

**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales**

**UNLP**



**TRABAJO FINAL DE CARRERA**  
**Modalidad: Trabajo de Investigación**

**TÍTULO**

**Tomate: Influencia del injerto y manejo a dos ramas en la  
respuesta fisiológica, productividad y calidad de los  
frutos**

**NOMBRE: Castro Jerónimo**

**DNI: 35.415.803**

**NÚMERO DE LEGAJO: 26853/1**

**CORREO ELECTRÓNICO:**

**jeronimo\_90@hotmail.com**

**Directora: MSc. Alejandra Carbone**  
**Co director: Ing. Agr. Dr. Santiago Maiale**

**Fecha de entrega: 13/09/2018**

## INDICE

1- Resumen.....	página 3.
2- Introducción.....	página 4.
3- Hipótesis.....	página 13.
4- Objetivos.....	página 13.
5- Materiales y Métodos.....	página 14.
6- Resultados y Discusión.....	página 18.
7- Conclusiones.....	página 31.
8- Consideraciones Finales.....	página 32.
9- Bibliografía.....	página 33.

## RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo evaluar la funcionalidad del fotosistema II y el rendimiento de plantas de tomate injertadas y no injertadas, cultivadas bajo cubierta en un suelo que fue previamente biofumigado incorporando crucíferas. Se condujo un ensayo experimental en un invernadero parabólico ubicado en la Estación Experimental “Julio Hirschorn” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP), Buenos Aires, Argentina (34°58' S; 57°54' W). El material vegetal evaluado fue una combinación estiónica de alto potencial productivo, constituido por el híbrido Ichiban injertadas sobre pie Maxifort conducidos a 2 ramas y el híbrido Ichiban sin injertar conducido a 1 rama. Se registró la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) a la altura del cuarto racimo, el índice de verdor (unidades SPAD), el rendimiento total, por categorías comerciales, la funcionalidad del fotosistema II y el contenido de sólidos solubles de los frutos cosechados. Se utilizó un diseño en parcelas divididas con 4 repeticiones, y los datos obtenidos se sometieron al análisis de la varianza ( $p \leq 0,05$ ). La intercepción de la radiación PAR manifestó diferencias significativas entre tratamientos siendo mayor en las plantas injertadas conducidas a 2 ramas. La fluorescencia de la clorofila se evaluó mediante el cociente  $F_v/F_m$  que indica la relación entre la energía atrapada y la energía absorbida. Fueron observados valores  $F_v/F_m$  de 0.835 y 0.822 para conducción en 1 y 2 ramas respectivamente a 54 días después del trasplante (DDT) y 0.767 y 0.786 para 77 DDT en conducciones a 1 y 2 ramas respectivamente. En ambos casos no fueron observadas diferencias significativas estando los valores dentro de rangos fisiológicos considerados normales. El Plabs en hojas de plantas conducidas a 2 ramas presenta valores significativamente mayores que las conducidas a 1 rama a 54 DDT, mientras que no fueron observadas diferencias entre tratamientos a 77 DDT. El Índice de Funcionamiento o Performance (Plabs) es un índice muy sensible al estrés y en este trabajo a los 54 DDT los valores son entre 2 y 3 veces mayores que los registrados a los 77 DDT, indicando que las plantas en esta segunda medición manifiestan estrés producto del cultivo prolongado bajo las condiciones ambientales bajo cubierta. De manera similar, la energía media necesaria para cerrar los centros de reacción ( $S_m$ ) muestra valores significativamente superiores a 54 DDT en el sistema de conducción a 2 ramas en comparación con 1 rama. Estos resultados sugieren que la conducción a 2 ramas no

presenta episodios de estrés detectables mediante fluorescencia de la clorofila en comparación con la conducción a 1 rama, sino que el sistema de 2 ramas presenta ventajas en la eficiencia de los fotosistemas. El rendimiento se incrementó en las plantas injertadas conducidas a 2 ramas, sin diferencias significativas, representado por un aumento en la producción de frutos de primera categoría comercial. Las plantas sin injertar y conducidas a 1 rama sostuvieron el rendimiento con mayor producción de frutos de segunda y tercera categoría comercial. En el Cinturón Hortícola Platense (CHP), para la combinación estiónica Ichiban-Maxifort se recomienda la conducción a 2 ramas dado que se sostiene una alta productividad y mayor rinde de frutos de primera categoría con un contenido de sólidos solubles aceptable según los estándares de calidad.

## **INTRODUCCION**

### **Producción mundial de tomate:**

El tomate es la segunda hortaliza más importante del mundo en cuanto a volumen producido después de la papa. Su importancia no sólo se refiere a la producción sino también a los valores comercializados internacionalmente (Viteri et al., 2013).

La producción de tomate en el mundo viene en ascenso desde los años 60` en donde se alcanzaban producciones totales de 27.000.000 de toneladas aproximadamente hasta la actualidad en donde se alcanzan las 177.000.000 de toneladas. Dicho ascenso pudo deberse en un comienzo al aumento de la superficie dedicada a su cultivo, pero principalmente durante los últimos 30 años se debió a la incorporación de tecnologías de insumos y a su intensificación (FAO, 2017).

China domina la producción mundial en primer lugar con 56 millones de toneladas, representando casi el 30 % de la producción mundial, seguido por India y en tercer lugar EEUU, con 18 y 13 millones de toneladas producidos, respectivamente.

En cuanto a los rindes la situación es muy diferente, ya que se destacan países que no dominan el ranking mundial de producción. Entre ellos cabe destacar en primer lugar a Holanda y Bélgica, que en el año 2016 obtuvieron rendimientos de alrededor 50,7 kg/m<sup>2</sup> seguido por el Reino Unido con 41,6 kg/m<sup>2</sup> y Finlandia con 36,6 kg/m<sup>2</sup>. Se puede observar que se trata de países que dedican poca superficie al cultivo pero que lo hacen de manera

muy intensiva para alcanzar dichos rendimientos superando ampliamente los alcanzados por países líderes en la producción como China, que alcanza los 5,6 kg/m<sup>2</sup> o de India con 2,42kg/m<sup>2</sup>. (Blog Agricultura, 2017)

### **Producción Regional:**

En América latina el ranking es liderado por Brasil con unos 4 millones de toneladas, seguido por Chile con casi 1 millón de toneladas y Argentina por detrás con unas 600 mil toneladas. Nuestro país se encuentra casi al mismo nivel que Colombia que produce algo menos en una mayor superficie, lo que podría indicar que tiene potencial para aumentar su eficacia y superar los niveles productivos que se alcanzan en Argentina. (Blog Agricultura, 2017)

### **Producción en Argentina:**

En Argentina se destinan 540.000 ha al cultivo hortícola, constituyendo el 2% de la superficie agrícola total. Dicho sector productivo enfrenta actualmente numerosos desafíos mereciendo destacarse el de lograr mayores rendimientos e inocuidad en los productos a comercializar y la integración del sector tendientes a promover la imagen e identidad de los productos (Argerich y Troilo, 2011). En los últimos años dicho sector manifestó un giro tendiente hacia una producción sustentable, diferenciada y la implementación de protocolos productivos (Argerich y Troilo, 2011; Fernández Lozano, 2012).

Las regiones hortícolas en el país, originalmente se ubicaron en los alrededores de los grandes centros poblados, generando los denominados “Cinturones verdes” los cuales todavía persisten, consolidándose como los que mayor volumen de producción aportan. Además el desarrollo de infraestructura en el interior del país como: regadíos, caminos, ferrocarril, etc., y avances científico-tecnológicos, hicieron posible la producción en ambientes más adecuados. Podríamos decir entonces que las regiones productivas quedan definidas de la siguiente manera:

NOA (Salta, Jujuy y Santiago del Estero), NEA (Corrientes), Buenos Aires (La Plata, Mar del Plata, Florencio Varela, etc.), Cuyo (Mendoza y San Juan) y Alto Valle de Río Negro, bajo distintos sistemas productivos. Según su superficie cultivada, para el año 2009 el total fue de 17.800 has (INTA, 2009) y la distribución por zona de producción fue la siguiente: (Argerich y Troilo, 2011).

### **Tomate en Fresco:**

- 5500 ha en el NOA (250 ha invernáculo)
- 800 ha en el NEA (todo invernáculo)
- 1400 ha en el Gran Buenos Aires (predomina invernáculo)
- 1200 ha Mar del Plata (predomina a campo)
- 1200 ha Mendoza (300 ha con malla)
- 200 ha Patagonia (predomina a campo)
- 

### **Tomate Industria**

- 4500 ha Cuyo
- 1500 ha Río Negro
- 1500 ha NOA

### **Situación en el cinturón Hortícola Platense**

La provincia de Buenos Aires reúne el 22% de la producción nacional hortícola, siendo el Cinturón Hortícola del Gran Buenos Aires (CHGBA) con 16.000 ha productivas, la zona que abastece a más de 12.000.000 de habitantes (Argerich y Troilo, 2011; Fernández Lozano, 2012). El cinturón del Gran Buenos Aires (GBA) abarca 15 partidos, con una superficie de más de 5.510km<sup>2</sup>. Esta gran superficie tiene su epicentro en la zona sur, que comprende los partidos de La Plata, Florencio Varela y Berazategui. La segunda zona de importancia está dada por Cañuelas, Esteban Echeverría, Ezeiza, General Rodríguez, Luján, Marcos Paz, Merlo, Moreno y Zarate. Este conglomerado provee a las grandes ciudades con una alta variedad de hortalizas frescas (García, 2011). Hasta la década del '80 estos espacios hortícolas entraban en producción marcadamente estacional de diversos productos, en las últimas décadas la producción sufrió grandes cambios en las zonas productivas del cinturón, en general, se observa una expansión en la zona Sur asociada a la incorporación del cultivo bajo cubierta y una disminución de la zona Oeste y Norte bonaerense (García, 2011).

La superficie dedicada al cultivo de tomate en la provincia de Buenos Aires se incrementó un 147% entre los años 1988 y 2002, principalmente debido al aumento en el cinturón hortícola platense (CHP) (Viteri et al., 2013). Los principales cambios en el CHP se produjeron en la década del '80 y se profundizaron en los '90 con la aparición del cultivo protegido como emblema de dicho cambio productivo y tecnológico, este cambio se caracteriza por una fuerte incorporación de insumos (favorecida por la ley cambiaria de

esos años) como ser: cubiertas plásticas, mecanización, agroquímicos, híbridos, riego localizado y fertirriego, repercutiendo favorablemente en los rendimientos, la calidad del fruto, en la oportunidad de entrar en el mercado en épocas de escasez de oferta y remuneración de los factores de la producción(Vega, 1999).

En 2009 se estimó que el cultivo de tomate ocupaba una superficie de 1.400 ha, con alta predominancia del cultivo bajo invernáculo, mayormente en el CHP (Argerich y Troilo, 2011; Fernández Lozano, 2012). El Ministerio de Agroindustria (2016) informó un mercado de 1.134.000 t.año<sup>-1</sup> constituyendo uno de los principales cultivos de los cinturones verdes y de producción generalizada en invernaderos, en los que el predominio del monocultivo ha generado problemas en la eficacia de los métodos de desinfección de suelos (Argerich y Troilo, 2011).

