

**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales**

**UNLP**



**TRABAJO FINAL**

**Modalidad: Trabajo de Investigación**

**DINAMICA DE CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE UTILIZADAS COMO  
PIE Y COPA DE INJERTO**

**ALUMNO: DURO DE OLIVEIRA, GONZALO**

**DNI: 30987530**

**Nro de Legajo: 24996/7**

**Correo Electrónico: gonzalooliveira@outlook.com.ar**

**Teléfono: 2215744371**

**Directora: Alejandra Carbone**

**Co - directora: Mariana Garbi**

**Fecha de entrega: 03/07/2019**

## **ÍNDICE**

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>11</b>
<b>DISCUSION.....</b>	<b>12</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>15</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>16</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>20</b>

## RESUMEN

La técnica del injerto constituye una herramienta factible de aplicar frente al problema limitante que genera la infección de nematodos de suelo. El objetivo general del trabajo fue evaluar la dinámica de emergencia y crecimiento de plantines de tomate utilizados como pje y copa en la producción de plantas injertadas; siendo los objetivos específicos estudiar porcentaje de emergencia, variables de crecimiento, índice de esbeltez y características histológicas de los tallos al momento de injertación. El ensayo se condujo en un invernáculo ubicado en el INFIVE (FCAyF, UNLP). Los materiales evaluados como copa fueron Yigido (Seminis®) y Elpida (Enza Zaden®) y como pje Maxifort (Seminis®) y *Solanum sisymbriifolium* Lam. (“tutiá” o “revienta caballos”). Se registró inicio y plenitud de emergencia, altura de planta, diámetro del tallo, peso seco de planta y partes constituyentes, índice de verdor. Se calculó el incremento relativo en altura y diámetro, índice de esbeltez y se practicaron cortes histológicos, observándose los ápices en microscopio óptico y lupa binocular. El diseño experimental fue enteramente al azar con 20 repeticiones. Los datos se sometieron a análisis de varianza y las diferencias entre medias mediante el Test de Tukey ( $p < 0,005$ ). *S. sisymbriifolium* inicio la emergencia 8 días después que el resto de los materiales, siendo solo Yigido el que alcanzó plenitud de fase. Yigido presentó la mayor altura de planta e índice de esbeltez. No se observaron diferencias significativas en el diámetro, peso seco e incremento relativo de diámetro entre pies y copas. El menor índice de verdor se registró en *S. sisymbriifolium*, asociado al menor tiempo de exposición a la luz debido al retraso en la emergencia; mientras que Maxifort se destacó por su incremento relativo en altura. Los cortes histológicos en Elpida y Maxifort mostraron compatibilidad en la disposición y tamaño de haces vasculares y tejido cambial.

## INTRODUCCIÓN

En la República Argentina se consume 27 kg de tomate por habitante y por año (Ministerio de Agroindustria, 2016). Se estima que unas 17.800 ha se destinan a este cultivo, siendo Mendoza, Mar del Plata, NEA, NOA y el cordón hortícola del Gran Buenos Aires las principales zonas productoras, concentrando esta última región 1400 ha, predominantemente bajo invernadero (Argerich y Troilo, 2011).

Las zonas de producción periurbanas vienen registrando una progresiva disminución en el uso de productos fitosanitarios, y la prohibición del bromuro de metilo como desinfectante de suelos, acentuó los problemas causados por nematodos, una de las principales plagas del cultivo de tomate (Arregui y Puricelli, 2008). Ante la búsqueda de nuevas prácticas de bajo impacto ambiental, el uso de portainjertos tolerantes o resistentes en tomate han resultado efectivos para la prevención de enfermedades causadas por *Fusarium oxysporum* y *Verticillium dahliae* (Davis *et al.*, 2008) y nematodos (*Meloidogyne* spp.) (Ricardez *et al.*, 2008; Paplomatas *et al.*, 2011).

Los injertos o plantas injertadas son el resultado de la unión de dos plantas afines (patrón y variedad), donde se utiliza el sistema radicular de patrones resistentes y la parte aérea de la variedad o híbrido comercial a cultivar para la creación de una planta con mejores características (Villasana Rojas *et al.*, 2009).

El uso del injerto en plantas hortícolas se inició en 1920 en Japón y Corea cuando se injertó *Citrullus lanatus* Thunb. (sandía) sobre pie de *Cucurbita máxima* Dutch. con la finalidad de controlar la marchitez por *Fusarium*. Posteriormente, en 1950 se injertó *Solanum melongena* L. (berenjena) sobre *Solanum integrifolium* Pior (López-Elías *et al.*, 2008). Su uso comercial se dio hacia 1960, y más generalizadamente en Europa desde principios de la década del 90 (Kubota, 2008). Hasta la fecha, esta práctica se ha utilizado con éxito en solanáceas y cucurbitáceas tales como berenjena, tomate, pimientos, sandía, pepino y melón, particularmente en Asia (Japón, Corea, China e Israel) y en países mediterráneos como España, Italia, Turquía y Marruecos (Lee, 2003 y 2007; Leonardi & Romano, 2004; Oda, 2007). En Europa y Estados Unidos el uso de plantas injertadas es de interés creciente para la producción de cultivos bajo invernadero o en forma orgánica (Kubota *et al.*, 2008).

Esta práctica resulta eficaz en el control de plagas y patógenos radiculares en tomate, principalmente nemátodos como *Meloidogyne* spp. y *Nacobbus* spp. (Ozores Hampton *et al.*, 2010). Una adecuada combinación estiónica puede actuar también limitando los efectos de *Fusarium oxysporum* (Lee, 1994) o retrasando la aparición de síntomas de

*Verticillium dahliae* (Paplomatas *et al.*, 2002). (Mitidieri *et al.*, 2011) en suelos infestados naturalmente con *N. aberrans*, observaron que Silverio (Syngenta®) injertado sobre Arnold y Armstrong (Syngenta®) presentaban menor número de agallas por gramo de raíz que Superman (Petoseed®) injertado sobre los mismos pies. La misma respuesta diferencial a la combinación estiónica se observó en berenjena (Rahman *et al.*, 2002), tanto en condiciones de cultivo semi-controladas como a campo.

Además de la resistencia a enfermedades, el injerto de hortalizas ha contribuido a mejorar la tolerancia a estreses abióticos, así como al aumento en la absorción de agua y nutrientes; lo que resulta en un crecimiento vigoroso, prolongación del periodo de crecimiento, un posible incremento de rendimiento y mayor vida post-cosecha de la fruta (Ruiz *et al.*, 1996 y 1997; Lee y Oda, 2003; Ozores Hampton *et al.*, 2010). La incorporación de plantas de tomate injertadas, utilizando como pies híbridos interespecíficos de *Solanum lycopersicum* x *Solanum hirsutum* produjo mejoras en la producción en condiciones de estrés abiótico e incrementó el rendimiento y la calidad de los frutos (Palada y Wu, 2007; Qaryouti *et al.*, 2007; Öztekin *et al.*, 2009).

