

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA AGRONÓMICA Y DEL
MEDIO NATURAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

MASTER UNIVERSITARIO EN SANIDAD Y PRODUCCIÓN VEGETAL



**INFLUENCIA DEL INJERTO Y DE DOS
SOLUCIONES NUTRITIVAS EN PARÁMETROS DE
PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN TOMATE
“VALENCIANO”**

TRABAJO FIN DE MASTER PRESENTADO POR:

Fco. JAVIER LAMBÍES CUEVAS

DIRIGIDA POR:

Prof. Dr. D. SALVADOR VICENTE LÓPEZ GALARZA

VALENCIA, SEPTIEMBRE DEL 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al profesor López Galarza la oportunidad que me dio de hacer mi trabajo final de máster en el la Unidad Docente de Horticultura y Cultivos Herbáceos.

Quiero agradecer a Daniel Siurana y Daniel Vañó por su ayuda en los trabajos de campo.

A Marisol Bono por su dedicación a lo largo de todo el trabajo.

Mi agradecimiento especial a la futura doctora Gromaz. La escarola tiene una gran aliada en ella.

Y por supuesto agradecer la ayuda inestimable del doctor D. José Torres con el que compartí grandes tertulias literarias entre mediciones y consejos técnicos.

RESUMEN

Económicamente, el tomate es una de las hortalizas más importantes del mundo. Las variedades tradicionales de tomate cada vez son más requeridas por el consumidor que encuentra en ellas unas cualidades organolépticas excepcionales, pagando un precio superior al de otros tomates comerciales, generalmente híbridos. Pero estas variedades tradicionales, en su mayoría, son poco atractivas para el productor, que aunque recibe mejor precio, suelen ser muy poco productivas.

En el presente trabajo se estudió la influencia del injerto (plantas injertadas en el portainjerto “Maxifort”, *L. esculentum* x *L. hirsutum*, plantas autoinjertadas, plantas sin injertar) y de dos soluciones nutritivas con diferentes ratios N/K (1.3 y 1.8) en parámetros de producción y calidad del fruto en la variedad tradicional de tomate “Valenciano”.

Los parámetros de producción estudiados fueron producción acumulada ($\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$), peso medio acumulado del fruto, número de frutos por planta y porcentaje acumulado de frutos por planta dividiendo los frutos por calibres y fisiopatías. Los calibres fueron seleccionados por peso, siendo tomates de primera los que tenían un peso superior a 200 g, los de segunda un peso entre 150 y 200 g y los de tercera un peso inferior a 150 g. La fisiopatías registradas fueron “Blossom End Rot” (B.E.R), “Cat Face” y “Cracking”.

Los parámetros de calidad estudiados fueron la densidad, el porcentaje de materia seca, acidez titulable y pH inicial, sólidos solubles y jugosidad.

El efecto del injerto no se hizo notar en la producción total pero si en la distribución de los calibres, produciendo las plantas injertadas un porcentaje mayor de frutos de primera y un menor porcentaje de frutos de segunda y tercera respecto de las plantas sin injertar. No se encontraron diferencias en el número total de frutos por planta pero si en el peso medio total del fruto, siendo mayor en las plantas injertadas. No se observaron diferencias significativas en la presencia de fisiopatías.

Respecto al efecto de la solución nutritiva, el equilibrio N/K=1.3, dio lugar a una mayor producción de frutos de primera no observándose diferencias en el resto de los calibres ni en la presencia de fisiopatías.

No se encontraron diferencias significativas en los parámetros de calidad ni en el factor injerto ni en el factor solución.

El uso del injerto y el manejo de solución nutritiva pueden ser dos buenas herramientas a la hora de aumentar el porcentaje de frutos de primera en tomate “Valenciano” sin que se vean afectadas sus características de calidad.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Importancia del tomate en el mundo y en España	1
1.2 Importancia del tomate tradicional. El tomate “Valenciano”	2
1.3 El injerto en tomate. Finalidad y beneficios.....	4
1.4 Beneficios y finalidad de la fertilización. Equilibrio Nitrogeno-Potasio.....	6
1.5 Objetivo	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1 Material vegetal y condiciones de cultivo	9
2.2 Mediciones.....	10
2.2.1 Parámetros de producción.....	10
2.2.2 Parámetros de calidad.....	11
2.2.2.1 Densidad.....	11
2.2.2.2 Porcentaje de materia seca en el fruto.....	11
2.2.2.3 Acidez titulable y pH inicial	11
2.2.2.4 Sólidos solubles	11
2.2.2.5 Jugosidad.....	11
2.3 Analisis estadístico de los resultados.....	11
3. RESULTADOS	12
3.1 Datos de producción.....	12
3.1.1 Producción acumulada por planta. Tabla 3.1.....	12
3.1.2 Peso medio acumulado por fruto. Tabla 3.2	13
3.1.3 Número de frutos acumulados por planta. Tabla 3.3.....	14
3.1.4 Porcentaje acumulado de frutos por planta. Tabla 3.4.....	15
3.2 Parámetros de calidad. Tabla 3.5.....	16
4. DISCUSION	18
4.1 Injerto.....	18
4.1.1 Parámetros de producción.....	18
4.1.2 Parámetros de calidad.....	19
4.2 Efecto de la solución nutritiva (ratio N/K).....	20
4.2.1 Parámetros de producción.....	20
4.2.2 Parámetros de calidad.....	21
5. CONCLUSIONES	21
6. BIBLIOGRAFIA	22

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del tomate en el mundo y en España

Planta de origen americano, al parecer de la zona de Perú-Ecuador, desde la que se extendió a América Central y Meridional. En principio se cree que fue utilizado como planta ornamental; su introducción en Europa se realizó en el siglo XVI y se sabe que a mediados del siglo XVIII era cultivado con fines alimenticios, principalmente en Italia.

El tomate pertenece a la familia *Solanaceae* y su nombre científico habitual es el *Lycopersicon esculentum* Mill, aunque más modernamente se tiende hacia la denominación *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Fawell. (Maroto, 2005)

El tomate contiene azúcares simples que le confieren un ligero sabor dulce y algunos ácidos orgánicos que le otorgan el sabor ácido característico. El tomate es una fuente importante de ciertos minerales (como potasio y magnesio) y sobre todo de sustancias con actividad antioxidante (vitaminas, pigmentos y compuestos fenólicos). De su contenido en vitaminas destacan la B1, B2, B5 y la vitamina C. Los carotenoides son uno de los principales grupos de pigmentos, como el licopeno (pigmento que da el color rojo característico al tomate) (Roselló y Nuez, 2006).

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada (Magrama, 2015)

El tomate se sitúa en el número once del ranking de cultivos más producidos en el mundo con 163963770 toneladas, siendo los mayores productores China y EEUU (Faostat, 2015).

En España se produjeron 4046400 toneladas de tomate sobre una superficie cultivada de 48600 hectáreas.

