

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**NIVELES DE FERTIRRIEGO SOBRE EL CRECIMIENTO Y  
PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE TOMATE CHERRY  
(*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) INJERTADAS CON  
PATRONES SILVESTRES**

**Autor: Bach. Henry Rojas Huaman**

**Asesor: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz**

**Registro:(.....)**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2023**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Rojas Huaman Henry  
DNI N°: 74461670  
Correo electrónico: 7446167071@untrm.edu.pe  
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias  
Escuela Profesional: Ingeniería Agrónoma

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Niveles de fertirriego sobre el crecimiento y producción de variedades de tomate Cherry (Solanum lycopersicum var. (crasiforme) injertadas con patrones silvestres

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Oliva Cruz Segundo Manuel  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 05374749  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0002-9670-0970

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_  
DNI, Pasaporte, C.E N°: \_\_\_\_\_  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) \_\_\_\_\_

#### 4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica- Inmunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html)  
4.00.00 Ciencias agrícolas 4.01.00 Agricultura, Silvicultura, Pesquería

#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 25, Septiembre, 2023

Firma del autor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del autor 2

Firma del Asesor 1

\_\_\_\_\_  
Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Humberto Rojas Vargas y Rosa Lili Huaman Vargas por su apoyo incondicional tanto económico y emocional para mi educación; también por inculcarme valores y principios para ser un hombre de bien.

A mi hermano Marvin Rojas Huaman por su apoyo incondicional en toda esta etapa de mi formación académica.

***Henry Rojas Huaman***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme vida y la salud, guiarme en el camino del bien y así poder cumplir con mis objetivos trazados.

A mi familia, por el apoyo incondicional en toda esta etapa estudiantil.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas por ser la casa de estudios donde adquirí mis conocimientos en especial a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias a todos los docentes que fueron fuente principal para mi formación profesional.

Al Instituto de Investigación de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), en especial consideración al responsable del Centro Hidropónico a cargo del Ing. Juan Carlos Neri Chávez y al Tec. Alberto Reyna Huaman por el apoyo constante en la ejecución de este proyecto de investigación.

A mi asesor Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz por el apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A los jurados de este trabajo, Jorge Alberto Condori Apfata, Ligia Magali García Rosero y Segundo Víctor Olivares Muñoz por su apoyo en la revisión de esta investigación.

***Henry Rojas Huaman***

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA  
**RECTOR**

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES  
**VICERRECTOR ACADÉMICO**

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA  
**VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA  
**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Niveles de fertirriego sobre el crecimiento y producción de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) injertadas con patrones silvestres; del egresado Henry Rojas Huaman de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 08 de agosto de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Reginaldo Manuel Oliva Cruz

DNI 03374749

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



---

Dr. Jorge Alberto Condori Apfata

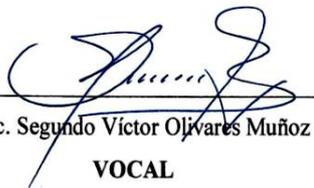
**PRESIDENTE**



---

Ph. D. Ligia Magali García Rosero

**SECRETARIA**



---

M.Sc. Segundo Victor Olivares Muñoz

**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Niveles de fertirriego sobre el crecimiento y producción de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) injertadas con patrones silvestres  
presentada por el estudiante ( ) egresado (X) Henry Rojas Huaman  
de la Escuela Profesional de ingeniería agrónoma  
con correo electrónico institucional 7446167071@untrm.edu.pe.

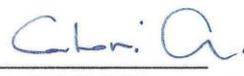
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

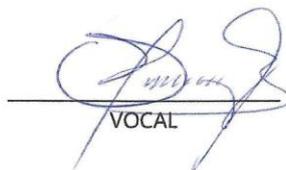
- La citada Tesis tiene 20 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 17 de Julio del 2023

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 21 de Agosto del año 2023, siendo las 16:00 horas, el aspirante: Henry Rojas Huaman, asesorado por D. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz defiende en sesión pública presencial () a distancia () la Tesis titulada: Niveles de fertilizante sobre el crecimiento y producción de variedades de tomate cherry (Solanum lycopersicum var. Grosiforme) injertadas con patrones silvestres, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Jorge Alberto Condori Apfada

Secretario: Ph.D. Ligia Magali García Rosero

Vocal: Ing. M.Sc. Segundo Víctor Olivares Muñoz

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría ()

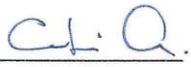
Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:17 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:  
.....

## ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS .....	vii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN .....	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	22
2.1. Área de estudio .....	22
2.2. Materiales, equipos e insumos .....	22
2.3. Métodos .....	25
2.4. Procesamiento de datos .....	30
III. RESULTADOS .....	31
3.1. Evaluación del crecimiento de variedades de tomate cherry ( <i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico.....	31
3.2. Evaluación de la producción de variedades de tomate cherry ( <i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico.....	33
IV. DISCUSIÓN.....	44
V. CONCLUSIONES .....	59
VI. RECOMENDACIONES.....	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Solución nutritiva para tomate.....	27
<b>Tabla 2.</b> Diseño factorial de la investigación.....	26
<b>Tabla 3.</b> ANOVA para parámetros de crecimiento de dos variedades de tomate cherry injertadas con diferentes patrones silvestres.....	31
<b>Tabla 4.</b> Kruskal-Wallis y ANOVA para parámetros de producción de dos variedades de tomate cherry injertadas con diferentes patrones silvestres.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área de experimentación.....	22
<b>Figura 2.</b> Características del área del experimento (Invernadero) .....	26
<b>Figura 3.</b> Influencia del déficit hídrico en los días a la floración de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres. ....	34
<b>Figura 4.</b> Influencia del déficit hídrico en el número de flores de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres. ....	36
<b>Figura 5.</b> Influencia del déficit hídrico en el número de días al cuajado del fruto de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.....	37
<b>Figura 6.</b> Influencia del déficit hídrico en el número de frutos por planta de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.....	38
<b>Figura 7.</b> Influencia del déficit hídrico en el diámetro medio del fruto (mm) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.....	39
<b>Figura 8.</b> Influencia del déficit hídrico en el diámetro longitudinal del fruto (mm) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.....	41
<b>Figura 9.</b> Influencia del déficit hídrico en el peso individual de fruto (gramos) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.....	42
<b>Figura 10.</b> Influencia del déficit hídrico en el rendimiento (kg/planta) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres. ....	43

## RESUMEN

El injerto de plantas y gestión del riego ha sido ampliamente utilizado en la producción de tomate cherry para mejorar el crecimiento, la resistencia a enfermedades y la eficiencia en la absorción de nutrientes. El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el crecimiento y producción de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico. Se tuvieron dos factores: niveles de riego (50% y 100%) y combinación de injerto (Tomate cherry Amarillo/Tomate de árbol (A/T), Tomate cherry Amarillo /Chila (A/C), Tomate cherry Amarillo /Cocona (A/Co), Tomate cherry rojo/Tomate de árbol (R/T), Tomate cherry rojo/Chila (R/C) y Tomate cherry rojo/Cocona (R/Co)). Los resultados revelaron que los niveles de riego tuvieron un impacto significativo en el crecimiento de las plantas, siendo el nivel del 100% el que promovió un mayor crecimiento en comparación con el nivel del 50%. No se observaron diferencias significativas en las variables de crecimiento. Respecto a las variables de producción el tratamiento T5 (A/Co 100%) tuvo el menor tiempo de floración con 35 días, T9 (R/C 100%) mostró el mayor número de flores con 108 y el mayor número de frutos con 42.8. El tratamiento T11 (R/Co 100%) tuvo el mayor diámetro medio del fruto con 30.34 mm, mayor diámetro longitudinal del fruto con 28.1 mm, mayor peso individual del grupo con 21.96 gramos. En términos de rendimiento, el tratamiento T9 (R/C 100%) mostró el mayor rendimiento con 0.23 kg/planta.

**Palabras clave:** Riego, tomate cherry, injerto, crecimiento, producción

## ABSTRACT

Plant grafting and irrigation management have been widely used in cherry tomato production to improve growth, disease resistance, and nutrient uptake efficiency. The present study was conducted to evaluate the growth and yield of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) varieties grafted with wild rootstocks under water stress conditions. Two factors were used: irrigation levels (50% and 100%) and grafting combination (Yellow cherry tomato/Tree tomato (A/T), Yellow cherry tomato/Chila (A/C), Yellow cherry tomato/Cocona (A/Co), Red cherry tomato/Tree tomato (R/T), Red cherry tomato/Chila (R/C) and red cherry tomato/Cocona (R/Co)). Results revealed that irrigation levels had a significant impact on plant growth, with the 100% level promoting higher growth compared to the 50% level. No significant differences were observed in the growth variables. Regarding production variables, treatment T5 (A/Co 100%) had the shortest flowering time with 35 days, T9 (R/C 100%) showed the highest number of flowers with 108 and the highest number of fruits with 42.8. Treatment T11 (R/Co 100%) had the largest mean fruit diameter with 30.34 mm, largest longitudinal fruit diameter with 28.1 mm, largest individual group weight with 21.96 grams. In terms of yield, treatment T9 (R/C 100%) showed the highest yield with 0.23 kg/plant.

**Key words:** Irrigation, cherry tomato, grafting, growth, yield.

## I. INTRODUCCIÓN

El género *Solanum* es un grupo ampliamente diverso en las angiospermas, con alrededor de 1 400 especies distribuidas en diversos continentes (Knapp et al., 2013), excepto la Antártida, y adaptadas a una amplia gama de condiciones ecológicas en diferentes hábitats (Plazas et al., 2022). Dentro de las especies mencionadas, se destaca la presencia del tomate (*Solanum lycopersicum* L.), el cual es un cultivo de gran relevancia global por su fama (Padayachee et al., 2017), rendimiento, valor nutricional elevado (Khapte et al., 2019) y su elevada cantidad de agua (Giuliani et al., 2010). La planta requiere una cantidad considerable de agua para crecer (Coyago-Cruz et al., 2019).

El tomate es valioso tanto desde una perspectiva económica como de salud debido a su cantidad de moléculas bioactivas que son beneficiosas para la salud. Según Stahl y Sies (2005), Giovannetti et al. (2012) y Coyago-Cruz et al. (2019), el tomate es rico en compuestos como el licopeno, el fitoeno y el fitoflueno, mientras que Mauromicale et al. (2011), Chandra y Ramagalingam (2011) y Conesa et al. (2020) señalan que también es un alimento rico en antioxidantes como el betacaroteno, fenoles y ácido ascórbico. Conforme a los estudios llevados a cabo por Días et al. (2018) y Giovannucci et al. (2002), estos compuestos han sido objeto de investigación debido a su potencial en la precaución y mitigación de patologías malignas como cáncer y enfermedades del sistema cardiovascular y degeneración macular relacionada con la edad. Por otra parte, según Vrcek et al. (2011), existen variedades comerciales de tomate de diferentes colores, incluyendo amarillo, naranja y verde, aunque la mayoría son de color rojo (Coyago-Cruz et al., 2019)

El aumento de habitantes en todo el mundo junto con la actividad agrícola ha generado una falta de disponibilidad de agua, situación que se ha visto acentuada por los efectos de la perturbación climática y la práctica de cultivar en zonas con temperaturas más cálidas (Giuliani et al., 2010; Kato et al., 2008; Sepaskhah y Ahmadi, 2010), lo cual puede causar daños y disminuir la productividad de los cultivos (Barttels & Sunkar, 2005; Xiukang y Yingying, 2016). La agricultura sostenible está estrechamente relacionada con el aumento de la eficiencia en el consumo de agua en la producción agrícola, según lo afirman Shabbir et al. (2020) y Nuruddin (2003). Es fundamental garantizar una gestión eficiente del agua para asegurar la calidad y producción agrícola sostenible, especialmente en términos de

escasez de agua, ya que la productividad del cultivo se ve disminuida por el consumo de agua durante la etapa reproductiva de la planta, como señalan Merah (2001) y Mutambara et al. (2016).

En zonas con limitaciones de agua, puede ser beneficioso enfocarse en maximizar la eficiencia hídrica, en lugar de solamente buscar aumentar la productividad de los cultivos. Según Forouzani y Karami (2011), Chai et al. (2016) y Pereira et al. (2002), la disponibilidad de agua en el suelo es esencial para el desarrollo de las raíces y la captación de nutrientes, lo que influye directamente en la productividad de los cultivos hortícolas. Por tanto, el riego es clave para el desarrollo y expansión de estos cultivos, ya que la disponibilidad hídrica tiene un efecto significativo en su rendimiento y calidad, como sugieren Coyago-Cruz et al. (2019) y Besharat et al. (2010).

Según Wang et al. (2014), las condiciones del agua que se suministra a los cultivos tienen un efecto significativo en varias respuestas de los cultivos, como el potencial hídrico, el vigor, el crecimiento (Shao et al., 2008), el rendimiento y calidad de la cosecha. De acuerdo Vinha et al. (2014), se ha demostrado que esto es cierto. No obstante, la cantidad de agua necesaria para regar los cultivos varía según factores como la variedad cultivada, el clima y el suelo. Según Dannehl et al. (2014) y Schwarz et al. (2010), estos son aspectos determinantes que inciden en la cantidad de agua necesaria para regar los cultivos. Debido al cambio climático, la sequía y el calor excesivo pueden ocasionar un déficit de agua en los cultivos, lo que afectaría su crecimiento a nivel físico, fisiológico, bioquímico y molecular (Asada, 2006; Shabbir et al., 2020). Según Costa et al. (2007), la severidad de este estrés hídrico dependerá de factores como el momento, la intensidad y la duración de este (Savvas et al., 2010).

Algunas plantas pueden tener mecanismos adaptativos y tolerantes a la sequía, como la acumulación de soluciones osmorreguladoras (Khapte et al., 2022), la regulación del cierre estomático, la activación de enzimas antioxidantes y la reprogramación del metabolismo, que les permiten sobrevivir y sostener la calidad nutricional de los frutos en estrés hídrico (Costa et al., 2007). Algunos cultivos hortícolas como el tomate son sensibles a las inundaciones y las sequías, la producción se ve afectada por factores ambientales y agronómicos (Colla et al.,

2010; Sivakumar & Srividhya, 2016), específicamente en la etapa temprana de crecimiento del tomate, es sensible a la sequía, ya que coincide con el establecimiento de las raíces en la rizosfera (Ayaz et al., 2015; Shabbir et al., 2020).

Para Schwarz et al. (2010), regar adecuadamente los cultivos de tomate es un reto importante debido a la diversidad en la respuesta del cultivo, y al requerimiento de balancear la dosis y calidad del agua con la producción final (Colimba-Limaico et al., 2022; Coyago-cruz et al., 2019). Se ha investigado ampliamente las consecuencias del déficit hídrico en el tomate cultivado, como se ha indicado en estudios realizados por Khapte et al. (2022), Kumar et al. (2017) y Coyago-Cruz et al. (2022). Estos estudios han demostrado que, aunque el rendimiento del tomate puede disminuir en condiciones de estrés hídrico, también puede sumar la eficiencia del uso de los recursos hídricos. Esto depende de varios factores, como el momento, la intensidad y la duración del estrés hídrico, según lo señalado por Bogale et al. (2016).