### **Principales problemáticas en el cultivo de tomate:**

#### **Patógenos**

Con el establecimiento del modelo productivo bajo cubierta con intensificación en el uso del suelo (secuencia de cultivos/año) aparecieron ciertos inconvenientes, entre los cuales se encuentran los problemas sanitarios. De ellos los que mostraron mayor complejidad en su control fueron los de suelo, específicamente los nematodos, hongos, bacterias y malezas. Es así que la disminución de adversidades bióticas del suelo, mediante la desinfección se volvió una práctica obligada en el manejo de los sistemas hortícolas intensivos, siendo el cultivo de tomate el más afectado (Argerich y Troilo, 2011). Dicha situación es agravada por el monocultivo de tomate en el CHB, principalmente en cuanto a lo referido con el complejo de hongos de suelo y nematodos. Los patógenos de suelo de mayor importancia económica en el CHP se destacan, *Phytophthora capsici*, agente de la podredumbre radicular del pimiento, y con menor incidencia, los patógenos de suelo de carácter inespecífico y amplio rango de hospedantes como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum* y algunas especies del género *Pythium*(Carranza, 1979). Los nematodos de mayor importancia son los del género *Nacobbus* y el género *Meloidogyne*. El control de estos patógenos polífagos representa un verdadero desafío, en especial en los cultivos bajo cubierta, dado que allí se presentan las condiciones óptimas para que se establezcan y se desarrollen sin mayores problemas. El uso de productos químicos es una de las herramientas más utilizadas para controlar esta plaga pero tiene un alto costo económico y ambiental, por lo cual es conveniente habilitar un programa de defensa de los cultivos que se adapte a las nuevas exigencias del mercado,

entendidas como exigencias de producción y de salud humana, en un sistema tecnoc-económico ambiental sustentable (Adlercreutz et al., 2007). En cuanto a los cultivos hortícolas, las especies más atacadas son el tomate, pimiento, papa, lechuga, cebolla y ajo, los daños varían en intensidad e importancia en relación con el manejo del cultivo y con las condiciones ambientales de las distintas regiones productoras del país, observándose los mayores daños en cultivos bajo cubierta. Según estimaciones de algunos productores y profesionales del sudeste bonaerense, los daños oscilan alrededor del 10% en tomate y pimiento bajo cubierta, en ataques considerados intermedios hasta un 40% en ataques severos (OIT- INTA Mar del Plata, 2002).

El género *Meloidogyne* se encuentra ampliamente difundido por el mundo, desde regiones con climas tropicales, subtropicales hasta regiones templadas (Taylory Sasser, 1978). Agrupa especies endoparásitas sedentarias que se alojan principalmente en el sistema radical de una variada y amplia gama de plantas superiores (Hussey y Janssen, 2002). Son organismos muy perjudiciales para la agricultura, capaces de ocasionar pérdidas de rendimiento estimadas en alrededor del 5% (Hussey y Janssen, 2002). Sin embargo, en condiciones particulares pueden transformarse en un factor limitante para el desarrollo de las plantas. Fue observado por primera vez en Argentina atacando raíces de vid (Doering, 1891) y posteriormente se lo señaló sobre tomate (Huergo, 1902). La parte aérea de una planta infectada por *Meloidogyne spp.* no muestra síntomas que puedan considerarse como específicos. Es por ello que los problemas que generan suelen confundirse con los originados por otras plagas (Chaves, 2005). Si las densidades de población en el suelo son muy elevadas, puede observarse en el cultivo zonas en donde las plantas presentan crecimiento reducido, con hojas cloróticas y marcada tendencia a la marchitez. Esos síntomas son más frecuentes en suelos arenosos y en aquellos que manifiestan un mayor estrés hídrico (Perez y Corro Molas, 2003). Sin embargo, en muchas ocasiones la apariencia de las plantas atacadas es la misma que la de plantas sanas.

El género *Nacobbus* se encuentra difundido ampliamente en diversas zonas del país (tanto desde el punto de vista fitogeográfico, climático y edáfico), resultando en un aspecto no menor a ser considerado, ya que una muy importante superficie del país, cumple dichos requisitos para su desarrollo (Thorney Allen, 1944). Puede atacar un rango de 13 familias hortícolas, tanto a campo como en invernáculo. Sus síntomas son de difícil determinación, ya que no son específicos, en casos de ataques severos, se observan zonas del lote con plantas cloróticas o marchitas, debido al ataque que realizan en las raíces, perjudicando la absorción de agua y nutrientes (Thorne y Allen, 1944).



El manejo de los nematodos consta en tratar de disminuir la densidad poblacional en los suelos productivos. En primer lugar se debe realizar un análisis de suelos, para determinar su presencia y densidad, y en base a los resultados llevar a cabo las medidas necesarias. Una de las practicas más comunes es la aplicación de productos químicos al cultivo como: aldicarb, fenamifos, forato y carbofuran en diferentes dosis (Cap et al.,1981) aunque debido a su toxicidad, los niveles de contaminación que originan, su dificultad en la aplicación y sus altos costos económicos, condujeron a la búsqueda de tratamientos alternativos (Thorney Allen, 1944). El fumigante de suelo de mayor aplicación en la horticultura es el Bromuro de metilo (BdM), que se trata de un producto de amplio espectro de acción sobre diversas plagas, además de ser un producto versátil, penetrante y efectivo bajo un amplio rango de temperaturas y de airearse en forma rápida, características que le permitieron que tuviera tanta difusión en la producción hortícola, siendo comercializado durante 40 años (Valeiro, 2015). Sin embargo, se ha demostrado que entre el 50 al 95% del BdM pasa en forma de emisiones gaseosas a la atmosfera, donde se liberan átomos de bromo que reaccionan con el ozono y otras moléculas estables que contienen cloro, dando lugar a una reacción en cadena que contribuye a la disminución de la capa de ozono, incrementando la emisión de rayos ultravioleta hacia la superficie terrestre (Thomas 1997, Müller et al. 1999). Dicho reconocimiento llevo a las naciones que hasta ese momento formaban el Convenio de Viena de 1985 a firmar el “Protocolo de Montreal” el cual contempla las sustancias que agotan la capa de ozono, con el objetivo de reducir la producción mundial de esas sustancias. La posterior Enmienda de Copenhague de 1992 incorpora al BdM como el único de uso agrícola en un listado de más de 100 gases controlados, definiendo un calendario de eliminación del mismo, poniendo fin a la producción y consumo para países desarrollados en 2005, y para los países en desarrollo en 2015 (Valeiro, 2015). Bajo estas circunstancias se vienen realizando esfuerzos para encontrar alternativas al uso de este plaguicida a través de la generación y transferencia de tecnologías y la aplicación de algunas regulaciones para reducir significativamente el consumo nacional de este agroquímico (Valeiro, 2015). Entre estas alternativas podemos nombrar en primer lugar a la solarización-biofumigación, que consiste en alcanzar aumentos en la temperatura del suelo a través del uso de plásticos, colocados en el suelo, provocando el “fenómeno invernadero”. Por su parte, la biofumigación resulta de la incorporación al suelo de residuos orgánicos, los cuales mediante su descomposición liberan compuestos tóxicos para los nematodos y otros organismos (Vuelta Lorenzo, 2014). El principio de acción es el mismo que el del BdM,

con la diferencia de que los gases son resultado de una biodegradación de enmiendas orgánicas (Bello et al., 2000). Entre las especies vegetales más utilizadas con este fin se encuentran las crucíferas, quienes al descomponerse liberan metil-tiosianato y amonio que resultan nocivas para un gran espectro de patógenos (Moya et al., 2009). El control biológico es otro método alternativo a los productos químicos, y consisten en el uso de antagonistas naturales (vegetales y animales) los cuales contribuyen a disminuir la carga de nematodos en el suelo. Como ejemplo se puede mencionar esporas del género *Pasteuria* que atacan larvas infestantes de *Meloidogyne* (Mitidieri et al., 2005). La rotación de cultivos constituye un método muy eficiente en el control de estos patógenos, logrando que no se incremente su población en el suelo, su práctica consiste en la implantación de plantas susceptibles y plantas que no sean buenas hospedantes (Doucet y Lax).

## **Injertos**

En este contexto, se torna relevante la búsqueda de alternativas para el tratamiento de adversidades que provocan daños en el cultivo ocasionando pérdidas en los rendimientos, El uso de plantas injertadas (copa) sobre pies tolerantes o resistentes es una alternativa viable para el manejo fitosanitario del cultivo. La práctica del injerto ha sido reconocida como una técnica eficaz, limpia y segura y de nulo impacto ambiental, revalorizada con la inminente prohibición del BdM (Monera, 2003). Tiene como finalidad obtener una planta con determinadas características al evitar el contacto de la planta sensible con los organismos patógenos del suelo (hongos, bacterias y nematodos) y es utilizado tanto en solanáceas (tomate, pimiento, berenjena) como en cucurbitáceas (melón, pepino y sandía) (Camacho y Fernández, 2000). Además de la resistencia a enfermedades, el injerto de hortalizas ha contribuido al incremento en la tolerancia a varios ambientes estresantes, así como al aumento en la absorción de agua y nutrientes, lo que resulta en un crecimiento vigoroso, prolongación del periodo de crecimiento y un posible incremento de rendimiento (OzoresHampton et al., 2010).

Experiencias realizadas en el CHP demostraron que pueden utilizarse diversas combinaciones pie-copa, obteniéndose rendimientos adecuados, tanto en suelos desinfectados, como infestados con *Nacobbus aberrans* (Martínez et al., 2012; Martínez et al., 2014). Dentro de los portainjertos más promisorios se encuentran los híbridos inter-específicos *L. esculentum* x *L. hirsutum* cuya combinación de plantas presentan diferentes

características y exigencias respecto a su comportamiento fenológico y vigor (Mitidieri et al., 2005; Ducasse et al., 2013). Mitidieri et al. (2011) evaluaron distintas combinaciones pie-copa en tomate en suelo infestado artificialmente con *N. aberrans*, encontrando en las plantas injertadas una cantidad significativamente menor de número de agallas por gramo de materia seca de raíz, con una respuesta diferencial según la combinación estiónica utilizada. Ensayos realizados en La Plata, registraron diversas respuestas según las distintas combinaciones estiónicas analizadas (Andreauet et al., 2009). En este sentido, fueron informadas variaciones en la fenología, precocidad y en el tamaño y rendimiento total de los frutos en función de la época y densidades de plantación (Martínez et al., 2011).

En plantas de tomate injertadas se ha encontrado que el vigor que puede provocar el portainjerto sobre la copa utilizada, influye en el aumento del peso de los frutos, alcanzando hasta 400 gramos, constituyendo una desventaja desde el punto de vista comercial (Zeoliet et al., 2009). Morelli et al. (2009) observaron en cultivos del híbrido Elpida injertado sobre Maxifort, conducidos a 2 y 3 ramas, una productividad significativamente mayor de frutos comerciales respecto a las plantas conducidas a 1 rama. Martínez et al. (2016) informaron que la conducción a dos ramas en el híbrido Yígido sobre diferentes pies aumentó significativamente el rendimiento respecto a la conducción a 3 y 4 ramas.