En tomate, se ha observado una mejor respuesta de plantas injertadas a condiciones de salinidad en el suelo o el agua de riego y a condiciones ambientales poco favorables como elevadas temperaturas (Khah *et al.*, 2006; Balliu *et al.*, 2008; Öztekin *et al.*, 2009). Mitidieri *et al.* (2011) ensayaron la respuesta de 2 híbridos comerciales, Fortaleza (Syngenta®) y Superman (Petoseed®), injertados sobre Heman (Syngenta®) observando que las plantas injertadas resistieron mejor las condiciones estresantes del trasplante, presentando un número significativamente menor de plantas muertas, mayor rendimiento total y menor producción de frutos de descarte que los testigos sin injertar.

Las plantas injertadas presentan mayor vigor, con efectos favorables sobre el rendimiento. (Mišković & Marković 2009) observaron incrementos en el rendimiento de frutos en plantas injertadas sobre Vigomax y Maxifort (Seminis®), respecto a plantas sin injertar. Forns *et al.* (2007) obtuvieron también una respuesta favorable sobre el vigor y rendimiento, utilizando Maxifort como pie y (Andreau *et al.*, 2009) obtuvieron mayor crecimiento relativo, rendimiento total y tamaño de fruto en plantas de Elpida (Enza Zaden®) injertadas sobre pie Maxifort.

En la Argentina, ensayos con la utilización de *Solanum sisymbriifolium* Lam., conocida como tutiá, como pie de los híbridos Elpida y Superman, arrojaron resultados favorables sobre el rendimiento y estado sanitario de las plantas en suelos infestados

con *Nacobus aberrans*, considerándose una opción apropiada para el manejo integrado de plagas (Mitidieri *et al.*, 2013). Esto apunta a que el injerto es una tecnología más rápida que el mejoramiento genético, al combinar las ventajas de la resistencia a enfermedades del patrón con las características hortícolas de la variedad a ser injertada. Variedades comerciales con características deseables en la parte aérea de la planta (tales como calidad de fruta y resistencia a enfermedades foliares e insectos) pueden ser injertadas sobre variedades de patrones que poseen características deseables en la raíz (tal como la resistencia a patógenos de suelo). El uso de tomates injertados tiene el potencial de acelerar el proceso de mejoramiento y tomar todas las ventajas del germoplasma del tomate (Ozores-Hampton *et al.*, 2014).

*Solanum sisymbriifolium* Lam. es una especie sudamericana perteneciente a la familia *Solanaceae*, frecuente en el centro y norte de Argentina. Aparece como maleza en cultivos anuales y pasturas de la pampa húmeda, también es una planta ruderal y puede aparecer en huertas y jardines, es de hábito herbáceo de 1,20 metros de altura en adultez, provista de numerosas espinas rígidas, compuesta por hojas alternas, pecioladas profundamente pinatisectas, con lóbulos irregulares y margen dentado. La inflorescencia es en racimos extra-axilares, con pedúnculo carnoso con hasta 12 flores que se abren escalonadamente. El fruto es una baya carnosa indehiscente, de color rojo a la madurez, liso y brillante. Plántula con cotiledones peciolados, semicarnosos, lanceolados, glabros. Hojas verdaderas pecioladas, de limbo irregular, y a partir de la 2° o 3° hoja fuertemente lobado, los pecíolos muy pilosos con algunas espinas rígidas, rectas y agudas. Su reproducción es mediante semillas (Arrieta Mayol y Mezquida Lafluf, 2011; Inta/rian/atlas de malezas 2018).

El tomate, *Solanum lycopersicum* L. pertenece a la familia *Solanaceae*, nativa de la región del centro y noroeste de Sudamérica. Es una planta perenne que se cultiva como anual, puede desarrollarse como planta erecta, rastrera o semirrecta. El crecimiento es limitado en las variedades determinadas, mientras que es ilimitado en variedades indeterminadas. El sistema radical está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y adventicias. La raíz en adultez puede presentar una profundidad de 1,5 m aunque la mayor parte se encuentra en los primeros 50 centímetros. Comienza con una raíz pivotante que es destruida luego del trasplante y luego se presenta un sistema fibroso con numerosas raíces adventicias. Los tallos también pueden formar raíces adventicias en los primeros estadios de crecimiento, el tallo es frágil, herbáceo y pubescente, luego se convierte en decumbente, semileñoso, con pelos glandulares. Durante el primer período de desarrollo se mantiene en posición erecta y luego el propio peso lo hace recostarse sobre el suelo. Hasta la aparición de

la primera inflorescencia la ramificación es monopodial y luego la misma es simpodial. De acuerdo a los hábitos de crecimiento, las variedades comerciales pueden clasificarse en dos grandes categorías, de crecimiento determinado y las de crecimiento indeterminado. Las de crecimiento determinado presentan inflorescencias junto con cada una o dos hojas y el ápice terminal se diferencia en un racimo floral; mientras, que los de desarrollo indeterminado presentan inflorescencias más espaciadas, un porte más alto y el brote terminal siempre es vegetativo. Los cotiledones son fusiformes agudos, las primeras dos hojas son simples y las posteriores son compuestas, alternas pinatisectas, imparipinnadas (con 7 ó 9 foliolos), con los foliolos dentados o lobulados, y con pelos glandulares. Las flores se agrupan en racimos simples o ramificados, con pedúnculos cortos, provistas de cáliz y corola con cinco pétalos, con la domesticación y cultivo es frecuente observar flores con mayor número de pétalos y sépalos, así como ovarios multiloculares, en adición al bilocular que podríamos considerar normal (Nuez, 2001), los racimos se encuentran ubicadas en diferentes estratos, con 3 a 10 flores por inflorescencia. Las inflorescencias pueden ser de cuatro tipos: racimo simple, cima unípara, bípara y múltipara. Las flores son hermafroditas y se autofecundan. El fruto es una baya de color rojo o amarillo, de forma globular, achatada o piriforme, tiene un diámetro de 3 a 16 cm. El número de lóculos puede variar de dos a treinta. La semilla tiene 3 a 5 mm de diámetro, es reniforme aplastada, de color marrón claro y recubierta de pelos.

El parentesco taxonómico *Solanum sisymbriifolium* y *Solanum lycopersicum*, justifica la evaluación del primero como patrón de distintas especies de solanáceas.

Para llegar al momento de injertación en igual condiciones en pie y copa se debe tomar recaudo en los tiempos de trabajo preliminares al injerto, el crecimiento de las plántulas se puede dividir en cuatro estados principalmente (Leskovar, 2001)

- \* De siembra a emergencia
- \* De emergencia a la expansión de los cotiledones
- \* De la expansión de los cotiledones al desarrollo de hojas verdaderas.
- \* Del desarrollo de hojas verdaderas a la madurez fisiológica (trasplante).

El procedimiento de injertación implica la adecuada selección de los cultivares que se utilizarán como copa y pie, la siembra de las semillas y el monitoreo del crecimiento de las plántulas, de manera de programar el tiempo óptimo para efectuar el injerto (Ozores-Hampton *et al.*, 2010).

La técnica de injerto más difundida en tomate es el empalme oblicuo, que consiste en aproximar el patrón o pie y la copa, previamente cortados en ángulo de 45°. Para que esta unión sea exitosa, ambas plantas deben presentar diámetros similares en el momento del injerto, enfrentándose la complejidad de que los materiales pueden presentar distinto ritmo de crecimiento (Miles *et al.*, 2013).