En cuanto al destino de la producción, más del 60 % se destina a consumo en fresco y el resto a industria (pelado, concentrado, deshidratado, dados, etc.). Se exporta aproximadamente un 25% de la producción.

- Fruto fresco: Se consume crudo, entero o en rebanadas, y solo o en ensaladas, salsas, sopas y purés. Se prepara ocasionalmente en zumo casero solo o mezclado.
- Fruto procesado, tomate para industria: se puede pelar, cortar en dados, concentrar, deshidratar, congelar, encurtir, envasar o enlatar al natural o en salmuera. Deshidratado, forma parte de alimentos precocidos como las sopas instantáneas. Gran parte se concentra con destino a la industria productora de salsas.
- Tomate de cuarta gama: normalmente se lava y se envasa entero para destinarlo a ensaladas o salsas. De momento este sector es muy minoritario pero está en expansión. (Magrama, 2015)

En España el consumo medio de tomate fresco por persona fue de 15.2 kg, lo que representa el 23,6% del consumo de hortalizas frescas. Esto supuso un gasto para los consumidores de 918 millones de euros (Mercasa, 2015)

1.2 Importancia del tomate tradicional. El tomate “Valenciano”

El termino Landrace (Del terreno) ha recibido numerosas definiciones y muchos sinónimos para referirse al mismo concepto, incluyendo variedad local, población local, cultivar tradicional, (Zeven, 1998) o variedad tradicional y variedad primitiva (Negri *et al.*, 2009). Harlan (1975) lo describe de la siguiente manera: “Las variedades tradicionales tienen cierta integridad genética. Son reconocibles morfológicamente; los agricultores tienen nombres para ellas y las diferentes variedades tradicionales se diferencian por su adaptación a un tipo de suelo, el momento de la siembra, fecha de maduración, envergadura de la planta, valor nutritivo, usos y otras propiedades. Lo más importante es que hay variabilidad genética.” En el mismo texto Harlan dijo que las variedades locales "consisten en mezclas de genotipos o líneas genéticas"

Los principales objetivos de los programas de mejora se han centrado en una mayor productividad, resistencia a enfermedades, apariencia externa y una larga vida útil, pero la calidad organoléptica ha recibido poca atención. Como resultado de la alta productividad de las variedades comerciales, se ha visto afectado el sabor, lo que se ha relacionado con una bajada de en la concentración de azúcares (Bertin *et al.*, 2000).

Durante las últimas décadas, las quejas de los consumidores en relación con la calidad del tomate se han convertido en habituales (Bruhn *et al.*, 1991).

Éstos aprecian cada vez más características de calidad organolépticas como su sabor, textura, jugosidad y aroma que se suelen encontrar de una forma característica en variedades tradicionales, estando dispuestos a pagar un precio superior por este producto. (Di Giogia *et al.*, 2010; Klee *et al.*, 2010).

El apelativo “Valenciano” se ha empleado indiscriminadamente fuera de la Comunidad Valenciana para nombrar a cualquier variedad originada en esta zona. Sin embargo, el auténtico tipo varietal “Valenciano” engloba a variedades con unas características comunes muy específicas. Éstas son típicas de La Huerta de Valencia, aunque su cultivo se ha extendido debido a sus excelentes características de calidad. El tipo varietal “Valenciano” se caracteriza por presentar tres morfologías de fruto dentro de la misma planta (Cebolla, 2005):

- Tipo “rollo”: es un tomate achatado, deforme, que suele aparecer en los primeros racimos y que se desarrolla irregularmente debido a una fasciación de la flor. Si en otras variedades estos frutos se desecharían, los del tipo “Valenciano” se pueden vender, debido a la elevada calidad organoléptica, que prima sobre la calidad externa o visual.
- Tipo “femella”: corresponde a un fruto entre ligeramente achatado y acorazonado, generalmente con la región pistilar indentada y con cicatriz pistilar abierta. Poseen la misma calidad organoléptica que los del tipo “masclet”, sin embargo se aprecian menos en el mercado, debido a que no corresponden a la morfología típica de la variedad.
- Tipo “masclet”: es el fruto llamado “Valenciano” por excelencia. Se trata de frutos con forma acorazonada, en los que se alarga la región pistilar dándoles la forma apuntada característica de la variedad. Este carácter puede ser tan importante como para justificar un mayor precio de venta respecto al tipo “femella”, a pesar de haberse originado en la misma planta.

En cualquiera de los tres tipos, el fruto tiene un hombro verde persistente y un color entre anaranjado y rojizo. La coloración desde el momento de la recolección hasta los primeros estados de maduración es característica y muy apreciada. En general, tanto el tipo “masclet”, como el “femella” tienen lóculos pequeños distribuidos de forma regular en torno a un

corazón de sección circular y de gran tamaño. Es frecuente encontrar lóculos en el interior del corazón. Es característica la aparición de un ligero a moderado agrietado circular discontinuo y un ligero o moderado agrietado radial que suberifica. Ambos agrietados dan un aspecto rústico al fruto que puede convertirse en “marca de origen”, ya que las variedades comerciales no suelen presentar estas características (Cebolla, 2005).

Las excepcionales calidades de estas variedades conllevan un precio de venta elevado en el mercado.

El tipo varietal “Valenciano” es uno de los más conocidos y apreciados en el litoral mediterráneo. Es muy aromático, con un sabor muy intenso, con una textura carnosa y jugosa, lo que lo hace muy indicado para el consumo en fresco, siendo un referente de calidad del tomate de verano en la zona.

La variabilidad en producción de este tipo de tomate es muy alta. En un estudio comparativo de 27 selecciones de tomate “Valenciano” realizado por la Fundación Cajamar se pudieron obtener producciones máximas superiores a los 10 kg·m⁻², mientras que otras no superaron los 4 kg·m⁻² (López y Gil, 2010).

En un estudio comparativo de 19 variedades de tomates híbridos realizado por el IVIA, la variedad menos productiva dio cerca de los 13 kg·m⁻², mientras que la más productiva produjo por encima de los 23 kg·m⁻² (Giner *et al.*, 2009).

Comparando los dos tipos de tomate, entiéndase tradicional frente a híbrido, el tomate “Valenciano” resulta muy poco productivo, lo que junto con su falta de resistencias a virosis y enfermedades, termina por hacerlo poco atractivo al productor que se proponga cultivar este tipo de tomate a mayor escala.

1.3 El injerto en tomate. Finalidad y beneficios

El injerto de hortalizas es una técnica muy común a nivel mundial no sólo para manejo de enfermedades del suelo, sino también para la mejora de la calidad del fruto y la mejora de la respuesta de la planta a estreses abióticos tales como la sequía, la humedad, la restricción de nutrientes, las temperaturas extremas y la salinidad (King *et al.*, 2010).

