sin modificaciones en el número de frutos producidos; mientras que las plantas conducidas a dos ejes alcanzaron un rendimiento total y número de frutos significativamente más elevado que las conducidas a un eje, sin incidencia sobre el peso medio de los frutos. Las plantas a cuatro ejes no se diferenciaron de ninguna de las otras dos formas de conducción (Tabla 3).

En el ensayo conducido en 2021, el rendimiento total y en frutos con peso superior a 150 g, así como el peso medio de frutos fue significativamente superior en plantas injertadas; pero a diferencia de lo ocurrido en 2020, fueron las plantas conducidas a un eje las que alcanzaron una producción total estadísticamente superior, diferenciándose de las plantas con cuatro ejes, sin modificaciones en la producción de frutos con peso superior a 150 g ni en el peso medio de los frutos obtenidos (Tabla 4). El número de frutos fue significativamente modificado por el efecto combinado del tipo de planta y el número de ejes por planta. Para el mismo tipo de planta, no se observaron diferencias atribuibles al número de ejes; mientras que en plantas sin injertar o autoinjertadas, las plantas a un eje incrementaron significativamente el número de frutos, respecto a las plantas a cuatro ejes; diferencia que no se evidenció en las plantas injertadas (Tabla 5).

En concordancia con lo observado en este trabajo, Al-Harbi et al. (2017) encontraron un incremento en la producción de plantas de tomate injertadas, asociado principalmente a un aumento en el número de frutos y en el peso medio de los mismos; respuesta confirmada por numerosos trabajos realizados con diferentes combinaciones pie-copa, dependiendo la magnitud de la respuesta de esta última variable (Singh et al., 2017). 'Multifort', como pie de

Tabla 3. Rendimiento total (RT) (kg m⁻²), rendimiento de frutos con peso mayor a 150 g (>150) (kg m⁻²), número de frutos por m² (FT) y peso medio de fruto (PMF) (g) en tomate 'SVTH 2900' sin injertar (SI) e injertado sobre 'Multifort' (I). La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2020.

Table 3. Total yield (RT) (kg m⁻²), yield of fruits weighing more than 150 g (>150) (kg m⁻²), number of fruits per m² (FT), and average fruit weight (PMF) (g) in non-grafted tomato 'SVTH 2900' (SI) and grafted on 'Multifort' (I). La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2020.

Planta	RT	>150	FT	PMF	Ejes	RT	> 150	FT	PMF
SI	6,0 a ¹	4,4 a	37 a	158 a	Uno	5,3 a ¹	4,2 a	31 a	166 a
I	9,1 b	7,8 b	45 a	200 b	Dos	9,1 b	7,2 a	49 b	181 a
					Cuatro	8,2 ab	6,9 a	43 ab	190 a
CV (%)	29,65	37,59	21,61	12,85		29,65	37,59	21,61	12,85
R ²	0,68	0,68	0,65	0,76		0,68	0,68	0,65	0,76
p	0,0149	0,0102	0,0858	0,0034		0,0344	0,0858	0,0180	0,2331
GL	1	1	1	1		2	2	2	2
F	8,61	9,97	0,0858	14,52		4,81	3,17	6,16	1,69

¹Medias dentro de la columna con letras distintas difieren significativa según prueba de Tukey <0,05. RT: modelo GL (grados de libertad)=7; F=2,99; p=0,0570. Repetición: GL=2; F=0,46; p=0,6436. Interacción GL=2; F=0,90; p=0,4380. Error GL=10. 2021. Total GL=17. >150: modelo GL=7; F=3,08; p=0,0526. Repetición: GL=2; F=0,91; p=0,4331. Interacción GL=2; F=1,71; p=0,2291. Error GL=10. Total GL=17. FT: modelo GL=7; F=2,67; p=0,0776. Repetición: GL=2; F=1,17; p=0,3498. Interacción GL=2; F=0,20; p=0,8256. Error GL=10. Total GL=17. PMF: modelo GL=7; F=4,47; p=0,0168. Repetición: GL=2; F=4,01; p=0,0526. Interacción GL=2; F=2,67; p=0,1178. Error GL=10. Total GL=17.

Tabla 4. Rendimiento total (RT) (kg m⁻²), rendimiento de frutos con peso mayor a 150 g (>150) (kg m⁻²) y peso medio de fruto (PMF) (g) en tomate 'SVTH 2900' sin injertar (SI), autoinjertado (AI) e injertado sobre 'Multifort' (I). La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2021.