Shabbir et al. (2020), evaluaron riego por goteo en dos niveles (riego total 100 % y riego deficitario 75 %) para tomate cherry en maceta en condiciones de invernadero, donde determinaron que las plantas sembradas en temporada de primavera – verano tuvieron mejores resultados que las de otoño – invierno; concluyeron que el riego deficitario demostró una disminución de 5 % del rendimiento, el uso del agua un 21.4 % y de biomasa 22.9 %

Coyago-Cruz et al. (2019), evaluaron riego deficitario regulado en dos etapas del cultivo: cuando las plantas no tenían estrés hídrico y al inicio de la floración; según el tratamiento del riego en épocas de otoño no hubo un buen rendimiento en el cultivo a pesar del nivel de estrés hídrico fue bajo, en época de primavera la reducción del rendimiento fue su punto máximo, el peso de los frutos se vio afectado por el estrés hídrico, al igual que el número de frutos; el riego deficitario regulado disminuyó el agua en un 85% y aumento los niveles de las variables de contenido de azúcares, carotenoides y fenoles totales.

El riego es fundamental para dar un uso sostenible del agua, de Oliveira et al. (2021) evaluaron cuatro umbrales de contenidos volumétricos de agua (0,23, 0,30, 0,37 y 0,44 m<sup>3</sup>) en tomate en invernadero en un sistema automatizado de riego por goteo, utilizaron sensores para monitorear y controlar el riego, las plantas recibían riego

cada vez que lo necesitaban según los sensores; el tratamiento 0,44 m<sup>3</sup> dio mejores resultados en rendimiento de fruto con un 102.10 %, concluyó que el contenido volumétrico de agua es esencial para modular el rendimiento de la fruta del tomate en invernadero

Recientemente, en invernadero, Lipan et al. (2021), evaluaron la programación de riego deficitario en tomate, donde aplicaron dos tratamientos: riego control (125 % de evapotranspiración de cultivo) y riego regulado con tres fases (Fase 1: desde el trasplante hasta la inflorescencia (-1Mpa); fase 2: de la segunda inflorescencia hasta los frutos medios rosados (-0.85 Mpa) y Fase 3: fase de cosecha (-1Mpa); el riego regulado mostró ser más eficiente, también los tomates mostraron mayor peso, tamaño, color más intenso, es decir los tomates fueron de mejor calidad.

Se propone una solución factible a fin de aumentar la productividad en la utilización del recurso hídrico en cultivos de alta producción, que implica la práctica de injertar plantas en patrones que disminuyan la tensión hídrica (Flores et al., 2010). Esta técnica se considera una herramienta ágil y efectiva para optimizar la resistencia de los cultivos de hortalizas en general (Dorais et al., 2008). El injerto supone una modificación del sistema de raíces de una planta mediante la unión de un patrón vivo a la planta que se desea cultivar (Rivard y Louws, 2008).

Según investigaciones realizadas por varios autores, el uso de combinaciones estratégicas de variedades comerciales en portainjertos vigorosos puede mejorar la resistencia de los injertos a problemas fitosanitarios y al estrés ambiental (Gilardi et al., 2013). Además, las plantas injertadas son más efectivas en la atracción de agua y micro y macro elementos, lo que aumenta el rendimiento y mejora la calidad del fruto (Rivard et al, 2012). Estudios por Di Gioia et al. (2013) indican que algunos portainjertos pueden aumentar la acidez del fruto, los sólidos solubles totales y la concentración de vitamina C del fruto (Al-Harbi et al., 2017). Como mencionan Kyriacou et al. (2010), es importante tener en cuenta que la elección del portainjerto y la combinación de injertos logra consecuencias positivas o negativas en el tamaño de la planta o del fruto, de igual manera en el rendimiento y la calidad del producto (Zeist et al., 2019). Por otro lado Rivard et al. (2012) y Zeist et al. (2019) sugieren que la combinación estratégica de variedades comerciales en

portainjertos vigorosos aumenta la resistencia de los injertos a problemas fitosanitarios y al estrés ambiental (Gilardi et al., 2013).

Según Hodge et al. (2009) y Venema et al. (2008), el injerto representa una posibilidad de modificar el sistema radicular de las plantas de tomate, reemplazando el mismo con el de otras especies. Para, Fullana-Pericàs et al. (2020), esta técnica es factible para mejorar la eficiencia en el consumo de agua mediante el uso de portainjertos tolerantes a la sequía, como ha demostrado Khapte et al. (2022). Además, el injerto puede inducir la aglomeración de prolina en el follaje del injerto (Jenkins et al., 2022), lo que reduce el impacto del estrés en el desarrollo vegetativo y rendimiento de los cultivos injertadas (Baron et al., 2019).

Venema et al., (2008), sostiene que, en la producción agrícola intensiva, el empleo de tomates injertados está adquiriendo una relevancia creciente para optimizar la utilización de recursos (Bhatt et al., 2013). La arquitectura del sistema radicular de los tomates injertados puede conferir tolerancia al estrés, debido a su potencial para mejorar la resistencia a enfermedades, muchas especies silvestres de tomate son naturalmente resistentes a enfermedades y nematodos, que son comunes en tomate (Fullana-Pericàs et al., 2020). Esto reduce la dependencia de pesticidas y puede mejorar la calidad del cultivo, lo que resulta en una producción más sostenible (Abu Glion et al., 2019).

La mejora de tolerancia al estrés en los injertos de tomate puede atribuirse a los rasgos de la raíz adquiridos directamente por los portainjertos (Kumar et al., 2017), estos suelen tener un mayor sistema radicular y mayor capacidad para absorber nutrientes y agua del suelo, lo que puede mejorar el desarrollo vegetativo de las plantas injertadas (Perin et al., 2023). Esto puede resultar en una absorción más eficiente de agua y nutrientes debido a los procesos fisiológicos y bioquímicos positivamente modulados en los brotes.

Por ejemplo, Mavlyanova et al. (2020), para el injerto vegetativo en emplearon tomates de mesa Gulkand, AVE-María y Marvarid (tomate cherry), injertaron cada variedad con su injerto con sus propias plantas y también con combinaciones con otras variedades de tomate; el testigo fue plantas no injertadas, las plantas injertadas tuvieron mejores respuestas, en el rendimiento un 16 – 20 % por encima del testigo y frutos comerciales un 97 – 100 %. Tras realizar la investigación, se logró obtener

como conclusión que la variedad Gulkand injertada con los portainjertos L03708 Y CLN2071B tuvo un peso promedio de entre un 30% y un 35%, mientras que la variedad AVE-María registró un aumento del 11% al 18% y la variedad Marvarid aumentó en un 24% a un 43% en comparación con la planta de control. En términos de la concentración de materia seca, se encontraron niveles similares al de la planta de control en las variedades Gulkand y AVE-María, mientras que la variedad Marvarid mostró un aumento en este parámetro. Por otro lado, el contenido de azúcar disminuyó en todas las combinaciones, tal y como se puede constatar en los resultados del estudio.

También se evaluó dos híbridos de tomate cherry (Cheramy y Sheeja) injertadas con tres portainjertos locales y cinco de berenjenas (silvestres), los portainjertos mostraron resistencia a las enfermedades; en ese caso los portainjertos en berenjena mostraron resistencia contra la marchites, mientras que los portainjertos en tomate no mostraron resistencia. Se concluyó que los mejores injertos se realizaron en Sheeja sobre portainjertos de berenjena, Surya y Cheramy sobre portainjertos de tomate Anagha (Naik et al., 2021)

Mahmoud (2020), evaluó tomates híbridos en tres selecciones (*Solanum lycopersicum* L. LA1221 'VFNT cherry') y accesiones silvestres (*S. chmielewskii*, *S. galapaguense*, *S. habrochaites*, *S. pennellii* y *S. pimpinellifolium*), en condiciones de invernadero como portainjerto utilizaron la variedad comercial (emperador); para determinar el mejor injerto, se evaluó variables de crecimiento y productividad de la planta; se obtuvo que el injertos aumentaron los niveles de las variables evaluadas de rendimiento, comercialización y calidad del fruto

La falta de agua en los cultivos de tomate puede causar una serie de cambios tanto en su estructura como en su funcionamiento, que afectan su crecimiento y disminuyen su rendimiento comercializable (Conti et al., 2022; De Storme & Geelen, 2014; Hatfield, 2015; Trenberth, 2011). Durante la fase reproductiva, la sequía puede causar esterilidad del polen, reducción de la producción de semillas y frutos, y reducción de la germinación de las plántulas (Costa et al., 2007; Barttels & Sunkar, 2005; Pervez et al., 2009). Además, se ha observado que la sequía puede afectar significativamente al rendimiento, al volumen y al diámetro del fruto, así como a la composición de nutrientes y compuestos bioactivos en el caso del tomate

(Conti et al., 2022; Plazas et al., 2022). A pesar de la importancia del riego y el injerto en el tomate, existe una brecha dentro de la literatura científica. En consecuencia, los objetivos de este estudio son:

- Evaluar el crecimiento de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico.
- Evaluar la producción de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico.

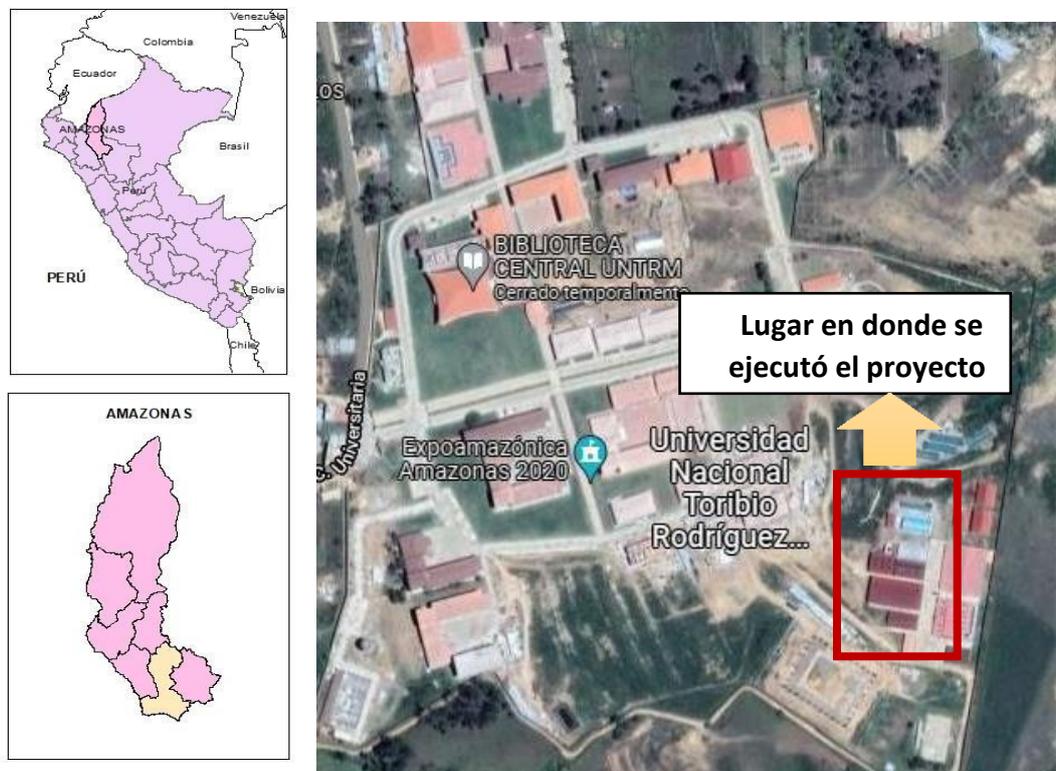
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

Se efectuó la investigación en el invernadero del Centro de Producción Hidropónica perteneciente al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) perteneciente a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Dicho invernadero se halla a una altitud de 2317 msnm y sus coordenadas son 6°23'39" S; 77°85'20" O. El invernadero está situado en la fidelísima ciudad de Chachapoyas – Perú (Figura 1).

#### Figura 1

*Ubicación geográfica del área de experimentación*



### 2.2. Materiales, equipos e insumos

#### 2.2.1. Material vegetal

Se recolectaron semillas botánicas de los patrones silvestres, tomate de árbol (*Solanum betaceum* L.), chila (*Solanum quitoense* L.) y cocona (*Solanum sessiliflorum* L.), en una altitud de 1625 msnm y coordenadas geográficas 6°55'14" S y 77°23'73" O (Centro poblado de Nuevo Chirimoto – Omia - Rodríguez de Mendoza – Perú). El tomate Cherry rojo y amarillo se adquirió del Centro de Producción Hidropónica del

(INDES) perteneciente a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

### **2.2.2. Población, muestra y muestreo**

La población y muestra total del experimento estuvo conformada de 72 plantas de tomate Cherry injertadas, que fueron instaladas en invernadero (cubierto con malla anti áfidos y techo con una película anti-UV) en el Centro de Producción Hidropónica del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES). El tipo de muestreo empleado fue aleatorio.

### **2.2.3. Sustratos**

#### **2.2.3.1. Substrato germinativo**

La germinación de las semillas de cinco especies de plantas tuvo lugar en bandejas de germinación con capacidad de 72 celdas, cuyas dimensiones fueron de 27.5 cm × 53.5 cm, en el Centro de Producción Hidropónica del INDES-CES. Se utilizó un sustrato comercial denominado *Sun Gro Horticulture Sunshine® Mezcla #1*, cuyas propiedades se detallan a continuación (Sungro, 2023):

† Ingredientes: Musgo de turba canadiense *Sphagnum*, perlita y cal dolomita.

† Textura: Fibrosa

† Tonalidad: Desde un matiz castaño claro hasta uno más oscuro

† Fragancia: Sutil aroma terroso

† pH: 3,5 - 7,5

#### **2.2.3.2. Substrato para el crecimiento y desarrollo vegetativo**

El sustrato empleado en el invernadero fue cascarilla de arroz y turba, en proporción 1:3

### **2.2.4. Solución nutritiva hidropónica**

Se aplicaron según lo propuesto por Hidalgo (2014), según la etapa de desarrollo del cultivo. Estas soluciones fueron divididas en solución A,

solución B y solución C, así mismo, se mantuvo ese orden en la aplicación en el tanque de agua Rotoplas de 1100 litros. Los macro y microelementos se muestran a continuación (Tabla 1).

### 2.2.5. Equipos e insumos empleados

- Balanza digital (1000 g)
- Pesticidas (Carboxin, Captan, entre otros)
- Regla (30 cm)
- El sistema de riego por goteo está constituido por diversos elementos tales como mangueras de riego de 16 mm de diámetro, válvulas, filtros y goteros, entre otros.
- Bolsas de polietileno (21 cm x 30 cm)
- Tanque Rotoplas (1100 L)
- Vernier digital (150 mm)
- Cinta métrica (150 cm)

**Tabla 1**

*Solución nutritiva para tomate*

Fertilizantes solubles		Cultivo de tomate		
		Etapa (gramos)		
		I	II	III
Solución A	Nitrato de potasio	425.8	421.9	652.4
	Nitrato de amonio	52.8	0	0
	Fosfato monopotásico	198.1	291.3	325.6
Solución B	Sulfato de magnesio	461.5	461.5	461.4
	Quelato de hierro	17.0	33.3	33.3
	Sulfato de manganeso	1.5	1.5	1.5
	Ácido bórico	2.9	4.1	4.1
	Sulfato de Zinc	0.7	0.7	0.7
	Sulfato de cobre	0.2	0.2	0.4
	Molibdato de amonio	0.1	0.1	0.1
Solución C	Nitrato de calcio	744.3	782.8	805.4

Fuente: Hidalgo (2014). I: Crecimiento; II: Floración y III: Producción

## **2.3. Métodos**

### **2.3.1. Diseño del experimento**

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo bifactorial compuesto por 6 combinaciones de injerto (6C) x 2 niveles de riego (2N). En total se establecieron 12 tratamientos, cada uno de los cuales se repitió 6 veces, dando como resultado un total de 72 unidades experimentales.