Estos antecedentes permiten asegurar que la conducción del cultivo de tomate a mayor cantidad de ramas, permitiría aumentar la distancia entre plantas, con la consecuente reducción de su número por unidad de superficie. Este sistema de manejo traería en consecuencia un beneficio económico al disminuir los costos de implantación dado que las plantas injertadas poseen un valor aproximado de 1,5 dólares, constituyendo el triple del valor de las plantas sin injertar. Dicho monto se atribuye al costo de las semillas utilizadas como pie y copa, la mano de obra especializada que requiere la realización de injerto y el posterior cuidado del plantín para el adecuado prendimiento (Castillo, M.; Comunicación personal, 2017).

### **Parámetros fisiológicos**

Es escasa la información existente respecto a las respuestas fisiológicas que produce dicha práctica de injerto y la carga de diferentes ramas sobre el cultivo. He et al. (2009) señalaron que el injerto en tomate mejora la fotosíntesis mediante el incremento de la actividad de las enzimas antioxidantes, también observado en berenjena por Liu et al.

(2007). Se considera que la disminución de la actividad fotoquímica es uno de los factores que limita la fotosíntesis (Souza et al. 2004). Se ha demostrado que diversos tipos de estrés disminuyen el contenido de clorofila (Liu et al. 2007 y Romphael et al. 2008) y la eficiencia fotoquímica del fotosistema II (PSII) pero estos efectos pueden mejorar mediante la técnica del injerto (Zheng et al. 2009 y He et al. 2009). La eficiencia fotosintética está relacionada a numerosos factores como por ejemplo, el estado nutricional, la disminución en el contenido de nitrógeno foliar, el contenido de clorofila, el área foliar y diferentes factores causantes de estrés (Nakano et al., 1997). Es conocido que la medición de la eficiencia fotoquímica del PSII basada en la fluorescencia de la clorofila es una técnica efectiva y no destructiva que detecta daños en el PSII (Baker, 2008; Zhang et al. 2014).

La relación de la fluorescencia variable y la fluorescencia máxima ( $F_v/F_m$ ) indica la eficiencia fotoquímica del PSII (Oquist y Wass, 1988). Ahn et al. (1999) indicaron que la relación  $F_v/F_m$  mejoró en condiciones de baja temperatura mediante el injerto de pepino sobre un patrón de calabaza. Estos resultados concuerdan con los de Zheng et al. (2009) quienes señalaron que el injerto reduce el daño al aparato fotosintético. Fue observado un efecto similar cuando se injertó tomate sobre un patrón tolerante a la salinidad, ya que éste mantiene mayor actividad fotoquímica del PSII (He et al. 2009). De acuerdo con estos antecedentes Albacete et al. (2009) relacionaron un incremento inducido por el patrón en la productividad de los cultivos a través de cambios en el área foliar y la capacidad fotosintética.

Contreras Salazar (2014) informó un incremento en la tasa fotosintética en plantas de tomate injertadas y auto-injertadas conducidas a una rama respecto a la conducción a dos ramas. Este autor señala que la mayor tasa fotosintética en la conducción a dos ramas se da en plantas injertadas sobre auto-injertadas, no habiendo diferencias significativas respecto a las plantas sin injertar. Es evidente que el injerto ejerce un efecto importante en la actividad fotosintética que podría deberse a una mayor absorción de agua y nutrientes (Contreras Salazar, 2014). Asimismo, la conducción del cultivo a dos ramas manifestó menor fotosíntesis comparado con la conducción a una sola rama y este efecto fue más importante en las auto-injertadas que en las no injertadas, poniendo en evidencia el estrés causado al sistema radicular por el mantenimiento de dos ramas y si a esto se le añade el estrés del injerto en las plantas auto-injertadas hay un efecto aditivo de los dos estreses e interacción entre ellos (Contreras Salazar, 2014).

En función de los antecedentes mencionados, resulta importante analizar la eficiencia fotoquímica del PSII ya que su conocimiento constituye una herramienta valiosa para determinar la tasa de fijación de CO<sub>2</sub> del cultivo y por ende la productividad. Las temperaturas que se registran dentro del invernadero durante el período de crecimiento del cultivo son elevadas durante el día, pudiendo generar severos daños sobre el aparato fotosintético, generando alteraciones en el transporte de electrones. Es por ello que se planteó evaluar en este trabajo el comportamiento del PSII mediante el análisis OJIP (Strasser et al., 1995) con el cual se pueden determinar entre otros el rendimiento cuántico máximo (Fv/Fm), el índice de la conservación de la energía desde fotones absorbidos por el PSII hasta la reducción de quinona B (QB), (Plabs) y la energía necesaria para cerrar los centros de reacción (Sm) en plantas de tomate injertadas y sin injertar cultivadas en invernadero en verano. Como se mencionó anteriormente, el manejo del cultivo a diferente número de ramas podría ser un factor de exigencia debido a la mayor carga de ramificaciones, hojas y destinos para abastecer con el consecuente costo biológico o fisiológico.

El conocimiento de la eficiencia fotosintética en el cultivo de tomate manejado a diferente número de ramas y plantas injertadas y no injertadas, permitirá comprobar si la técnica de injerto es determinante en la atenuación de diferentes estreses y en la productividad del cultivo bajo invernadero.

## **HIPOTESIS**

El manejo del cultivo de tomate injertado y conducido a dos ramas podría constituir un factor de estrés determinado por la demanda excesiva de foto-asimilados generando daños en el Fotosistema II (PSII).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar la eficiencia fotoquímica del Fotosistema II (PSII) en plantas de tomate injertadas y sin injertar cultivadas en invernadero.

Evaluar la productividad y calidad de los frutos cosechados en plantas de tomate injertadas conducidas a dos ramas y sin injertar (pie franco).

### **Objetivos específicos**

En el híbrido Ichiban sin injertar, conducido a una rama, y en Ichiban injertado sobre pie Maxifort conducido a dos ramas:

- Registrar la radiación fotosintéticamente activa (PAR) interceptada por el canopeo.
- Estudiar el efecto de la injertación y conducción a dos ramas sobre la respuesta en la eficiencia fotoquímica del PSII a través de la determinación de la fluorescencia de la clorofila.
- Evaluar el efecto de la práctica de injerto y forma de conducción de las plantas sobre la productividad, calidad comercial y organoléptica de los frutos.

### **MATERIALES Y METODOS**

El ensayo se condujo en La Plata, Provincia de Buenos Aires (34° 58' S, 57° 54' W) en un invernadero metálico (24 m x 40 m) de tipo parabólico ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (EEJH) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Se utilizó el híbrido de tomate Ichiban, y los tratamientos consistieron en:

1. Ichiban sin injertar, conducido a una rama (testigo)
2. Ichiban injertado sobre Maxifort (Pie), conducido a dos ramas.

Todos los plantines fueron provistos por una plantinera comercial de la zona (Tecnoflor) producidos en condiciones que garantizaron su sanidad. Los injertos fueron obtenidos mediante la técnica de empalme oblicuo mediante la combinación estiónica del híbrido redondo Ichiban (copa) sobre porta-injerto Maxifort, el cual se destaca por aportar vigor a plantas de poca vegetación y tamaño y de buen comportamiento bajo condiciones de cultivo extremas.

El trasplante fue realizado el 4 de octubre de 2017 sobre lomos distanciados a un metro, cubiertos con mulching plástico negro. El suelo fue previamente bio-fumigado mediante el agregado de 5000 g de brócoli por m<sup>2</sup>120 días antes de efectuar el trasplante. Las plantas sin injertar (a 1 rama) fueron plantadas a una distancia de 0,25 m entre plantas y las conducidas a 2 ramas a 0,50 m entre plantas, de manera que en ambos tratamientos se mantenga la misma densidad de plantación (4 ramas por metro lineal). El cultivo se condujo en forma vertical con hilo y con riego por goteo.



Foto 1: Planta de tomate al momento del trasplante.

Dentro del invernadero fue colocada una estación meteorológica Davis Perception con la que se registró la temperatura del aire y humedad relativa durante todo el período de crecimiento del cultivo.

Se registraron las siguientes variables:

- Intercepción de la radiación fotosintéticamente activa: durante el crecimiento del cultivo se registró la radiación fotosintéticamente activa (PAR) que se recibe al nivel del 4º racimo, calculando el porcentaje de intercepción, considerando como 100% el valor registrado dentro del invernadero, por encima del canopeo. Se utilizó una barra LI-COR 191 de 1 m de longitud.

Las determinaciones fueron realizadas los días 27 de diciembre, 10 y 19 de enero que corresponden a 83 – 97 y 106 días desde el trasplante (DDT).

- Índice de verdor: Se midió en la hoja inmediata inferior al primer racimo, en el folíolo terminal utilizando un medidor de clorofila SPAD Minolta. (Chlorophyll matter SPAD-502. Minolta Co. Ltd. Japan)

Las determinaciones fueron realizadas el 24 y 31 de octubre que corresponden a 20 y 27 días desde el trasplante (DDT).

- Funcionalidad del FOTOSISTEMA II: se realizó un análisis O-J-I-P (Stirbet y Govindjee, 2011), para el cual se realizaron mediciones con un Fluorómetro portátil PocketPEA

(Hansatech Instruments, UK). Los datos fueron procesados en un software PEAPlus (Hansatech Instruments, UK). .

Las determinaciones fueron realizadas el 28 de noviembre y el 21 de diciembre que corresponden a 54 y 77 días desde el trasplante (DDT).

Esas fechas corresponden a los estadios fenológicos de Floración del cuarto racimo e inicio de floración del 5to racimo (54 DDT) y floración del séptimo racimo y primera cosecha el 12/12 para los 77 DDT.

A continuación se detalla los parámetros medidos.

$F_t$  = fluorescencia a tiempo  $t$

$F_o$  = fluorescencia mínima (calculada mediante curva inicial), cuando todos los RC están abiertos.

$F_k \equiv F_{300\mu s}$ , fluorescencia en la etapa K de la curva OJIP

$F_j \equiv F_{2ms}$ , fluorescencia en la etapa J de la curva OJIP

$F_i \equiv F_{30ms}$ , fluorescencia en la etapa I de la curva OJIP

$F_p (=F_m)$  fluorescencia máxima de la curva OJIP

$F_v \equiv F_t - F_o$ , fluorescencia variable a tiempo  $t$

$F_v \equiv F_m - F_o$ , fluorescencia variable máxima

$t_{F_m}$  = tiempo al que se alcanza  $F_m$

Area = área complementaria sobre la curva OJIP

$V_t = (F_t - F_o) / (F_m - F_o)$  fluorescencia variable a tiempo  $t$

$V_j = (F_j - F_o) / (F_m - F_o)$  fluorescencia variable al tiempo de la etapa J

$M_o = 4ms \cdot (F_{270\mu s} - F_o) / (F_m - F_o)$  pendiente inicial de la curva OJIP

$S_m = \text{Área} / (F_m - F_o)$  área complementaria normalizada (refleja múltiples eventos cíclicos de reducción de QA) o energía necesaria para cerrar los RC.