Table 4. Total yield (RT) (kg m⁻²), yield of fruits weighing more than 150 g (>150) (kg m⁻²), and average fruit weight (PMF) (g) in non-grafted tomato 'SVTH 2900' (SI), self-grafted (AI) and grafted on 'Multifort' (I). La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2021.

Planta	RT	>150	PMF	Ejes	RT	> 150	PMF
SI	8,3 a ¹	6,1 a	164 a	Uno	12,1 a	9,3 a	172 a
AI	8,3 a	5,6 a	155 a	Dos	9,0 ab	7,3 a	170 a
I	12,3 b	11,4 b	211 b	Cuatro	7,8 b	6,5 a	188 a
CV (%)	33,22	42,06	16,74		33,22	42,06	16,74
R ²	0,66	0,71	0,64		0,66	0,71	0,64
p	0,0057	0,0003	0,0002		0,0077	0,1125	0,2841
GL	2	2	2		2	2	2
F	6,45	11,87	12,35		5,99	2,40	1,33

¹Medias dentro de la columna con letras distintas difieren significativa según prueba de Tukey <0,05. RT: modelo GL (grados de libertad)=11; F=4,27; p=0,0014. Repetición: GL=3; F=6,11; p=0,0031. Interacción GL=4; F=0,95; p=0,4537. Error GL=24. Total GL=35. >150: modelo GL=11; F=5,40; p=0,0003. Repetición: GL=3; F=9,19; p=0,0003. Interacción GL=4; F=0,83; p=0,5170; Error GL=24. Total GL=35. PMF: modelo GL=11; F=3,93; p=0,0024. Repetición: GL=3; F=4,75; p=0,0097. Interacción GL=4; F=0,41; p=0,8022; Error GL=24. Total GL=35.

injerto de 'Florida 47' produjo incrementos en el rendimiento, respecto a plantas sin injertar o autoinjertadas, con aumentos significativos en el peso medio de frutos (Djidonou et al., 2017), confirmando las respuestas observadas en este trabajo. En concordancia con este trabajo, la mejora del rendimiento se dio respecto a

plantas sin injertar y autoinjertadas, lo que permite atribuir la respuesta al efecto específico del portainjerto, sin importancia del proceso de injertación en sí. Velasco-Alvarado et al. (2016), también observaron incrementos en el rendimiento utilizando 'Multifort', relacionando esta respuesta a la mayor acumulación de biomasa

Tabla 5. Número de frutos por m² en tomate cv. SVTH 2900 sin injertar (SI), autoinjertado (AI) e injertado sobre Multifort (I) según número de ejes por planta. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2021.

Table 5. Fruits per m² in tomato cv. SVTH 2900 non-grafted (SI), self-grafted (AI) and grafted on Multifort (I) according to the number of stems per plant. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 2021.

Planta	Ejes			CV; R ² ; p; GL; F
	Uno	Dos	Cuatro	
SI	60 a	47 ab	42 b	12,39; 0,80; 0,0169; 2; 8,69
AI	78 a	59 b	28 b	16,82; 0,91; 0,0008; 2; 29,33
I	73 a	47 a	50 a	31,04; 0,65; 0,4537; 2; 2,48
CV (%)	15,77	27,14	26,05	
R ²	0,53	0,65	0,67	
p	0,1383	0,4318	0,0619	
GL	2	2	2	
F	2,79	0,97	4,58	

¹Medias dentro de la fila con letras distintas difieren significativa según prueba de Tukey <0,05. ANOVA general: CV=22,42. R²=0,72. GL (grados de libertad) planta=2, ejes=2, interacción=4; p planta=0,3595; p ejes <0,0001; p interacción=0,0382. SI: modelo GL=5; F=4,86; p=0,0401. Repetición: GL=3; F=8,69; p=0,0169. Error GL=6. Total GL=11. AI: modelo GL=5; F=12,12; p=0,0043. Repetición: GL=3; F=0,65; p=0,6130. Error GL=6. Total GL=11. I: modelo GL=5; F=2,19; p=0,1742. Repetición: GL=3; F=1,99; p=0,2164. Error GL=6. Total GL=11. Uno: modelo GL=5; F=1,37; p=0,3520. Repetición: GL=3; F=0,42; p=0,7427. Error GL=6. Total GL=11. Dos: modelo GL=5; F=2,27; p=0,1739. Repetición: GL=3; F=3,13; p=0,1087. Error GL=6. Total GL=11. I: modelo GL=5; F=2,49; p=0,1489. Repetición: GL=3; F=1,09; p=0,4215. Error GL=6. Total GL=11.