(Kubota *et al.* 2008) señalan que los portainjertos de uso más generalizado en América del Norte presentan una germinación lenta y deben ser sembrados una semana antes que los materiales utilizados como copa para obtener plántulas con diámetros de tallo compatibles al momento de la injertación. En la Argentina se utilizan comercialmente los mismos materiales genéticos que en Europa y América del Norte, debiendo programarse adecuadamente las siembras de pies y copas para la programación de la injertación. Asimismo, resulta de interés profundizar el estudio sobre el comportamiento de *S. sisymbriifolium*, por tratarse de una semilla disponible a nivel local y con potencial productivo probado.

En función de los antecedentes mencionados, es importante conocer la dinámica de emergencia y crecimiento de los cultivares de tomate utilizados como pie y copa de injerto para evaluar la respuesta de los materiales de uso más generalizado en las condiciones de producción locales.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar la dinámica de emergencia y crecimiento de plantines de tomate de diferentes pies y copas para la producción de plantas injertadas.

### **Objetivo específico**

Comparar la cantidad de días desde la siembra y porcentaje de emergencia de plantines de tomate utilizados como pie y copa de plantas injertadas.

Registrar variables de crecimiento en plantines de tomate utilizados como pie y copa para la producción de plantas injertadas.

Calcular el índice de esbeltez en pies y copas de injerto en plantines de tomate.

Caracterizar histológicamente tallos de pies y copas de plantines de tomate utilizados para la obtención de plantas injertadas.



Evaluar el estado de diferenciación floral en plantines de tomate utilizados como copa de plantas injertadas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se realizó en un invernadero situado en el INFIVE (CONICET - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, La Plata, (34°58' S; 57°54' W), Buenos Aires. Las plántulas se obtuvieron en bandejas de germinación (speeldings) utilizando un sustrato estéril en base a perlita y vermiculita 50:50), y utilizando para la nutrición solución nutritiva mineral de Hoagland (1950), aplicada mediante riego. El ensayo se condujo hasta que las plantas alcanzaron el estado fenológico de 2 hojas verdaderas, momento que (Espinoza González 2013) definió como óptimo para obtener altos porcentajes de éxito posteriores a la injertación por la técnica de injerto oblicuo utilizando Maxifort como pie.

Se evaluaron los siguientes materiales:

Copas de injerto: Yígido (Seminis®)

Elpida (Enza Zaden®)

Pies de injerto: Maxifort (Seminis®)

*Solanum sisymbriifolium* Lam. (“tutiá”, “revienta caballos” o “espinas coloradas”)

Las variables registradas fueron:

Fecha de emergencia: se registró el día en que las plantas presentaron los cotiledones expandidos, calculando la cantidad de días desde la fecha de siembra. Se registró inicio y plenitud de fase, considerando 20 y 80% de plantas emergidas, respectivamente.

Porcentaje de emergencia: en cada momento de fase se registró el porcentaje de semillas emergidas.

Altura de planta: sobre 20 plantas tomadas al azar de cada material, se registró la altura, desde el cuello hasta el ápice, por medición directa con regla milimetrada.

Díámetro de tallo: sobre 20 plantas tomadas al azar de cada material, se registró a nivel de los cotiledones, utilizando un calibre electrónico.

A partir de esos datos, se calculó:

Incremento relativo en altura de la planta: según la fórmula (altura final – altura inicial)/ altura inicial x tiempo.

Incremento relativo en diámetro de la planta: según la fórmula (diámetro final – diámetro inicial) / diámetro inicial x tiempo.

Índice de esbeltez de Schmidt-Vogt (IE): según la fórmula:

$IE = Di [mm] / (AP [cm] / 10) + 2.$  (Martínez Moya, 2013).

Índice de verdor: se midió sobre la última hoja expandida, con un SPAD MINOLTA 502 PLUS, expresando el valor en unidades SPAD, este valor proporciona una información instantánea y no destructiva de la cantidad de clorofila contenida en las hojas de las plantas.

Peso seco de la parte aérea, raíz y planta: Al momento que Elpida , Yigido y Maxifort , se tomaron 10 plantas al azar de cada material, llevándolas a estufa hasta peso constante, previa separación de las plantas en sus partes constituyentes. Las plantas de *S.sisymbriifolium* fueron destinadas a análisis histológicos no pudiendo efectuarse la evaluación de esta variable por falta de material.

Cortes histológicos en tallos: Se realizaron cortes histológicos de los tallos, en copas y pies, para evaluar la disposición y tamaño de los haces vasculares. En todos los casos los cortes fueron efectuados a mano alzada, no fue necesario decolorarlos, se lavaron con agua destilada y se tiñeron con doble coloración sucesiva Azul Alcian + Safranina. Se usó como medio de montaje gelatina-glicerina y las preparaciones fueron selladas con esmalte de uñas. Las observaciones fueron realizadas en un microscopio óptico BAUSCH & LOMB, y fueron tomadas fotomicrografías con una cámara SONY DSC-W30, las diapositivas fueron analizadas con un microscopio óptico NIKON E200 LED, con una cámara de video y usando el software MICROMETRICS SE PREMIUM.

Diferenciación de ápices caulinares en copas: Se realizaron cortes histológicos sobre el ápice de los materiales utilizados como copa, observando diferenciación floral mediante lupa binocular WILD TYP 308700. Heerbrug, Switzerland.

El diseño experimental fue enteramente aleatorizado con 20 repeticiones. Los datos se sometieron a análisis de la varianza y las diferencias entre las medias se realizaron mediante el Test de Tukey ( $p < 0,005$ ).

## **RESULTADOS**

### **Emergencia**

Yigido, Elpida y Maxifort iniciaron la emergencia entre 9 y 11 días después de la siembra, momento en que *S. sysimbriolium* no presentaba aún plantas emergidas. Este material registro un 32% de emergencia a los 19 días desde la siembra. La plenitud de fase fue alcanzada únicamente por Yígido, que presentó un 84% de emergencia 10 días después de la siembra. El resto de los materiales presentaron porcentajes de emergencia menores. Es importante destacar que en el tiempo total de evaluación del ensayo los patrones no llegaron a porcentajes de emergencia vinculados a la plenitud de fase (Tabla 1).

### **Altura de planta**

Yigido alcanzó una altura significativamente superior, en comparación con el resto de los materiales evaluados. No se observaron diferencias significativas en la altura alcanzada por Maxifort y Elpida, diferenciándose significativamente de *S. sysimbriifolium*, que fue el material con menor valor en esta variable (Gráfico 2).

### **Diámetro de tallo**

Al momento de injertación, Maxifort presentó un diámetro de tallo que se diferenció significativamente del valor alcanzado por *S. sysimbriifolium*, Yigido y Elpida no presentaron diferencias significativas con ninguno de los dos pies (Gráfico 3).

### **Incremento relativo de altura**

En esta variable, Maxifort manifestó el mayor valor de incremento relativo, y presentó diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, los cuales no presentan diferencias significativas entre sí (Gráfico 4).

### **Incremento relativo de diámetro**

Los valores obtenidos en el análisis estadístico entre los tratamientos, tanto de copas y pie evaluados, no presentan diferencias significativas (Gráfico 5).