Flujos energéticos específicos (por centro de reacción reductor de QA)

$Abs/RC = M_o \cdot (1/V_j) \cdot (1/\phi_{po})$  flujo absorbido por RC

$TRo/RC = M_o \cdot (1/V_j)$  flujo atrapado por RC (a  $t=0$ )

$Eto/RC = M_o \cdot (1/V_j) \cdot \Psi_{eo}$  flujo de transporte de electrones por RC (a  $t=0$ )

Eficiencia cuántica o relación de flujos

$\phi_{po} = TRo/Abs = 1 - F_o/F_m = F_v/F_m$  máximo rendimiento cuántico de la fotoquímica primaria del PSII



$\Psi_{eo} = E_{to}/TR_o = (1-V_j)$  probabilidad que un exciton atrapado mueva un electrón en la cadena transportadora de electrones más allá de QA)

$\phi_{eo} = E_{To}/Abs = (1-F_o/F_m) \cdot (1-V_j)$  rendimiento cuántico de la cadena transportadora de electrones del PSII.

$\gamma_{rc} = RC/(Abs+RC)$  probabilidad que una molécula de clorofila del PSII funcione como RC

Flujos energéticos específicos (por sección excitada- CS)

$Abs/CS = Chl/CS = F_o$  flujo absorbido por CS

$TR_o/CS = \phi_{po} \cdot F_o$  flujo atrapado por CS

$E_{To}/CS = \phi_{po} \cdot \Psi_{eo} \cdot F_o$  flujo transporte de electrones por CS

Densidad de RC

$RC/CS = \phi_{po} \cdot (V_j/M_o) \cdot F_o$  RC que reducen QA por sección excitada

$RC/Abs = \gamma_{rc}/(1-\gamma_{rc}) = \phi_{po} \cdot (V_j/M_o)$  RC que reducen QA por antena de PSII

$Pl_{abs}$

$Pl_{abs} = \gamma_{rc}/(1-\gamma_{rc}) \cdot \phi_{po}/(1-\phi_{po}) \cdot \Psi_{eo}/(1-\Psi_{eo})$  índice de la conservación de la energía desde fotones absorbidos por el PSII hasta la reducción de QB

Se utilizó el programa Excel para el procesado de datos y el software Prism 5 (GraphPad software, USA) para el análisis de los mismos. .

- Peso medio de los frutos: para la producción total y para cada categoría comercial se calculó el peso medio de los frutos, dividiendo el peso total por el número de frutos cosechados.

- Rendimiento en frutos: se registró la producción total de frutos, computando peso y número de frutos totales y por categorías comerciales, considerando frutos de 1º categoría: peso superior a 150 g, frutos de 2º categoría: peso entre 100 y 149 g y frutos de 3º categoría: peso inferior a 99 g.

- Sólidos solubles: sobre gotas de jugo de los frutos cosechados mediante el uso de refractómetro [° Brix].

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. Los datos fueron sometidos a análisis de la varianza, evaluando las diferencias entre medias por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las determinaciones de intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) fueron registradas a nivel del 4º racimo. Se calculó el porcentaje de intercepción, considerando como 100% el valor registrado dentro del invernadero, por encima del canopeo. Los resultados obtenidos manifestaron diferencias significativas en la intercepción PAR entre los tratamientos estudiados durante el crecimiento del cultivo. En la Tabla1 se pueden observar los valores registrados de radiación PAR a los 83- 97 y 106 DDT.

**Tabla 1:** Porcentaje de Intercepción de radiación fotosintéticamente activa (PAR) en cultivo de tomate del híbrido Ichiban sin injertar, conducido a una rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort, conducido a dos ramas.

Tratamientos	27 diciembre	10 enero	19 enero
<b>Ichiban sin injertar a 1 Rama</b>	52,3 a	50,4 a	54,6 a
<b>Ichiban injertado sobre Maxifort a 2 Ramas</b>	60,9 b	58,7 b	59,2 b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

Estos resultados permiten observar que las plantas de tomate injertadas y conducidas a 2 Ramas interceptan significativamente mayor radiación PAR a nivel del 4to racimo, respecto a las no injertadas y conducidas a 1 Rama.

La respuesta observada en este trabajo en la intercepción de la radiación PAR coincide con lo observado por Martínez et al. (2016) en ensayos realizados en el CHP en cultivo de

tomate injertado del híbrido Elpida. La conducción del cultivo injertado a dos ramas intercepta mayor porcentaje de radiación respecto al cultivo conducido a una sola rama.

Las determinaciones del índice de Verdor fueron realizadas en el folíolo terminal de la hoja inmediata inferior al primer racimo, utilizando un medidor de clorofila SPAD Minolta. Los resultados se vuelcan en la Tabla 2 donde se puede observar que no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en las fechas evaluadas.

**Tabla 2.** Índice de Verdor, expresado en unidades SPAD, tomado en el folíolo terminal de la hoja inmediata inferior al primer racimo en plantas de tomate del híbrido Ichiban sin injertar, conducido a una rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort, conducido a dos ramas.

<b>Tratamientos</b>	<b>24 octubre</b>	<b>31 octubre</b>
<b>Ichiban sin injertar a 1 Rama</b>	50,24 a	49,98 a
<b>Ichiban injertado sobre Maxifort a 2 Ramas</b>	42,42 a	46,15 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

Si bien no fueron registradas diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en las fechas evaluadas si se puede observar una tendencia en la disminución de los valores de verdor (unidades Spad) en las plantas injertadas conducidas a 2 Ramas versus

las no injertadas y manejadas a una sola rama. Esta tendencia podría deberse a la mayor carga de las plantas injertadas, que produjo una leve disminución del verdor pero, conservando valores elevados del mismo. Esta disminución del verdor, relacionado con el contenido de nitrógeno, podría deberse a la mayor distribución de foto-asimilados que debe realizar las plantas injertadas conducidas a 2 ramas a los destinos en crecimiento.

Funcionalidad del FOTOSISTEMA II: Las plantas a través de su periodo de crecimiento se enfrentan a numerosos estreses, siendo particularmente constante el de foto inhibición provocado por exceso de radiación PAR y radiación UV (Murata et al., 2007). Por lo tanto, midiendo la funcionalidad del FOTOSISTEMA II podría estimarse diferencias entre diferentes genotipos o híbridos, que, de no mediar otras limitantes, podrían reflejarse en la capacidad fotosintética o en el rendimiento de las plantas.

Una manera de evaluar la funcionalidad del FOTOSISTEMA II es a través del estudio de la curva de fluorescencia transientes mediante el análisis OJIP (Stirbet y Govindjee, 2011). Este tipo de análisis presentan como ventajas que no son destructivos y se pueden realizar en forma sencilla y rápida (Strasser et al., 1995). Esto permite determinar numerosos parámetros, como la máxima eficiencia cuántica del FOTOSISTEMA II ( $F_v/F_m$ ), el tamaño aparente de la antena ( $ABS/RC$ ), el número de centros de reacción activos por unidad de sección excitada ( $RC/CS$ ), el índice de funcionamiento ( $P_{labs}$ ) y la energía media necesaria para cerrar los centros de reacción ( $S_m$ ) entre otros (Stirbet y Govindjee, 2011).

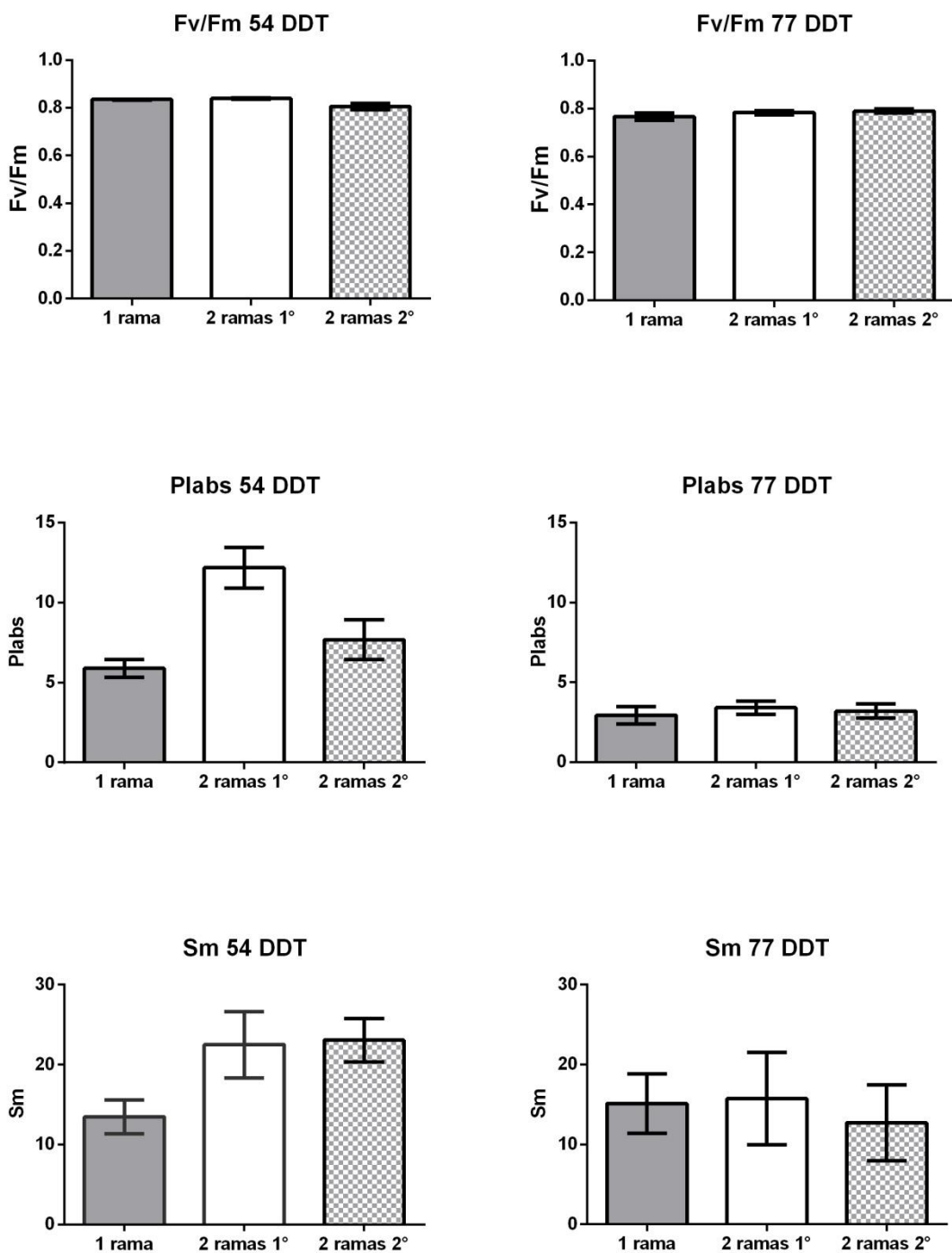


Figura 1: Parámetros de la evaluación de la funcionalidad del Fotosistema II. Máxima eficiencia cuántica del FSII (Fv/Fm), Índice de Funcionamiento o Performance (Plabs) y la energía media necesaria para cerrar los centros de reacción (Sm) a 54 DDT y 77 DDT en el folíolo terminal de la hoja inmediatamente inferior al primer racimo en plantas de tomate del híbrido Ichiban sin injertar conducido a 1 rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort conducido a 2 Ramas. (No hay análisis estadístico en esta figura, ya que no se puede comparar

las dos ramas de un tratamiento vs una única rama del otro, solo se visualizan los datos).