El uso de híbridos interespecíficos como portainjertos ha mostrado una mejora en el desarrollo de la planta y en las producciones de muchas solanáceas y cucurbitáceas, incluyendo el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), melón (*Cucumis melo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y berenjena (*S. melongena* L.) (Lee and Oda, 2003; Passam *et al.*, 2005;

Leonardi and Giuffrida, 2006; Colla *et al.*, 2008, 2010; Di Gioia *et al.*, 2010; Djidonou *et al.*, 2013).

Para tomate se utilizan principalmente híbridos interespecíficos de *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* y *L. esculentum* x *L. pimpinellifolium*. También se emplea *Lycopersicon esculentum*, aunque no son tan vigorosos como los híbridos interespecíficos. (De Miguel, 2011).

El cultivo de tomate en fresco se ha visto beneficiado con la práctica del injerto, siendo cada vez una técnica más utilizada. Con el paso del tiempo se le han encontrado nuevas utilidades. A principios de 2000, menos del 25% de las plantas cultivadas eran injertadas, empleándose para evitar los problemas con patógenos del suelo. A finales de 2010 alrededor de la mitad de las plantas ya eran injertadas, además de prevenir problemas del suelo, se buscaba alargar el ciclo de cultivo y luchar contra los agentes abióticos, aprovechando el vigor de los portainjertos. Actualmente se utiliza el injerto en más de un 70% de las plantas de tomate cultivadas, buscándose en el injerto una mejora en la calidad del fruto, como su sabor, y aumente los rendimientos. A finales de esta década se cree que más del 90% de las plantas de tomate serán injertadas. El aprovechamiento eficiente de los fertilizantes y el agua son el futuro más inmediato de uso del injerto.

El injerto sobre patrones vigorosos ha conseguido incrementar entre un 20 y un 62% la producción de tomate comercializable, dependiendo de la combinación portainjerto-variedad y las condiciones de cultivo, frente a plantas no injertadas (Di Gioia, *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2003) (Leonardi y Giuffrida, 2006).

La utilización de injertos en variedades tradicionales también está aumentando (Rivard y Louws, 2008).

Los parámetros de calidad más estudiados, sólidos solubles y acidez titulable, se han visto afectados por el injerto con resultados dispares. En el trabajo de Flores *et al.* (2010) las plantas de tomate injertadas produjeron frutos con un nivel mayor tanto de ácido como de sólidos solubles, mientras que en el trabajo de Barret *et al.* (2012) no se encontraron diferencias en estos parámetros entre plantas injertadas y no injertadas.

En términos productivos, el efecto del injerto en tomate ha resultado en muchos casos en un aumento tanto del número de frutos como en su peso medio, lo que aumentó la producción total de las plantas injertadas frente a las no injertadas. (Turhan *et al.*, 2011; Gebologlu *et al.*, 2011; Khah *et al.*, 2006; Ibrahim *et al.*, 2014).

En un trabajo de la Fundación Cajamar (Giner *et al.*, 2011), se estudió el comportamiento de trece portainjertos de diferentes casas comerciales en la variedad

tradicional de tomate “Valenciano”. Varios de estos portainjertos superaron en producción a las plantas testigo. También redujeron el porcentaje de destrío al disminuir la incidencia de “Blossom End Rot” (BER), cicatriz estilar (“Cat Face”) y el rajado de frutos (“Cracking”)

1.4 Beneficios y finalidad de la fertilización. Equilibrio Nitrogeno-Potasio

La mayor parte de los compuestos orgánicos vegetales contienen nitrógeno. Entre los compuestos nitrogenados se encuentran los aminoácidos, los ácidos nucleicos, numerosos enzimas y materiales transportadores de energía como la clorofila, ADP y ATP. Las plantas no pueden desarrollar sus procesos vitales si carecen de nitrógeno para producir esos compuestos esenciales. (Thompson, 1988)

El potasio está considerado como una de las claves para la producción de fruta de calidad (Mengel and Kirkby, 1987; Marschner, 1995; Usherwood, 1985)

El potasio aunque no forma parte de los principios esenciales (glúcidos, lípidos y proteínas) es absorbido por la planta en cantidades importantes. Su papel en la planta es muy variado. Forma parte de un gran número de enzimas, por lo que regula muchas funciones de la planta. Interviene en la fotosíntesis favoreciendo la síntesis de carbohidratos, así como el movimiento de estos compuestos y su acumulación en órganos de reserva. También interviene en la formación de los prótidos, lo cual justifica un adecuado suministro de este elemento para obtener un buen rendimiento del abono nitrogenado.

El potasio favorece el mejor aprovechamiento del agua por parte de la planta, debido a que contribuye a mantener la turgencia celular, lo que tiene como consecuencia una disminución de la transpiración cuando el agua escasea. Tiene también efectos favorables en la resistencia de la planta al frío y a las heladas e incrementa su resistencia a la salinidad y a los parásitos. (Fuentes Yagüe, 1999)

Las extracciones de nutrientes del fruto de tomate varían bastante según la variedad cultivada, el rendimiento obtenido, e incluso dentro de la misma variedad, en función de las técnicas de cultivo empleadas (Maroto, 2002).

Según Castilla (1995) la extracción de nitrógeno en el caso del tomate puede estimarse entre 2.1 y 3.8 kg por tonelada de cosecha. Según el mismo autor la extracción de potasio sería entorno los 4.4 y 7 kg por tonelada de cosecha.

Numerosos experimentos han demostrado que existe una marcada interacción entre el nitrógeno y el potasio. El nivel de potasio intercambiable en el suelo tiene una influencia considerable en la absorción de nitrógeno del cultivo. La respuesta en el rendimiento al

aplicar N se reduce cuando el K intercambiable del suelo está por debajo de un nivel crítico. Esta interacción se puede explicar a nivel celular. El N es el mayor motor de en la expansión de la parte aérea de la planta, aumentando la división celular y la expansión de las células. Para que se produzca este incremento en el número y el volumen de las células se requiere un aumento de la captación de agua y por tanto un incremento en la captación de K, como soluto, para mantener la presión osmótica en los tejidos que permitan tener a la planta la turgencia necesaria. De ahí que estos dos elementos estén relacionados íntimamente en el desarrollo de la planta de la que se esperan altos rendimientos (Johnston y Milford, 2012).

Para obtener cosechas altas y de calidad se deben aplicar óptimas proporciones N:K. Altos ratios N:K no necesariamente conllevan un incremento en la cosecha e incluso pueden reducirla (Zhang *et al.*, 2010).

Según Chaux (1972), citado por Maroto (2002), los ratios N/K deben variar según el estado fenológico de la planta. En las primeras aportaciones, la proporción N/K será de 1:2; cuando se esté produciendo la floración del tercer-cuarto racimo, esta proporción se situará en 1:1, y en plena maduración esta proporción se elevará de nuevo a 1:2.