y elementos como nitrógeno, calcio y potasio, coincidiendo con lo reportado por Djidonou et al. (2017). La mejora que el injerto produce en la absorción de estos nutrientes incrementa también la tasa fotosintética (Ashok Kumar y Sanket, 2017). Además, 'Multifort' presenta una longitud total de la raíz equivalente a otros pies de injerto, con una proporción importante de raíces de menor diámetro medio (< 0,30 mm), lo que promovió que alcanzara una longitud específica de la raíz 38 % superior que 'Florida 47', contribuyendo a la absorción de agua y la conductibilidad hidráulica (Suchoff et al., 2017).

Considerando los rendimientos obtenidos y el número de plantas por unidad de superficie según forma de conducción, puede estimarse que se produjo un aumento tanto en rendimiento como en número de frutos por planta al incrementar el número de ejes, en plantas injertadas como sin injertar, lo que muestra la capacidad del híbrido usado como copa para soportar distintas formas de conducción. Esta respuesta está sustentada por las características del material, que está descrito como una planta vigorosa, adaptable y adecuada para producciones tempranas y ciclos largos, con mayor porcentaje de frutos grandes a extra-grandes (Bayer-Seminis®, 2022);

siendo el rendimiento y peso medio de los frutos obtenidos para plantas sin injertar equivalente a los reportados en un trabajo de caracterización realizado en el mismo sitio de ensayo para este híbrido conducido a un eje (Dell'Arciprete Giglio, 2020). Fazzi Gomes et al. (2017), también encontraron diferencias en el peso medio de los frutos y rendimiento, al comparar 'Alambra' sin injertar, autoinjertado e injertado sobre 'Maxifort' y 'Multifort', conducido en todos los casos a cuatro ejes. Los mismos autores indican que el aumento en el número de ejes por planta conduce a la producción de una mayor cantidad de flores y área foliar, lo que en combinación con buenas condiciones culturales producen un buen desarrollo de la planta. En este sentido, se observó en plantas de un híbrido injertado sobre 'Beaufort' y conducidas a dos ejes, un mayor número de frutos que en las plantas conducidas a un eje injertadas o sin injertar, atribuyéndose la respuesta al mayor número de tallos (Soare et al., 2018). Hoza et al. (2018), comparando cuatro cultivares de tomate sin injertar, obtuvieron aumentos en el rendimiento y número de frutos por planta y por unidad de superficie en plantas conducidas a dos ejes, al contrastarlas con plantas a un eje, considerando a esta variable

como la principal responsable del aumento de productividad.

Mourão et al. (2017) observaron una reducción del rendimiento en plantas injertadas conducidas a tres y cuatro ejes, respecto a plantas a dos ejes, explicando esta respuesta por la fuerte competencia entre ejes por agua y nutrientes en la misma planta, y la limitación del sistema radical para compensar esa mayor demanda, situación que puede no haberse dado en estos ensayos, al menos en las plantas injertadas, dadas las características del sistema radical de 'Multifort' descritas previamente. La diferencia en los niveles de significancia que se registraron entre los dos años de ensayo respecto a los rendimientos y número de frutos por planta puede explicarse fundamentalmente por la variación interanual en la producción de las plantas conducidas a un eje, observándose, sin embargo, consistencia en la respuesta de las plantas a dos y cuatro ejes. En este sentido, es de interés señalar que los rendimientos obtenidos, particularmente en 2021, son compatibles con los reportados por otros autores quienes trabajaron con plantas injertadas, conducción a distinto número de ejes y distancias de plantación, conforme puede observarse en Severino et al. (2017). El menor rendimiento registrado en 2020, que se aleja de los valores promedio que se dan en la zona, pudo deberse a la reducción del periodo de cosecha y estado general de las plantas, afectadas por aspectos de manejo que se suscitaron ese año. Sin embargo, a pesar del bajo rendimiento, los resultados obtenidos muestran tendencias similares en ambos periodos de ensayo, permitiendo conocer el comportamiento de los distintos tratamientos.