### **2.3.2. Factores de estudio**

#### **Factor C: Combinación de injerto (C)**

C<sub>1</sub>: Tomate cherry Amarillo/Tomate de árbol (A/T)

C<sub>2</sub>: Tomate cherry Amarillo /Chila (A/C)

C<sub>3</sub>: Tomate cherry Amarillo /Cocona (A/Co)

C<sub>4</sub>: Tomate cherry rojo/Tomate de árbol (R/T)

C<sub>5</sub>: Tomate cherry rojo/Chila (R/C)

C<sub>6</sub>: Tomate cherry rojo/Cocona (R/Co)

#### **Factor N: Niveles de Riego (N)**

N<sub>1</sub>: Riego total al 100 %

N<sub>2</sub>: Riego deficitario al 50 %

### 2.3.3. Distribución de los tratamientos

**Tabla 2**

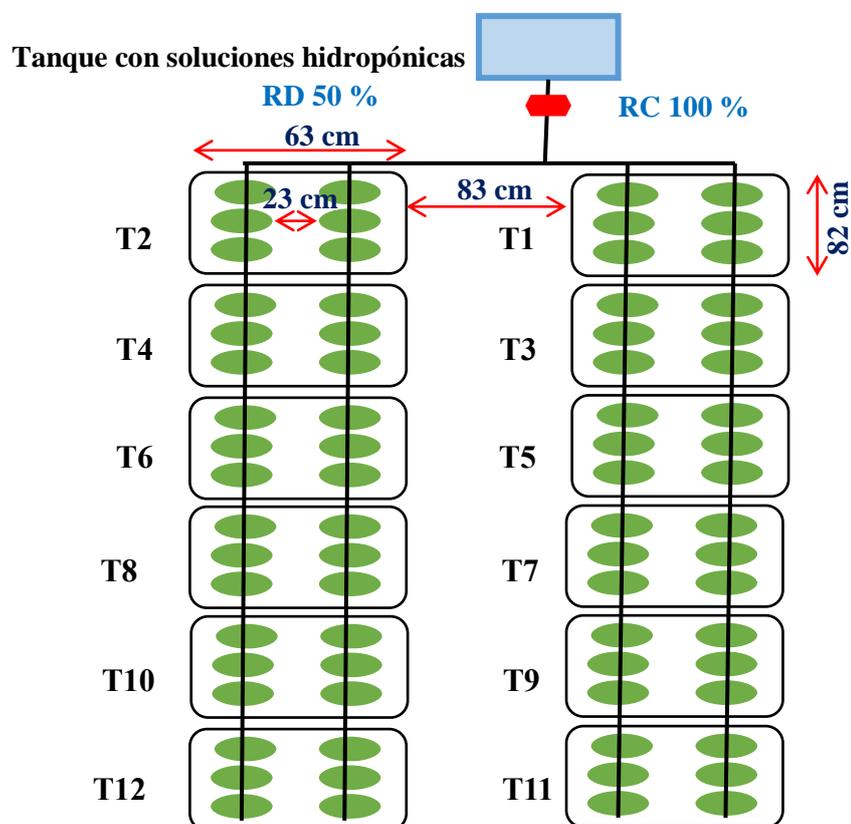
*Diseño factorial de la investigación*

Factores	Interacciones	Descripción	Tratamientos
Combinación de injerto (C)	C1:N1	Amarillo/Tomate de árbol : 100%	T1
	C1:N2	Amarillo/Tomate de árbol : 50%	T2
	C2:N1	Amarillo/Chila : 100%	T3
	C2:N2	Amarillo/Chila : 50%	T4
	C3:N1	Amarillo/Cocona : 100%	T5
	C3:N2	Amarillo/Cocona : 50%	T6
Niveles de riego (N)	C4:N1	Rojo/Tomate de árbol : 100%	T7
	C4:N2	Rojo/Tomate de árbol : 50%	T8
	C5:N1	Rojo/Chila : 100%	T9
	C5:N2	Rojo/Chila : 50%	T10
	C6:N1	Rojo/Cocona : 100%	T11
	C6:N2	Rojo/Cocona : 50%	T12

### 2.3.4. Asignación de tratamientos en la parcela de prueba

**Figura 2**

*Características del área del experimento (Invernadero)*



### 2.3.5. Técnicas e instrumentos

#### 2.3.5.1. Evaluación del crecimiento de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico.

##### Variables

**Altura de planta:** Fue medida con una cinta métrica desde la base de la planta hacia el ápice terminal.

**Diámetro del patrón:** Se calculó midiendo desde la zona basal del tallo, donde se realizó el injerto, utilizando un vernier

**Diámetro del injerto:** Se utilizó un vernier en el punto donde la especie injertada y el patrón se unieron.

**Diámetro de la unión:** Se midió el diámetro de la conexión entre el patrón y la especie injertada, utilizando vernier digital.

**Número de brotes:** Se conto manualmente en diferentes momentos del ciclo de cultivo.

#### 2.3.5.2. Evaluación de la producción de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico.

##### Variables

**Días a la floración:** Se evaluó mediante la observación diaria de las plantas y anotando el número de días que tardo en producir flores.

**Número de flores:** Se registró la cantidad de flores generadas por las plantas durante un lapso específico de tiempo.

**Número de racimos florales:** Se contabilizó el número de grupos florales que se desarrollaron en las plantas durante ese mismo período.

**Días al cuajado del fruto:** Se evaluó mediante la observación diaria de las plantas y anotando el número de días que tardaron en producir frutos después de la floración.

**Número de frutos:** Se tomó nota de la cantidad de frutos generados por las plantas en un lapso temporal específico.

**Longitud del fruto:** Se evaluó la medida de largo de los frutos mediante un vernier digital.

**Diámetro del fruto:** Se determinó la medida del diámetro de los frutos a través del uso de un digital vernier.

**Rendimiento por planta (kg):** Se determinó pesando los frutos comerciales (>10 gramos) de cada planta, empleando una balanza analítica.

### 2.3.6. Procedimientos

#### **Germinación de injertos y portainjertos**

Las semillas de ambos, injertos y portainjertos se germinaron en bandejas de poliestireno rellenas con sustrato de turba canadiense *Sphagnum* en un invernadero. Para obtener plantas con un tamaño similar al trasplantar al invernadero, las plantas no injertadas se germinaron dos semanas más tarde que las plantas injertadas.

#### **Materiales vegetales**

Se utilizaron como vástagos al tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) cvs. rojo y amarillo, y se injertó en tres portainjertos de solanáceas silvestres: “Chila”, “Cocona” y “Tomate de árbol” (Nuevo Chirimoto, Perú). Cuando los patrones silvestres al igual que los tomates cherrys de ambas variedades (amarillo y rojo) lograron un tamaño aproximado de 15 cm o cuando las plantas iniciaron la tercera hoja verdadera en las bandejas germinadoras, se realizó los injertos tipo “empalme” empleando un clip de silicona de 2.2 mm de diámetro (Pardo-Alonso et al., 2020). Las plantas sin injertar sirvieron como controles.

#### **Condiciones de crecimiento**

Después del injerto, a las plantas injertadas, se les colocó en cámara húmeda, siguiendo el procedimiento establecido por Tejada-Alvarado et al. (2023) y Fullana-Pericàs et al. (2020), se rocío con una solución compuesta por sulfato de cobre (2 ml/L) y benzimidazol (2,5 ml/L) sobre las plántulas injertadas, se mantuvieron a una humedad relativa cercana al

100% y una temperatura de 20-22 °C, evitando la luz solar directa, durante las primeras dos semanas. Después, se expusieron a una luz indirecta (55% de sombra) y temperatura ambiente durante siete días, posteriormente se realizó el trasplante.

### **Ejecución del experimento en invernadero**

El experimento se instaló el 01 de setiembre de 2022, se trasplantaron 6 plantas de cada combinación de injertos a bolsas de polietileno de 21cm x 30 cm, se trasplanto una planta por bolsa. El sustrato estuvo compuesto por cascarilla de arroz y turba en relación 1:3 (v/v) en un invernadero cubierto con malla anti-áfidos de 30% de sombra y techo con una película anti-UV. El sustrato antes de la siembra se esterilizó con fungicida agrícola Carbonyl compuesto por dos ingredientes activos Carboxin (fungicida sistémico) y Captan (fungicida de contacto), en dosis recomendadas por los fabricantes.

Se elaboró una solución nutritiva para la fertirrigación que incluía los macro y micronutrientes necesarios para cada fase vegetativa del cultivo, tal como se muestra en la tabla 1. Se empleó un método mecanizado de irrigación mediante goteros para dispensar la mezcla nutritiva, la cual fue suministrada cada día durante los 30 primeros días después del trasplante en el invernadero a capacidad de campo. Posteriormente, se establecieron dos tratamientos, para calcular los niveles de riego, se empleó la ecuación de balance hídrico sugerida por Shabbir et al. (2020).

$$ET_{c(CR)} = I + (W_n - W_{n+1})$$

Donde:

ET<sub>c(CR)</sub>: Evapotranspiración del cultivo (testigo)

I: Cantidad de agua de riego (L)

W<sub>n</sub>: Peso inicial de los recipientes antes del riego

W<sub>n+1</sub>: Peso posterior de los recipientes después del riego

Utilizando la fórmula de balance hídrico se logró calcular la cantidad de riego a aplicar en (mL) que corresponde al 100%. Posteriormente, aplicando la regla de tres se determinó la cantidad correspondiente al 50%.

Se aplicaron prácticas agronómicas que incluyeron: poda de hojas, eliminación de brotes laterales, control de plagas y enfermedades.

#### **2.4. Procesamiento de datos**

Se empleó el software estadístico R para examinar la variación entre los grupos, y se consideró significativo un valor de  $p$  inferior a 0.05. Se aplicaron las pruebas de homogeneidad de varianzas (Bartlett) y normalidad (Shapiro-Wilk), se determinó el uso de ANOVA de dos vías para las variables de crecimiento y para comparar las medias entre los grupos se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, considerando un valor de  $p < 0.05$ . Las variables de producción que no cumplieron los supuestos se analizaron por la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis, con un nivel de significancia de 95%.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación del crecimiento de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico.

**Tabla 3**

*ANOVA para parámetros de crecimiento de dos variedades de tomate cherry injertadas con diferentes patrones silvestres.*

Tratamiento	Factor C	Factor N	Variables				
	Combinación de injerto	Niveles de riego (%)	Altura de planta (cm)	Diámetro del patrón (mm)	Diámetro del injerto (mm)	Diámetro de la unión (mm)	Número de brotes
T1	A/T	100%	82.00a	9.19a	8.60a	10.89a	12.67ab
T2	A/T	50%	54.33a	6.93a	7.03a	8.22a	9.00abc
T3	A/C	100%	84.83a	9.22a	8.84a	10.58a	13.00ab
T4	A/C	50%	63.83a	8.81a	8.57a	10.25a	9.33abc
T5	A/Co	100%	91.17a	9.92a	9.48a	10.61a	14.33a
T6	A/Co	50%	63.67a	7.56a	6.98a	8.41a	8.67bc
T7	R/T	100%	66.33a	7.43a	7.61a	9.08a	12.00ab
T8	R/T	50%	57.00a	6.48a	6.77a	8.92a	5.33c
T9	R/C	100%	85.17a	9.22a	8.76a	10.66a	12.67ab
T10	R/C	50%	70.50a	8.36a	7.88a	8.88a	8.67bc
T11	R/Co	100%	86.00a	9.64a	9.10a	10.33a	11.67ab
T12	R/Co	50%	62.17a	8.12a	7.75a	8.67a	10.00abc
Análisis de varianza (p-valor)							
CxN			n.s	n.s	n.s	n.s	n.s

#### Combinación de injerto (C) / Niveles de fertirriego (N)

A= Tomate cherry amarillo, R= Tomate cherry rojo, T= Tomate de árbol, C= Chila, Co= Cocona. Medias de las columnas seguidas de la misma letra no difieren según la prueba de Tukey a  $p < 0.05$ . Los asteriscos significan el nivel de significación \*\*\* ( $p < 0.001$ ), \*\* ( $p < 0.01$ ), \* ( $p < 0.5$ ), n.s (No significativo).

En cuanto a los resultados del análisis de varianza (ANOVA), los resultados que se presentan en la tabla 3, corresponden al experimento en el que se evaluaron diferentes combinaciones de injertos (A/T, A/C, A/Co, R/T, R/C, R/Co) y dos niveles de riego (50% y 100%) en términos de su efecto en cinco variables de crecimiento: **altura de planta, diámetro del patrón, diámetro del injerto, diámetro de la unión y número de brotes**. El ANOVA indica que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes combinaciones de injertos en términos de crecimiento en las variables evaluadas. Por otro lado, el nivel de riego sí tuvo un efecto significativo en las variables medidas. Así mismo, el análisis de varianza muestra una interacción no significativa entre la combinación de injerto y el nivel de riego, lo que significa que el efecto del nivel de riego en las variables no varió significativamente entre las diferentes combinaciones de injertos evaluadas.

**3.2. Evaluación de la producción de variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) injertadas con patrones silvestres bajo condiciones de estrés hídrico**

**Tabla 4**

*Kruskal-Wallis y ANOVA para parámetros de producción de dos variedades de tomate cherry injertadas con diferentes patrones silvestres*

Tratamiento	Factor C	Factor N	Variables								
			Días a la floración	Número de flores	Número de racimos de flores	Días del cuajado del fruto	Número de frutos	Diámetro medio del fruto (mm)	Diámetro longitudinal del fruto (mm)	Peso individual del fruto (g)	Rendimiento (kg/planta)
T1	A/T	100%	38c	55.7abc	6.2a	57fgh	28.7ab	28.37abc	27.83ab	14.15ab	0.14a
T2	A/T	50%	38c	28.3bc	4.2a	62bcde	13.5ab	29.21ab	27.34abcd	15.39ab	0.07a
T3	A/C	100%	39bc	62.3ab	8.2a	55gh	30.5a	24.89abcd	24.2abcde	13.93ab	0.14a
T4	A/C	50%	41ab	42.2bc	5.7a	66ab	18ab	13.43d	12.32e	13.1ab	0.11a
T5	A/Co	100%	35d	56.3abc	7.3a	52h	31a	19.67bcd	19.4bcde	14.41ab	0.17a
T6	A/Co	50%	44ab	35.2bc	5.0a	63abcd	12.5ab	17.39bcd	15.31cde	19.51ab	0.08a
T7	R/T	100%	39bc	45.5abc	6.2a	58efgh	21.3ab	28.15abc	26.92abcd	13.21ab	0.11a
T8	R/T	50%	42ab	20.0c	5.5a	67a	6b	27.65abcd	25.94abcde	12.28b	0.05a
T9	R/C	100%	36d	108.0a	8.2a	61cdef	42.8a	25.8ab	22.34abc	21.18a	0.23a
T10	R/C	50%	45a	39.8bc	5.3a	67a	15ab	14.54cd	13.78de	13.88ab	0.11a
T11	R/Co	100%	38cd	58.0abc	6.8a	60defg	24.5ab	30.34a	28.1a	21.96a	0.13a
T12	R/Co	50%	45a	47.0abc	5.8a	65abc	18.5ab	24.56abcd	22.52abcde	14.42ab	0.12a
Significancia	KW <sup>k</sup> Anova		***	***	n.s	***	***	***	***	***	n.s

<sup>k</sup>KW= Kruskal-Wallis test a  $p < 0.001$  (\*\*\*),  $p < 0.01$  (\*\*),  $p < 0.05$  (\*), letras distintas revelan diferencias significativas a  $p < 0.05$ . n.s = no significativo, A= Tomate cherry amarillo, R= Tomate cherry rojo, T= Tomate de árbol, C= Chila, Co= Cocona.

