



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

**Efecto del injerto, número de ramas y ácido salicílico
sobre el crecimiento y producción de tomate (*Solanum
lycopersicum*)**

Modalidad: Trabajo de Investigación

Modalidad dúo

Área temática: Bioclimatología y ecofisiología de cultivos

Alumnos:

Bonalli Francisco Javier

DNI:37665517

Legajo: 27686/8

Mail: franciscobonalli@gmail.com

Nichea Marzi Christian Alberto

DNI:38360055

Legajo:27227/3

Mail: christiannichea@gmail.com

Directora: Dra. Ing. Agr. Lucrecia Puig

Codirectora: Dra. Ing. Agr. Mariana Garbi

Fecha de entrega: 05/03/2024

Publicaciones que se desprendieron de este trabajo final

Ácido salicílico, injerto y forma de conducción de la planta en tomate (*Solanum lycopersicum*): efecto sobre la producción (2021). Garbi M., Martínez S. B., Giménez D., Carbone A., Bonalli F., Nichea C., Amadi A. 41° Congreso Argentino de Horticultura.

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/128494/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. HIPÓTESIS.....	8
3. OBJETIVOS.....	8
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
6. CONCLUSIONES.....	19
7. CONSIDERACIONES FINALES.....	19
8. BIBLOGRAFIA.....	21

RESUMEN

La actualidad del sector hortícola presenta un gran desafío donde el principal eje es aumentar la productividad cambiando la modalidad convencional de producir por un manejo sustentable que sea más amigable con el medio ambiente. Siguiendo con esta idea, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del uso de plantas injertadas, conducción a una, y dos ramas y la aplicación de ácido salicílico, sobre el crecimiento, fenología y productividad de plantas de tomate conducidas bajo invernadero. El ensayo se realizó en un invernadero parabólico ubicado en la Estación Experimental "Julio Hirschhorn" perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP), Buenos Aires, Argentina (34°58' S; 57°54' W). Se implantaron un híbrido de tomate injertado y sin injertar, conduciendo las plantas a una y dos ramas. Además, después del trasplante se aplicó por aspersion ácido salicílico, dejando plantas testigo sin tratar. El diseño fue en bloques completos aleatorizados con arreglo factorial 2x2x2 y cuatro repeticiones. Se registró: radiación fotosintéticamente interceptada por el canopeo, diámetro y alto de tallo, índice de verdor, fechas de floración y fructificación, peso y número de frutos cosechados. También se computó la temperatura media del aire y se calculó la suma térmica requerida desde el trasplante para alcanzar las distintas fases. Los datos se sometieron a análisis de varianza y prueba de Tukey, utilizando el programa Infostat. El crecimiento y diámetro relativo no mostraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, en cuanto a la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa se observó un aumento significativo en plantas injertadas pero no fué modificada por la aplicación del ácido ni por la forma de conducción. Finalmente, se registró un aumento significativo en el rendimiento, tanto en peso como en números de frutos cuando se combinó el tratamiento con ácido salicílico y la conducción a dos ramas.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate es una hortaliza perteneciente a la familia *Solanaceae*, siendo su nombre científico *Solanum lycopersicum*. 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). Es una de las principales hortalizas cultivadas a nivel mundial, con una superficie de 4,7 millones de hectáreas y una producción de 165 millones de toneladas. La producción va en ascenso, 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).

La producción nacional asciende a 17.600 ha, de las cuales 10.500 ha. se destinan a la producción de tomate en fresco, siendo el principal cultivo realizado bajo cobertura en la Argentina (MCBA, 2015; Ministerio de Agroindustria, 2016; Lenscak & Iglesias, 2019). 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. 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. 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 & Troilo, 2011; Fernández Lozano, 2012). Dentro de los partidos que integran el CHGBA se destaca el cinturón hortícola platense (CHP). El cual concentra el 80% de la superficie total destinada a la producción de tomate bajo cobertura. Esta situación promueve condiciones de monocultivo que favorecen la proliferación de enfermedades y plagas, entre las que aparecen los nemátodos con una incidencia cada vez más significativa (Argerich & Troilo, 2011); la cual se agrava con la restricción al uso de bromuro de metilo como fumigante, por esto es necesario encontrar alternativas sustentables para la prevención y tratamiento de estas adversidades.