El peso medio de los frutos se mantuvo por encima los 150 g en las tres formas de conducción, valor mínimo utilizado para definir la primera categoría comercial, en concordancia con lo observado por Severino et al. (2017) respecto al diámetro promedio de frutos, comparando plantas a tres y cuatro ejes, aun cuando se usaron densidades de plantación superiores a las ensayadas por estos autores. La equivalencia en el peso medio alcanzado por los frutos, independientemente del número de ejes por planta, difiere de las observaciones de otros autores que encontraron una reducción de este valor al aumentar el número de tallos (Rahmatian et al., 2014; Hoza et al., 2018). Esta respuesta podría deberse a las características del material usado como copa y a que en este trabajo todos los tratamientos mantuvieron una misma densidad de ejes por unidad de superficie, considerando estimaciones realizadas para la variación del diámetro y peso de fruto que indicaron un mayor

decrecimiento de estas variables al aumentar la densidad de plantación en plantas conducidas a cuatro que a tres ejes, marcando una mayor dependencia de la densidad al incrementarse el número de ejes por planta (Severino et al., 2017).

Los rendimientos obtenidos para las distintas formas de conducción de las plantas, destacándose el hecho de que no se afecta significativamente la producción de frutos de mayor peso, posibilitarían optar por una conducción a mayor número de ejes, incluso a pesar de las variaciones interanuales que se registraron. Esta opción de manejo, que representa a una reducción de la cantidad de plantas necesarias por unidad de superficie, resulta un beneficio para el productor, particularmente para la incorporación del uso de plantas injertadas, aunque también es aplicable al cultivo de híbridos sin injertar que posean el vigor suficiente, dada la ausencia de interacción entre los factores evaluados en este trabajo.

CONCLUSIONES

La fecha de inicio de cosecha y la acumulación calórica requerida desde el trasplante no fue modificada por el uso de plantas injertadas, el número de ejes por planta ni la interacción entre estos factores, presentándose en ambos ensayos entre los 72 y 80 días después del trasplante, habiendo acumulado entre 854 y 1017 grados-día.

El uso de plantas injertadas prolongó la duración del periodo de cosecha, con incrementos significativos equivalentes a 13 días en 2021. Puede señalarse una tendencia a esta misma respuesta al incrementar el número de ejes por planta de uno a cuatro, con aumentos de 11 a 24 días, según el año de ensayo.

El rendimiento total fue significativamente superior en plantas injertadas, con incrementos de entre 32 a 34% respecto a las plantas sin injertar. Incrementos similares se observaron en las plantas conducidas a dos ejes respecto a la conducción a un eje en 2020, ocurriendo lo contrario en 2021, aunque sin diferencias significativas. Las plantas a cuatro ejes presentaron rendimientos más bajos, pero no se diferenciaron estadísticamente de las plantas a dos ejes.

El rendimiento en frutos con peso superior a 150 g fue significativamente superior en las plantas injertadas, con incrementos del 45% en promedio, respecto a plantas sin injertar, sin efecto del número de ejes por planta o la interacción entre factores sobre esta variable.

Las plantas conducidas a dos ejes aumentaron el número de frutos respecto a las plantas a un eje en 2020; mientras que en 2021, en plantas sin injertar o autoinjertadas el mayor número se dio

en plantas a un eje, y en plantas injertadas no hubo diferencias en la cantidad de frutos para las distintas formas de conducción.

Las plantas injertadas produjeron frutos con mayor peso medio, alcanzando un valor promedio de 205 g, en contraposición a los 160 g registrados en plantas sin injertar. Esta variable no fue modificada por el número de ejes por planta ni la interacción entre factores.

En las condiciones de ensayo, puede recomendarse el uso de plantas injertadas, por su efecto tanto sobre la producción por planta como por unidad de superficie; así como la conducción a dos ejes, que mostró una respuesta más consistente en ambos años. Si bien no se observó, en general, interacción significativa entre el tipo de planta y número de ejes, es recomendable analizar este comportamiento dependiendo de la combinación pie-copa que se utilice y las condiciones de cultivo.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del Proyecto de Investigación "Ecofisiología y bioclimatología de cultivos intensivos protegidos y a campo" (11/A 321). Programa de Incentivos a la Investigación, Universidad Nacional de la Plata-UNLP (Argentina).