### **Índice de esbeltez de Schmidt-Vogt**

Yigido presentó un índice de esbeltez significativamente superior que el resto de los materiales, mientras que *S. sisymbriifolium* fue el que alcanzó el menor valor (Gráfico 6).

### **Índice de verdor**

Elpida presentó un índice de verdor significativamente superior que los materiales utilizados como pie de injerto, mientras que Yigido alcanzó un valor significativamente superior que *S. sisymbriifolium*. (Gráfico 7).

### **Peso Seco**

No se observaron diferencias significativas en los registros de peso seco de parte aérea, parte radicular y planta entera en los materiales evaluados. Tampoco fueron observadas diferencias significativas en la relación peso seco parte aérea/ peso seco parte radicular (Gráfico 8).

### **Cortes histológicos en Maxifort (pie) y Elpida (copa)**

La Imagen 1 muestra el corte transversal de tallo del pie Maxifort y la Imagen 2 la misma sección en la copa Elpida. En ambos materiales los tallos presentan una médula parenquimática amplia y cuatro haces vasculares colaterales abiertos, con el xilema orientado hacia la médula y floema hacia la zona cortical, separados ambos por un profuso tejido cambial que forma un anillo separando la médula central del parénquima cortical. Externamente a la zona cambial se observa un parénquima cortical con células grandes y paredes delgadas. El tejido epidérmico es uniestratificado y se observan pelos alargados.

### **Estado de ápices caulinares en Yigido y Elpida**

Las observaciones realizadas con lupa a los 42 DDS indicó que Yigido presentó 5 hojas sin expandir, mientras que Elpida 7 hojas en igual estado. Ambos materiales presentaron 3 hojas expandidas y el ápice con diferenciación al estado reproductivo.

## **DISCUSIÓN**

La diferencia observada en los tiempos de germinación entre los materiales analizados, conocido como energía germinativa, se atribuye principalmente a que tres

de ellos son materiales comerciales estandarizados por mejoramiento en sus valores, mientras que *S. sisymbriifolium* es un material que tiene características de plantas silvestres con germinación y emergencia escalonadas cuyo ciclo de vida es similar al de las especies que se comportan como malezas (Martínez Palma, 2009).

Las observaciones obtenidas coinciden con lo informado por (Kubota *et al.* 2008) quienes señalaron que los portainjertos de uso más generalizado en América del Norte (coincidentes con los utilizados en el mercado Argentino) presentan germinación lenta y deben ser sembrados una semana antes que los materiales utilizados como copa para obtener plántulas con diámetros de tallo compatibles al momento de la injertación.

El índice de esbeltez (IE) permite evaluar la calidad del plantín, condición importante para una adecuada respuesta post-trasplante. Este índice relaciona la resistencia de la planta con su capacidad fotosintética, indicando que valores altos son indicativos de una planta más robusta y con menos probabilidad de sufrir daños posteriores al trasplante (Toral, 1997). Estos autores señalan que valores de IE cercanos a 1 indican una planta más robusta y con menos probabilidad de daño físico por la acción del viento, sequía o heladas en el sitio definitivo de plantación, sea a campo o bajo cubierta, situación que en las condiciones de ensayo no se presenta en *S. sisymbriifolium*. (Carbone *et al.*, 2017) Observaron buen comportamiento posterior al trasplante con plantines de tomate cuyo IE se ubicaba en un rango de 0.82 a 1.23.

Como puede observarse en las Imágenes 1 y 2 los materiales vegetales utilizados como pie (Maxifort) y copa (Elpida), presentan una amplia capa de cámbium vascular ubicada entre los tejidos vasculares xilema y floema. Dicho tejido cambial confiere una elevada actividad meristemática que permite producir células de tipo parenquimáticas que pronto se entremezclan y entrelazan formando tejido vascular, estableciendo así la conexión vascular entre las plantas a injertar. Nuestras observaciones coinciden con lo informado por (Escudero *et al.* 2003) respecto a la disposición y características de los haces vasculares en tallos de tomate.

Sory Toure *et al.* (2010) señalaron que las características anatómicas de los tallos del patrón y la copa a la altura de la formación del callo son muy importantes para conocer el grado de compatibilidad vegetativa, determinar la capacidad de transporte de agua y nutrientes minerales y determina la capacidad de producción y rendimiento de las plantas injertadas en la relación cultivar/portainjerto. Las características anatómicas determinantes del éxito del injerto son el tamaño de los vasos del xilema, el porcentaje de células xilemáticas y floemáticas, y la relación que se establece entre ambos tejidos

para restablecer la conexión vascular que garantice la vida pos-trasplante de la planta obtenida. Esta caracterización es válida para el establecimiento exitoso de cualquier tipo de planta que se quiera injertar (Escudero *et al.*, 2003; Sory Toure *et al.*, 2010).

Los valores de diámetro de tallo obtenidos en las condiciones de ensayo manifestaron una diferencia entre los patrones al momento de injertación. No fue observada diferencia de calibre entre los patrones o pies y las copas, constituyendo una característica de vital importancia para garantizar la eficaz conexión entre los materiales cuando se va a efectuar el injerto. El ritmo de crecimiento entre los distintos materiales evaluados no manifestó diferencias, siendo parámetros muy importantes a considerar tal como fue informado por (Miguel *et al.*, 2007). Estos autores señalaron que un contacto eficaz entre los materiales de copa y pie depende de la existencia de uniformidad en el diámetro de ambos materiales, como así también del número y disposición de los haces vasculares entre las plantas que se van a injertar y la orientación de los tejidos xilemáticos y floemáticos para garantizar un contacto eficaz entre los tejidos. (Ozores-Hampton *et al.*, 2014) informaron que la eficacia de la técnica del injerto requiere de seleccionar buenos materiales y el monitoreo del crecimiento de los mismos para programar adecuadamente el tiempo óptimo de injertación.

La perfección de la técnica del injerto es muy importante para garantizar el éxito del mismo. Si se establece contacto solamente en una pequeña parte de los tejidos participantes del injerto o no existe uniformidad en el diámetro del tallo entre ambas plantas, la unión es deficiente (Miguel y Cebolla, 2005., Miguel *et al.*, 2007). Miguel y Cebolla (2005) mencionan que una escasa unión entre los materiales a injertar impiden el eficiente traslado de agua y nutrientes a la zona aérea produciendo el colapso de la planta injertada.

Según Paz Espinoza (2015), el valor ideal de diámetro del tallo debajo de los cotiledones para injertar varía entre 2.00 a 2.5 mm. Este rango de valores de diámetro se consigue entre los días 21 a 28 desde la siembra en variedades comerciales. En nuestro trabajo se consigue estos valores de diámetro recién a los 30 días desde la siembra no coincidiendo con lo informado por Paz Espinoza (2015) indicando un cierto retraso en los materiales comerciales utilizados.

En referencia al índice de verdor manifestado, los mayores valores observados en las copas y en el pie Maxifort se atribuye a un mayor lapso de tiempo de tasa fotosintética en comparación al menor tiempo de crecimiento que tuvo *S. sisymbriifolium*.