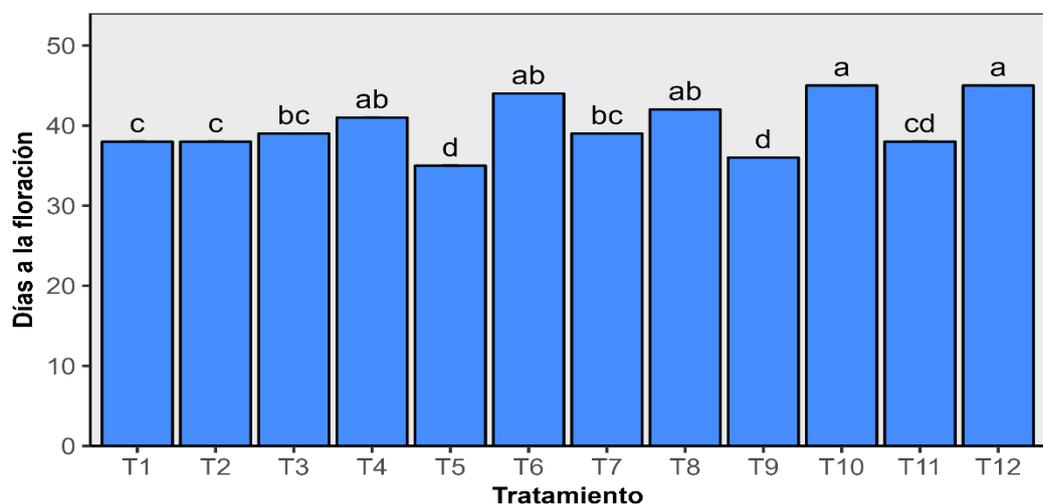
La tabla 04 muestra los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis y ANOVA para los parámetros de producción de dos variedades de tomate cherry injertadas con diferentes patrones silvestres y niveles de riego. Los resultados se presentan en medias, letras minúsculas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ). Se observa que hay diferencias significativas en los parámetros evaluados entre las diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego. Sin embargo, para las variables número de racimos florales y rendimiento, el análisis mostro resultados no significativos, por lo cual no se realizaron pruebas post-hoc. En particular, se observa que la combinación R/Co con 100% de riego obtuvo las mejores medias en la mayoría de los parámetros evaluados.

### Días a la floración

Los resultados del análisis de Kruskal Wallis (tabla 4, anexo 6) indican que existe una diferencia significativa en los días a la floración entre las diferentes combinaciones de injertos y niveles de riego ( $\chi^2 = 69.04$ ,  $gl = 11$ ,  $p < 0.00001$ ).

### Figura 3

*Influencia del déficit hídrico en los días a la floración de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.*



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Kruskal-Wallis.

Al observar las medias y los rangos de las diferentes combinaciones de injertos y niveles de riego (figura 3), podemos ver que hay cuatro grupos diferentes (a,

b, c, d) que se formaron. Es así como la combinación de injertos y nivel de riego que retraso los días a la floración fue R/C con un 50% de riego, con una media de 45 días y fue clasificado en el grupo "a", que fue estadísticamente diferente a los demás. Por otra parte, la combinación de injertos y nivel de riego que produjo el menor número de días a la floración fue A/Co con un 100% de riego, con una media de 35 días y fue clasificado en el grupo "d". Los resultados del experimento muestran que las combinaciones de injertos y niveles de riego evaluados tienen una influencia significativa en los días que tarda la planta en florecer. Se encontraron diferencias significativas en el tiempo de floración, lo que sugiere que la elección de una combinación de injertos y nivel de riego específicos puede afectar significativamente el tiempo de floración de las plantas.

### **Número de flores por planta**

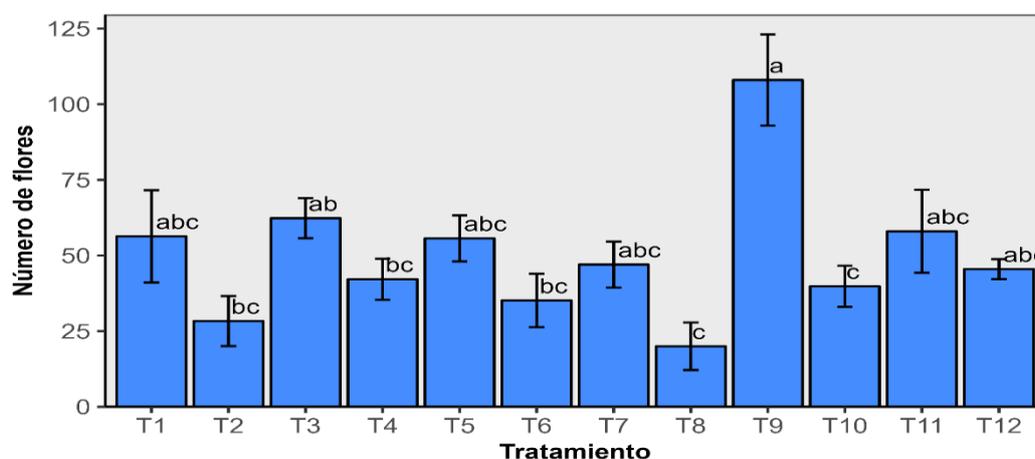
Los resultados del análisis de Kruskal Wallis (tabla 4, anexo 7) indican que hay una diferencia significativa en el número de flores entre las diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego evaluados ( $\chi^2 = 31.443$ ,  $gl = 11$ ,  $p\text{-valor} < 0.001$ ).

Los grupos de significancia muestran que hay diferencias significativas en las medias del número de flores entre las diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego evaluados. Al observar los grupos de significancia, se puede ver que la combinación de injerto y el nivel de riego tienen un efecto significativo en el número de flores (figura 4). Los grupos con las medias más altas fueron R/C con un nivel de riego del 100% (grupo a), seguido de la combinación de injerto A/C con un nivel de riego del 100% (grupo ab), mientras que los grupos con las medias más bajas fueron R/T con un nivel de riego del 50% (grupo c), seguido de la combinación de injerto A/T con un nivel de riego del 50% (grupo bc). El injerto R/C con 100% de riego presentó la media más alta (108 flores) y se separó significativamente del resto de los grupos. Por otro lado, el grupo con la media más baja fue el injerto R/T con 50% de riego (20 flores), que también se separó significativamente del resto de los grupos. Los demás grupos presentan medias intermedias y algunas de ellas son significativamente diferentes entre sí.

Estos resultados sugieren que la selección adecuada de la combinación de injerto y nivel de riego puede tener un impacto significativo en la producción de flores en plantas de tomate, siendo el injerto R/C con 100% de riego el que presenta el mayor número de flores. Estos resultados pueden ser útiles para la selección de injertos y la aplicación de técnicas de riego en la producción de tomates cherry.

#### Figura 4

Influencia del déficit hídrico en el número de flores de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Kruskal-Wallis.

#### Número de racimos florales por planta

Los resultados del análisis de Kruskal Wallis (tabla 4, anexo 8) indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las combinaciones de injertos y los niveles de riego en términos de su efecto en la variable número de racimos florales ( $\chi^2=18.015$ ,  $gl=11$ ,  $p=0.0812$ ), es decir no se puede afirmar que existan diferencias estadísticamente significativas en el número de racimos florales.

En cuanto al nivel de riego, los resultados indican que no hay diferencias significativas entre el nivel de riego del 50% y el 100%, ya que no se observa ninguna diferencia estadísticamente significativa en las medias de los grupos. Se muestra que al menos en esta variable, el nivel de riego no afectó significativamente la producción de racimos florales en las plantas de tomate evaluadas.

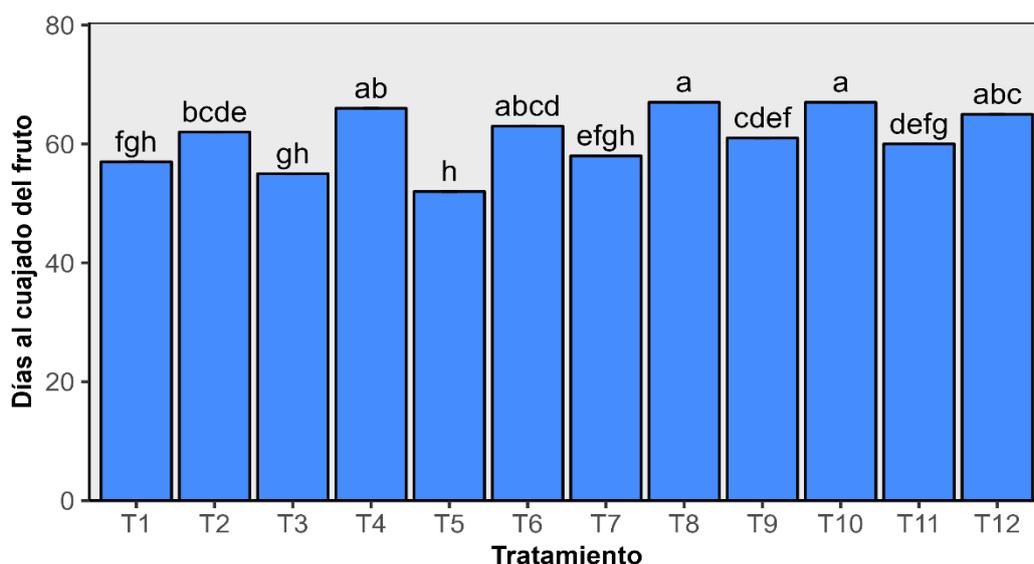
### Días al cuajado del fruto

El análisis de Kruskal Wallis (tabla 4, anexo 9) mostró una diferencia significativa en la variable días al cuajado del fruto, entre las diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego ( $\chi^2= 70.27$ ,  $gl=11$ ,  $p<0.0001$ ).

Los resultados indican que la combinación de injerto A/Co con un nivel de riego del 100% tuvo una media de 52 días al cuajado del fruto en comparación con la combinación R/T con un nivel de riego del 50%, la cual tuvo la media más alta de todos los grupos evaluados con 67 días (figura 5). Así mismo, se observaron que las combinaciones de injerto A/C 100%, A/Co 100%, y R/Co 100% llegaron en menos días al cuajado del fruto mientras que en las combinaciones de injerto A/T 50% y A/C 50% demora más. Respecto a las dos variedades de tomate cherry, se puede observar que no hay una diferencia significativa en los días al cuajado del fruto entre el tomate cherry amarillo y el tomate cherry rojo en ninguno de los grupos de combinación de injerto y niveles de riego evaluados. La media de los días al cuajado del fruto fue mayor en el grupo de 50% de riego (64.33) en comparación con el grupo de 100% de riego (57.67).

### Figura 5

Influencia del déficit hídrico en el número de días al cuajado del fruto de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Kruskal-Wallis.

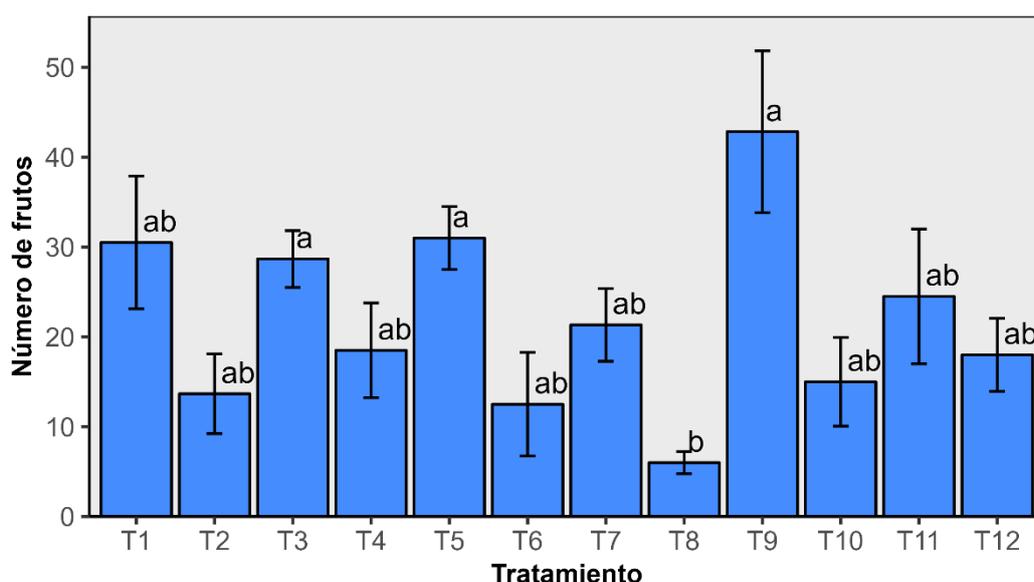
Los resultados muestran que tanto la combinación de injerto como el nivel de riego pueden influir en el tiempo que tarda el fruto en cuajar, algunas combinaciones de injerto y niveles de riego pueden ser más efectivas que otras para reducir el tiempo de cuajado del fruto.

### Número de frutos por planta

Los resultados del análisis de Kruskal-Wallis (tabla 4, anexo 10) indican que hay una diferencia significativa en el número de frutos por planta entre las diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego ( $\chi^2= 27.595$ ,  $gl=11$ ,  $p=0.0037$ ). Los grupos que comparten la misma letra no difieren significativamente entre sí, mientras que aquellos con letras diferentes tienen una diferencia significativa.

### Figura 6

Influencia del déficit hídrico en el número de frutos por planta de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Kruskal-Wallis.

Se observa que la combinación de injerto y nivel de riego que tuvo la mayor cantidad de frutos por planta fue la de R/C con 100% de riego, seguida por A/C con 100% de riego y A/Co con 100% de riego, con 42.80, 30.50 y 31.00 frutos por planta respectivamente (tabla 4 y figura 6). Por otro lado, la combinación de injerto y nivel de riego que presentó la menor cantidad de frutos por planta fue

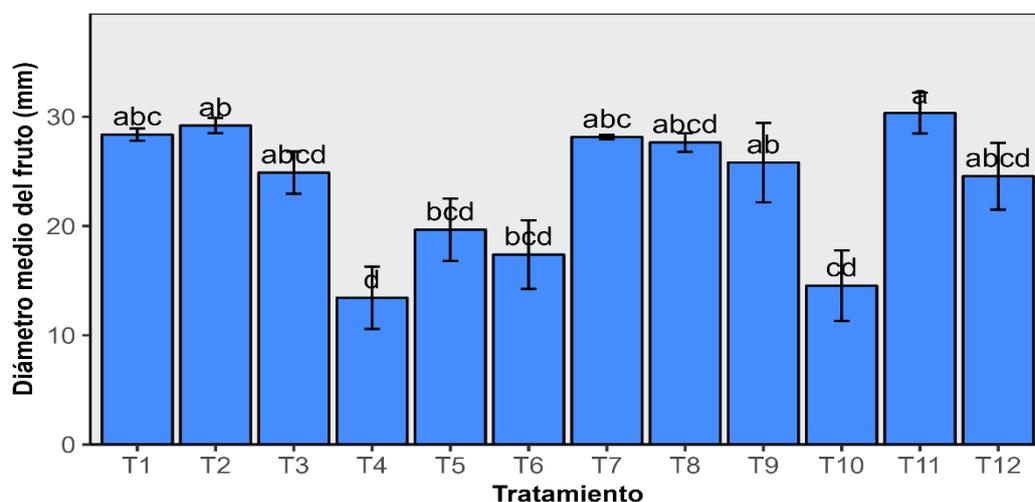
la de R/T con 50% de riego, con solamente 6 frutos por planta. Así mismo, se observa que las plantas que tuvieron por patrón a la chila (C) y cocona (Co) presentaron un mayor número de frutos por planta en comparación con los demás injertos evaluados. Los resultados indican que la combinación de injerto y el nivel de riego tienen un efecto significativo en la variable número de frutos, las plantas que recibieron un 100% de riego produjeron más frutos en comparación con las que recibieron un 50% de riego, pero la interacción entre estos factores no es significativa.