Las adversidades más importantes en el CHP, se destaca la podredumbre radicular del pimiento cuyo agente causal es *Phytophthora capsici* 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 *Naccobbus* y el género *Meloidogyne*. 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 & Janssen, 2002). Son organismos muy perjudiciales para la agricultura, capaces de ocasionar pérdidas de rendimiento estimadas en alrededor del 5% (Hussey & Janssen, 2002). Cuando en el suelo las densidades son muy altas, el crecimiento de las plantas se ve muy perjudicado, se observa clorosis y una marcada tendencia a la marchitez de las plantas en su totalidad. El género *Naccobbus* 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 (Thorne & Allen, 1944). Puede atacar un rango de 13 familias hortícolas, tanto a campo como en invernáculos. 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 & Allen, 1944). El control de estos patógenos polípagos 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.

Como alternativas biológicas, aparece el uso de plantas injertadas sobre pies tolerantes o resistentes a distintos patógenos del suelo, que en tomate ha sido efectivo para la prevención de diferentes enfermedades. La técnica del injerto permite cultivar especies sensibles a ciertos patógenos, sobre suelos infectados, utilizando el sistema radicular de patrones tolerantes o resistentes, y la parte aérea de la variedad a cultivar. Se trata de proteger frente a enfermedades que se transmiten desde el suelo y afectan a la raíz o a los vasos conductores de savia, llegando a producir la muerte de la planta (de Miguel Gómez, 2011). Además de la

resistencia a enfermedades, el injerto ha contribuido al incremento en la tolerancia a varias condiciones ambientales adversas, así como al aumento en la absorción de agua y nutrientes, lo que resulta en un crecimiento vigoroso, prolongación del período de crecimiento, un posible incremento de rendimiento y mayor vida post-cosecha de la fruta obtenida (Balliu et al., 2008; Ozores Hampton et al., 2010). Otra forma de modificar la productividad es a través del sistema de conducción que se opte a la hora de llevar adelante el cultivo. Así, 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.

Otra manera de aumentar la resistencia sistémica de las plantas es la aplicación exógena de fitohormonas que actúan como elicitoras, tal como el Ácido Salicílico (AS), que promueve el metabolismo secundario y protege de esta manera a las células y a la planta en su totalidad, además de tener efecto significativo sobre el rendimiento. El AS es considerado un biorregulador del crecimiento de las plantas (Larqué Saavedra & Martín Mex, 2007; Najafian et al., 2009); además de actuar como mediador para la resistencia sistémica adquirida (Durner et al., 1997). Esta hormona tiene una influencia muy grande sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, de hecho, ella participa en la germinación, división celular, modula la arquitectura de las raíces, regula cierre y abertura de estomas, promueve la dormancia de las semillas, respuesta a estreses como la salinidad, la sequía, la radiación y el ataque de patógenos (Borjas-Ventura et al., 2020). El AS regula el crecimiento en las plantas e incrementa el rendimiento de los cultivos cuando se suministran bajas concentraciones exógenas (Rivas-San Vicente & Plasencia, 2011). Por todas estas características se puede considerar a la aplicación de AS como un aliado a la hora de llevar prácticas de manejo sustentables tanto para el control de adversidad como para aumentar los rendimientos.

Distintas experiencias desarrolladas en La Plata, evaluando el efecto de la biofumigación del suelo, el uso de plantas injertadas y biocontroladores en tomate, evidenciaron que no hay una práctica que en forma individual garantice la eliminación de nemátodos o aumente la resistencia de la planta (Martínez et al., 2018), por lo que es de importancia evaluar el efecto combinado de distintas prácticas sobre la respuesta de la planta en condiciones locales de producción, no sólo en función de su sanidad, sino también de su crecimiento y desarrollo.

Por todo lo expuesto anteriormente, entendiendo el impacto negativo que genera la presencia de nematodos sobre la producción y la necesidad de buscar alternativas de control que sean más amigables con el medio ambiente en respuesta a una creciente demanda social y productiva.

2. HIPÓTESIS

En tomate, la combinación del uso de injertos, conducción a más de una rama y la aplicación de ácido salicílico incrementa el contenido de clorofila e interceptación de radiación fotosintéticamente activa, promoviendo el crecimiento y la productividad de las plantas, aunque puede generar un retraso fenológico afectando la precocidad.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de plantas injertadas, conducción a una y dos ramas y la aplicación de ácido salicílico, sobre el crecimiento, fenología y productividad de plantas de tomate conducidas bajo invernadero.