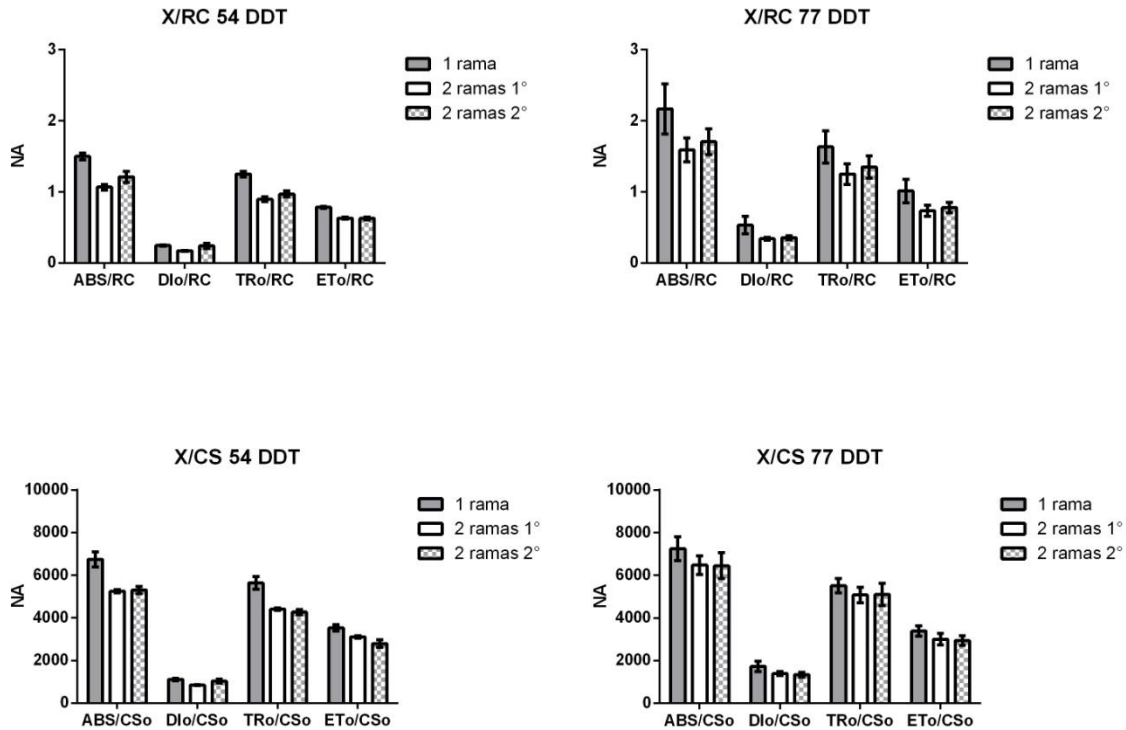


Figura 2: Parámetros (X) en relación a los Centros de Reacción (RC) y Sección de la Hoja (CS). Abs: es la energía absorbida, Tr es la energía atrapada o sea la que reduce a Qa y ET es el transporte de electrones, o sea la reducción más allá de Qa.

Las determinaciones fueron realizadas en el folíolo terminal de la hoja inmediatamente inferior al primer racimo en plantas de tomate del híbrido Ichiban sin injertar conducido a 1 rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort conducido a 2 Ramas. (No hay análisis estadístico en esta figura, ya que no se puede comparar las dos ramas de un tratamiento vs una única rama del otro, solo se visualizan los datos).

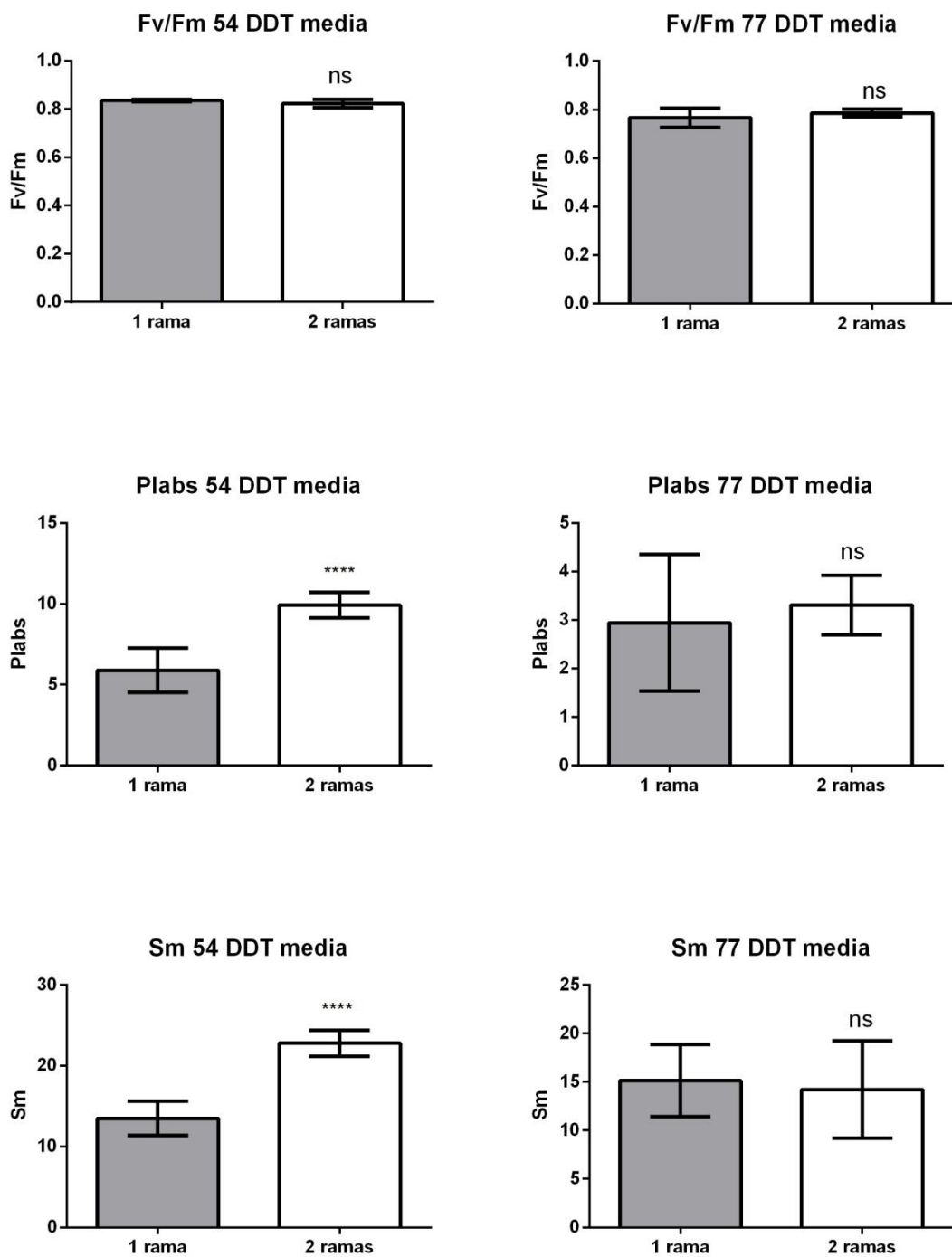


Figura 3: Parámetros de la evaluación de la funcionalidad del Fotosistema II. Máxima eficiencia cuántica del FSII (Fv/Fm), Índice de Funcionamiento o Performance (Plabs) y la energía media necesaria para cerrar los centros de reacción (Sm) a 54 DDT y 77 DDT utilizando la media de las ramas 1° y 2° en el tratamiento de 2 ramas. Se realizó un t-test, \* significativo  $p \leq 0.05$ , \*\* significativo  $p \leq 0.01$ , \*\*\* significativo  $p \leq 0.001$  y ns= no significativo.

Los resultados obtenidos que registran la relación entre fluorescencia variable y máxima (Fv/Fm), el índice de performance absoluto (PIAbs) y el requerimiento energético de los centros de reacción (Sm) se muestran en las Figuras 1 y 3. Las determinaciones fueron realizadas 54 DDT (28-11-2017) sobre el foliolo terminal de la hoja inmediatamente inferior al primer racimo. En las plantas injertadas se trabajó sobre la rama principal.

La segunda determinación fue realizada a los 77 DDT (21-12-2017) en la hoja inmediatamente inferior al 6to racimo (es el que está fructificando en esta fecha).

Se realizó un análisis de normalidad de los datos con el test de D'agostino-Pearson y no respondieron a una curva de Gauss, es decir no se ajustaron a una distribución normal, estos resultados estuvieron en coincidencia con el trabajo de Lazar y Naus (1998). Estos autores, utilizando trigo invernal bajo condiciones de campo y estudiando 5 métodos para determinar la distribución normal de datos de fluorescencia transiente concluyeron que el comportamiento de estos datos no se ajusta a una curva normal.

Por otro lado, en este trabajo se pretende comparar un tratamiento conducido a dos ramas con otro a 1 rama, siendo que en el primero se tienen que tomar datos tanto en la rama primaria como secundaria. Además, los datos que se obtienen en el tratamiento a 2 ramas tienen la particularidad de estar apareados ya que se miden de cada planta dos ramas. Es por esto que para comparar tratamientos se analizaron en primer lugar los datos de las plantas a 2 ramas, comparando estas con un análisis de t-test apareado y en el caso de que los parámetros estudiados (Fv/Fm, PIAbs y Sm) no presentaran diferencias significativas con un  $p \leq 0.05$  se utilizaron las medias de las dos ramas para la comparación con las plantas de tomate conducidas a 1 rama. Los resultados pueden observarse en la Figura 3, a los dos tiempos y para los 3 parámetros estudiados. El parámetro de fluorescencia de la clorofila más típicamente estudiado es el Fv/Fm que es el cociente entre la fluorescencia variable y la fluorescencia máxima y corresponde a la relación entre la energía atrapada (TR) y la energía absorbida (Stirbet y Govindjee, 2011). La energía se considera atrapada cuando un fotón provoca la reducción de la QA, dando QA<sup>-</sup> y se relaciona con la energía absorbida por la antena. En vegetales este parámetro es muy constante y se ubica en valores de 0.75 a 0.85 (Bolhar- Nordenkampf et al., 1989). En este trabajo se observó valores de Fv/Fm de 0.835 y 0.822 para conducción en 1 y 2 ramas respectivamente a 54 DDT y 0.767 y 0.786 para 77 DDT en conducciones a 1 y 2 ramas respectivamente (Figura 3). En los dos casos no se observaron diferencias



significativas y siempre los valores estuvieron dentro de rangos fisiológicos que se consideran normales (Bolhar-Nordenkamp et al., 1989).