### Diámetro medio del fruto (mm)

Los resultados del análisis de Kruskal-Wallis (tabla 4, anexo 11) indican que existe una diferencia significativa en el diámetro medio del fruto entre las diferentes combinaciones de injertos y niveles de riego evaluados ( $\chi^2 = 47.358$ ,  $gl = 11$ ,  $p < 0.001$ ).

### Figura 7

Influencia del déficit hídrico en el diámetro medio del fruto (mm) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Kruskal-Wallis.

Los resultados indican (figura 7 y tabla 4) que la combinación de injerto y nivel de riego que resultó en la mayor media de diámetro medio del fruto fue R/Co a 100% de riego (30.34 mm), seguida por A/T a 50% de riego (29.21 mm) y R/T a 100% de riego (28.15 mm). La combinación de injerto y nivel de riego que

resultó en la menor media de diámetro medio del fruto fue A/C a 50% de riego (13.43 mm), en consecuencia, se puede deducir que la combinación de injerto y los niveles de riego tienen un efecto significativo en el diámetro medio del fruto y deben ser considerados en el manejo de cultivos de tomate cherry.

Los resultados muestran que el grupo con un nivel de riego del 100% obtuvo mayores diámetros medios del fruto en comparación con el grupo con un nivel de riego del 50%, independientemente de la combinación de injerto utilizada, lo que sugiere que el nivel de riego es un factor importante en la producción de tomates cherry y que un mayor nivel de riego puede resultar en una mayor calidad de los frutos en términos de diámetro medio. Se puede ver que la combinación de injerto A/T tiene una media de 28.37 mm con 100% de riego, mientras que con 50% de riego su media es de 29.21 mm. Para la combinación de injerto R/T, la diferencia en medias entre los niveles de riego es aún menor, con una media de 28.15 mm para 100% y 27.65 mm para 50%.

#### **Diámetro longitudinal del fruto (mm)**

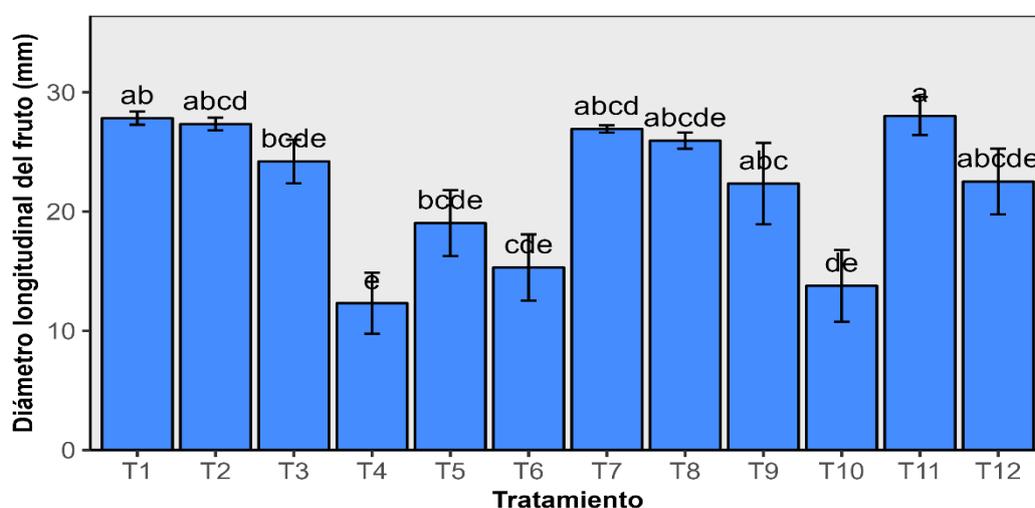
Los resultados del análisis de Kruskal-Wallis (tabla 4, anexo 12) muestran que hay una diferencia significativa en los diámetros longitudinales de los frutos entre los grupos definidos por la combinación de injerto y los niveles de riego ( $\chi^2= 52.809$ ,  $gl= 11$ ,  $p<0.001$ ). Asimismo, los grupos de significancia en la tabla indican que hay diferencias estadísticamente significativas en las medias entre las interacciones.

Los grupos de significancia muestran que las combinaciones de injerto con los mayores diámetros longitudinales del fruto son R/Co con 28.01 mm, estadísticamente diferente de los demás grupos, seguido de A/T con 27.83 mm cuando se aplicó un 100% de riego, mientras que la combinación con el menor diámetro fue A/C con 12.32 mm cuando se aplicó un 50% de riego y fue estadísticamente diferente de los demás grupos (tabla 4 y figura 8), respecto a las variedades de tomate cherry, para el tomate cherry amarillo (A), la combinación de injerto A/T a 100% de riego (27.83 mm) presentó un diámetro longitudinal del fruto significativamente mayor que la combinación A/C a 50% de riego (12.32 mm). Por otro lado, para el tomate cherry rojo (R), la combinación de injerto R/Co a 100% de riego (28.01 mm) presentó un diámetro

longitudinal del fruto significativamente mayor que la combinación R/C a 50% de riego (13.78 mm). Por otra parte, se observa una diferencia significativa entre los dos niveles de riego (50% y 100%) en todas las combinaciones de injertos evaluadas para la variable de diámetro longitudinal del fruto. Las medias para todas las combinaciones de injertos son mayores en el nivel de riego del 100% que en el nivel del 50%.

### Figura 8

Influencia del déficit hídrico en el diámetro longitudinal del fruto (mm) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Kruskal-Wallis.

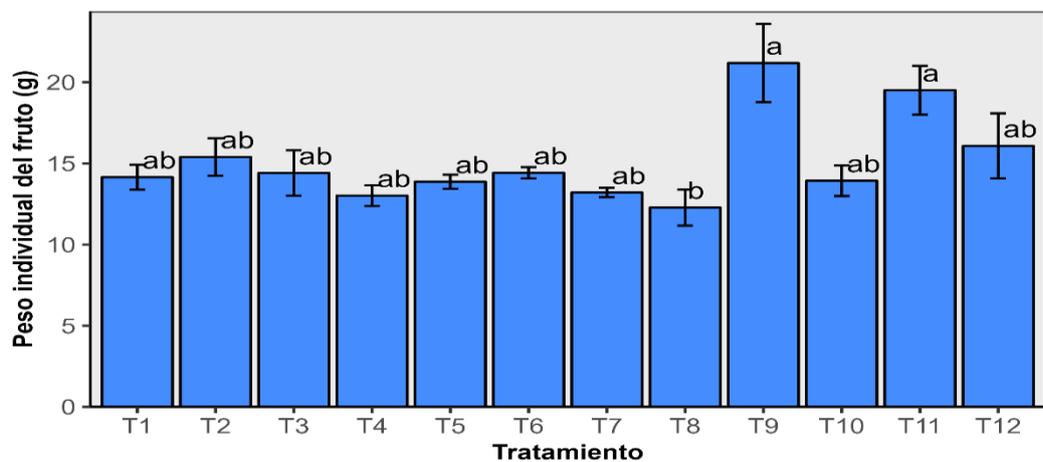
### Peso individual del fruto (g)

Los resultados del análisis de Kruskal-Wallis (tabla 4, anexo 13) indican que hay una diferencia significativa en los pesos individuales de los frutos entre los diferentes grupos de combinaciones de injertos y niveles de riego ( $\chi^2 = 32.419$ ,  $gl = 11$ ,  $p < 0.001$ ). La combinación de injerto no parece ser un factor significativo en la determinación del peso individual del fruto, ya que no hay diferencias significativas entre los grupos en función de la combinación de injerto. Sin embargo, el nivel de riego parece ser un factor importante, ya que hay una diferencia significativa entre los grupos en función del nivel de riego.

Los resultados muestran que la combinación de injerto y nivel de riego que se asocia con la mayor media de peso individual del fruto es R/C (21.18 gramos) y R/Co (21.96 gramos), ambos de variedad tomate cherry rojo y un nivel de riego del 100% produjeron el mayor peso individual del fruto, lo que los convierte en el grupo más significativo (a). Mientras que la combinación de injerto y nivel de riego que se asocia con la menor media de peso individual del fruto es R/T (12.28 gramos) de tomate cherry rojo con un nivel de riego del 50%, el cual produjo el peso individual del fruto más bajo, que se etiqueta como el grupo menos significativo (b) (tabla 4 y figura 9). Además, se encontraron diferencias significativas entre algunos grupos de combinaciones de injerto y niveles de riego, como se muestra en los grupos de significancia en la tabla. Por lo tanto, se concluye que la combinación de injerto y nivel de riego son factores importantes que afectan el peso individual de los frutos, y es importante considerarlos en la producción de estos cultivos.

### Figura 9

Influencia del déficit hídrico en el peso individual de fruto (gramos) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Kruskal-Wallis.

En general, se observa que no hay grandes diferencias en cuanto a la respuesta de las diferentes combinaciones de injerto con respecto al riego los resultados sugieren que el nivel de riego es un factor importante en la determinación del peso individual del fruto, mientras que la combinación de injerto no parece ser

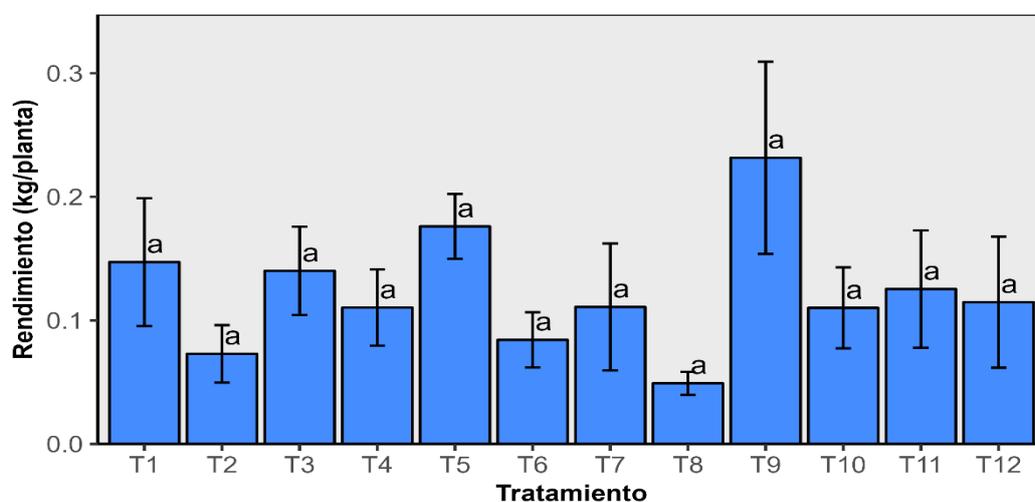
un factor significativo en este aspecto. Además, la variedad de tomate rojo R/C parece ser la más productiva en términos del peso individual del fruto en comparación con las otras variedades evaluadas.

### Rendimiento (kg/planta)

Como se observa en la tabla 4, la interacción entre los patrones silvestres y los niveles de riego también fue no significativa según el análisis de varianza (ANOVA), mostrando que la interacción de los factores no fue estadísticamente significativa (anexo 14). Observando los valores de las medias en la tabla, se puede ver que la media más alta es 0.232 kg, correspondiente al tratamiento T9 (R/C:100%), así mismo los tratamientos con riego 100% obtuvieron valores más altos que los que emplearon 50%. Sin embargo, no hay diferencias significativas entre los tratamientos.

### Figura 10

Influencia del déficit hídrico en el rendimiento (kg/planta) de dos variedades de tomate cherry injertadas con patrones silvestres.



Los datos son la media  $\pm$  error estándar. Letras diferentes indican una diferencia significativa a  $p < 0.05$  según Tukey.

#### **IV. DISCUSIÓN**

La elección de los portainjertos es un aspecto crucial en el proceso de injerto. Según King et al. (2010), los portainjertos más comunes para el tomate son los híbridos de tomate y los híbridos interespecíficos de tomate, que ofrecen resistencia a enfermedades transmitidas por el suelo. Sin embargo, se ha observado que algunas combinaciones de portainjertos y patrones pueden presentar incompatibilidades o perder resistencias específicas a enfermedades, aunque los mecanismos exactos aún no se comprenden completamente (King et al., 2010; Bitters et al., 1986).

Es importante destacar que un sistema radicular fuerte y resistente es prioritario para el cultivo de tomate cherry a lo largo de la temporada y para resistir enfermedades (Gregory et al., 2013). Según King et al. (2010), el uso de portainjertos adecuados puede proporcionar un sistema radicular vigoroso que puede soportar condiciones adversas y aumentar la resistencia a enfermedades. Además, el injerto puede contribuir a minimizar los problemas asociados con los cultivos sucesivos y mejorar la tolerancia al estrés, como la sequía y la salinidad (Keatinge et al., 2014, Schwarz et al., 2010, Rouphael et al., 2012).

El suministro adecuado de agua es crucial para el rendimiento y la calidad de los cultivos, especialmente en hortalizas sensibles al déficit hídrico como el tomate (Patanè et al., 2011). El uso de plantas injertadas puede mejorar la eficiencia de absorción y utilización de nutrientes, debido a las características de las raíces más vigorosas de los portainjertos, según Rouphael et al. (2012) y Savvas et al. (2010).

En nuestro estudio, evaluamos variables de crecimiento y producción en diferentes combinaciones de injertos de tomate cherry amarillo (A) y tomate cherry rojo (R) bajo diferentes niveles de riego.

##### **Altura de planta**

Se observó un efecto significativo del nivel de riego en la altura de las plantas en todas las combinaciones de injertos evaluadas. Comparado con un nivel de riego del 50%, la aplicación de un nivel de riego del 100% resultó en un mejor rendimiento en términos de altura de las plantas de tomates cherry. Es ampliamente conocido que el estrés hídrico afecta negativamente al ionoma de las plantas al restringir la absorción y translocación de nutrientes minerales debido a una tasa de transpiración reducida y a la disminución del transporte activo y la permeabilidad de la membrana (Sánchez-

Rodríguez et al., 2013, 2014). Estos hallazgos respaldan investigaciones previas que han resaltado la importancia del riego adecuado para el crecimiento y desarrollo de los cultivos de tomate. Coyago Cruz et al. (2019) evaluaron el efecto del riego deficitario regulado (RDI) en dos cultivares de tomate cherry ('Sumerbrix' y 'Lazarino') y encontraron una reducción del rendimiento del 62% y 60%, respectivamente, especialmente durante el ciclo de primavera. Esto indica la importancia de mantener un nivel óptimo de estrés hídrico para maximizar el rendimiento.

Los portainjertos pueden influir tanto positiva como negativamente en la productividad del tomate, y en la mayoría de los casos, el rendimiento aumenta tanto en condiciones sin estrés como en condiciones de estrés, dependiendo de la combinación de portainjerto/vástago (Kyriacou et al., 2017; Mauro et al., 2020). Se observó una reducción en la altura de las plantas cuando se empleó un 50% de riego. Roupheal et al. (2012) mencionan que las características morfológicas, fisiológicas y genéticas de las raíces tienen un fuerte impacto en su capacidad para absorber agua y nutrientes. Bajo condiciones de sequía, el movimiento del agua hacia las raíces se reduce, lo que a su vez disminuye la absorción de nutrientes. En condiciones de sequía, la disponibilidad de nutrientes para el sistema de raíces se ve limitada debido a la reducción en el flujo de agua y nutrientes.