## **CONCLUSIÓN**

Las variedades comerciales Maxifort, Elpida y Yígido evaluadas en este trabajo tienen una dinámica de emergencia y crecimiento de plantín diferente a *S. sisymbriifolium*, quien manifestó un retraso en estos parámetros de 8 días, requiriendo adelantar su siembra para obtener plantines de igual calibre que se encuentren en condiciones adecuadas y compatibles al momento de la injertación.

En el periodo transcurrido entre la siembra y el momento de injertación, las copas Yígido y Elpida presentaron diferencias significativas en el incremento relativo de altura y diámetro respecto a los patrones Maxifort y *S. sisymbriifolium* que tuvieron menores registros.

El IE manifestó el mayor registro en el material Yígido con diferencias significativas respecto a Elpida y Maxifort, y éstos últimos respecto a *S. sisymbriifolium*, quien manifestó una disminución del 30,2% respecto a Yígido.

Los cortes histológicos realizados en tallos de Maxifort y Elpida a la altura de la zona de injertación señalan compatibilidad en la disposición de los haces vasculares y una zona cambial muy amplia que garantiza la eficaz conexión de los tejidos vasculares en los materiales a injertar.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

La información obtenida evidencia la importancia de conocer la dinámica de crecimiento de los plantines que se utilizan como pie y copa, aportando datos de interés sobre *S. sisymbriifolium*, material autóctono de la región con comprobado potencial de uso como pie de injerto en las condiciones locales de producción (sobre todo por la resistencia a nematodos). Este trabajo nos sirve para el desarrollo de posteriores ensayos en los cuales se pueda evaluar la eficiencia de la técnica de injertación y la productividad de las plantas en el Partido de La Plata.

## BIBLIOGRAFÍA

**Andreau, R.; Garbi, M.; Martínez, S. & Morelli, G. (ex aequo). 2009.** Respuesta fenológica y productiva de plantas tomate (*Solanum lycopersicon* L.) sometidas a injerto. Boletín Electrónico de Tomate N° 21. Diciembre 2009. INTA – Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. pp. 2-10.

**Argerich, C. y Troilo, L. (ed.). 2011.** Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate. INTA. FAO. Buenos Aires. 262 pp.

**Arregui, M.C. y Puricelli, E. 2008.** Mecanismo de acción de plaguicidas. 1° ed. Acquatint. Alem 2254. Rosario, Argentina. 208 pp.

**Arrieta Mayol y Mezquida Lafluf. 2011.** Potenciales de reinfestación de *S. sisimbrifolium* en el cultivo de soja.

**Balliu, A.; Vuksani, G.; Nasto, T.; Haxhinasto, L. & Kaçiu, S. 2008.** Grafting effects on tomato growth rate, yield and fruit quality under saline irrigation water. Acta Hort. (ISHS) 801: 1161-1166.

**Carbone, A., Martínez, S., Morelli, G. y Garbi, M.** Índice de esbeltez como parámetro cuantitativo de la calidad morfológica en plantines de tomate injertado. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, volumen 52. XXXVI Jornadas Argentinas de Botánica. Mendoza 18-22 de septiembre 2017. pp 272.

**Davis, A.; Perkins-Veazie, P.; Hassell, R.; Levi, A.; King, S. y Zhang, X. 2008.** Grafting effects on vegetable quality. HortScience 43: 1670 – 1672.

**Díaz de Rada, S. y Rubio Izal, E. 2014.** Tomate injertado. Experiencias en el cultivo de primavera en los invernaderos. Número 202.

<http://www.navarraagraria.com/categories/item/951-tomate-injertado-experiencias-en-el-cultivo-de-primavera-en-los-invernaderos>. Consultada 3 de mayo 2019

**Escudero, M.; Mayor, P.; Gonzariz, J.; Catalá, M. y Costa, J. 2003.** Medidas de la tasa de flujo de savia en plantas de tomate injertados. Disponible en: [www.sech.info/pdfs/actas/acta39/39\\_128.PDF](http://www.sech.info/pdfs/actas/acta39/39_128.PDF). Consultada: 4 de junio del 2019

**Hoagland, D. R. y Arnon, D. I. 1950.** The water-culture method for growing plants without soil. California. Agricultural Experiment Station. Circular 347. 32 p.



**Kubota, C. 2008.** Use of grafted seedlings for vegetable production in North America. Acta Hort. 770 (ISHS): 21 – 28.

**Kubota, C.; McClure, M.A.; Kokalis-Burelle, N.; Bausher, M.G. y Roskopf, E. 2008.** Vegetable grafting: History, use, and current technology status in north America. Hort-Science 43(6):1664-1669.

**Lee, J. M. & Oda, M. 2003.** Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 61-124.

**Leskovar, D. 2001.** Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. Texas A. and University. Buenavista Saltillo Coahuila 18 pp.

**Lopez-Elias, J; Romo, A. y Dominguez, S. 2008.** Evaluación de método de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai) IDESA (Chile) Vol. 26, N° 2. Mayo-Agosto, 13-18.

**Martinez Moya, J.J. 2013.** Evaluación del uso de un aislado fúngico micopatógeno aplicado en sustrato en plántulas de melón. Tesis Ingeniero Técnico Agrícola. Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. España. 87 pp.

**Martínez Palma, M. 2009.** Evaluación de métodos de injertación en genotipos de tomate (*Lycopersicon spp.*). Tesis Maestría en Ciencias de la Conservación y aprovechamiento de recursos naturales. Instituto politécnico nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo integral regional unidad Oaxaca, México pp 34-35.

**Miguel, A. y Cebolla, V. 2005.** La unión del injerto. Disponible en: <http://www.terralia.com>. Consultada: 15 de junio de 2019.

**Miguel, A.; De la Torre, F.; Baixauli, C.; Maroto, J.; Jorda, C.; López, M. y Garcías, J. 2007.** Injerto de Hortalizas. 1 ed. España: Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación pp. 79-81.

**Ministerio de Agroindustria. 2016.** Perfil de tomate. Disponible en: <https://www.agroindustria.gob.ar/new/00/programas/dma/hortalizas/informes/Perfil%20de%20tomate%208-2016.pdf>. Ultimo acceso: 10 de septiembre 2018.

**Mitidieri, M.S.; Piris, E.; Brambilla, V.; Barbieri, M.; Cap, G.; González, J.; Del Pardo, K.; Ciapone, M.; Paunero, I.; Schiavone, E.; Celié, R.; Arpía, E.; Peralta, R.;**

**Verón, R. y Sánchez, F. 2013.** Evaluación de *Solanum sisymbriifolium* (Lam.) como pie de injerto en cultivo de tomate bajo cubierta. Horticultura Argentina 32 (79): 50.

**Mitidieri, M.S.; Brambilla, M.V.; Barbieri, M.; Peralta, R.; Arpía, E.; Celié, R.; Piris, M.; Piris, E.; González, J.; Del Pardo, K. & Chaves, E. 2011.** Evaluación de tratamientos repetidos de biofumigación en cultivo de tomate bajo cubierta: una experiencia a largo plazo. En: Serie Capacitaciones N° 2. Seminario de horticultura urbana y periurbana. Buscamos soluciones entre todos. Mitidieri, M. & Constantino, A. Eds. INTA. 49-60.