3.2. Objetivos específicos

1. Medir radiación fotosintéticamente activa interceptada por plantas injertadas y sin injertar, según conducción de la planta y aplicación de ácido salicílico.
2. Registrar índice de verdor en plantas injertadas y sin injertar, según conducción de la planta y aplicación de ácido salicílico.
3. Evaluar el crecimiento de plantas de tomate injertadas y sin injertar, conducidas a una y dos ramas, y tratadas con ácido salicílico a través del diámetro de tallo y altura de planta.
4. Evaluar la incidencia del tipo de manejo sobre la productividad del cultivo y tamaño de frutos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Establecimiento del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en La Plata, Buenos Aires, Argentina (34° 58'S, 57° 54'W), en un invernadero metálico parabólico de 24 m x 40 m, con orientación norte-

sur, ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP). El suelo de dicha estación es Argiudol Típico, similar a los de buena parte de los suelos agrícolas de Magdalena.

4.2. Material Vegetal

Se trasplantaron plantines de tomate injertados y sin injertar, conducidos a una y dos ramas. El trasplante se realizó el 13 de enero. Se aplicó ácido salicílico (100µM) hasta punto de goteo, 15 días después del trasplante; tratando plantas testigo con agua. En cuanto al injerto utilizado, la copa fue Yigido F1, mientras que el pie fue Beaufort, a continuación se detallan sus características según los portales infocampo.com.ar y seminis-las.com:

- Copa Yigido F1: Se trata de un híbrido con hábito de crecimiento indeterminado, con un buen cuaje a bajas y altas temperaturas, adaptándose tanto a trasplantes tempranos como tardíos en invernadero. También es importante destacar su alto potencial productivo, resistencia a *Verticillium* spp., *Fusarium* spp., ToMV, TSWV y buena reacción ante Fulvia (*Cladosporium fulvum*), comprobado en zonas con alta presión de la enfermedad, como es La Plata y sus alrededores. Produce frutos redondos de color rojo intenso, de maduración uniforme, ligeramente acostillado y sin hombro verde. Alcanza grandes calibres (un promedio de 80% de primera categoría con pesos entre 200 y 240 g). Mantiene una excelente firmeza en post-cosecha, lo que lo convierte en un producto con potencialidades de comercialización en el mercado de exportación, aunque su destino actual mayoritario sea el consumo interno.
- Beaufort: brinda vigor moderado para todos los cultivares de tomate, con un potente sistema radicular, característica que lo hace especialmente indicado, sumado a su resistencia, en zonas donde se evidencien problemas de suelos pobres, salinizados, con baja calidad de agua de riego y presencia de enfermedades más frecuentes. Se trata de una buena opción para primicias, promoviendo a que las variedades injertadas sobre el mismo experimenten beneficios tales como aumento de vigor de la planta y mejor comportamiento ante el frío.

4.3. Marco de plantación y conducción

La plantación se realizó en lomos distanciados 80 cm cubiertos con mulching negro, y la distancia entre plantas fue de 0,25 cm en la conducción a una rama y a 0,50 cm en la conducción a dos ramas. El cultivo se guió en forma vertical con hilo, el riego fue por goteo, realizando las labores específicas propias de la especie (desbrote, deshoje y capado) y en cuanto a la cosecha se realizó de manera manual. Los tratamientos fueron los siguientes:

- SI 1R T : Sin injertar, conducido a una rama, sin aplicación de ácido salicílico.
- SI 1R AS: Sin injertar, conducido a una rama, con aplicación de ácido salicílico.
- SI 2R T: Sin injertar, conducido a dos ramas, sin aplicación de ácido salicílico.
- SI 2R AS: Sin injertar, conducido a dos ramas con aplicación de ácido salicílico.
- I 1R T: Injerto conducido a una rama, sin aplicación de ácido salicílico.
- I 1R AS: Injerto conducido a una rama, con aplicación de ácido salicílico.
- I 2R T: Injerto conducido a dos ramas, sin aplicación de ácido salicílico.
- I 2R AS: Injerto conducido a dos ramas, con aplicación de ácido salicílico.