Por otro lado, el Plabs que es el índice de la conservación de la energía desde fotones absorbidos por el PSII hasta la reducción de QB, es un parámetro introducido por Srivastava et al. (1999) que basado en una ecuación de Nernst, utiliza 3 parámetros como un descriptor de la conservación de la energía. En este trabajo se observa que Plabs en hojas de plantas conducidas a 2 ramas presenta valores significativamente mayores que las conducidas a 1 rama a 54 DDT, mientras no se observan diferencias entre los tratamientos a 77 DDT. (Figura 3). El Plabs es un índice muy sensible a estrés en plantas y está relacionado en forma inversa con los niveles de especies que reaccionan con el ácido tio-barbitúrico (TBars), el cual es un indicativo de los niveles de malondialdehído (Rachosky et al., 2015). Estos compuestos son uno de los principales productos de la oxidación de los ácidos grasos de las membranas, producto del estrés oxidativo.

Como puede observarse en la figura 3, los valores de Plabs a 54 DDT son entre 2 y 3 veces mayores a los valores a 77 DDT, indicando que las plantas en esta segunda medición muestran algún grado de estrés producto del cultivo prolongado bajo las condiciones ambientales bajo cubierta.

De la misma manera que el Plabs, el Sm muestra valores significativamente superiores a 54 DDT en el sistema de conducción a 2 ramas en comparación con 1 rama. Este parámetro es indicativo de la energía necesaria para cerrar los centros de reacción activos y también puede interpretarse como el pool de aceptores de electrones por cadena transportadora activa.

Por otro lado pueden observarse en la figura 2 el comportamiento de los flujos de energía medidos por centro de reacción activos (RC) y por sección de la hoja excitada. Estos datos coinciden con los descriptos anteriormente, en especial el parámetro ABS/RC que es el tamaño aparente de la antena y que surge de dividir la energía absorbida por la antena y los RC.

En la figura 3 se observa el comportamiento de los parámetros Fv/Fm, Plabs y Sm en cada rama a 54 y 77 DDT. Puede observarse que con excepción al Fv/Fm en la rama secundaria y el Sm en la conducción a 1 rama y en la rama principal del tratamiento a 2 ramas, el resto de los parámetros en otros momentos sufren caídas a 77 DDT en comparación a 54 DDT. Estos datos pueden atribuirse al estrés provocado por la historia de producción de las plantas a través del tiempo. En un trabajo realizado en tomate bajo condiciones de laboratorio e invernadero, se observó una caída del Fv/Fm a medida que

la temperatura aumentaba y esto se relacionó con el estrés sufrido por las plantas (Willis y Peet, 2001). Si bien este trabajo fue realizado en cortos períodos de tiempo de altas temperaturas puede servir como una aproximación a los efectos de cultivo en invernadero bajo condiciones de altas temperaturas.

Estos resultados sugieren que el sistema de conducción a 2 ramas no solo no presenta episodios de estrés detectables mediante fluorescencia de la clorofila en comparación con la conducción a 1 rama, sino que el sistema de 2 ramas presenta ventajas desde la eficiencia de los fotosistemas.

Asimismo, esta respuesta en la eficiencia de los fotosistemas detectado en las plantas injertadas conducidas a 2 ramas trajo aparejado un aumento en el peso medio de los frutos cosechados y en el rendimiento total del cultivo por unidad de superficie, tal cual puede observarse en la Tabla 3 y 4.

El Peso medio de los frutos cosechados fue determinado para la producción total y para los de primera categoría comercial dividiendo el peso total por el número de frutos cosechados. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas 3 y 5.

**Tabla 3.** Peso medio total de frutos del híbrido Ichiban sin injertar conducido a 1 rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort conducido a 2 Ramas. Los datos se corresponden a 16 cosechas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso medio total de frutos (g)</b>
<b>Ichiban sin injertar a 1 Rama</b>	107,25 a
<b>Ichiban injertado sobre Maxifort a 2 Ramas</b>	213,25 b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

Como se observa en la Tabla 3 el peso medio total de los frutos cosechados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Los frutos del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort y conducidos a 2 ramas presentaron el doble del peso

medio del híbrido sin injertar y conducido a 1 rama (213 vs. 107 g). Esto coincide con lo informado en trabajos previos por Morelli et al. (2009) en cultivos del híbrido Elpida injertado sobre Maxifort y por Martínez et al. (2016) en cultivos del híbrido Yígido sobre diferentes pies donde el peso medio de los frutos y el rendimiento se incrementó respecto a la conducción a 1 rama.

Se registró la producción total de frutos (Rendimiento: kg/m<sup>2</sup>), computando peso y número de frutos totales y por categorías comerciales, considerando frutos de 1° categoría: peso superior a 150 g, frutos de 2° categoría: peso entre 100 y 149 g y frutos de 3° categoría: peso inferior a 99 g.

**Tabla 4.** Peso de frutos (Kg/m<sup>2</sup>) según categorías comerciales del híbrido Ichiban sin injertar conducido a 1 rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort conducido a 2 Ramas. Los datos corresponden a 16 cosechas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso frutos 1ra. Categoría</b>	<b>Peso frutos 2da. categoría</b>	<b>Peso frutos 3ra. Categoría</b>	<b>Peso total</b>
<b>Ichiban sin injertar a 1 Rama</b>	3,63 a	5,87 a	5,32 b	14,83 a
<b>Ichiban injertado sobre Maxifort a 2 Ramas</b>	12,56 a	2,09 a	0,83 a	15,48 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

Las plantas injertadas conducidas a 2 ramas ven incrementada la producción de frutos de primera categoría 4 veces respecto a las plantas sin injertar (Tabla 4). Si bien estas diferencias son amplias, las mismas no registraron diferencias significativas estadísticamente.

Los mayores rindes de frutos de segunda categoría fueron obtenidos en las plantas sin injertar y conducidas a 1 rama respecto a las plantas injertadas. Las plantas sin injertar vieron incrementada la producción un 35,6% respecto a las injertadas de frutos de 2da

categoría. La misma tendencia fue observada en frutos de tercera categoría pero aquí el incremento registrado fue de 15,6 % en las plantas sin injertar conducidas a 1 rama (Tabla 4).

El rendimiento total no manifestó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en este trabajo. Las plantas injertadas conducidas a 2 ramas tuvieron un rendimiento más alto (15,48 kg/m<sup>2</sup>) respecto de las no injertadas y conducidas a 1 rama (14,83kg/m<sup>2</sup>).

El número de frutos obtenidos por m<sup>2</sup> manifestó diferencias significativas entre tratamientos para frutos de segunda y tercera categoría pero no para los frutos de primera categoría comercial. Las plantas injertadas conducidas a 2 ramas tuvieron un total de 71,25 frutos por unidad de superficie mientras que las plantas no injertadas que se condujeron a 1 rama sostuvieron 137 frutos (Tabla 6). Estos valores registrados indican que las plantas injertadas y conducidas a 2 ramas sostienen un 48% menos de frutos que las plantas sin injertar. Sin embargo, ese menor número de frutos totales registrado en las plantas injertadas y conducidas a 2 ramas pertenecen en un 59,3% a frutos de primera categoría comercial. Si bien las plantas sin injertar sostuvieron una mayor carga de frutos por m<sup>2</sup>, solamente un 14,9% de la totalidad pertenece a la primera categoría comercial (Tabla 6).

Las plantas injertadas conducidas a 2 ramas presentaron frutos de primer categoría comercial con mayor peso medio respecto a las plantas no injertadas (280,25 vs. 174,5 g) tal como se puede observar en la Tabla 5. Las plantas sin injertar tuvieron una merma en el peso de los frutos de 38% respecto a las plantas injertadas.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten determinar que la conducción a 2 ramas es la más adecuada para mantener el nivel de rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) y producción de frutos de primera categoría comercial en plantas injertadas del híbrido Ichiban sobre pie Maxifort.

Trabajos previos realizados en el CHP indican que la conducción más apropiada para el cultivo de tomate injertado es la de 2 ramas ya que se ha probado conducción a 3 y 4 ramas confirmando a la planta una elevada sobrecarga de destinos y mayor exigencia en el reparto de fotoasimilados, generando una merma en el número de frutos cuajados (Buccoy Berardo, 2017). Estos autores han informado que plantas conducidas a 4 ramas registraron una pérdida del 16,7% de las ramas totales mientras que en las plantas conducidas a 2 ramas dicha disminución fue sólo del 2,78%. Martínez et al. (2016) también

observaron incrementos en el rendimiento de tomate Yígido injertado sobre diferentes pies, cuando se lo condujo a 2 ramas, respecto a la conducción a 3 y 4 ramas.

**Tabla 5.** Peso medio de frutos (gramos) de primera categoría comercial del híbrido Ichiban sin injertar conducido a 1 rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort conducido a 2 Ramas. Los datos corresponden a 16 cosechas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso medio de frutos (gr) 1ra. categoría</b>
<b>Ichiban sin injertar a 1 Rama</b>	174,50 a
<b>Ichiban injertado sobre Maxifort a 2 Ramas</b>	280,25 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

**Tabla 6.** Número de frutos/m<sup>2</sup> según categorías comerciales del híbrido Ichiban sin injertar conducido a 1 rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort conducido a 2 Ramas. Los datos corresponden a 16 cosechas.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número frutos 1ra. Categoría</b>	<b>Número frutos 2da. categoría</b>	<b>Número frutos 3ra. categoría</b>	<b>Número total Frutos</b>
<b>Ichiban sin injertar a 1 Rama</b>	20,50 a	43,75 b	72,75 b	137,00 a
<b>Ichiban injertado sobre Maxifort a 2 Ramas</b>	45,25 a	16,00 a	10,25 a	71,25 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

**Tabla 7.** Determinación de Sólidos solubles mediante el uso de refractómetro [° Brix] en frutos de tomate del híbrido Ichiban sin injertar, conducido a una rama y del híbrido Ichiban injertado sobre Maxifort, conducido a dos ramas. Las determinaciones fueron realizadas en frutos seleccionados al azar a los 83-90 y 103 DDT.

<b>Tratamientos</b>	<b>83 DDT</b>	<b>90 DDT</b>	<b>103 DDT</b>
<b>Ichiban sin injertar a 1 Rama</b>	5,40 a	5,04 a	4,70 a
<b>Ichiban injertado sobre Maxifort a 2 Ramas</b>	4,90 a	5,31 a	5,80 b

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).*

Los Sólidos Solubles fueron determinados tomando 10 frutos de cada tratamiento al azar en las fechas que se muestran en la Tabla 7.

Se observa que no se produjeron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en este trabajo, salvo a los 103 DDT donde se registraron mayores valores en los frutos de tomate provenientes de plantas injertadas y conducidas a 2 Ramas. (Tabla 7)

Es conocido que la calidad óptima para el consumo de tomate fresco se obtiene cuando se permite que los frutos maduren en la planta, alcanzándose de este modo el máximo sabor (Kader et al., 1977). Con respecto al aroma, se ha observado que su principal componente se encuentra en una concentración 31% mayor en tomates madurados en planta que cuando la cosecha es anticipada con el fin de lograr un mayor potencial de almacenamiento (Saltveit, 1999). En cuanto al sabor son importantes los azúcares, que constituyen aproximadamente el 60% de los sólidos solubles (predominan glucosa y fructosa), los ácidos orgánicos (mayormente cítrico y en menor medida málico), aminoácidos, lípidos y minerales (Peiris et al., 1998). Mientras algunos investigadores han

sugerido que la relación sólidos solubles/acidez titulable es importante para definir las diferencias en el sabor entre cultivares de tomate, otros indican que el sabor de los frutos puede ser mejorado incrementando el contenido total de azúcares y disminuyendo los ácidos (Jones y Scott, 1984). Generalmente, un incremento en estos compuestos resulta en un correspondiente aumento en la intensidad del sabor, lo que no necesariamente implica una mejora en la calidad del mismo. Actualmente, el sabor del tomate es estimado tanto a partir de estudios sensoriales como mediante mediciones de sólidos solubles, pH, acidez titulable y la relación sólidos solubles/acidez titulable (Baldwin et al., 1991; 1998).