Algunos trabajos han intentado encontrar este ratio óptimo para el cultivo de tomate en producción y calidad. En un estudio realizado en la Habana, utilizaron diferentes soluciones nutritivas con diferentes ratios N:K. La variación de la relación N/K en la solución nutritiva influyó en el rendimiento, la calidad externa y la vida en almacén de los frutos de tomate, sin afectar la calidad bromatológica. La mejor combinación entre rendimiento y calidad de los frutos se obtuvo con la relación N/K 1:0.75, al presentar rendimientos superiores en las categorías de calidad comercial extra, primera y extra más primera, así como frutos con mayor firmeza y grosor del endocarpio, menor porcentaje de frutos fuera de norma y valores inferiores de pérdidas postcosecha. (Hernández, 2009)

En otro estudio realizado en Swat (Pakistán), se abonaron plantas de tomate con tres niveles de N (60, 90, 110 kg·ha⁻¹) y tres niveles de K (90, 110 y 130 kg·ha⁻¹). Los mejores resultados se encontraron con un ratio de 1:1,2 (60 N y 130 K). Con esta proporción se obtuvo mayor producción comercial, frutos de mayor tamaño y precocidad en la floración y en la maduración (Iqbal, 2011)

Con el fin de proporcionar una adecuada fertilización nitrogenada y potásica es muy común el uso de nitrato potásico, pero en algunos estudios se demostró que se puede utilizar el cloruro potásico como alternativa a este fertilizante mejorando algunos parámetros de calidad como una reducción de podredumbres y manchados en el fruto sin que hubiera

diferencias ni en materia seca, ni en sólidos solubles, ni en acidez valorable comparado con el tratamiento con nitrato potásico (Chapagain *et al.*, 2003).

1.5 Objetivo

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto del injerto (plantas injertadas, autoinjertadas y sin injertar), el ratio N:K (1:3 y 1:8) y su posible interacción en la producción y calidad de la variedad tradicional de tomate “Valenciano”.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal y condiciones de cultivo

Este estudio se realizó en los invernaderos de la UPV (39° 38' 2'' N, 0° 22' 29'' O; altura 4 m) durante los meses de marzo a julio de 2015.

El invernadero utilizado era de vidrio, tipo Venlo, (con unas dimensiones de 6x24 m) y estaba dotado de ventilación cenital y sistema de control climático, con “cooling system” activándose a los 25° C.

El tomate que fue objeto de estudio fue una variedad tradicional de tomate “Valenciano” y el portainjertos utilizado fue el híbrido interespecífico “Maxifort” (De Ruiter) (*L. esculentum* x *L. hirsutum*), ambos proporcionados por Viveros Cucala S.A (Benigànim, Valencia), que también se encargó de realizar los injertos.

Las plantas fueron trasplantadas el día 16/3/2015 en macetas de 8 L empleándose como sustrato una mezcla de turba rubia (35%), turba negra (35%), fibra de coco (15%) y perlita (15%). Cada maceta albergaba un emisor de 2 L·h⁻¹ mediante la que recibía a través de la fertirrigación tanto el agua como el abonado.

Para la realización del experimento se hizo un diseño factorial de bloques al azar con dos factores 3x2 con tres unidades de repetición y diez plantas por cada repetición, dando un total de 180 plantas en total.

El primer factor de estudio fue el injerto, teniendo tres niveles, plantas sin injertar (NI), plantas injertadas en su propia variedad (SF) y plantas injertadas en el portainjertos “Maxifort” (IN). El otro factor de estudio fue la solución nutritiva, con dos ratios N:K. La solución 1 (S1) con un equilibrio N/K=1.8 y la solución (S2) con un equilibrio N/K=1.3. La composición de las soluciones nutritivas se recoge en la tabla 2.1

Tabla 2.1 Soluciones nutritivas (mmol·L⁻¹)

	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺	Na ⁺	CE dS·m ⁻¹
Solución 1	12,00	1,20	2,80	0,50	2,80	0,60	7,00	3,25	3,35	1,30	2,21
Solución 2	8,50	1,20	2,80	0,50	6,80	0,60	7,00	3,25	3,60	1,30	2,26

Las macetas fueron dispuesta en líneas pareadas con una distancia de 0.30 m entre plantas y 0.65 m entre líneas, con una distancia de 1.10 m entre las líneas pareadas, siendo el

espacio ocupado del invernadero de 6 m x 9m (54 m²). La densidad de plantación fue de 3.3 plantas·m⁻².

En la plantación se regaron las macetas con agua sin solución nutritiva hasta alcanzar la capacidad de campo, después la cantidad de riegos aplicados fue cambiando en función de la radiación solar incidente para mantener un porcentaje de drenaje entre el 15 y el 20%. Hasta el día 20 de abril todas las plantas se regaron con la S1, y posteriormente se emplearon las dos soluciones nutritivas.

El día 11 de mayo se despuntaron todas las plantas dejando tres hojas por encima del cuarto ramillete.

La primera recolección se realizó el 25 de mayo y la última el 10 de julio, efectuando tres pases semanales durante este periodo.

2.2 Mediciones

2.2.1 Parámetros de producción

Los frutos recolectados se dividieron en las categorías que se recogen en la tabla 2.2. De cada categoría se obtuvo el peso y el número de frutos por ramillete.

Tabla 2.2 Clasificación productiva de frutos de tomate

Producción	
Primera (1 ^a)	Frutos con peso superior a 200 g
Segunda (2 ^a)	Frutos con peso entre 150 g y 200 g
Tercera (3 ^a)	Frutos con peso inferior a 150g
“Blossom End Rot” (BER)	Frutos con presencia de área negra visible (necrosis) en la parte distal (inferior) del fruto
“Cat Face”	Frutos con presencia de cicatriz leñosa pistilar e invaginaciones en la zona apical
“Cracking”	Frutos con presencia de rajado tanto concéntrico como longitudinal

2.2.2 Parámetros de calidad

En cada unidad de repetición se tomaron solo frutos comerciales para las mediciones de calidad. Se realizaron un total de 8 mediciones en las fechas 2, 17, 22 ,25 y 30 de junio y 2, 7 y 9 de julio.

2.2.2.1 Densidad

Un fruto por repetición se pesó y posteriormente se sumergió en un cubo con agua completamente lleno calculando el volumen del fruto por el volumen desalojado de agua al sumergirlo. Conociendo el peso y el volumen, se calculó la densidad.

2.2.2.2 Porcentaje de materia seca en el fruto

Un fruto por repetición fue pesado, troceado y depositado en un bote de plástico de 1 L. Los botes fueron introducidos en una estufa a 65 °C hasta peso constante.

2.2.2.3 Acidez titulable y pH inicial

Para la determinación de la acidez y el pH inicial se utilizó el método oficial 942.15 de la AOAC para zumos de fruta (AOAC, 2005)

2.2.2.4 Sólidos solubles

Para la cuantificación de los sólidos solubles se determinaron los ° Brix depositando unas gotas de jugo de tomate sobre el lector del instrumento modelo Atago Palette, PR-32.