4.4. Variables registradas

- Diámetro de tallo:

Se registró sobre la rama principal, con calibre electrónico, a la altura del cuello. Para efectuar el análisis se calculó el incremento del diámetro relativo, para lo cual se tomaron dos mediciones la primera efectuada el 17/02/2021 y la segunda el 15/03/2021 y se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eq 1: } (D_f - D_i) / (D_i \cdot \Delta t)$$

Siendo D_f diámetro final, D_i diámetro inicial y Δt la diferencia de tiempo, en días entre las dos mediciones.

- Altura de planta:

Se midió con cinta métrica milimetrada, desde el cuello de la planta hasta el ápice de la rama principal. Para efectuar el análisis se calculó el incremento de la altura

relativa, para la cual se tomaron dos mediciones, la primera efectuada el 17/02/2021 y la segunda el 15/03/2021 y se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eq 2: } (H_f - H_i) / (H_i \cdot \Delta t)$$

Siendo H_f diámetro final, H_i diámetro inicial y Δt la diferencia de tiempo, en días entre las dos mediciones.

- Índice de verdor:

Se registró en la hoja inmediatamente inferior al primer racimo utilizando el medidor de clorofila SPAD Minolta 502. Para obtener el valor de SPAD se tomaron 10 medidas por hoja y se realizó el promedio.

- Radiación fotosintéticamente activa (PAR) interceptada:

Se midió la PAR recibida en tres estratos bien definidos. El primero en ausencia de cultivo (sobre el canopeo), el segundo a la altura de inserción del primer racimo y el tercero a nivel del suelo. Se utilizó una barra para medición de interceptación radiación fotosintéticamente activa con zona sensora de 50 cm (Cavadevices).

- Grados-día acumulados:

A partir del registro fenológico se calculó la cantidad de días entre el trasplante e inicio de fase, computando la cantidad de grados-día acumulados (suma térmica). Se aplicó el método residual de Brown (1975), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eq. 3: } \text{GDA} = T_m - T_b$$

Siendo GDA sumatoria de grados-día, T_m : temperatura media diaria del aire y T_b : temperatura base para el cultivo de tomate (10 °C). La temperatura del aire se registró con una estación meteorológica automática colocada en el interior del invernadero.

- Fenología:

Se registró la fecha de floración y fructificación de primer racimo y quinto racimo. Se consideró inicio de fase (aparición o transformación de primeros órganos). En las plantas conducidas a más de una rama, el registro fenológico se realizó

considerando la rama principal y las secundarias, por separado.

- Rendimiento:

Se computó el número y peso de frutos totales y por categorías comerciales: peso mayor a 150 g (1° categoría), peso entre 100 y 149 g (2° categoría), peso menor a 100 g (3° categoría). Peso medio de frutos: se calculó como el cociente entre el peso y número de frutos cosechados para el total y para cada categoría comercial.

4.5. Diseño experimental y análisis de datos:

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con arreglo factorial 2x2x2 y 4 repeticiones. Los datos se sometieron al análisis de la varianza y prueba de Tukey.

Para el caso de los datos fenológicos se utilizó la prueba de Kruskal Wallis.

Utilizando el software estadístico Infostat (Di Rienzo, 2002).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Crecimiento Relativo

Para determinar el incremento del crecimiento relativo se consideraron los datos de incremento relativo en diámetro del tallo e incremento relativo en altura.

Para el caso del incremento relativo del diámetro no se observaron diferencias significativas tal como se expresa en la figura 1. Se observó un incremento de 0,03 cm. cm⁻¹.día⁻¹ en el diámetro para el tratamiento sin injertar conducido a 1R y sin AS. En el caso de los tratamientos injertados arrojaron un valor promedio de 0,02 cm.cm⁻¹.día⁻¹, sin diferencias en los valores para los tratamientos con AS y sus testigos.