En relación con los efectos de los injertos, los resultados de otros estudios difieren ligeramente de los encontrados en nuestro estudio. Naik et al. (2021) observaron que las combinaciones de injertos de tomate cherry híbridos F1 ('Sheeja' y 'Cherami') mostraron alturas de planta variables dependiendo del portainjerto utilizado. Por otro lado, Liang et al. (2020) encontraron variaciones en la altura de la planta después de injertar plántulas de tomate cherry rojo y amarillo, dependiendo de los diferentes injertos utilizados. Albino et al. (2018) y Mohamed et al. (2012) también encontraron diferencias significativas en la altura de las plantas entre los diferentes tratamientos de injerto en tomates cherry. Desde un punto de vista fisiológico, el proceso de injerto en sí mismo puede modular las respuestas de la planta al entorno de crecimiento (Kyriacou et al., 2017).

En su estudio, Roupheal et al. (2012) demostraron que el injerto en tomates cherry resultó en un mayor rendimiento comercial debido a una mejora en la absorción de

agua y nutrientes, lo cual se reflejó en mayores concentraciones de N, K y Mg en las hojas, así como en tasas de asimilación de CO<sub>2</sub> más altas. En general, estos resultados indican que el tipo de injerto, el portainjerto y el estrés hídrico tienen un impacto en la altura de las plantas de tomates cherry. Las discrepancias encontradas en los estudios mencionados se deben a las variaciones en los genotipos, portainjertos y condiciones ambientales. Por tanto, se destaca la importancia de una nutrición y riego adecuados para lograr un crecimiento y rendimiento óptimos en los tomates cherry (Sacala, 2009).

### **Diámetro de injerto, unión y patrón**

El injerto de hortalizas en algunos portainjertos puede mejorar la eficiencia de absorción y/o utilización de macro y micronutrientes. Esto se debe principalmente a las características de las raíces de estos portainjertos, que son más vigorosas que las de las variedades cultivadas altamente productivas (Rouphael et al., 2012). La combinación de injerto y los niveles de riego no tuvieron un efecto significativo en el diámetro de la unión, injerto y patrón, al comparar nuestros resultados con otros estudios, se encontraron discrepancias en los valores obtenidos para el diámetro del patrón y el diámetro del injerto. Estas diferencias pueden atribuirse a variaciones en los genotipos utilizados, las técnicas de injerto empleadas y las condiciones de crecimiento, sin embargo, nuestros resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre las diferentes combinaciones de injerto y los niveles de riego, lo cual es consistente con los hallazgos de otros estudios. Al comparar nuestros resultados con los de Guimares et al. (2019), quienes evaluaron diferentes métodos de injerto, se observan diferencias en los diámetros del patrón, lo que sugiere que el método de injerto utilizado en nuestro estudio puede no haber tenido un efecto significativo en los diámetros del patrón. Además, al comparar nuestros resultados con los de Tejada-Alvarado et al. (2023), se destaca la influencia de los genotipos de patrones en los diámetros medidos en nuestros estudios. Nuestros resultados indican que los genotipos de patrones y los niveles de riego pueden tener un impacto en los diámetros del patrón, del injerto y de la unión en los injertos de tomate cherry. Aunque existen algunas discrepancias entre nuestros resultados y otros estudios, probablemente debido a las variaciones en los métodos y genotipos utilizados.

### **Número de brotes**

En cuanto al número de brotes producidos, nuestros resultados mostraron que el nivel de riego tuvo un impacto significativo. El injerto de tomate cherry amarillo (A) sobre diferentes portainjertos promovió un mayor desarrollo de brotes en comparación con el injerto de tomate cherry rojo (R), lo cual indica una mayor compatibilidad entre el portainjerto y la variedad amarilla.

El nivel de riego también desempeñó un papel importante, ya que el nivel del 100% resultó en un mayor número de brotes en comparación con el nivel del 50%. En comparación con otro estudio realizado por Naik et al. (2021), que evaluó diferentes combinaciones de injertos de tomate cherry con diferentes portainjertos, se observaron discrepancias en los resultados. Las diferencias podrían deberse a las variedades de tomate cherry utilizadas, los portainjertos seleccionados y las condiciones de cultivo específicas, además un mayor suministro de nutrientes y agua estimula el crecimiento vegetativo y la producción de brotes (Kumar et al., 2017)

La combinación de injerto de tomate cherry amarillo con ciertos portainjertos y un mayor nivel de riego promueve un mayor desarrollo de brotes. Estos hallazgos tienen implicaciones prácticas para los productores agrícolas en la selección de combinaciones de injerto y prácticas de riego adecuadas para mejorar la producción y el rendimiento de los tomates cherry en diferentes condiciones de cultivo.

### **Días a la floración**

Se ha demostrado que las etapas de floración y fructificación son las más sensibles a la falta de agua en el tomate (Kuscu et al., 2014). Los resultados obtenidos revelan diferencias significativas en los días de floración de las plantas de tomate en función de las distintas combinaciones de injertos y niveles de riego evaluados. Según Naik et al. (2021), la combinación de injerto Sheeja/Berenjena con un 50% de riego mostró un promedio de 38.40 días hasta la floración, mientras que la combinación Sheeja/Tomate con el mismo nivel de riego tuvo un promedio de 38 días. Por otro lado, la combinación Cherami/Berenjena con un 50% de riego presentó un promedio de 38.26 días, y la combinación Cherami/Tomate con el mismo nivel de riego mostró un promedio de 33.66 días. Estos resultados indican que las diferentes combinaciones de injertos y niveles de riego pueden influir en el tiempo necesario para la floración de las plantas de tomate cherry.

En un estudio realizado por Cantore et al. (2016), se evaluaron tres regímenes de riego en plantas de tomate cherry, que incluían la recuperación total de la evapotranspiración del cultivo (I 100), el 50% del suministro total de riego (I 50) y el secano (I 0). Los resultados revelaron que el régimen de riego I 100 tuvo un promedio de 53 días hasta la floración, mientras que el régimen I 50 presentó un promedio de 58 días. Estos hallazgos respaldan la idea de que el nivel de riego puede afectar el tiempo de floración de las plantas de tomate cherry. Es ampliamente reconocido que la sensibilidad al déficit de humedad del suelo puede variar según las etapas fenológicas del cultivo, lo que sugiere que la imposición de déficit hídrico durante las etapas no críticas puede ser más beneficiosa para mejorar la eficiencia en el uso del agua (Nangare et al., 2016).

En resumen, tanto los resultados de este estudio como investigaciones previas sugieren que las combinaciones de injertos y niveles de riego evaluados pueden tener un impacto significativo en los días de floración de las plantas de tomate. Se ha observado una mayor acumulación de macro y micronutrientes (N, P, K, Fe y Cu) en el vástago del tomate susceptible "Josefina" cuando se injerta en portainjertos "Zarina" tolerantes a la sequía (Sánchez-Rodríguez et al., 2014). Por lo tanto, la selección de una combinación específica de injertos y nivel de riego puede ser una estrategia importante para controlar el tiempo de floración de las plantas y optimizar el rendimiento del cultivo.

### **Número de flores**

Kyriacou et al. (2017) han señalado que la señalización hormonal está implicada en la formación de la unión del injerto, la comunicación entre el portainjerto y el vástago, el crecimiento, el rendimiento y potencialmente la floración y la calidad de la fruta. Se encontraron diferencias significativas en el número de flores entre las diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego evaluados, según los grupos de significancia.

Al analizar el número de flores por planta en las distintas combinaciones de injerto y niveles de riego, se observa que la combinación de injerto R/C con un nivel de riego del 100% muestra la media más alta de flores (108.00), mientras que la combinación de injerto R/T con un nivel de riego del 50% muestra la media más baja (20.00). Estos resultados difieren de los encontrados por Tejada-Alvarado et al. (2023),

quienes evaluaron el número de flores por racimo en diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego en tomate, y encontraron diferencias significativas en el número de flores entre las combinaciones de injerto y niveles de riego. Se observaron valores más altos de flores en el autoinjerto de *S. lycopersicum* (15.83 flores) y en el injerto de *D. stramonium* (19.50), en comparación con otras combinaciones. En el estudio de Naik et al. (2021), que investigó combinaciones de injerto entre tomate Sheeja, berenjena y tomate 'Cherami', también se encontraron diferencias en el número de brotes entre las combinaciones de injerto, en un rango de 12.91 a 15.67 flores por racimo.

La respuesta de la planta al estrés hídrico puede variar según las etapas fenológicas, siendo la floración y la fructificación particularmente sensibles al estrés hídrico en el tomate (Nuruddin et al., 2003). La escasez de agua en estas etapas críticas puede provocar un aborto significativo de flores, estudios han mostrado que una menor área foliar y una mayor densidad estomática pueden resultar en un mayor ahorro de agua (Nangare et al., 2016; Sibomana et al., 2013).

Los hallazgos de este estudio resaltan la importancia de considerar tanto el tipo de injerto como el nivel de riego en la producción de flores en las plantas de tomate. Se observaron diferencias significativas en el número de flores entre las diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego, lo que sugiere la influencia de factores genéticos y ambientales específicos. Estas interacciones complejas entre el injerto y el suministro de nutrientes a través del riego contribuyen a comprender cómo manipular estas variables puede afectar la producción de flores en los cultivos de tomate. Es importante considerar factores adicionales como la ubicación geográfica, el clima y las variedades de tomate utilizadas, ya que estos factores ambientales también podrían haber influido en los resultados observados (Liu et al., 2016).

En nuestro estudio la combinación de injerto R/C con un nivel de riego del 100% mostró la mayor cantidad de flores, mientras que la combinación de injerto R/T con un nivel de riego del 50% presentó la menor cantidad. Estos resultados difieren de investigaciones anteriores, lo que indica la importancia de considerar variables genéticas y ambientales específicas. Además, se destaca la influencia de la señalización hormonal en la formación de la unión del injerto y en procesos como la floración y la calidad de la fruta. Estas interacciones complejas entre el injerto y el

suministro de nutrientes a través del riego son relevantes para comprender cómo manipular estas variables puede impactar la producción de flores en los cultivos de tomate.

### **Número de racimos florales**

Diversos estudios han evidenciado que el tamaño del área foliar y la densidad estomática son factores determinantes en el ahorro de agua, siendo más pronunciado cuando el área foliar y la densidad estomática son menores (Wang et al., 2016). Además, se ha comprobado que la respuesta de las plantas de tomate al estrés hídrico varía en función de las etapas fenológicas, siendo la floración y la fructificación particularmente susceptibles a la escasez de agua. Durante estas etapas críticas, se ha observado un significativo aborto de flores como consecuencia de la insuficiencia hídrica (Nuruddin et al., 2003; Nangare et al., 2016). Los resultados indicaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las combinaciones de injertos y los niveles de riego en términos del número de racimos florales. En concordancia con nuestros resultados, el estudio realizado por Albino et al. (2018) en tomate cherry (Sweet Grape) encontró que el número de racimos no fue significativamente afectado por la injertación en comparación con las plantas no injertadas, vale la pena mencionar que se observó un aumento significativo en el rendimiento solo para el portainjerto “Emperador” en comparación con las plantas “sin injertar”, además el autor menciona que el número de racimos esta correlacionada con el índice de área foliar, lo que indica una mayor absorción de radiación solar

En otro estudio realizado por Mohamed et al. (2012), se llevaron a cabo experimentos de injertación en tomates cherry utilizando diferentes combinaciones de genotipos y portainjertos. Se encontró que algunas combinaciones, como la de Catalena/Maxifort, resultaron en un mayor número de racimos en comparación con las plantas no injertadas. Sin embargo, en general, las combinaciones de injerto no tuvieron un efecto significativo en el número de racimos florales en comparación con las plantas no injertadas.

En general, los resultados de este estudio particular no mostraron diferencias significativas en el número de racimos florales en tomates cherry debido a la elección de combinaciones de injertos y portainjertos. Sin embargo, es relevante considerar

los hallazgos de otros estudios que sugieren la posibilidad de que la elección específica de combinaciones de injertos y portainjertos pueda influir en el rendimiento y la producción de racimos en los cultivos de tomate. Estos resultados destacan la necesidad de realizar más investigaciones en este campo para comprender mejor los factores que afectan el número de racimos y optimizar las prácticas de injertación en la producción de tomates cherry.

Aunque el injerto en tomates cherry puede no tener un impacto significativo en el número de racimos florales, se debe considerar que otros aspectos del rendimiento y la calidad del fruto pueden verse afectados por esta técnica, según se ha observado en estudios anteriores. Por lo tanto, es importante continuar investigando para obtener una comprensión más completa de los efectos de la injertación en otros aspectos del rendimiento y la calidad de los frutos.

### **Días al cuajado del fruto**

Al seleccionar la combinación de injerto adecuada y proporcionar un nivel óptimo de riego, es posible acelerar el proceso de cuajado del fruto y obtener una cosecha más temprana. Además, se ha observado que una menor área foliar y una mayor densidad estomática pueden resultar en un ahorro de agua (Nangare et al., 2016; Sibomana et al., 2013). Los resultados de este estudio respaldan la literatura existente que demuestra que tanto la combinación de injerto como los niveles de riego influyen en el tiempo de cuajado del fruto en tomates cherry. En nuestro estudio, se encontró que los niveles de riego del 100% condujeron a un tiempo de cuajado del fruto más corto en comparación con el nivel del 50%. Además, se observó que la combinación de injerto A/Co junto con un nivel de riego del 100% mostró el menor tiempo promedio de cuajado del fruto. Estos hallazgos sugieren la importancia de considerar tanto las combinaciones de injerto como los niveles de riego al gestionar y optimizar el tiempo de cuajado del fruto en tomates cherry.

Es importante tener en cuenta que los resultados de este estudio se relacionan a los de Coyago-Cruz et al. (2019) y Cantore et al. (2016). Estos estudios reportaron diferentes tiempos promedio de cuajado del fruto en tomates cherry bajo diferentes condiciones de cultivo y regímenes de riego. En relación con la gestión del riego, se ha demostrado que el momento y el nivel de déficit hídrico (DI) pueden afectar significativamente el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua (WUE) en el

cultivo del tomate, las etapas de floración y fructificación son particularmente sensibles al déficit hídrico (Kuscu et al., 2014), y la imposición de DI durante estas etapas críticas puede resultar en una reducción considerable del rendimiento y la WUE (Khapte et al., 2019), influyendo en el rendimiento y la calidad del tomate, lo que a su vez afecta la WUE.

Este estudio enfatiza la importancia de la combinación de injerto y los niveles de riego en el tiempo de cuajado del fruto en tomates cherry. Se encontró que altos niveles de riego, especialmente cuando se combinan con ciertas combinaciones de injertos, aceleran el cuajado del fruto. Estos hallazgos son relevantes para la gestión de los cultivos y resaltan la sensibilidad del tomate a la falta de agua durante las etapas de floración y fructificación, lo que puede afectar el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua. Además, se subraya la importancia de una gestión adecuada del riego para maximizar el rendimiento y la calidad del tomate.

### **Número de frutos por planta**

Según Kyriacou et al. (2017), la señalización hormonal desempeña un papel importante en la formación de la unión del injerto, la comunicación entre el portainjerto y el vástago, el rendimiento y el crecimiento, y posiblemente en la floración y la calidad de la fruta. Se observó una diferencia significativa en la cantidad de frutos por planta en relación con los niveles de riego e injerto, nuestros hallazgos indican que el uso del 100% de riego promueve un mayor número de frutos por planta en comparación con el uso del 50% de riego.