2.2.2.5 Jugosidad

Se tomó el peso de un tomate por repetición. Posteriormente se exprimó el contenido con la ayuda de un exprimidor eléctrico. La pulpa obtenida se depositó en un colador durante 30 minutos, sin ejercer presión sobre ella, recogiendo en un vaso de precipitados el líquido filtrado, se consideró la jugosidad el cociente entre el peso del filtrado y el peso total del tomate.

2.3 Análisis estadístico de los resultados.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, empleando para ello el programa Statgraphics Centurion XVI, y mediante el test LSD ($p \leq 0.05$) se realizó la separación de las medias

3. RESULTADOS

3.1 Datos de producción

3.1.1 Producción acumulada por planta. Tabla 3.1

Analizando la producción acumulada por calibres hasta el cuarto ramillete se ha observado que las plantas injertadas (IN) han producido más peso en frutos de primera ($p<0.01$) que las plantas autoinjertadas (SF), y éstas produjeron más frutos de primera que las plantas sin injertar (NI) ($p<0.01$). También se encontraron diferencias e.s (estadísticamente significativas) en frutos de segunda y tercera, siendo las plantas IN las que menos peso produjeron en estos calibres respecto de las plantas SF y NI ($p<0.05$) .

No se encontraron diferencias e.s en la producción total acumulada entre los tres tipos plantas.

Las plantas sin injertar han producido más peso en frutos afectados por BER respecto de las SF y las NI ($p<0.05$).

La solución S2 dio lugar a una mayor producción de tomates de primera por planta que la solución S1. No se han encontrado diferencias para la producción de fruto de segunda y tercera. Para el resto de categorías no se obtuvieron diferencias e. s. entre soluciones nutritivas. Tampoco se encontraron diferencias e.s. en la producción total.

Tabla 3.1. Producción acumulada por planta ($\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$). 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o ramillete

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	B.E.R	"Cat face"	"Cracking"	Total
Injerto (I)							
NI	757 c	314.0 a	279.3 a	94.06 a	498.6	347.0	2290
SF	861 b	318.4 a	264.0 a	15.98 b	583.6	196.2	2239
IN	1020 a	205.9 b	149.3 b	30.35 b	503.3	310.9	2220
Solución (S)							
S1	771 b	285.8	253.6	44.01	549.7	283.3	2188
S2	987 a	273.0	208.1	49.58	507.3	286.1	2311
Factor							
Injerto	**	*	*	*	ns	ns	ns
Solución	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x S	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

NI: plantas no injertadas; SF: plantas autoinjertadas; IN: plantas injertadas. Letras diferentes en una columna indican diferencias e.s. con una $p \leq 0.05$. ns: no significativo; *: significativo $p \leq 0.05$; **: significativo $p \leq 0.01$

3.1.2 Peso medio acumulado por fruto. Tabla 3.2

No se han encontrado diferencias e.s. en el peso medio acumulado del fruto entre tratamientos, ni en el calibre, ni en fisiopatías.

Sin embargo si se encontraron diferencias e.s. en el peso medio total del fruto ($p < 0.01$), siendo mayor el del fruto procedente de las plantas IN en comparación con los frutos de las plantas SF y NI. Entre estos dos últimos no se encontraron diferencias e.s.

No se observó una influencia de la solución en el peso medio acumulado del fruto por planta salvo en el caso de los frutos con "cat face", para los que la S2 dio un peso significativamente menor que en la S1 para esta fisiopatía ($p < 0.05$). No se observaron diferencias e.s. en el peso medio total entre las dos soluciones.

Tabla 3.2. Peso medio acumulado de los frutos (g). 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o ramillete

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	B.E.R	"Cat face"	"Cracking"	Total
Injerto (I)							
NI	271.4	174.5	108.3	171.0	253.3	212.9	200.5 b
SF	273.2	174.8	107.3	120.1	262.0	226.3	209.1 b
IN	282.4	173.8	106.9	148.1	239.4	248.2	228.8 a
Solución (S)							
S1	277.4	173.7	106.5	138.2	271.2 a	229.9	212.0
S2	274.0	175.0	108.4	154.6	232.0 b	228.3	213.5
Factor							
Injerto	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Solución	Ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
I x S	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

NI: plantas no injertadas; SF: plantas autoinjertadas; IN: plantas injertadas. Letras diferentes en una columna indican diferencias e.s. con una $p \leq 0.05$. ns: no significativo; *: significativo $p \leq 0.05$; **: significativo $p \leq 0.01$

3.1.3 Número de frutos acumulados por planta. Tabla 3.3

Se obtuvieron diferencias e.s. en el número de frutos de primera, siendo superior en las plantas IN ($p < 0.01$) con 3.61 frutos por planta, respecto de las SF con 3.16 frutos y las NI con 2.80 frutos por planta.

También se hallaron menos frutos de segunda y tercera en las plantas injertadas ($p < 0.05$) respecto de los otros dos niveles del factor.

El número total de frutos por planta también se vio afectado por este factor, encontrando diferencias e.s. entre los tres tipos de plantas ($p < 0.05$), dando las plantas NI un mayor número de frutos respecto de las plantas SF e IN.

Si atendemos al efecto de la solución nutritiva observamos que las plantas que fueron regadas con la S2 produjeron más frutos de primera que la S1 ($p < 0.01$), obteniendo 3.59 frutos de primera con la S2 frente a los 2.78 de la S1. No se vieron diferencias e.s. para este parámetro en el resto de categorías. Tampoco se encontraron diferencias e.s. en el número de frutos totales para este factor.

Tabla 3.3. Número de frutos acumulados por planta. 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o ramillete

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	B.E.R	"Cat face"	"Cracking"	Total
Injerto (I)							
NI	2.795 c	1.803 a	2.552 a	0.680	1.963	1.632	11.43 a
SF	3.155 b	1.815 a	2.473 a	0.157	2.255	0.863	10.72 ab
IN	3.608 a	1.178 b	1.380 b	0.203	2.152	1.220	9.74 b
Solución (S)							
S1	2.778 b	1.642	2.348	0.379	2.054	1.209	10.41
S2	3.594 a	1.556	1.922	0.314	2.192	1.268	10.85
Factor							
Injerto	**	*	*	ns	ns	ns	*
Solución	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x S	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

NI: plantas no injertadas; SF: plantas autoinjertadas; IN: plantas injertadas. Letras diferentes en una columna indican diferencias e.s. con una $p \leq 0.05$. ns: no significativo; *: significativo $p \leq 0.05$; **: significativo $p \leq 0.01$

3.1.4 Porcentaje acumulado de frutos por planta. Tabla 3.4

El porcentaje acumulado de frutos en las categorías de primera, segunda y tercera siguió la misma tendencia que para el número de frutos por planta. En el caso de las fisiopatías, no se observaron diferencias e.s. entre los tres tipos de planta.