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo registraron valores de sólidos solubles que coinciden con los reportados por numerosos trabajos realizados en diferentes regiones, tanto de la zona del CHP (Martínez et al., 2016) como del exterior (Gómez y Camelo, 2002).

## **CONCLUSIONES**

En este trabajo se pudo determinar que la intercepción de la radiación PAR manifestó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados siendo mayor en las plantas injertadas conducidas a 2 ramas.

La funcionalidad del FOTOSISTEMA II mostro diferencias significativas entre tratamientos en la primer fecha evaluada, en los parámetros de PIabs y Sm, indicando que el sistema de conducción a dos ramas injertado manifestó mejor comportamiento de los FOTOSISTEMAS en comparación a la forma convencional del cultivo (conducción a 1 rama sin injerto). Esta situación evidencia la factibilidad tecnológica de esta práctica, lo que se refuerza con el hecho de la obtención de rendimientos equivalentes a los logrados en producciones convencionales, con una tendencia al aumento de frutos de primera categoría, manteniendo la calidad comercial.

De esta manera, la utilización de plantas injertadas conducidas a dos ramas es una alternativa sustentable a la forma de producción convencional, frente al desafío de reducir el uso de productos de síntesis química, obteniendo así un producto más inocuo para el consumo, y reduciendo costos al productor, al disminuir el número de plantas por unidad de superficie.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

En trabajos futuros se postula profundizar la comprensión de los procesos fisiológicos implicados incluyendo tratamientos que permitan evaluar en forma independiente el efecto producido por la práctica del injerto teniendo en cuenta el tipo del pie utilizado. En este ensayo es muy probable que haya tenido una marcada influencia el efecto vigorizante producido por el pie utilizado (Maxifort), como así también la forma de conducción de las plantas.

Se indagará en futuros trabajos sobre la respuesta del injerto y la forma de conducción en la respuesta fisiológica y la productividad del cultivo con sus correspondientes tratamientos controles sin injertar y conducido al número de ramas correspondientes. Estos trabajos permitirán conocer en forma adecuada la respuesta del injerto, el efecto de los pies utilizados como copas y la posible alteración de la relación fuente-destino, en diferentes parámetros fisiológicos y de productividad.



## BIBLIOGRAFIA

- **Adlercreutz, E.A.; E. Chaves, E.; Mondino, E. y Szczesny, A.** 2007. Fluctuación poblacional de juveniles del segundo estadio de *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne* sp. bajo condiciones de invernáculos. (Período Sept. 2004 / Oct. 2007). INTA. 2pp. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ea\\_031013.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ea_031013.pdf). Última consulta el 6 de Agosto de 2018.
- **Ahn, S.; Chung, Y.; Cho, G. and Suh, B.** 1999. Physiological responses of grafted cucumber leaves and rootstock roots as affected by low root temperature. *Sci. Hortic.* 81:397-408.
- **Albacete, A.; Martínez-Andujar, C.; Edmond Ghanem, M.; Acosta, M.; Sanchez-Bravo, J.; Asins, L.; Cuartero, J.; Lutts, S.; Dodd, I. and Perez-Alfocea, F.** 2009. Rootstock mediated changes in xylem ionic and hormonal status are correlated with delayed leaf senescence, and increased leaf area and crop productivity in salinized tomato. *Plant Cell Environ.* 32:928-938. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3040.2009.01973.x>. Última consulta: 7 de Agosto de 2018.
- **Andreau, R.; Garbi, M.; Martinez, S. y Morelli, G.** 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 L. Troilo** (ed.). 2011. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate. INTA. FAO. Buenos Aires. 262 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/i1746s/i1746s.pdf>. Última consulta: 7 de Agosto de 2018.
- **Baker, N.R.** 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annu Rev. Plant Biol.* 59:89-113. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/32dc/109c20cbaf1ac4055eecbb25f110119d0d82.pdf?ga=2.228864860.1157423598.1533674845-161236811.1533674845>. Última consulta: 7 de Agosto de 2018.
- **Baldwin, E.; Nisperos - Carriedo, M. y Moshonas, M.** 1991. Quantitative analysis of flavor and other volatiles and for certain constituents of two tomato cultivars during ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(2): 265-269.

- **Baldwin, E.A.; Scott, J.W.; Einstein, M.A.; Malundo, T.M.; Carr, B.T.; Shewfelt, R.L. y Tandon, K.S.** 1998. Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavor. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123 (5): 906-915.
- **Bello, A.; López, J.A.; Sanz, R.; Escuer, M. y Herrero, J.** 2000. Biofumigation and organic amendments. En *Methyl Bromide Alternatives for North African and Southern European Countries* 26-29 May 1998, Rome. UNEP, pp. 113-141. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/258840355\\_Biofumigation\\_and\\_organic\\_amendments](https://www.researchgate.net/publication/258840355_Biofumigation_and_organic_amendments). Ultima consulta: 6 de Agosto de 2018.
- **Blog agricultura.** 2017. Estadísticas agrícolas de tomate: producción, superficie y rendimiento. Disponible en: <https://blogagricultura.com/estadisticas-tomate-produccion/>. Ultima consulta: 14 de Agosto de 2018.
- **Bolhar - Nordenkamp, H.; Long, S.; Baker, N.; Oquist, G.; Schreiber, U.; and Lechner, E.** 1989. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. *Functional Ecology* 3: 497–514.
- **Bucco, N. y Berardo, J.M.** 2017. Producción de plantas injertadas de tomate a 2 y 4 ramas y cultivadas en suelos infectados con nematodos. Tesis de grado Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 25 páginas. Disponible: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/63581>.
- **Camacho, F. y Fernández, E.** 2000. El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero en el litoral mediterráneo español. Ed. Caja Rural De Almería. Almería, España. Disponible en: <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/seriestematicas/agricultura/el-cultivo-de-sandia-apirena-injertada.pdf>. Ultima consulta: 6 de Agosto de 2018.
- **Camacho, F. y Fernández, E.** 2002. El injerto de hortalizas en los semilleros de Almería. Disponible en: <http://www.terralia.com/revista12/pagina22-26.htm>
- **Cap, G.; Fatlhauser, P.; Castellano, S. y Grondona, M.** 1981. Control de nematodos en un cultivo de tomate y su expresión en los rendimientos. IV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Córdoba, Argentina. 19-21 de Agosto, 55-56 (Resumen).
- **Carranza, J.M.** 1979. Lista de las principales causas de enfermedades de los cultivos hortícolas en la República Argentina. Serie Técnica N° 1. Ministerio de Economía. Subsecretaría de Asuntos Agrarios. Estación Experimental de Gorina.
- **Castillo, M.** 2017. Comunicación personal.
- **Chaves, E.J.** 2005. Los nematodos y la producción de papa.

- **Contreras Salazar, E.A.** 2014. Efecto del injerto sobre la nutrición y fotosíntesis del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis Doctoral Universidad Autónoma Nuevo León. 112 p. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3974/1/1080253523.pdf>. Ultima consulta: 7 de Agosto de 2018.
- **Doering, A.** 1891. Viticultura en Córdoba. Boletín del Departamento Nacional de Agricultura 15, 381.
- **Doucet, M. y Lax, P.** El género *Meloidogyne* y su situación con respecto a la agricultura en la Argentina. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27740/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27740/Documento_completo.pdf?sequence=1). Ultima consulta: 6 de Agosto de 2018.
- **Ducasse, A.; Garbi, M.; Morelli, G.; Grimaldi, M.; Somoza, J.; Carbone, A.; Cerisola, C. y Martínez, S.** 2013. Características de híbridos de tomate utilizados como pie de injerto cultivados en suelos con nemátodos. Libro de Actas XXXVI Congreso Argentino de Horticultura. 24 al 26 de septiembre de 2013. Tucumán, Argentina. pp. 51.
- **FAO.** 2017. Informe de la Reunión Regional sobre alternativas para la sustitución del uso de bromuro de metilo en la agricultura. Caracas, Venezuela. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Methyl\\_Bromide/bromrepo.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Methyl_Bromide/bromrepo.pdf). Ultima consulta el 7 de agosto de 2018.
- **Fernández Lozano, J.** 2012. La producción de hortalizas en Argentina: Gerencia de calidad y tecnología. Secretaria de Comercio Interior. Mercado Central de Bs. As. Disponible en: <http://www.central-servicios.com.ar/cmcba/ziptecnicas/laproducciondehortalizasenargentina.pdf>.
- **García, M.** 2011. Análisis de las transformaciones de la estructura agraria hortícola platense en los últimos 20 años. El rol de los horticultores bolivianos, In Ciencias Agrarias UNLP, La Plata.
- **Gómes, P.A. y Camelo, A.F.** 2002. Calidad post-cosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. Horticultura Brasileira, 20 (1): 38- 43.
- **He, Y.; Zhu, Z.; Yang, J.; Ni, X. and Zhu, B.** 2009. Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. Environ. Exp. Bot. 66:270-278.
- **Huergo, J.M.** 1902. Enfermedad radicular del tomate. Boletín del Ministerio de Agricultura 42, 1040-1059.