Al comparar tus resultados con los estudios de otros autores, se pueden observar algunas similitudes y contradicciones. En cuanto a los niveles de riego, tus resultados indican que el 100% de riego favorece una mayor producción de frutos por planta en comparación con el 50% de riego. Esta conclusión coincide con los hallazgos de Fullana-Pericàs et al. (2020) reportaron que las plantas de tomate cherry no injertadas bajo riego abundante tenían un promedio de 88.8 frutos por planta, mientras que las plantas bajo déficit hídrico presentaban un promedio de 20.2 frutos por planta, y Fullana-Pericàs et al. (2018) bajo déficit hídrico la combinación injertada en "de Ramellet" tuvo el mayor número promedio de frutos (41.5), seguida por la combinación injertada en "Maxifort" (32.8). En contraste, los resultados del estudio realizado por Shabbir et al. (2020) indicaron que tanto el número de emisores por

planta como los niveles de riego no tuvieron un impacto significativo en la cantidad de frutos producidos. En este estudio, se observó que tanto en el grupo con un riego al 100% como en el grupo con un riego al 75%, se obtuvo un número similar de frutos por planta (68.51 y 66.97 frutos, respectivamente).

Además, según Khapte et al. (2019), generalmente se ha observado un bajo rendimiento de frutos en plantas de tomate no injertadas cuando se enfrentan a condiciones de estrés hídrico. Esto podría estar relacionado con la disminución del estado hídrico de la planta y un sistema radicular deficiente, como se ha mencionado en investigaciones previas (Lee, 2010).

Los resultados del estudio realizado por Naik et al. (2021) mostraron diferencias significativas en el número de frutos por planta dependiendo de las combinaciones de injerto y especies utilizadas. Estos hallazgos contradicen los resultados obtenidos por Mauro et al. (2020) y Cantore et al. (2016), quienes encontraron que, en general, los injertos presentaban una menor producción de frutos por planta en comparación con las plantas no injertadas.

Sin embargo, los resultados de Urlic' et al. (2020) respaldan la idea de que el injerto puede tener un efecto positivo en la producción de frutos. En su estudio, encontraron un mayor número de frutos por racimo en las combinaciones de injerto, específicamente con los portainjertos "Emperador" (24.1) y "Maxifort" (23.1), en comparación con el autoinjerto (19.3).

Es interesante destacar que el tomate de injerto a menudo muestra un aumento significativo en el peso de la fruta, lo que se traduce en un mayor diámetro y tamaño de los frutos en comparación con las plantas no injertadas o autoinjertadas (López-Marín et al., 2017; Rouphael et al., 2012). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la mejora en el rendimiento puede deberse no solo a un aumento en el peso promedio de los frutos, sino también a un incremento en el número total de frutos (Savvas et al., 2011). Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar tanto la cantidad como la calidad de los frutos al evaluar el efecto del injerto en la producción de tomates.

Los estudios revisados presentan resultados contradictorios en relación con el efecto del injerto y el riego en la producción de frutos en tomates cherry. Algunos estudios sugieren un efecto positivo del injerto en la producción de frutos, mientras que otros

encuentran resultados opuestos. Además, los hallazgos sobre el impacto del riego también son divergentes. Estas discrepancias pueden atribuirse a diferencias en las condiciones experimentales, los genotipos utilizados y las especies de injerto. En definitiva, se requiere más investigación para comprender plenamente cómo el injerto y el riego afectan la producción de frutos en tomates cherry.

### **Diámetro medio y longitudinal del fruto**

Respecto al diámetro medio y longitudinal, los resultados revelaron una diferencia significativa estas variables entre las diferentes combinaciones de injertos y niveles de riego evaluados. Al observar los datos específicos, se puede observar que la combinación de injerto R/Co con un nivel de riego del 100% obtuvo la mayor media de diámetro del fruto con 30.34 mm. Por otro lado, las combinaciones A/Co y R/C con niveles de riego del 50% tuvieron las medias más bajas, con 17.39 mm y 14.54 mm respectivamente. Estos resultados difieren en cierta medida de los hallazgos de otros estudios previos. Por ejemplo, Naik et al. (2021) reportaron un diámetro medio del fruto de 23.7 mm en la combinación Sheeja/berenjena y 23.4 mm en la combinación Sheeja/tomate. El estudio de Elabed et al. (2022) utilizó diferentes combinaciones de injertos y portainjertos, y encontró que la combinación SanPaulo/Integro en tomate cherry presentó el diámetro más ancho con 25.3 mm, sin embargo es importante considerar las diferencias metodológicas y las condiciones específicas de cada estudio que podrían haber contribuido a las discrepancias observadas.

Por otra parte, se encontró que la combinación de injerto "R/Co" junto con un nivel de riego del 100% presentó el diámetro longitudinal promedio más grande, alcanzando los 28.01 mm. Por otro lado, la combinación de injerto "A/Co" con un nivel de riego del 50% mostró el diámetro longitudinal promedio más pequeño, con 15.31 mm. En general, se observó una tendencia de disminución en el diámetro longitudinal de los frutos a medida que se reducía el nivel de riego en la mayoría de los grupos.

Estos hallazgos son consistentes con la investigación realizada por Rouphael et al. (2012) y Savvas et al. (2010), quienes destacan la mayor eficiencia de ciertas combinaciones de injertos en la absorción y utilización de nutrientes. Esto puede ayudar a mitigar las pérdidas de rendimiento causadas por la escasez de nutrientes en

el entorno radicular de las plantas. Estos estudios respaldan la importancia de seleccionar cuidadosamente las combinaciones de injertos y los niveles de riego adecuados para mejorar el desarrollo de los frutos y optimizar el rendimiento en los cultivos de hortalizas de fruto.

Comparando estos resultados con estudios previos, se puede observar cierta variabilidad en los diámetros de los frutos de diferentes variedades y bajo diferentes condiciones. Por ejemplo, en el estudio de Elabed et al. (2022), se encontró que en el caso del tomate cherry, la variedad "Ángel/Integro" presentó el fruto más grande con 31.5 mm, mientras que en el estudio de Mazuela et al. (2012), se obtuvieron diámetros de frutos que oscilaron entre 25.4 y 27 mm en plantas injertadas, encontrándose diferencias en el diámetro longitudinal de los frutos entre plantas de tomate cherry injertadas y no injertadas. Al igual que Tejada-Alvarado et al. (2023) encontraron que diferentes combinaciones de injerto y niveles de riego tuvieron un impacto significativo en los diámetros longitudinales de los frutos de diferentes especies de plantas.

Además, es importante destacar que el estudio de Naik et al. (2021) reportó diámetros similares entre diferentes combinaciones de injerto, con valores de 40.4 mm para la combinación "Sheeja/Berenjena" y 40.6 mm para la combinación "Sheeja/Tomate".

Los resultados resaltan el impacto de las combinaciones de injertos y niveles de riego en el diámetro medio y longitudinal del fruto en cultivos de tomate. Sin embargo, se deben considerar otras variables, como la calidad del fruto y el rendimiento total, en futuras investigaciones. En general, los estudios revisados destacan la importancia tanto del injerto como del riego adecuado en la producción de tomates cherry de calidad y tamaño óptimos.

### **Peso individual del fruto y rendimiento**

Los resultados obtenidos en este estudio respaldan los hallazgos previos que indican que el injerto en plantas de tomate cherry puede tener un impacto significativo en el rendimiento y la producción de frutos comercializables (Fu et al., 2022). Varios estudios han demostrado que las plantas de tomate injertadas presentan un mayor rendimiento y producen frutos de mayor tamaño en comparación con las plantas no injertadas (Fernández-García et al., 2004; Djidonou et al., 2016). En particular, se ha observado un aumento significativo en el peso de la fruta y en el diámetro y tamaño

de los frutos de tomate injertados en comparación con las plantas no injertadas o autoinjertadas (Edelstein et al., 2004; Watkins & Miller, 2004; Rahmatian et al., 2014).

En relación con nuestro estudio, los resultados revelaron una diferencia significativa en los pesos individuales de los frutos en función de las combinaciones de injertos y los niveles de riego utilizados ( $p < 0.001$ ), sin embargo si tenemos en cuenta la variable rendimiento, se observa que el rendimiento fue estadísticamente igual en todos los tratamientos, con medias más altas en los tratamientos con riego 100%. Así mismo, para la variable peso del fruto al analizar el efecto de las combinaciones de injerto por separado, no se observaron diferencias significativas entre los grupos. Esto sugiere que la elección de la combinación de injerto en sí misma no tiene un impacto directo en el peso individual del fruto y rendimiento, en esta última se tiene la certeza de que el factor riego tiene un efecto significativo, dado que se realizó un ANOVA; para la variable peso de fruto, se tiene que realizar otro tipo de análisis para corroborar que el riego tuvo efecto significativo en la variable.

Los resultados obtenidos en este estudio revelan que el peso individual de los frutos de tomate se ve incrementado cuando se aplica un nivel de riego del 100%, en comparación con el nivel del 50%. Estos hallazgos indican que un suministro óptimo de nutrientes a través del riego tiene un impacto positivo en el peso de los frutos, así mismo en el rendimiento (Kumar et al., 2017). En relación con investigaciones anteriores, se han encontrado resultados diversos. Naik et al. (2021) observaron pesos de frutos de tomate cherry híbrido que oscilan entre 10.50 y 12.45 gramos. Abu Glion et al. (2019) notaron un aumento del 8% en el peso de la fruta bajo riego con agua dulce en comparación con agua salada, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Además, encontraron que el injerto de 'Lorka' sobre el portainjerto 'Beaufort' resultó en un mayor peso del fruto en comparación con los tratamientos sin injertar. Por su parte, Fullana-Pericàs et al. (2018) evaluaron diferentes combinaciones de injertos en tomates cherry y encontraron variaciones en el peso de los frutos, destacando que el injerto de 'Ramellet' sobre el portainjerto silvestre tuvo el mayor peso de fruto. Los estudios anteriores han señalado que el efecto del injerto en el peso y tamaño del fruto está influenciado por las combinaciones de injertos utilizadas (Schwarz et al., 2013). En particular, se ha observado que el uso de portainjertos vigorosos puede resultar en un mayor tamaño

de fruto y por ende obtener mayor cantidad de frutos comerciables. Nuestro estudio respalda esta afirmación al encontrar diferencias significativas en los pesos individuales de los frutos según los niveles de riego. Esto sugiere que tanto la elección adecuada de las combinaciones de injertos como el manejo apropiado del riego son factores clave para obtener frutos de mayor peso en el cultivo de tomates.

Savvas et al. (2010) también encontraron que el injerto resultó en un aumento en el tamaño de los frutos y, por consiguiente, en el rendimiento, especialmente cuando las plantas fueron expuestas a niveles moderados de salinidad en un sistema hidropónico.

Estos hallazgos demuestran la importancia de considerar tanto el nivel de riego como las combinaciones de injertos al buscar maximizar el peso y rendimiento de los frutos de tomate. Además, sugieren que la elección adecuada de las combinaciones de injertos puede influir en las características morfofisiológicas de las plantas y potencialmente aumentar su resistencia a la sequía, lo que representa una estrategia prometedora en los cultivos de solanáceas (Kumar et al., 2017).

Estos resultados contrastantes resaltan la necesidad de realizar más investigaciones para comprender completamente los efectos del injerto en el peso y rendimiento de los frutos de tomate. Factores como las combinaciones de injertos utilizadas, las especies de tomate cherry evaluadas y las condiciones específicas de cada estudio pueden contribuir a las discrepancias observadas. A pesar de estas diferencias, es importante reconocer que el injerto en el tomate a menudo resulta en un aumento en el peso de los frutos y, por ende, en el rendimiento, lo que respalda la relevancia de considerar esta técnica en la producción de tomates (Savvas et al., 2011)

Perin et al. (2023) informaron que las plantas injertadas mostraron un mayor rendimiento de frutas en comparación con las no injertadas. El estudio de Elabed et al. (2022) reveló diferencias en el peso de los frutos de tomates cherry híbridos dependiendo de las combinaciones de injertos utilizadas. Además, Mauro et al. (2020) encontraron variaciones en el peso de los frutos de tomate cherry según los genotipos utilizados y si estaban injertados o no. Sin embargo, Mazuela et al. (2012) observaron pesos similares de frutos en plantas tanto injertadas como no injertadas de tomate cherry.

La investigación de Mohamed et al. (2012) también destacó diferencias en el peso de los frutos, dependiendo de las combinaciones de injertos utilizadas. Por otro lado, Coyago-Cruz et al. (2019) observaron una disminución en el peso de los frutos de tomate cherry rojo bajo condiciones de estrés, y Cantore et al. (2016) encontraron diferencias en el peso de los frutos de tomate cherry dependiendo del régimen de riego aplicado.

Se ha observado que la producción mejorada de frutos puede estar relacionada con una mayor biomasa vegetal (Shabbir et al., 2020). Además, el efecto del injerto en el peso y tamaño del fruto está influenciado por las combinaciones de injertos utilizadas (Fallic & Llic, 2014; Turhan et al., 2011; Schwarz et al., 2013). Parece que se logra un mayor tamaño de fruto cuando se utilizan portainjertos vigorosos. En resumen, el injerto en los tomates cherry puede tener un impacto significativo en el rendimiento y el tamaño de los frutos, dependiendo de las combinaciones de injertos, genotipos, condiciones de estrés y manejo del riego.

En estudios previos, Khapte et al. (2019) encontraron que el riego con el método de riego por pulsos deficitarios (PRD) condujo a un aumento del rendimiento del 7 al 10% y una mayor producción comercializable del 10 al 27% en comparación con los tratamientos convencionales de DI, incluso cuando ambos sistemas recibieron una cantidad similar de agua.

En conclusión, el injerto en los tomates cherry puede tener efectos significativos en el peso y tamaño de los frutos. La elección adecuada de las combinaciones de injertos, considerando el vigor del portainjerto, puede ser clave para lograr un mayor tamaño y peso de los frutos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta otros factores como los genotipos utilizados y las condiciones ambientales para comprender completamente los resultados.

El injerto puede aumentar el rendimiento, el tamaño y el peso de los frutos, así como mejorar la resistencia a enfermedades y la eficiencia de absorción de nutrientes. Además, el uso de portainjertos adecuados y la optimización del suministro de agua son factores clave para maximizar el rendimiento y la calidad de los cultivos de tomate cherry. Sin embargo, es necesario seguir investigando para comprender mejor los mecanismos subyacentes y explorar combinaciones óptimas de injertos y patrones en diferentes condiciones.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados revelan que los niveles de riego tuvieron un impacto significativo en las variables de crecimiento evaluadas, el uso de un nivel de riego del 100% resultó en un mayor crecimiento en comparación con el nivel del 50%. Este hallazgo indica que una mayor disponibilidad de agua y nutrientes a través del riego favorece el desarrollo y crecimiento de las plantas de tomate cherry injertadas.

Los niveles de riego tuvieron un impacto significativo en diversas variables de producción. En términos de producción, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento T5 (A/Co 100%) demostró el menor tiempo de floración con 35 días, mientras que el tratamiento T9 (R/C 100%) presentó el mayor número de flores con un promedio de 108. Además, los tratamientos T9 (R/C 100%) y T3 (A/C 100%) mostraron el mayor número de racimos florales con un promedio de 8.2. En cuanto a los días al cuajado del fruto, el tratamiento T5 (A/Co 100%) registró el menor tiempo con 52 días. El tratamiento T9 (R/C 100%) obtuvo el mayor número de frutos con un promedio de 42.8, el tratamiento T11 (R/Co 100%) demostró el mayor diámetro medio del fruto con un promedio de 30.34 mm, así como el mayor diámetro longitudinal con un promedio de 28.1 mm. Además, este tratamiento también registró el mayor peso individual del grupo con un promedio de 21.96 gramos. En términos de rendimiento por planta, el tratamiento T9 (R/C 100%) fue el que obtuvo el mayor rendimiento con un promedio de 0.23 kg/planta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda ajustar los niveles de riego de acuerdo con las necesidades específicas del cultivo y las condiciones ambientales, asegurando un suministro adecuado de nutrientes y agua para promover un crecimiento óptimo. Los resultados del estudio respaldan esta recomendación, ya que se observó que un nivel de riego del 100% favoreció significativamente el desarrollo y la producción de tomates cherry en comparación con un nivel del 50%.