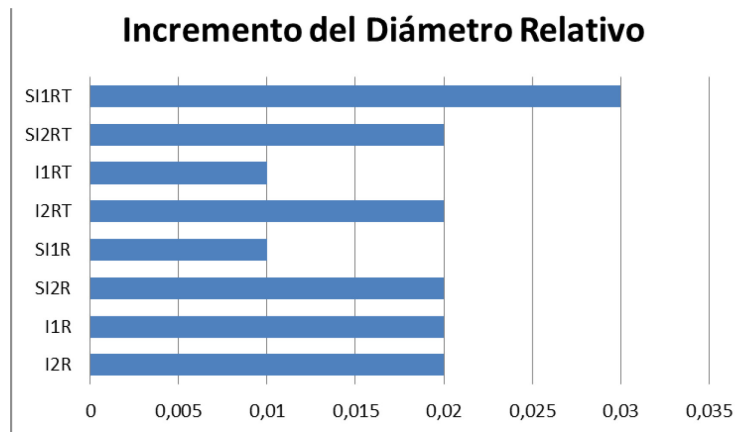


Figura 1. Incremento del diámetro relativo (cm.cm⁻¹.día⁻¹).

En cuanto al incremento en altura relativa tampoco se observaron diferencias significativas, tal como se expresa en la Figura 2, aunque se pueden observar ciertas tendencias. El tratamiento con AS en plantas injertadas conducidas a una y dos ramas mostró un valor de 0,03 cm. cm⁻¹.día⁻¹, como así también en el caso de plantas sin injertar conducidas a una rama. Se observa un incremento de 0,04 cm cm⁻¹ día⁻¹ en plantas sin injertar conducidas a dos ramas. Para las plantas testigo (sin aplicación de ácido salicílico) se observaron los siguientes resultados: un incremento de 0,07 cm cm⁻¹ día⁻¹ para plantas injertadas y conducidas a dos ramas, 0,03 cm cm⁻¹ día⁻¹ para plantas injertadas conducidas a una rama y 0,05 cm cm⁻¹ día⁻¹ para tratamientos sin injertar y conducidos a una y dos ramas.

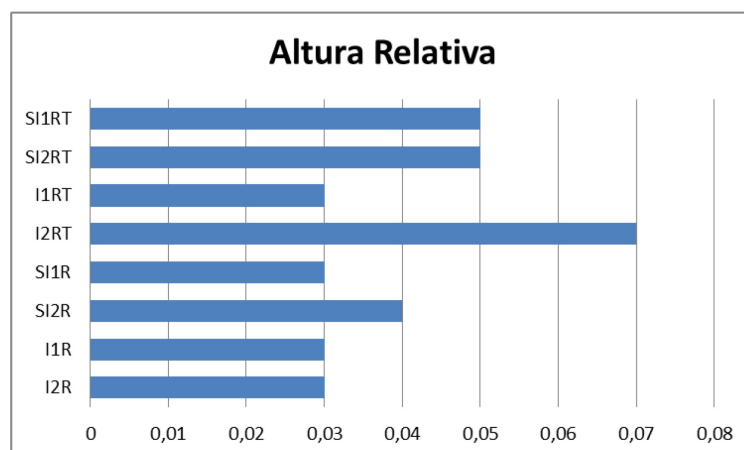


Figura 2. Altura Relativa para los distintos tratamientos.

Con los resultados expuestos se puede afirmar que el híbrido utilizado brindó el suficiente potencial de crecimiento para asegurar el crecimiento vegetativo en la conducción a dos ramas tanto como a una rama. Esta respuesta puede considerarse equivalente a lo observado por Bucco & Berardo (2017), quienes llegaron a la conclusión de que no hay diferencias significativas en crecimiento cuando al mismo híbrido utilizado en este trabajo final se lo condujo a dos y cuatro ramas. En cuanto a la aplicación de ácido salicílico se encontró diferencia con otros ensayos realizados en tomate bajo invernadero, tal es el caso del trabajo realizado por Larqué-Saavedra et al. (2010), quienes encontraron diferencia significativa de crecimiento vegetativo en donde la altura se incrementó en un 14,8 % con respecto al testigo. Los distintos resultados podrían deberse por un lado al momento de aplicación del ácido salicílico ya que en el ensayo antedicho se realizó a los nueve y trece días de emergencia y en este ensayo se realizó una única aplicación 15 días después del trasplante, y por otro lado a que los autores citados condujeron el ensayo en macetas, mientras que en las condiciones de este trabajo se trabajó sobre suelo, por lo que el crecimiento pudo haber sido afectado por un mayor número de variables.

5.2 Índice de verdor

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 1 donde se puede observar que no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Tabla 1. Índice de verdor en unidades SPAD. Letras iguales en columnas indican diferencias no significativas entre tratamientos. ($p < 0.05$).