**Miles, C.; Role Schaffer, S. y Estrada, E. 2013.** Injerto de verduras. Berenjenas y Tomates. Hoja Informativa de la Universidad Estatal de Washington. FS052ES. Extensión Cooperativa de la Universidad Estatal de Washington y Departamento de Agricultura de EEUU.

<http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/FS052ES/FS052ES.pdf>. Consultada 2 de Diciembre 2018

**Nuez, F. 1995.** El cultivo del Tomate, Capítulo 2 Anatomía y fisiología de la planta. Chamorro Lapuerta, J. Ediciones Mundi-Prensa 1995. pp 45-52.

**Ozores-Hampton, M.; Zhao, X. y Ortez, M. 2014.** Introducción a la tecnología de injertos a la industria de tomate en la Florida: beneficios potenciales y retos. IFAS Extension. University of Florida. HS1187.

**Öztekin, G.B.; Tüzel, Y. y Tüzel, I. 2009.** Effect of grafting on salinity tolerance in tomato production. Acta Hort. (ISHS) 807:631-636.

**Palada, M.C. y Wu, D. 2007.** Increasing off-season tomato production using grafting technology for peri-urban agriculture in Southeast Asia. Acta Hort. (ISHS) 742:125-132.

**Paplomatas, E.J.; Elena, K.; Tsagkarakou, A. y Perdikaris, A. 2011.** Control of Verticillium wilt of tomato and cucurbits through grafting of commercial varieties of resistant rootstock. Acta Hort. (ISHS) 579: 445-449.

**Qaryouti, M.M.; Qawasmi, W.; Hamdan, H. y Edwan, M. 2007.** Tomato fruit yield and quality as affected by grafting and growing system. Acta Hort. (ISHS): 741: 199-206.

**Rahman MA, Rashid MA, Salam MA, Masud MA, Masum AS, Hussain MM 2002.** Performance of Some Grafted Eggplant Genotypes on Wild Solanum Root Stocks against Root-Knot Nematode. J Biological Sciences. 2002;2(7):pp 446-448.

<https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=pjbs.2002.755.757>

**Ricardez Salinas, M; Camacho Ferre, F. y Tello Marquina, J.C. 2008.** El injerto en el cultivo de tomate como alternativa al uso de bromuro de metilo. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. ONU para el desarrollo industrial. 83 pp.

**Ruiz, J.M.; Belakbir, A.; López-Cantarero, I. & Romero, L. 1997.** Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Sci. Hortic.* 71: 227-234.

**Sory Toure, A.; Nieto-Ángel, R.; Rodríguez-Pérez, J.; Barrientos-Priego, A.; Ibáñez-Castillo, L.; Romanchik, K. y Núñez-Colín, C. 2010.** Variación anatómica del xilema en tallo de cultivares de tomate injertados en un tipo criollo. *Rev. Chapingo Ser.Hortic* 16 (1): 67-76.

**Toral, L.M. 1997.** Concepto de la calidad de plantas en viveros forestales. Documento técnico 1. Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco. SEDER. Fundación Chile. Consejo Agropecuario de Jalisco. México. 26 pp

**Paplomatas, E.J.; Elena, K.; Tsagkarakou, A. & Perdikaris, A. 2002.** Control of Verticillium wilt of tomato and cucurbits through grafting of commercial varieties of resistant rootstock. *Acta Horticulturae (ISHS)* 579: 445-449

**Paz Espinoza, V. 2015.** Adaptación de un protocolo para la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas bajo condiciones de El Zamorano, Honduras. pp 9-10.

**Villasana Rojas, J., E. Sáenz, R. Vázquez & C. Lozano. 2009.** Efecto del injerto sobre el rendimiento en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) en invernadero. Tesis. Facultad de Agronomía UANL. Nuevo León, Mexico. pp. 1-6.

**Yudines Carrillo y Martha Álvarez. 2009.** comportamiento de genotipos de la familia solanaceae frente a *Meloidogyne incognita* Facultad Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Cuba

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000300001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000300001)

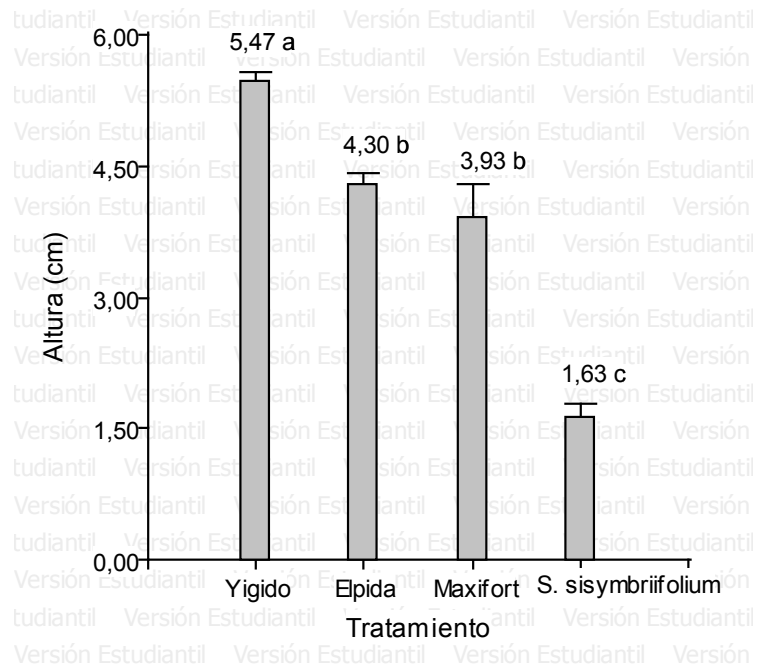
<http://rian.inta.gov.ar/atlasmalezas/atlasmalezasportal/DetalleMaleza.aspx?pagante=CXC&idmaleza=21996> Consultada 5 de mayo 2019.

<https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/solanum-lycopersicum>. Consultada 10 de abril 2019.

## ANEXO

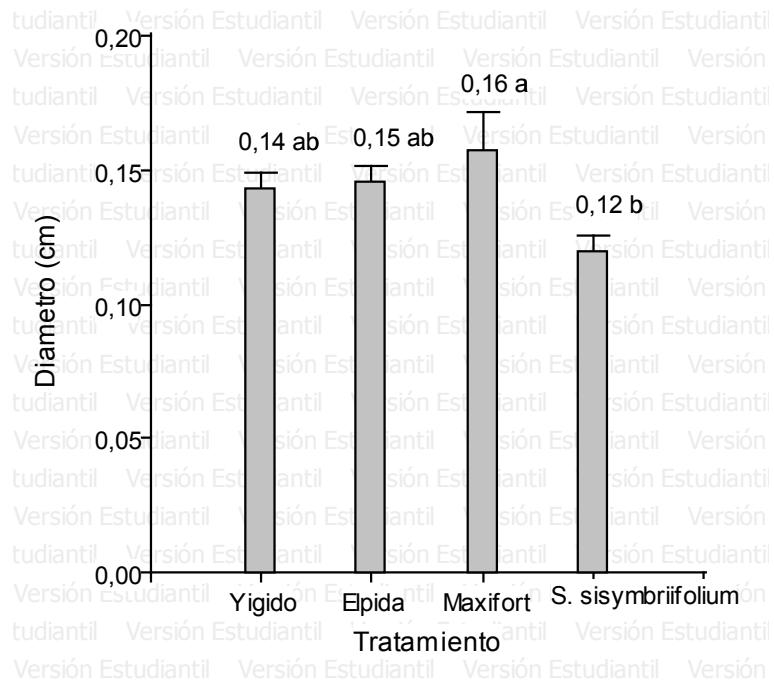
Tabla 1. Días entre siembra a emergencia y porcentaje de emergencia en plantines utilizados como pies y copas para la producción de plantas injertadas