- **Horto info** 2017. Récord histórico en la producción mundial de tomate, superando los 177.000 millones de kilos. Disponible en: <http://www.hortoinfo.es/index.php/6563-prod-mund-tomate-291217>. Ultima consulta: 14 de Agosto de 2018.
- **Hussey, R.S. y Janssen, G.J.** 2002. Root-knot nematodes: Meloidogyne Species. En: Plant resistance to parasitic nematodes. Starr, J.L., Cook, R. & Bridge, J. (eds). CABI Bioscience, Egham, UK, 43-70.
- **Jones, R.A. y Scott, S.J.** 1984. Genetic potential to improve tomato flavor in commercial F1 hybrids. Journal of the American Society for Horticultural Science, 109: 318-321.
- **Kader, A.; Stevens, M.; Albrightlton, M.; Morris, L. y Algazi, M.** 1977. Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes. Journal of the American Society for Horticultural Science, 102:724-731.
- **Lazar, D. y Naus, J.** 1998. Statistical properties of chlorophyll fluorescence induction parameters. Photosynthetica, 35 (1):121-127.
- **Liu, Z.; Zhu, Y.; Hu, C.; Wei, G.; Yang, L. y Zhang, G.** 2007. Effects of NaCl stress on the growth, antioxidant enzyme activities and reactive oxygen metabolism of grafted eggplant. Yin Yong Sheng Tai Xue Bao 18:537-541. Disponible en: <https://europepmc.org/abstract/med/17552189>. Ultima consulta: 7 de Agosto de 2018.
- **Martínez, S.; Garbi, M.; Andreau, R.; Morelli, G.; Zeoli, F. y Cap, G.** 2011. Estudio de las combinaciones pie – injerto en tomate conducido en suelo con nemátodos. Seminario de horticultura urbana y periurbana: Buscamos soluciones entre todos. INTA EEA San Pedro, 1 y 2 de noviembre de 2011. San Pedro: Ediciones INTA. 99 p. (Serie: Capacitaciones, n. 2) ISBN 978-987. PP. 42-48.
- **Martínez, S.; Ducasse, A.; Garbi, M.; Andreau, R.; Morelli, G. y Etcheverry, M.** 2012. Rendimiento y respuesta fenológica de tres híbridos de tomate injertados sobre pie Maxifort y conducidos en suelo con nemátodos. Horticultura Argentina 31(76): Sep.-Dic. 2012 (con referato) ISSN de la edición on line 1851-9342 Página: 25.
- **Martinez, S.; Garbi, M.; Grimaldi, M.C.; Somoza, J.; Morelli, G. y Cerisola, C.** 2014. Evaluación de la respuesta agronómica de plantas de tomate injertadas en cultivo bajo invernadero. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata Vol. 113 (2): 218-223. Disponible en: <http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/251/170>. Ultima consulta: 7 de Agosto de 2018.
- **Martínez, S.; Garbi, M.; Morelli, G.; Somoza, J.; Grimaldi, M.C.; Cerisola, C. y Perelló, L.** 2016. Conducción a dos, tres y cuatro ramas de Tomate Yígido injertado en diferentes porta injertos. Horticultura Argentina 35(88):82.

- **Ministerio de Agroindustria.** 2016. Perfil de tomate. Disponible en: [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/hortalizas/archivos/000030\\_Informes/000997\\_Perfil%20de%20tomate%202016.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/archivos/000030_Informes/000997_Perfil%20de%20tomate%202016.pdf). Ultimo acceso: 7 de Agosto de 2018.
- **Mitidieri, M.; Brambilla, M.; Piris, M.; Piris, E. y Maldonado, L.** 2005. El uso de portainjertos resistentes en cultivo de tomate bajo cubierta: resultados sobre la sanidad y el rendimiento del cultivo. INTA Centro Regional Buenos Aires Norte. Argentina. pp. 8.
- **Mitidieri, M.; Brambilla, M.; Barbieri, M.; Arpía, E.; Maldonado, L.; Celié, R.; Piris, M.; Piris, E. y Cap, G.** 2011. Plantas injertadas sobre pies resistentes: una solución para el cultivo de tomate. Seminario de horticultura urbana y periurbana: Buscamos soluciones entre todos. Serie Capacitaciones N° 2. INTA EEA San Pedro, 1 y 2 de noviembre de 2011. Mitidieri Mariel, Corbino Graciela, Constantino Armando Eds. San Pedro: Ediciones INTA. pp. 49-61.
- **Mitidieri, M.; Brambilla, M.; Gabilondo, J.; Saliva, V. y Piris, M.** 2011. Efectos de la solarización y bio-fumigación sobre la incidencia de podredumbres radicales en cultivo de tomate bajo cubierta. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Libro de Actas, pág. 519.
- **Monera R.** 2003. Los hongos del suelo factor limitante del cultivo de la sandía. Disponible en: [https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_vrural/Vrural\\_1999\\_96\\_22\\_25.pdf](https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_1999_96_22_25.pdf). Ultima Consulta: 6 de Agosto de 2018.
- **Morelli, G.; Martínez, S.; Zeoli, F.; Garbi, M. y Andreau, R.** 2009. Efecto del tipo de conducción de 1, 2 y 3 ramas por planta sobre el rendimiento en tomate cv. Elpida injertado sobre pie Maxifort en cultivo bajo cubierta en La Plata, Buenos Aires. Libro de Actas XXXII Congreso Argentino de Horticultura. 23-26 de septiembre de 2009. Salta, Argentina. pp. 82.
- **Moya, M.C.; Español, M.; Nicolini, F.; Wright, E. y Rivera, M.C.** 2009. Efecto de la biofumigación sobre la producción de cultivos de tomate y berenjena. Libro de resúmenes 32 Congreso Argentino de Horticultura. 23-26 de septiembre de 2009. Salta, Argentina. pp. 76.
- **Müller, M.; Reinhold, M.; Lange, M.; Zeise, U.; Jurgens, E. y Hallier, E.** 1999. Photometric determination of human serum bromide levels – a convenient biomonitoring for methyl bromide exposure. In Proceedings of the International Symposium on Health

Aspects of Environmental and Occupational Exposure, 28 September-1 October 1998 (Leng G, Hadnagy W, eds.). Dusseldorf, Germany, Toxicology Letters, pp.155 – 159 (PDF).

- **Murata, N.; Takahashi, S.; Nishiyama, Y. y Allakhverdiev, S.** 2007. Photo inhibition of photo system II under environmental stress. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1767. 414-421.

- **Nakano, H.; Makino, A. y Mae, T.** 1997. The effect of elevated partial pressure of CO<sub>2</sub> on the relationship between photosynthetic capacity and N content in rice leaves. *Plant Physiol* 115: 191-198. Disponible en: <http://www.plantphysiol.org/content/plantphysiol/115/1/191.full.pdf>. Ultima consulta: 7 de Agosto de 2018.

- **OIT- INTA Mar del Plata.** 2002. Información extraída de la siguiente página. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ea\\_031013.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ea_031013.pdf). Ultima consulta: 7 de agosto de 2018.

- **Oquist, G. y Wass, R.** 1988. A portable, microprocessor operated instrument for measuring chlorophyll fluorescence kinetics in stress physiology. *Physiol. Plant.* 73:211-217.

- **Ozores Hampton, M.; Zhao, X. y Ortez, M.** 2010. Introducción a la Tecnología de Injertos a la Industria de Tomate en la Florida: Beneficios Potenciales y retos. Department of Horticultural Sciences. Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). pp. 1-6. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS118700.pdf>. Ultima consulta: 6 de Agosto de 2018.

- **Peiris, K.; Dull, G.; Leffler, R. y Kays, S.** 1998. Nearinfrared spectrometric technique for non destructive determination of soluble solids content in processing tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123: 1089-1093.

- **Perez Fernandez, J. y Corro Molas, A.** 2003. Soja: nematodo de la agalla en La Pampa.

- **Rachosky, M.; Gazquez, A.; Calzadilla, P.; Bezus, R.; Rodriguez, A.; Ruiz, O.; Menendez, A. y Maiale, S.** 2015. Chlorophyll fluorescence and lipid peroxidation changes in rice somaclonal lines subjected to salt stress. *Acta Physiologia Plantarum*, 37: 117.

- **Romphael, Y.; Cardarelli, M.; Reat, E. y Colla, G.** 2008. Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. *Environ. Exp. Botany*. 63:49-58.

- **Saltveit, M.** 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 279-292.

- **Souza, R.; Machado, E.; Silva, J.; Lagoa, A. y Silveira, A.** 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. *Environ. Exp. Botany*. 51:45-56.
- **Srivastava, A.; Strasser, R. y Govindjee, R.** 1999. Greening of peas: parallel measurements of 77 K emission spectra, OJIP chlorophyll a fluorescence, period four oscillation of the initial fluorescence level, delayed light emission, and P700. *Photosynthetica* 37: 365–392.
- **Stirbet, A. y Govindjee.** 2011. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and photosystem II: Basics and applications of the OJIP fluorescence transient. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. Disponible en: [http://www.life.illinois.edu/govindjee/Electronic%20Publications/2011/2011\\_Stirbet\\_Govindjee.pdf](http://www.life.illinois.edu/govindjee/Electronic%20Publications/2011/2011_Stirbet_Govindjee.pdf). Última consulta: 7 de Agosto de 2018.
- **Strasser, R.J.; Srivastava, A. y Govindjee, R.** 1995. Polyphasic chlorophyll a fluorescence transient in plants and cyanobacteria. *Photochemistry Photobiology* 61:32–42.
- **Taylor, A.L. y Sasser, J.N.** 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). *Coop. Publ. Dep. Plant Pathol., North Carolina State Univ. and U. S. Agency Int. Dev. Raleigh, N. C.*, 111 p. Disponible en: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnaak809.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnaak809.pdf). Última consulta: 6 de Agosto de 2018.
- **Thomas W.** 1997. Impacto ambiental de bromuro de metilo. En *Alternativas al Bromuro de Metilo en Agricultura* (Bello A, González JA, Pérez Parra J, Tello J, eds.). Junta Andalucía, Sevilla, España, pp. 13-18. Última consulta: 26 de Julio de 2018.
- **Thorne, G.D. y Allen, M. W.** 1944. *Nacobbus dorsalis*, nov. gen. *Nov. spec. (Nematoda: Tylenchidae)* producing galls on the roots of alfalfa, *Erodium cicutarium* (L.) L' Her. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 11, 27-31.
- **Valeiro, A.** 2015. Hacia una sustentabilidad global: La eliminación del bromuro de metilo. El reemplazo del bromuro de metilo en el sector tabacalero argentino. *Rev. Ind. Agric. Tucumán* (online) 92(1). Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S18513018201500010006](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18513018201500010006) Última consulta: 6 de Agosto de 2018.
- **Vega, M.** 1999. Integración vertical y productos diferenciados. *Boletín Hortícola* de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Año 7. Número 23. p. 33-35.



- **Viteri, M.L.; Ghezán, G. y Iglesias, D.** 2013. Estudio Socioeconómico de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales N°14. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Pp.165. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_tomateylechuga\\_2013\\_viteri.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_tomateylechuga_2013_viteri.pdf) Ultima consulta: 6 de Agosto de 2018.
- Vuelta Lorenzo, D.R.** 2014. La biofumigación y la solarización como alternativas al manejo de plagas del suelo. Ciencia en su PC [en línea] 2014, (Enero-Marzo). Disponible en:<http://www.redalyc.org/pdf/1813/181331235002.pdf>. Ultima consulta: 6 de agosto de 2018.
- **Willis, D. y Peet, M.** 2001. Measurement of Chlorophyll Fluorescence as a Heat Stress Indicator in Tomato: Laboratory and Greenhouse Comparisons. Journal American Society of Horticultural Science, 126 (2): 188-194.
- **Zeoli, F.; Morelli, G.; Andreau, R.; Martinez, S. y Garbi, M.** 2009. Respuesta productiva de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) sometido a injerto y conducción a una y dos ramas por planta en cultivo bajo cubierta en La Plata, Buenos Aires. Libro de Actas del XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Salta, 23 a 26 de septiembre de 2009.
- Zhang, M.; Tang, S.; Huang, X.; Zhang, F.; Pang, I.; Huang, Q. y Yi, Q.** 2014. Selenium uptake, dynamic changes in selenium content and its influences on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in rice (*Oryza sativa* L.). Environ Exp. Botany. 107:39-45.
- **Zheng, N.; Wang, M.; Wang, H. y Ai, X.** 2009. Effects of grafting on photosynthesis of sweet pepper seedlings under low temperature and weak light intensity. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao 20:591-596.