	Si 1R	I 1R	I 2R
AS	56,75 a	50,93 a	50,07 a
T	53,03 a	53,5 a	48,43 a

Si bien no fueron registradas diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, en las fechas evaluadas se puede observar una tendencia en la disminución de los valores (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. Esta disminución del verdor, estrechamente relacionado con el contenido de nitrógeno, podría deberse a la mayor distribución de fotoasimilados que deben realizar las plantas injertadas conducidas a 2 ramas a los destinos en crecimiento.

5.3 Intercepción de PAR

Para evaluar la radiación fotosintéticamente activa interceptada (PAR), se registraron los valores de la misma a la altura del primer racimo.

Se observaron diferencias significativas atribuibles al efecto del portainjerto, sin efecto de los otros tratamientos ni de su interacción. Las plantas injertadas interceptaron un porcentaje significativamente más alto de PAR (Tabla N° 2).

Tabla N°2. Resumen de Resultados en porcentaje de Intercepción de PAR.

Letras iguales en la columna indican diferencias no significativas según Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

	Tratamientos	% Intercepción PAR
Ácido Salicílico	I2R	73,39 BC
	I1R	74,36 BC
	SI2R	60,98 AB
	SI1R	55,58 AB
Testigo	I2R	79,42 C
	I1R	82,54 C

	SI2R	59,89 AB
	SI1R	51,66 A

Con los resultados expuestos podemos afirmar que en nuestro ensayo la aplicación de ácido salicílico no provocó un incremento en la intercepción de radiación fotosintéticamente activa. En cuanto a los tratamientos injertados si mostraron diferencias con respecto a los tratamientos sin injertar lo que demuestra que la variedad Yigido posee una mayor capacidad de intercepción de dicha radiación cuando se encuentra injertado con un pie resistente como lo es Beaufort, en comparación con la misma variedad sin injertar.

5.4 Acumulación térmica y comportamiento fenológico

Se evaluó cómo varía la fenología con las distintas formas de conducción en plantas injertadas y plantas sin injertar tratadas con ácido salicílico. Para ello, se analizaron dos parámetros: la acumulación de grados días necesarios para la floración y fructificación del primer y quinto racimo como también los días desde el trasplante a floración y fructificación del primer al quinto racimo.

Analizando los grados días necesarios para la floración y la fructificación del primer y quinto racimo observamos que las distintas formas de conducción no presentaron diferencias significativas tal como se expresa en la tabla N° 3. Por lo tanto se evidenció que las plantas conducidas a dos ramas como así también las plantas injertadas no requirieron una mayor acumulación de grados días para la floración y fructificación con respecto a las plantas conducidas a una rama y plantas sin injertar.

Tabla N°3. GD acumulados desde trasplante a floración y fructificación del primer y quinto racimo

Tratamientos	Grados-día acumulados desde trasplante a floración y fructificación del primer y quinto racimo			
	FI 1°R	Fr 1°R	FI 5°R	Fr 5°R
SI	313,3 A	408 A	693,2 A	796,1
I1R	326,1 A	420,3 A	705,9 A	810,2
I2R	313,3 A	408 A	677,9 A	720,3
CV	8,51	1,62	11,98	6,43
R ²	0,18	0,18	0,22	0,17

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Al analizar la fenología contabilizando los días desde trasplante a floración y fructificación del primer al quinto racimo se visualiza que tampoco hay diferencias significativas al comparar la conducción a dos ramas con la conducción a una rama en plantas injertadas como así tampoco en plantas sin injertar, como se expresa en la tabla N°4.

Tabla N°4. Días desde trasplante a floración y fructificación del primer al quinto racimo. Letras diferentes en las columnas indican diferencias significativas según prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Tratamientos	Días desde trasplante a floración y fructificación del primer y quinto racimo			
	FI 1°R	Fr 1°R	FI 5°R	Fr 5°R
SI	21	28	49,67	57,67
I1R	22,75	29,75	51,8	58,8
I2R	21	28	48,25	55
p	>0,9999	>0,9999	0,9091	0,7121

5.5 Rendimiento

Para analizar el rendimiento se tomaron dos variables: el peso total de los frutos por planta y el número de frutos por planta.