LITERATURA CITADA

- Alconada, M. 2018. Suelo, agua y manejo. p. 17-25. En: Alconada, M., M. Garbi y, S. Martínez (Comps.). Producción intensiva florihortícola sustentable en el Gran La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73390> (Consulta 4 de abril de 2023).
- Al-Harbi, A., A. Hejazi, and A. Al-Omran. 2017. Responses of grafted tomato (*Solanum lycopersicon* L.) to abiotic stresses in Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences 24:1274–1280.
- Argerich, C., y Troilo, L. (Eds.). 2011. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena del tomate. FAO, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i1746s/i1746s.pdf> (Consulta 4 de abril de 2023).
- Ashok Kumar, A., and K. Sanket. 2017. Grafting of vegetable crops as a tool to improve yield and grafting of vegetable crops as a tool to improve yield and tolerance against diseases. A review. International Journal of Agriculture Sciences 9(13):4050-4056.
- Barrett, C.E., X. Zhao, and R. McSorley. 2012. Grafting for root-knot nematode control and yield improvement in organic heirloom tomato production. HortScience 47(5):614-620.
- Bayer®. 2023. Vegetables España. Disponible en: https://www.vegetables.bayer.com/es-es/productos/portainjerto/details.html/rootstock_multifort_spain_deruiter_all_grehighomopesma_all.html (Consulta 6 de abril de 2023)
- Bayer-Seminis®. 2022. Vegetables Conosur. SVTH2900 Disponible en: https://www.vegetables.bayer.com/cl/es-cl/productos/tomate/details.html/tomato_svth2900_argentina_seminis_all_grehighomopeprosmas_all.html (Consulta 14 de julio de 2022).
- Bucco, N. y J.M. Berardo. 2017. Productividad de plantas injertadas de tomate conducidas a 2 y 4 ramas y cultivadas en un suelo infestado de nemátodos. Trabajo Final de Carrera. Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63581/Documento_completo.pdf?sequence=1 (Consulta 14 de julio de 2022).
- Dell'Arciprete, L.A. 2020. Caracterización bioclimática, fenológica y productiva de dos híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*). Trabajo Final de Carrera. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/111463> (Consulta 14 de julio de 2022).
- Djidonou, D., X. Zhao, J.K. Brecht, and K.M. Cordasco. 2017. Influence of interspecific hybrid rootstocks on tomato growth, nutrient accumulation, yield, and fruit composition under greenhouse conditions. HortTechnology 27(6):868-877.
- Dirección de Producción Agrícola. 2020. La producción de tomate en Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/produccion-tomate-argentina-diciembre-2020.pdf> (Consulta 4 de abril de 2023).
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. 2020. InfoStat/L versión 2020. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar> (Consulta: 1 de julio de 2022)
- FAO. 2022. Faostat: FAO Statistical Databases. Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Consulta 4 de abril de 2023).