Respecto al efecto de la solución, se encontraron diferencias e.s. entre las dos soluciones, dando un porcentaje mayor de frutos de primera aquellas plantas que fueron regadas con la S2 frente a aquellas a las que se aplicó la S1 ($p < 0.01$).

Tabla 3.4. Porcentaje acumulado de frutos (%). 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o ramillete

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	B.E.R	"Cat face"	"Cracking"
Injerto (I)						
NI	24.48 c	15.86	22.54 a	5.815	17.07	14.21
SF	29.67 b	16.94	22.97 a	1.468	20.90	8.07
IN	37.15 a	12.38	14.06 b	1.971	21.97	12.45
Solución (S)						
S1	27.39 b	15.78	22.12	3.259	19.86	11.57
S2	33.47 a	14.34	17.59	2.911	20.10	11.59
Factor						
Injerto	**	ns	*	ns	ns	ns
Solución	**	ns	ns	ns	ns	ns
I x S	Ns	ns	ns	ns	ns	ns

NI: plantas no injertadas; SF: plantas autoinjertadas; IN: plantas injertadas. Letras diferentes en una columna indican diferencias e.s. con $p \leq 0.05$. ns: no significativo; *: significativo $p \leq 0.05$; **: significativo $p \leq 0.01$

3.2 Parámetros de calidad. Tabla 3.5

Solo se han observado diferencias e.s. en la densidad del fruto, siendo mayor en los frutos de las plantas IN que en los de las SF e NI ($p < 0.05$).

Para el resto de parámetros no se hallaron diferencias significativas, pero se pudo apreciar que las plantas NI dieron valores ligeramente superiores en materia seca, acidez, grados brix y jugosidad.

No se ha observado ningún efecto e.s. de la solución sobre los parámetros de calidad, si bien es cierto que las plantas regadas con la S2 dieron frutos con una acidez y unos grados brix ligeramente superiores, así como un leve incremento en la jugosidad.

Tabla 3.5. Parámetros cualitativos acumulados de la producción

	Densidad del fruto	Materia seca (%)	pH	°Brix	Acidez	Índice madurez	Jugosidad
Injerto (I)							
NI	1.016 a	5.201	3.892	4.365	0.515	8.470	25.23
SF	0.996 ab	5.072	3.835	4.202	0.513	8.198	22.93
IN	0.985 b	5.111	3.852	4.223	0.499	8.459	23.25
Solución (S)							
S1	1.005	5.122	3.874	4.225	0.506	8.346	23.51
S2	0.993	5.133	3.846	4.301	0.512	8.405	24.10
Factor							
Injerto	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Solución	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x S	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

NI: plantas no injertadas; SF: plantas autoinjertadas; IN: plantas injertadas. Letras diferentes en una columna indican diferencias e.s. con $p \leq 0.05$. ns: no significativo; *: significativo $p \leq 0.05$; **: significativo $p \leq 0.01$

4. DISCUSION

4.1 Injerto

4.1.1 Parámetros de producción.

Los trabajos que han estudiado el efecto de distintos portainjertos sobre diferentes cultivares híbridos de tomate en los últimos años, han encontrado diferencias e.s en la producción total, dando las plantas injertadas una mayor cosecha respecto de las plantas sin injertar. Estos resultados se basaron en que las plantas injertadas dieron un mayor número de frutos por planta y los frutos eran de media más pesados que los de las plantas sin injertar. (Turham *et al.*, 2011; Gebologlu *et al.*, 2011; Khah *et al.*, 2006; Ibrahim *et al.*, 2014).

En nuestro estudio no se vio un efecto del injerto sobre la producción total de la planta, ya que aunque el peso medio total de los frutos procedentes de las plantas IN fue superior, coincidiendo con los resultados de los trabajos mencionados anteriormente, estas plantas dieron menos frutos en total que las plantas NI y que las plantas SF, lo cual no coincide con los datos que ofrecen los trabajos anteriores.

Sin embargo, en la distribución de calibres sí se observó el efecto del injerto, dando estas plantas un mayor número de frutos de primera, con un peso superior a 200 g, y menor número de tomates de segunda y tercera, entre 150 y 200 g y menos de 150 g, respectivamente, lo cual supuso una diferencia en la producción en peso de estos calibres. Este resultado está en consonancia con los resultados de Rollón y Hoyos (2010) en su estudio de dos cultivares híbridos sobre tres portainjertos comerciales. En este trabajo, como en el presente, las plantas no injertadas dieron más frutos de calibres M, que son equivalentes a nuestra clasificación de tercera, pues tienen un peso menor a 150 g, respecto de las plantas injertadas, que además de dar menos frutos de tercera, dieron un número mayor de frutos de calibre GG, peso superior a 201 g, equivalente a nuestros frutos de primera.

Este resultado se podría explicar por el número total de frutos de las plantas IN respecto a las NI. El aparato fotosintético de las plantas IN alimentó a un número menor de frutos, por lo que éstos alcanzaron un mayor peso, aumentando la producción de tomates de primera. Este resultado se puede comparar al estudio de Rahmatian *et al.* (2014) donde se condujeron plantas injertadas a uno o dos brazos, dando las plantas conducidas a un brazo un menor número de frutos pero con un peso superior al de las plantas conducidas a dos brazos, que produjeron un mayor número de frutos pero con un peso inferior.

Respecto al hecho de que en las plantas NI se obtuviera un mayor peso en frutos afectados por B.E.R respecto de las plantas IN se podría explicar por la mejora en la eficiencia de toma tanto de agua como de nutrientes que el portainjerto ofrece a la variedad (Lykas *et al.*, 2008). La afección de B.E.R en los frutos de tomate es un desorden fisiológico causado por una deficiencia localizada de calcio en los primeros estadios del desarrollo del fruto Bangreth (1979). Dado que el calcio se mueve por vía xilemática (Guardiola y Garcia, 1990) no es de extrañar que esta mejora en el movimiento de agua y de nutrientes, como el calcio, por parte del portainjerto, haya dado como resultado una menor afección de esta fisiopatía en plantas IN respecto de las plantas NI que no presentaron esta mejora.

4.1.2 Parámetros de calidad.

El único parámetro de calidad que se vio afectado por el efecto del injerto en el presente trabajo fue la densidad del fruto, siendo menor en los frutos de las plantas IN respecto de las NI. Este hecho también se observó en el trabajo de Belda (2014) en melón donde los frutos de las plantas no injertadas fueron más densos que los de las plantas injertadas.

Para el resto de parámetros no se encontraron diferencias entre tratamientos. Los resultados obtenidos en el trabajo de Barret *et al.* (2012) sobre el efecto del injerto en una variedad tradicional de tomate coinciden con los nuestros. Ni los sólidos solubles ni la acidez titulable se vieron afectados por el uso o no de portainjerto en el manejo del cultivo. Estos dos factores y la proporción entre ellos en el fruto, índice de madurez, tienen un papel indispensable en el sabor y por tanto en la calidad del producto.