Según los resultados expresados en la Tabla N° 5, se puede observar que en aquellas plantas en donde se aplicó ácido salicílico y la conducción de las mismas se llevó a cabo en dos ramas, el rendimiento mostró un comportamiento diferencial y

positivo al compararlos con los restantes tratamientos. Cabe destacar que dicha diferencia significativa permaneció en ambas variables analizadas, por lo tanto podemos afirmar que el rendimiento se ve favorecido tanto en número de frutos como el peso de los mismos con la aplicación de la hormona y la forma de conducción mencionada.

Tabla N°5: Resumen de Resultados Número y Peso total de Frutos según los distintos tratamientos .

Letras iguales en la columna indican diferencias no significativas según Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)

Hormona	Conducción	Número Total	Peso Total
Acido Salicílico	1R	14.25 A	2771.25 A
	2R	24.88 B	4361.88 B
Testigo	1R	15.00 A	2904.88 A
	2R	15.50 A	2894.00 A

El aumento del rendimiento producido por la aplicación de la hormona observado en nuestro trabajo es equivalente a resultados anteriormente reportados. Vázquez Diat et al. (2016), hallaron diferencias significativas, con un incremento del 23 % en el rendimiento de los frutos, utilizando la misma dosis de ácido salicílico que se utilizó en este trabajo final, en plantas de tomate.

En cuanto al aumento del rendimiento producido por la conducción a dos ramas, nuestros resultados también se asemejan con los hallados por Castro Jerónimo (2018) quien determinó que el rendimiento aumentó significativamente en plantas de tomate conducidas a dos ramas en comparación con las mismas conducidas a una rama.

6. CONCLUSIONES

El crecimiento relativo no es afectado por la forma de conducción en una o dos ramas, tampoco hay diferencias significativas del mismo con la aplicación de ácido salicílico para las plantas injertadas y sin injertar.

El porcentaje de interceptación de la radiación fotosintéticamente activa no es modificado por la aplicación de ácido salicílico ni por la forma de conducción a una o dos ramas. Asimismo, se registran aumentos del parámetro en plantas injertadas (copa Yigido pie Beaufort) en comparación con la misma variedad sin injertar.

La conducción a dos ramas no implicó un retraso en la floración como así tampoco un retraso en la fructificación en comparación con la conducción a una rama. Tampoco se evidencia un retraso en la fenología comparando plantas injertadas con plantas sin injertar.

El rendimiento muestra un comportamiento diferencial y positivo cuando las plantas de tomate son tratadas con ácido salicílico y conducidas a dos ramas, por lo tanto la sumatoria de estas dos prácticas se puede considerar una herramienta para aumentar la productividad de manera sustentable.

7. CONSIDERACIONES FINALES

Es evidente que debemos desarrollar nuevas estrategias para aumentar la productividad y al mismo tiempo disminuir el uso de los agroquímicos, lo cual resulta un desafío. Para ello nos podemos valer de distintas herramientas como lo son el uso de plantas injertadas, distintas formas de conducción y la aplicación de productos amigables con el ambiente. En ese sentido la aplicación de ácido salicílico resulta una herramienta valiosa, ya que en este ensayo y en otros mencionados se obtuvieron rendimientos mayores en comparación con plantas testigo. Cabe mencionar la importancia de combinar distintos manejos para potenciar el rendimiento de los cultivos. En este trabajo se demostró que la combinación de la aplicación del ácido y la conducción a dos ramas resultó ser la mejor estrategia para aumentar el rendimiento.

En futuros trabajos se pretende profundizar en la incidencia de la aplicación de ácido salicílico sobre el crecimiento relativo, la interceptación de la radiación y la

productividad cuando las plantas son sometidas a distintos tipos de restricciones. Se podría inferir que al no haberse registrado eventos de estrés para la plantas la acción del ácido salicílico no se manifestó por lo cual no se evidenciaron diferencias significativas en los parámetros de crecimiento relativo como así tampoco en la intercepción de la radiación.

Bibliografía

Larqué-Saavedra, A., Martín-Mex, R., Nexticapán- Garcéz, Á., Vergara-Yoisura, S., & Gutiérrez-Rendón, M. (2010). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(3), 183-187.

Alfredo de Miguel Gómez (2011). El injerto de Plantas de Tomates. pp.3.

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

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

Brown, D.M. (1975). Heat unit for corn in Southern Ontario. Dep. of Land Resource Sci., Ontario Agric. Coll., Guelph Univ., Guelph, Ontario (Canada), 359p.