	Días desde la siembra			
	Inicio de emergencia		Plenitud de emergencia	
	Días desde siembra	%	Días desde siembra	%
Yigido	9	28	10	84
Elpida	10	24	19	68
Maxifort	11	28	12	28
<i>S. sisymbriifolium</i>	19	32	22	36



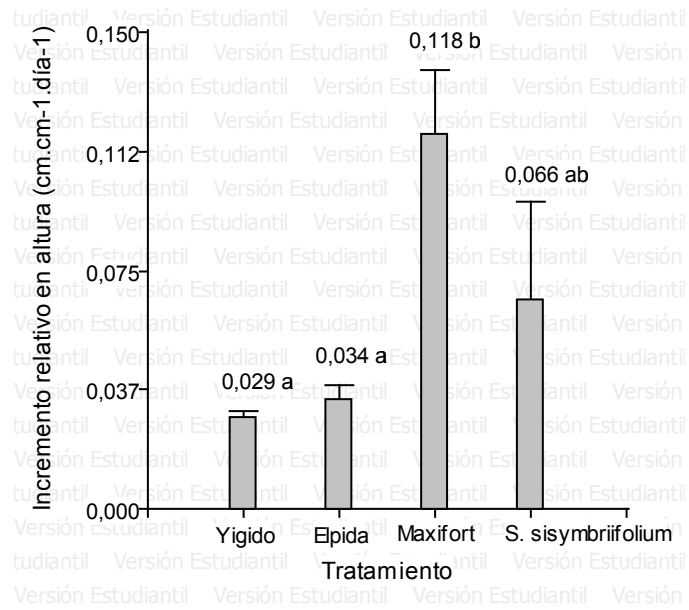
Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )  $CV = 21,65$ .  $R^2 = 0,75$ . Líneas sobre las columnas indican error estándar

Grafico 2. Altura de plantines de pies y copas de tomate listos para injertación



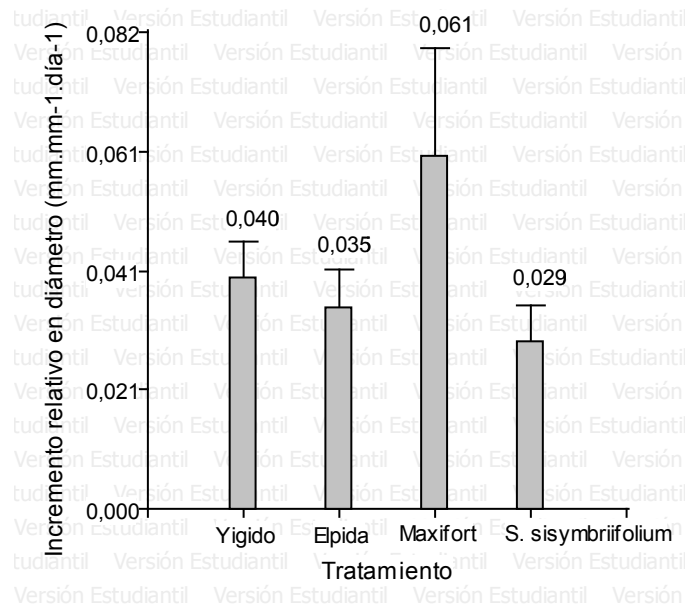
Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )  $CV = 22,91$ .  $R^2 = 0,16$ . Líneas sobre las columnas indican error estándar

Grafico 3. Diámetro de plantines de pies y copas de tomate listos para injertación



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ( $p = 0,0135$ )  $CV = 19,69$ .  $R^2 = 0,48$ . Líneas sobre las columnas indican error estándar

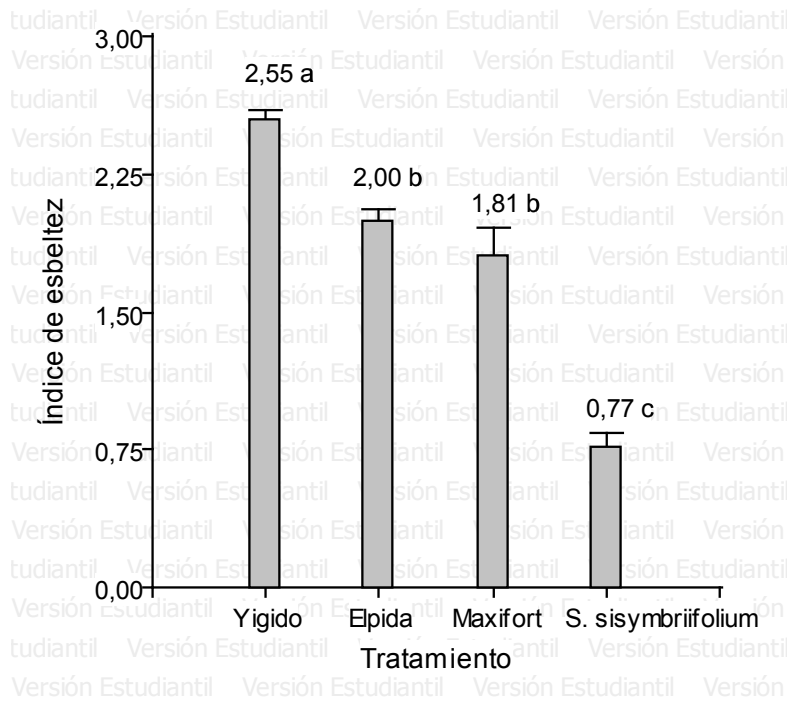
Gráfico 4. Incremento relativo en altura de plantines de pies y copas de tomate entre siembra y momento de injertación



CV = 21,68.  $R^2 = 0,75$ ,  $p = 0,75$ . Líneas sobre las columnas indican error estándar