- Fazzi Gomes, R., R. Castoldi, D. Mesquita, L. Trevisan, e D.M. Mathias. 2017. Porta-enxertos para tomateiro conduzido com quatro hastes. *Revista Ceres* 64(2):186-191.
- Garbi, M., S. Martínez, A. Ducasse, A., F. Zeoli, W. Chale, y R. Andreau. 2012. Producción de tomates cv. Elpida, Torry y Griffi injertados sobre pie Maxifort en suelo tratado con cloropicrina + 1,3 dicloropropeno. p. 25. En: XXXV Congreso Argentino de Horticultura. 23–27 de septiembre. Corrientes, Argentina. Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO).
- Garbi, M., A. Carbone, L. Puig, and S.B. Martínez. 2018. Fenología, tiempo térmico e intercepción de radiación fotosintéticamente activa en tomate injertado conducido a dos y cuatro ramas. p. 8-9. En: XVII Reunión Argentina de Agrometeorología. 19 - 21 de septiembre. Villa de Merlo, San Luis, Argentina. Asociación Argentina de Agrometeorología (AADA), Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Gong, T., X. Zhao, J.K. Brecht, and J. Colee. 2021. Characterizing the impacts of 'generative' rootstocks on growth and development of grafted tomato plants. *Acta Horticulturae* 1302:251-25.
- Hoza, G., M. Dinu, R. Soare, A.D. Becherescu, I.A. Apahidean, and D. Hoza. 2018. Influence of plant management systems on growth and fructification of tomato plants in protected culture. *Scientific Papers. Series B. Horticulture* 62:457-462.
- INTA. 2013. Postcosecha de tomate. Grado de madurez de cosecha. Ediciones INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha_n_1_-_cosecha_3.pdf (Consulta 5 de abril de 2023).
- Martínez, S.B., M. Garbi, M.C. Grimaldi, J. Somoza, G. Morelli, y C. Cerisola. 2014. Evaluación de la respuesta agronómica de plantas de tomate injertadas en cultivo bajo cubierta. *Revista de la Facultad de Agronomía* 113(2):218-223.
- Martínez-Andújar, C., A. Albacete, and F. Pérez-Alfocea. 2020. Rootstocks for increasing yield stability and sustainability in vegetable crops. *Acta Horticulturae* 1273:449-470.
- Maurya, D., A. Kumar Pandey, V. Kumar, S. Dubey, and V. Prakash. 2019. Grafting techniques in vegetable crops: A review. *International Journal of Chemical Studies* 7(2):1664-1672.
- Miranda, M. 2018. Superficie de cultivo bajo cubierta en el Gran La Plata, análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica – SIG. P. 75. En: Tittonel, P. y Giobellina, B. (Eds.). *Periurbanos hacia el consenso. Resúmenes cortos. Libro 2. Ediciones INTA*, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_periurbanos_hacia_el_concenso_libro_2_resumenes_cortos.pdf (Consulta 4 de abril de 2023).
- Mourão, I., L.M. Brito, and J. Coutinho. 2013. Evaluation of organic fertilization with composts in the production of grafted tomatoes with different pruning systems. In: Vallez, G., P. Cambier, H. Bacheley, N. Cheviron, S. Formisano, A.S. Lepeuple, A. et al. (Eds.). *15th RAMIRAN International Conference: Recycling of organic residues in agriculture: from waste management to ecosystem services*. Versailles, France.
- Mourão, I., L.M. Brito, L. Moura, M.E., Ferreira, and S.R. Costal. 2017. The effect of pruning systems on yield and fruit quality of grafted tomato. *Horticultura Brasileira* 35(2):247-251.
- Rahmatian, A., M. Delshad, and R. Salehi. 2014. Effect of grafting on growth, yield and fruit quality of single and double stemmed tomato plants grown hydroponically. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 55:115-119.
- Ricárdez Salinas, M., F. Camacho Ferre y J.C. Tello Marquina. 2008. El injerto en el cultivo de tomate como alternativa al uso de bromuro de metilo. SEMANART-ONUDI. Disponible en: <http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/images/pdf/TOMATE-BAJA.pdf> (Consulta 4 de abril de 2023).
- Severino, C., R. Elizondo, J.E. Álvaro, y E. Oyanedel. 2017. Densidad y manejo de ejes en plantas injertadas de tomate indeterminadas en invernadero. *Horticultura Brasileira* 35:542-548.
- Singh, H., D. Kumar, S. Chaudhari, and M. Edelstein. 2017. Tomato grafting: a global perspective. *HortScience* 52(10):1328-1336.
- Soare, R., M. Dinu, and C. Babeanu. 2018. The effect of using grafted seedlings on the yield and quality of tomatoes grown in greenhouses. *Horticulturae Science (Prague)* 45(2):76-82.
- Suchoff, D.H., C.C. Gunter, and F.J. Louws. 2017. Comparative analysis of root system morphology in tomato rootstocks. *HortTechnology* 27(3):319-324.

- Suchoff, D.H., P. Perkins-Veazie, H.W. Sederoff, J.R. Schultheis, M.D. Kleinhenz, F.J. Louws et al. 2018. Grafting the indeterminate tomato cultivar Moneymaker onto Multifort rootstock improves cold tolerance. *HortScience* 53(11):1610-1617.
- Suchoff, D.H., B.E. Jackson, C.C. Gunter, J.R. Schultheis, and F.J. Louws. 2021. Non-destructive characterization of grafted tomato root systems using the mini-horhizotron. *Acta Horticulturae* 1302:209-214.
- Velasco-Alvarado, M. de J., R. Castro-Brindis, A.M. Castillo-González, E. Avitia-García, J. Sahagún-Castellanos, y R. Lobato-Ortiz. 2016. Composición mineral, biomasa y rendimiento en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertado. *Interciencia* 41(10):703-708.
- Velasco-Alvarado, M. de J., R. Castro-Brindis, E. Avitia-García, A.M. Castillo-González, J. Sahagún-Castellanos, Jaime, y R. Lobato-Ortiz, Ricardo. 2017. Proceso de unión del injerto de empalme en jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 8(5):1051-1058.