Respecto a la jugosidad y al porcentaje de materia seca no encontramos diferencias e.s., pero los frutos de las plantas NI dieron valores ligeramente superiores con respecto a los frutos de las plantas IN. Esto coincide con los resultados obtenidos en estos parámetros en el trabajo de Rollón (2010), salvo que en su caso las diferencias sí fueron e.s.

El efecto del injerto sobre estos y otros atributos de calidad han sido estudiados y los resultados obtenidos han sido variados, encontrando tanto una mejora en estos parámetros usando el injerto Ibrahim *et al.*, (2014), como una disminución Turhan *et al.* (2011). También se encuentran trabajos en los que estos parámetros no se ven afectados, como Gebologlu (2011) o el nuestro propio. Esto demuestra que estos atributos dependen en gran medida del portainjerto utilizado, de la variedad y de buena combinación entre ambos.

4.2 Efecto de la solución nutritiva (ratio N/K)

4.2.1 Parámetros de producción.

No encontramos diferencias e.s para la producción total pero, como ocurriera con el factor injerto, la distribución de los calibres si se vio influenciada por la solución nutritiva. La solución 2 (S2), con una proporción N/K de 1.3, dio más número de frutos de primera que la solución 1 (S1), N/K de 1.8, no habiendo diferencias para el resto de calibres.

Este resultado está en consonancia con lo obtenido en el trabajo de Hernández *et al.*, (2009) en el que se comparaban los rendimientos de una variedad de tomate híbrido fertirrigados con cuatro soluciones nutritivas basadas en diferentes ratios N/K. La mejor relación fue 1:0.75, 1.3, ya que produjo más frutos de calibres extra y primera respecto de los otros tres tratamientos. Como en nuestro trabajo, la solución influyó en el tamaño, y por tanto en el peso de los frutos, coincidiendo en la proporción N/K=1.3.

En el caso de la fertilización en tomate no se puede generalizar que una proporción de nutrientes puede ser la más acertada, ya que la variedad es un factor definitivo a tener en cuenta a la hora de valorar los diferentes parámetros productivos. La existencia de multitud de variedades de tomate que se pueden cultivar hoy en día y el hecho de que cada una de ellas puede mostrar una extracción de nitrógeno y potasio diferente hace difícil acertar en la elección del ratio N/K.

En el caso del cultivo de tomate “Valenciano”, Pomares *et al.* (2009) en un estudio del IVIA en el que se compararon cuatro soluciones nutritivas, el ratio que dio mejores producciones fue N/K=1.65, que sería un ratio intermedio entre nuestras dos soluciones.

Además del ratio N/K, las dos soluciones se diferenciaron por la cantidad de cloruros presentes en ellas. La S2 contenía un nivel de cloruros más alto que la S1, ya que para lograr el ratio 1.3 se empleó el cloruro potásico como única fuente de potasio. Chapagain *et al.* (2003) en su estudio comparativo sobre la utilización de nitrato potásico frente al cloruro potásico no encontraron diferencias en la cosecha total de frutos, coincidiendo con los resultados del presente trabajo.

En el trabajo de Chapagain *et al.* (2003) la utilización de cloruros en la solución nutritiva afectó positivamente a la producción al reducir el número de frutos manchados o

deformes. Si bien en nuestro trabajo no se redujo el número de frutos con fisiopatías, no hubo diferencias notables entre las dos soluciones para estos parámetros.

4.2.2 Parámetros de calidad

No encontramos influencia de la solución utilizada en ninguno de los parámetros de calidad estimados. Como en el trabajo de Hernández *et al.* (2009) no se encontraron diferencias ni en materia seca, pH, sólidos solubles ni en acidez titulable.

En el trabajo de Wright y Harris (1985) sí se encontraron diferencias en el contenido tanto de ácidos como de sólidos solubles utilizando un ratio fijo N/K=0.6, obteniendo niveles más altos conforme aumentaban las cantidades tanto de nitrógeno como de potasio. Con estos resultados parece observarse que a la hora de aumentar tanto los ácidos como los sólidos solubles podría ser más importante las cantidades, y por tanto la conductividad de la solución, que el ratio elegido.

Respecto a la utilización de cloruros, como ocurriera en el trabajo de Chapagain *et al.* (2003), ésta no afectó a la materia seca, ni al pH, ni a los sólidos solubles ni a la acidez titulable.

5. CONCLUSIONES

La combinación de “Maxifort” , como portainjerto, y tomate “Valenciano”, como variedad, en nuestras condiciones ha resultado provechosa en cuanto a que la producción de grandes calibres se ve aumentada. El mercado de este tipo de tomate aprecia los grandes calibres pagando por ellos un precio superior por kilogramo respecto de los calibres más bajos.

Respecto al equilibrio N/K en la formulación de la solución nutritiva para el cultivo de tomate “Valenciano” en nuestras condiciones, la proporción 1.3 ha resultado válida a la hora de aumentar el porcentaje frutos de primera, y como se dijo anteriormente, estos calibres se pagan mejor en el mercado. Del mismo modo parece interesante la utilización de cloruro potásico como fuente alternativa de fertilización potásica.

6. BIBLIOGRAFIA

AOAC Official Method 942.15. Acidity (Titratable) of Fruit Products. Official method of Analysis of AOAC International, ed. 18, 2005, Cap. 37, p.10.

Barrett, C., Zhao, X., Sims, C., Brecht, J., Dreyer, E., Gao, Z. 2012. Fruit Composition and Sensory Attributes of Organic Heirloom Tomatoes as Affected by Grafting. Hortecchnology 22(6) 804-809.

Belda, R. 2014. Comportamiento fisiológico y agronómico de las plantas injertadas de melón tipo piel de sapo. Trabajo Fin de Grado dirigido por Salvador Vicente López Galarza. Universidad Politécnica de Valencia.

Bertin, N., Guichard, C., Leonardi, J. J., Longuenesse, D.,2000. Seasonal evolution of the quality of fresh glasshouse tomatoes under Mediterranean conditions, as affected by air vapour pressure deficit and plant fruit load. Ann.Bot. 85: 741-750.

Bruhn, C.M., Feldman, N., Garlitz, C., Harwood, J., Ivans, E., Marshall, M., Riley, A., Thurber, D., Williamson, M. 1991. Consumer perceptions of quality: apricots, cantaloupes, peaches, pears, strawberries, and tomatoes. J. Food Qual. 14: 187-195.

Castilla, N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. En: El cultivo del tomate. Ed: Nuez, F. Editorial: Mundiprensa. Madrid. Pp 190-225.

Cebolla, J. 2005. Recuperación de variedades tradicionales de tomate y pimiento. Caracterización y mejora genética. Tesis doctoral dirigida por Fernando Nuez. Universidad Politécnica de Valencia.

Chapagain, B.P., Wiesman, Z., Zaccai, M., Imas, P., Magen, H., 2003. Potassium chloride enhances fruit appearance and improves quality of fertirrigated greenhouse. Journal of plant Nutrition. Vol. 26 (3): 643-658.