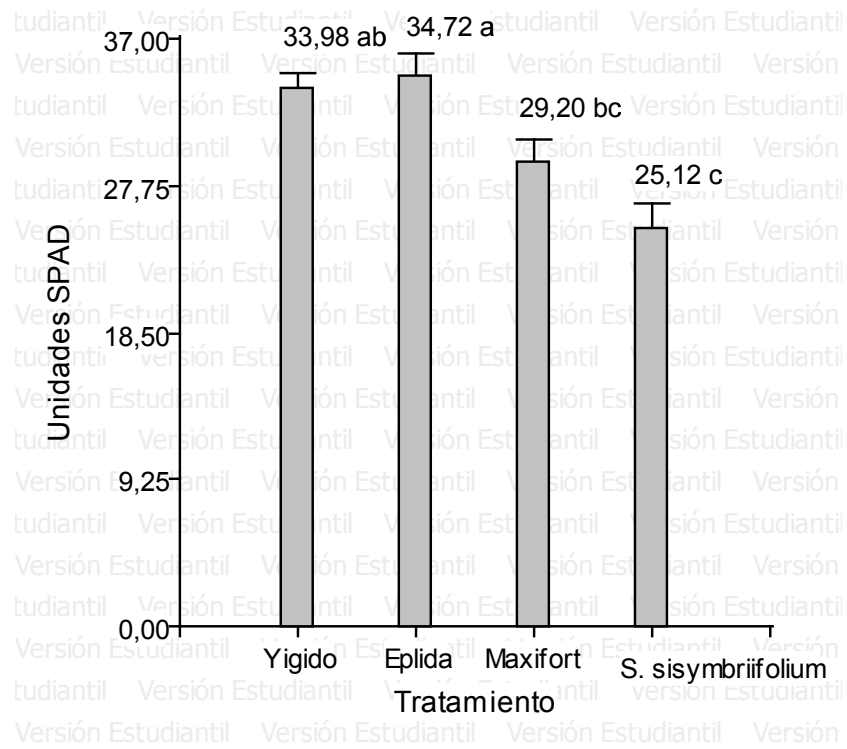
Gráfico 5. Incremento relativo en diámetro de plantines de pies y copas de tomate entre siembra y momento de injertación





Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )  $CV = 19.94$ .  $R^2 = 0,78$ . Líneas sobre las columnas indican error estándar

Grafico 6. Índice de esbeltez de Schmidt-Vogt en plantines de pies y copas de tomate listos para injertación



Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ( $p < 0,05$ )  $CV = 9,57$ .  $R^2 = 0,69$ . Líneas sobre las columnas indican error estándar

Grafico 7. Índice de verdor en plántulas de pies y copas de tomate listos para injertación

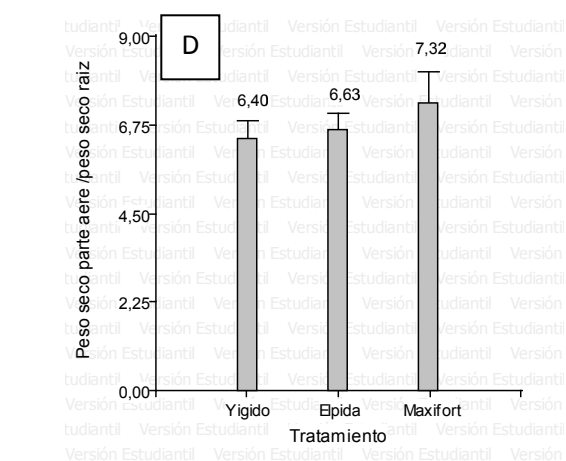
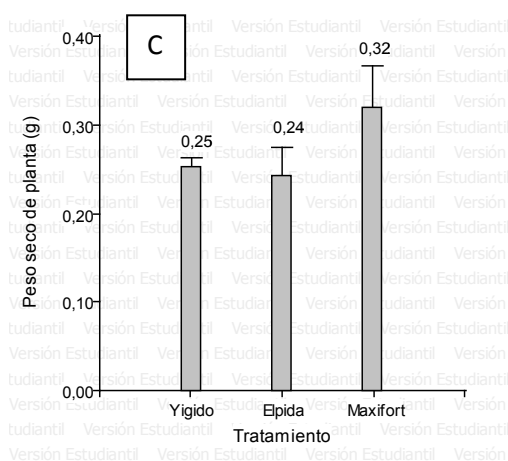
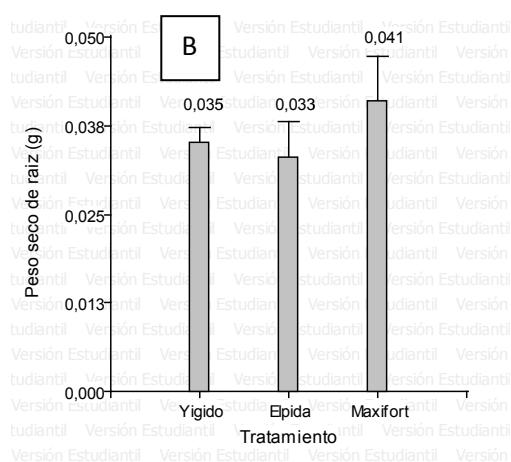
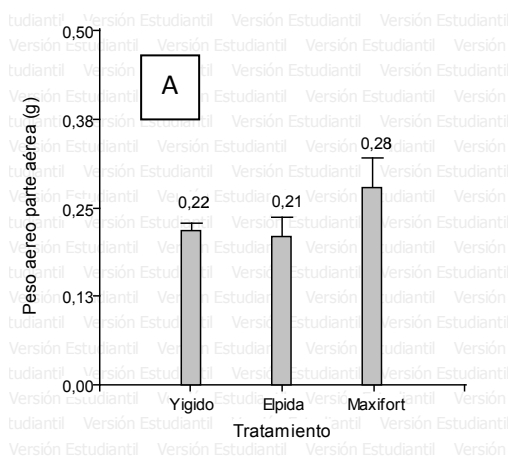


Gráfico 8. Peso seco de parte aérea (A) CV = 38,87; R2=0,11; p=0,1939. Peso seco de raíz (B) CV = 42,19; R2=0,05; p=0,4909. Peso seco de planta (C) CV = 38,32; R2=0,11; p=0,2106. Relación entre el peso seco de parte aérea y el peso seco de raíz CV = 38,32; R2=0,11; p=0,2106.



Imagen 1. Corte transversal de tallo de tomate correspondiente a pie de injerto Maxifort. El mismo se realizó a la altura de la zona de injertación. Se indica con flecha roja el tejido xilemático. La flecha blanca indica el tejido floemático y la flecha negra señala la zona cambial. Este último tejido tiene un amplio desarrollo y se dispone en forma circular, constituyendo el cambium vascular y extravascular. La zona central corresponde a la médula parenquimática.

La escala corresponde a  $1000 \mu\text{m} = 1 \text{ mm}$ .

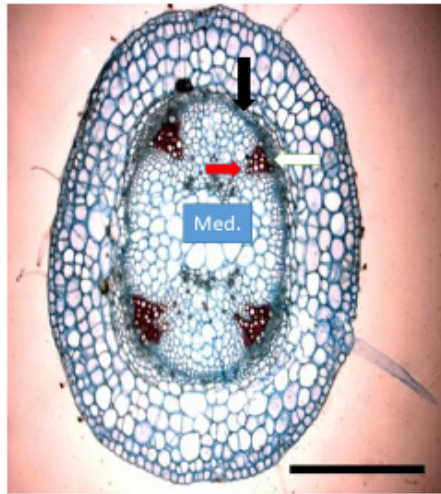


Imagen 2. Corte transversal de tallo de tomate correspondiente a copa de injerto Elpida. El mismo se realizó a la altura de la zona de injertación y se indica con flecha roja el tejido xilemático. La flecha blanca indica el tejido floemático y la flecha negra señala la zona cambial. Este último tejido tiene un amplio desarrollo y se dispone en forma circular, constituyendo el cambium vascular y extravascular. La zona central corresponde a la médula parenquimática.

La escala corresponde a  $1000 \mu\text{m} = 1 \text{ mm}$ .