Borjas-Ventura, R., Julca-Otiniano, A., & Alvarado-Huamán, L. (2020). Las fitohormonas: una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 150-164.

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>.

Castro, J (2018). Tomate: Influencia del injerto y manejo a dos ramas en la respuesta fisiológica, productividad y calidad de los frutos. Trabajo Final de carrera. FCAYF. Disponible en: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69403>. Última consulta: enero 2024.

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.

Díaz, D. A. V., Pérez, L. S., Rangel, P. P., Castruita, M. Á. S., Fuentes, J. A. G., & Valenzuela-García, J. R. (2016). Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (17), 3405-3414.

Di Rienzo, J. A., Guzmán, A. W., & Casanoves, F. (2002). A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of agricultural, biological, and environmental statistics*, 7, 129-142.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.

Durner, J. y Klessig, D.F. (1997). El ácido salicílico es un modulador del tabaco y catalasas de mamíferos. *J. Biol. Química* 271:28492–28501.

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.

Larqué-Saavedra y R. Martín-Mex. (2007). Efecto de ácido salicílico sobre la bioproductividad de las plantas 15-23 pp.

Lenscak, M. e Iglesias, N. (Comp.). (2019). Invernaderos. Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54). Ediciones INTA. Buenos Aires. 234 pp. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_invernaderos.pdf

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 portainjertos. *Horticultura Argentina* 35(88):82.

Martínez, S.; Garbi, M.; Masi, A.; Morelli, G.; Cerisola, M.C.; Carbone, A.; Grimaldi, M.C. (2018). Evaluación de técnicas combinadas en la producción de tomate protegido sobre suelos con nemátodos: utilización de portainjertos, biofumigación, aplicación de hormonas vegetales y biocontroladores. En: Garbi, M. & Sangiacomo, M.A. Coord. Buenas prácticas en producciones horti-florícolas en áreas periurbanas. EdunLu. p.99-114.

MCBA (2015). Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Disponible en: <http://www.mercadocentral.gob.ar/sites/default/files/docs/fichatecnica-tomate-2015.pdf>.

Ministerio de Agroindustria (2016). Perfil de tomate. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/_archivos/000030_Informes/000997_Perfil%20de%20tomate%202016.pdf.

Morelli, G.; Martinez, S.; Zeoli, F.; Garbi, M.; Andreau, R. (Ex aequo) (2009) Efecto del tipo de conducción en una, dos y tres ramas por planta sobre el rendimiento en tomate cv. Elpida injertado sobre pie Maxifort en cultivo bajo cubierta en La Plata, Buenos Aires. XXXII Congreso Argentino de Horticultura. 23 al 26 de septiembre de 2009. Salta. pp. 82.

Najafian et al., (2009). Efecto del ácido salicílico y sanidad en tomillo (*Thymus vulgaris* L.): Investigación, cambios en el intercambio gaseoso, las relaciones hídricas y estabilización de membranas y acumulación de biomasa. Australian J. Basic Applied Sciences 3: 2620-2626.

YIGIDO Tomate SEMINIS - Vegetables by Bayer. Ficha técnica. Disponible en: https://www.vegetables.bayer.com/cl/es-cl/productos/tomate/details.html/tomato_yigido_argentina_seminis_all_greenhouse_all.html.

Ozores-Hampton, M. y Zhao, X. (2017). Introducción a la Tecnología de Injertos a la Industria de Tomate en la Florida: Beneficios Potenciales y Retos. IFAS Extension. University of Florida. HS1 187. 6 pp.

Rivas-San Vicente, M. y Plasencia, J. (2011). El ácido salicílico más allá de la defensa: su papel en el crecimiento y desarrollo vegetal. *Revista de Botánica Experimental*, 62, 3321-3328.

Taylor, A.L. y Sasser, J.N. (1978). Biology, identification and control of root knotnematodes (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. Última consulta: diciembre 2024.

Thorne, G.D. y Allen, M. W. (1944). *Nacobbus dorsalis*, nov. gen. Nov. spec. (Nematoda: Tylenchidae) producing galls on the roots of alfileria, *Erodium cicutarium* (L.) L' Her. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 11, 27-31.

Viteri, M.L.; Ghezán, G.; Iglesias, D. (2013). Tomate y lechuga: producción, comercialización y consumo. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales N° 14. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_tomateylechuga_2013_viteri.pdf.