Colla, G., Roupael, Y., Cardarelli, M., Temperini, O., Rea, E., Salerno, A., Pierandrei, F.,2008. Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annum*L.) grown under greenhouse conditions. Acta Hort. 782, 359–364.

De Miguel, A., 2011. El injerto en plantas de tomate. Serie Documentos. www.poscosecha.com/es/publicaciones/

Di Gioia, F.; Serio, F.; Buttaro, D.; Ayala, O.; Santamaria, P. 2010. Influence of rootstock on vegetable growth, fruit yield and quality in "cuore di bue" , an heirloom tomato. J. Hort. Sci. Biotechnol. 85: 477-482

Djidonou, D., Zhao, X., Simonne, E.H., Koch, K.E., Erickson, J.E., 2013. Yield, water-,and nitrogen-use efficiency in field-grown, grafted tomatoes. HortScience 48,485–492.

Faostat (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division), 2015. En www.faostat3.fao.org

Flores, F., Sanchez-Bel, P., Estañ, M., Martínez-Rodríguez, M., Moyano, E., Morales, B., Campos, J., García-Abellán, J., Egea, M., Fernández-García, N., Romojaro, F., Bolarín, M. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. Scientia Horticulturae 125 (2010) 211–217.

Fuentes Yagüe. 1999. El suelo y sus fertilizantes. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 350 pp

- Geboloğlu, N., Yılma E., Çakmak P., Aydın, M., Kasap, Y.** 2011. Determining of the yield, quality and nutrient content of tomatoes grafted on different rootstocks in soilless culture. *Sci.Res.Essays* 6(10):2147-2153
- Giner, A., Aguilar, J.M., Baixauli, C., Nuñez, A., Nájera, I., Maroto, J.V.** 2011. Estudio comparativo de nuevas variedades de tomate grueso con resistencias a virosis, en ciclo de primavera. Fundación Ruralcaja Valencia Grupo CRM.
- Harlan, J.R.,** 1975. Our vanishing genetic resources. *Science* 188, 618–621.
- Hernández Díaz, M.I., Chailloux, M., Moreno, V., Ojeda, A., Julia Mirta Salgado, J.M., Bruzón, O.** 2009. Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate en suelo Ferralítico Rojo. *Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.5, p.429-436.*
- Ibrahim A., Wahb-Allah M., Abdel-Razzak H., Alsadon A.,** 2014. Growth, Yield, Quality and Water Use Efficiency of Grafted Tomato Plants Grown in Greenhouse under Different Irrigation Levels. *Life Sci. J.*;11(2):118- 126.
- Iqbal, M., Niamatullah, M., Yousaf, I., Munir, M., Zafarrullah, M.** 2011. Effect of nitrogen and potassium on growth, economical yield and yield components of tomato. *Sarhad J. Agric.* 27(4): 545-548.
- Johnston, A y Milford, G.** 2009. Nitrogen and potassium interactions in crops. The Potash Development Association. PO Box 697, York YO32 5WP, UK
- Khah, E.M., Kakava, E.M., Mavromatis, A., Chachalis, D., Goulas, C.** 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8(1): 3-7.
- King, S.R., Davis, A.R., Zhang, X., Crosby, K.** 2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Scientia Hort.* 127:106– 111.
- Klee, H.J.** 2010. Improving the flavor of fresh fruits: Genomics, biochemistry, and biotechnology. *New Phytol.* 187:44–56.
- Lee, J.M., Oda M.** 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort.Rev.* 28:61-124.
- Leonardi, C., Giuffrida, F.,** 2006. Variation of plant growth and macronutrient uptake in grafted tomatoes and eggplants on three different rootstocks. *Eur. J. Hort. Sci.* 71, 97–101.
- Lopez, M., Gil, G.** 2010. Ensayo de variedades de tomate “Valenciano”. Cohoca Coop. V.
- Lykas, C., Kittas, C., Zambeka, A.** 2008. Water and fertilizers use efficiency in grafted and non grafted tomato plants on soilless culture. *Acta Hort.* 801:1551–1555.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente),** 2015. Material vegetal. En www.magrama.gob.es
- Maroto J.V.** 2002. *Horticultura Herbácea Especial*. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 702 pp.
- Marschner, H.,** 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. Academic Press, London.

- Mengel and Kirkby**, 1987. Principles of plant nutrition. 4th Edition. International Potash Institute, IPI. Bern, Switzerland. 685 pp.
- Mercasa**, 2015. Informe sobre Producción, Industria, Distribución y Consumo de Alimentación en España. En www.mercasa-ediciones.es
- Negri, V., Maxted, N., Veteläinen, M.**, 2009. European landrace conservation: an introduction. In: Veteläinen, M., Negri, V., Maxted, N. (Eds.), European Landraces: On-farm Conservation Management and Use, Biodiversity Technical Bulletin 15. Bioversity International, Macarresse, pp. 1–22.
- Passam, H.C., Stylianou, M., Kotsiras, A.**, 2005. Performance of eggplantgrafted on tomato and eggplant rootstocks. *Eur. J. Hortic. Sci.* 70,130–134.
- Pogonyi, A., Z. Pek, L. Helyes, and A. Lugasi.** 2005. Effect of grafting on the tomato's yield, quality and main fruit components in spring forcing. *Acta Aliment.* 34:453–462.
- Pomares, F., Aguilar, J.M., Baixauli, C., Giner, A., Nuñez, A., Juan, F., Nájera, I.** 2009. Comportamiento agronómico de cuatro soluciones nutritivas, con tomate valenciano en ciclo de primavera. Centro de Fundación Ruralcaja, Paiporta (Valencia).
- Rivard, C.L. and F.J. Louws.** 2008. Grafting to manage soilborne diseases in heirloom tomato production. *HortScience* 43:2104–2111.
- Roselló S., Nuez F.** 2006. Mejora de la calidad del tomate para fresco. En “Llácer G, Díez MJ, Carrillo JM, Badenes ML (Eds) Mejora genética de la calidad en plantas. SECH, SEG, UPV”: 333-359.
- Thompson, L. M.** 1988. Los suelos y su fertilidad. Ediciones Reverte S.A. Barcelona. 661 pp
- Turhan A., Ozmen N., Serbeci M.S., Seniz V.,** 2011. Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Hort. Sci. (Prague)*, 38: 142–149.
- Usherwood**, 1985. The role of potassium in crop quality. In: Potassium in agriculture (Ed: R.S. Mundson) ASSA-CSSA-SSSA, Madison, WI. Pp 489-513.
- Zeven, A.C.**, 1998. Landraces, a review of definitions and classifications. *Euphytica* 104, 117–139.
- Zhang, F., Niu, F., Zhang, W., Chen, X., Li, C., Yuan, Y., Xie, J.,** 2010. Potassium nutrition of crops under varied regimes of nitrogen supply. *Plant Soil.* 335:21–34