Es crucial tener en cuenta el vigor y las características de crecimiento de cada injerto y patrón silvestre al seleccionar las combinaciones más adecuadas para lograr frutos de mayor tamaño y peso. Se recomienda realizar una investigación exhaustiva para identificar las combinaciones óptimas que se adapten a las condiciones específicas de cada cultivo. Los resultados divergentes obtenidos para las distintas combinaciones de injerto y patrón silvestre subrayan aún más la importancia de una elección cuidadosa.

Se recomienda llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los genotipos disponibles, teniendo en cuenta aspectos clave como el rendimiento, tolerancia a factores bióticos y abióticos, calidad de los frutos. Esto permitirá una selección más precisa de las variedades más adecuadas para optimizar la producción y obtener tomates cherry de alta calidad. Los resultados obtenidos revelaron diferencias significativas en la producción y el crecimiento de los frutos entre las diferentes variedades de tomate cherry evaluadas.

## VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu Glion, H., Alkalai-Tuvia, S., Zaaroor-Presman, M., Chalupowicz, D., Zanbar, M., Amichai, M., ... & Fallik, E. (2019). Effects of rootstock/scion combination and two irrigation water qualities on cherry tomato yield and postharvest fruit quality. *Horticulturae*, 5(2), 35.
- Albino, V. S., Peixoto, J. R., Caetano Junior, V., & Vilela, M. S. (2018). Rootstock performance for cherry tomato production under organic, greenhouse production system. *Horticultura Brasileira*, 36, 130-135.
- Alexopoulos, A. A., Kondylis, A., & Passam, H. C. (2007). Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5(1), 178-179.
- Al-Harbi, A., Hejazi, A., & Al-Omran, A. (2017). Responses of grafted tomato (*Solanum lycopersicon* L.) to abiotic stresses in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(6), 1274-1280.
- Asada, K. (2006) Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. *Plant Physiol* 141:391–396
- Ayaz, M., Ahmad, R., Shahzad, M., Khan, N., Shah, M. M., & Khan, S. A. (2015). Drought stress stunt tomato plant growth and up-regulate expression of SIAREB, SINCED3, and SIERF024 genes. *Scientia Horticulturae*, 195, 48-55.
- Baron, D., Amaro, A. C. E., Pina, A., & Ferreira, G. (2019). An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. *Scientia horticulturae*, 243, 84-91.
- Besharat, S., Nazemi, A. H., & Sadraddini, A. A. (2010). Parametric modeling of root length density and root water uptake in unsaturated soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34(5), 439-449.
- Bhatt, R. M., Rao, N. K. S., & Harish, D. M. (2013). Significance of grafting in improving tolerance to abiotic stresses in vegetable crops under climate change scenario. *Climate-resilient horticulture: adaptation and mitigation strategies*, 159-175.

- Bitters, W. P. (1986). *Citrus rootstocks: Their characters and reactions*. Riverside, CA: UC Riverside Science Library. Available online at: <https://citrusvariety.ucr.edu/links/documents/Bitters.pdf> (accessed on May 16, 2022).
- Bogale, A., Nagle, M., Latif, S., Aguila, M., & Müller, J. (2016). Regulated deficit irrigation and partial root-zone drying irrigation impact bioactive compounds and antioxidant activity in two select tomato cultivars. *Scientia Horticulturae*, 213, 115-124.
- Cantero-Navarro, E., Romero-Aranda, R., Fernández-Muñoz, R., Martínez-Andújar, C., Pérez-Alfocea, F., & Albacete, A. (2016). Improving agronomic water use efficiency in tomato by rootstock-mediated hormonal regulation of leaf biomass. *Plant Science*, 251, 90-100.
- Cantore, V., Lechkar, O., Karabulut, E., Sellami, M. H., Albrizio, R., Boari, F., ... & Todorovic, M. (2016). Combined effect of deficit irrigation and strobilurin application on yield, fruit quality and water use efficiency of “cherry” tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Agricultural Water Management*, 167, 53-61.
- Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H., Waskom, R.M., Niu, Y., Siddique, K.H.M., (2016). Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 3. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0338-6>.
- Chandra, H. M., & Ramalingam, S. (2011). Antioxidant potentials of skin, pulp, and seed fractions of commercially important tomato cultivars. *Food Science and Biotechnology*, 20, 15-21.
- Colimba-Limaico, J. E., Zubezu-Minguez, S., & Rodríguez-Sinobas, L. (2022). Optimal Irrigation Scheduling for Greenhouse Tomato Crop (*Solanum Lycopersicum* L.) in Ecuador. *Agronomy*, 12(5), 1020.
- Colla, G., Rouphael, Y., Leonardi, C., & Bie, Z. (2010). Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 147-155.
- Conesa, M. À., Fullana-Pericàs, M., Granell, A., & Galmés, J. (2020). Mediterranean long shelf-life landraces: an untapped genetic resource for tomato improvement. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1651.

- Conti, V., Romi, M., Guarnieri, M., Cantini, C., & Cai, G. (2022). Italian tomato cultivars under drought stress show different content of bioactives in pulp and peel of fruits. *Foods*, 11(3), 270.
- Costa, J.M., Ortuno, M.F., Chaves, M.M., 2007. Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. *J. Integr. Plant Biol.* 49, 1421–1434.
- Coyago-Cruz, E., Corell, M., Moriana, A., Hernanz, D., Stinco, C. M., Mapelli-Brahm, P., & Meléndez-Martínez, A. J. (2022). Effect of regulated deficit irrigation on commercial quality parameters, carotenoids, phenolics and sugars of the black cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) ‘Sunchocola’. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105, 104220.
- Coyago-Cruz, E., Meléndez-Martínez, A. J., Moriana, A., Girón, I. F., Martín-Palomo, M. J., Galindo, A., ... & Corell, M. (2019). Yield response to regulated deficit irrigation of greenhouse cherry tomatoes. *Agricultural Water Management*, 213, 212-221.
- Dannehl, D., Josuttis, M., Huyskens-Keil, S., Ulrichs, C., & Schmidt, U. (2014). Comparison of different greenhouse systems and their impacts on plant responses of tomatoes. *Gesunde Pflanzen*, 66(3), 111-119.
- de Oliveira, H. F. E., de Moura Campos, H., Mesquita, M., Machado, R. L., Vale, L. S. R., Siqueira, A. P. S., & Ferrarezi, R. S. (2021). Horticultural Performance of Greenhouse Cherry Tomatoes Irrigated Automatically Based on Soil Moisture Sensor Readings. *Water*, 13(19), 2662. <https://doi.org/10.3390/w13192662>
- De Storme, N., & Geelen, D. (2014). The impact of environmental stress on male reproductive development in plants: biological processes and molecular mechanisms. *Plant, cell & environment*, 37(1), 1-18.
- Di Gioia, F., Signore, A., Serio, F., & Santamaria, P. (2013). Grafting improves tomato salinity tolerance through sodium partitioning within the shoot. *HortScience*, 48(7), 855-862.
- Dias, M. G., Olmedilla-Alonso, B., Hornero-Méndez, D., Mercadante, A. Z., Osorio, C., Vargas-Murga, L., & Meléndez-Martínez, A. J. (2018). Comprehensive

database of carotenoid contents in ibero-american foods. A valuable tool in the context of functional foods and the establishment of recommended intakes of bioactives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(20), 5055-5107.

- Djidonou, D., Simonne, A. H., Koch, K. E., Brecht, J. K., & Zhao, X. (2016). Nutritional quality of field-grown tomato fruit as affected by grafting with interspecific hybrid rootstocks. *HortScience*, 51(12), 1618-1624.
- Dorais M., Ehret D.L., Papadopoulos A.P. (2008) Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. *Phytochemistry Review*, 7, 231–250.
- Duarte Mora, J. C. (2019). *Eficiencia de uso de agua y nutrientes en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) hidropónico bajo invernadero en Alajuela, Costa Rica*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica] Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/10669/85371>
- Edelstein, M. (2004). Grafting vegetable-crop plants: pros and cons. In *VII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Production, Pest Management and Global Competition* 659 (pp. 235-238).
- Elabed, N., Boukhris, A., Hamza, H., Chaieb, M., & Belkadhi, M. S. (2022). Quality of Cherry and Large Tomato Fruits Influenced by Varieties and Rootstocks. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*. ISSN 2307-4531
- Fallik, E., & Ilic, Z. (2014). Grafted vegetables—the influence of rootstock and scion on postharvest quality. *Folia Horticulturae*, 26(2), 79-90.
- Fernández-García, N., Martínez, V., & Carvajal, M. (2004). Effect of salinity on growth, mineral composition, and water relations of grafted tomato plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(5), 616-622.
- Flores, F. B., Sanchez-Bel, P., Estañ, M. T., Martinez-Rodriguez, M. M., Moyano, E., Morales, B., ... & Bolarín, M. C. (2010). The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia horticulturae*, 125(3), 211-217.

- Forouzani, M. & Karami, E., (2011). Agricultural water poverty index and sustainability. *Agron. Sustain. Dev.* 31, 415–432.
- Fu, S., Chen, J., Wu, X., Gao, H., & Lü, G. (2022). Comprehensive evaluation of low temperature and salt tolerance in grafted and rootstock seedlings combined with yield and quality of grafted tomato. *Horticulturae*, 8(7), 595.
- Fullana-Pericàs, M., Conesa, M. À., Ribas-Carbó, M., & Galmés, J. (2020). The use of a tomato landrace as rootstock improves the response of commercial tomato under water deficit conditions. *Agronomy*, 10(5), 748.
- Fullana-Pericàs, M., Ponce, J., Conesa, M. À., Juan, A., Ribas-Carbó, M., & Galmés, J. (2018). Changes in yield, growth and photosynthesis in a drought-adapted Mediterranean tomato landrace (*Solanum lycopersicum* ‘Ramellet’) when grafted onto commercial rootstocks and *Solanum pimpinellifolium*. *Scientia Horticulturae*, 233, 70-77.
- Garcia-Sanchez, F., Syvertsen, J.P., Gimeno, V., Botia, P., Perez-Perez, J.G. (2007) Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. *Biologia Plantarum*, 130, 532–542.
- Gilardi, G., Gullino, M. L., & Garibaldi, A. (2013). Critical aspects of grafting as a possible strategy to manage soil-borne pathogens. *Scientia horticulturae*, 149, 19-21.
- Giovannetti, M., Avio, L., Barale, R., Ceccarelli, N., Cristofani, R., Iezzi, A., ... & Scarpato, R. (2012). Nutraceutical value and safety of tomato fruits produced by mycorrhizal plants. *British Journal of Nutrition*, 107(2), 242-251.
- Giovannucci E., Rimm E., Liu Y., Stampfer M., Willet W. (2002) A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute*, 94, 391–398.
- Giuliani, M. M., Nardella, E., Gatta, G., De Caro, A., & Quitadamo, M. (2010). Processing tomato cultivated under water deficit conditions: the effect of azoxystrobin. In *III International Symposium on Tomato Diseases* 914 (pp. 287-294).

- Gregory, P. J., Atkinson, C. J., Bengough, A. G., Else, M. A., Fernández-Fernández, F., Harrison, R. J., & Schmidt, S. (2013). Contributions of roots and rootstocks to sustainable, intensified crop production. *Journal of experimental botany*, 64(5), 1209-1222.
- Guimarães, M. D. A., Garcia, M. F. N., Tello, J. P. D. J., Lemos, H. D. S., Lima, B. P., & Rabelo, J. D. S. (2019). Tomato grafting on rootstock of Jilo, Cocona and Jurubeba. *Horticultura Brasileira*, 37, 138-145.
- Hatfield, J. L. (2015). Environmental impact of water uses in agriculture. *Agronomy Journal*, 107(4), 1554-1556. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0064>
- Hidalgo, C. (2014). *Requerimiento Nutricional para Algunos Cultivos: Tomate y Pepino. Universidad Científica del Sur.*
- Hodge, A., Berta, G., Doussan, C., Merchan, F., & Crespi, M. (2009). Plant root growth, architecture, and function. *Plant Soil* 321, 153–187. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9929-9>
- Jenkins, T., Cowan, J., Rivard, C. L., & Pliakoni, E. D. (2022). Effect of Rootstock on ‘Tasti-Lee’ Tomato Yield and Fruit Quality in a High Tunnel Production System. *HortScience*, 57(10), 1235-1241.
- Kato, Y., Kamoshita, A., & Yamagishi, J. (2008). Preflowering abortion reduces spikelet number in upland rice (*Oryza sativa* L.) under water stress. *Crop Science*, 48(6), 2389-2395.
- Keatinge, J. D. H., Lin, L. J., Ebert, A. W., Chen, W. Y., Hughes, J. A., Luther, G. C., ... & Ravishankar, M. (2014). Overcoming biotic and abiotic stresses in the Solanaceae through grafting: current status and future perspectives. *Biological agriculture & horticulture*, 30(4), 272-287.
- Khapte, P. S., Kumar, P., Burman, U., & Kumar, P. (2019). Deficit irrigation in tomato: Agronomical and physio-biochemical implications. *Scientia horticulturae*, 248, 256-264.
- Khapte, P. S., Kumar, P., Wakchaure, G. C., Jangid, K. K., Colla, G., Cardarelli, M., & Rane, J. (2022). Application of phenomics to elucidate the influence of rootstocks on drought response of tomato. *Agronomy*, 12(7), 1529.

- King, S. R., Davis, A. R., Zhang, X., & Crosby, K. (2010). Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Scientia horticulturae*, 127(2), 106-111.
- Knapp, S., Vorontsova, M. S., & Prohens, J. (2013). Wild relatives of the eggplant (*Solanum melongena* L.: Solanaceae): new understanding of species names in a complex group. *PloS one*, 8(2), e57039.
- Kumar, P., Edelstein, M., Cardarelli, M., Ferri, E., & Colla, G. (2015). Grafting affects growth, yield, nutrient uptake, and partitioning under cadmium stress in tomato. *HortScience*, 50(11), 1654-1661.
- Kumar, P., Roupshael, Y., Cardarelli, M., & Colla, G. (2017). Vegetable grafting as a tool to improve drought resistance and water use efficiency. *Frontiers in plant science*, 8, 1130. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01130>.
- Kuscu, H., Turhan, A., Ozmen, N., Aydinol, P., & Demir, A. O. (2014). Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55, 103-114.
- Kyriacou, M. C., & Soteriou, G. A. (2010). Postharvest change in compositional, visual and textural quality of grafted watermelon cultivars. In *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 934* (pp. 985-991).
- Kyriacou, M. C., Roupshael, Y., Colla, G., Zrenner, R., & Schwarz, D. (2017). Vegetable grafting: The implications of a growing agronomic imperative for vegetable fruit quality and nutritive value. *Frontiers in Plant Science*, 8, 741.
- Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Echevarria, P. H., Morra, L., & Oda, M. (2010). Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 93-105.
- Liang, L., Li, A., Jing, Q., Huang, Y., Han, J., & Tang, Y. (2020). Effect of mutual grafting on the growth and moisture content in post-grafting of two varieties cherry tomato seedlings. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 446, No. 3, p. 032010). IOP Publishing.

- Lipan, L., Issa-Issa, H., Moriana, A., Zurita, N. M., Galindo, A., Martín-Palomo, M. J., Andreu, L., Carbonell-Barrachina, Á. A., Hernández, F., & Corell, M. (2021). Scheduling Regulated Deficit Irrigation with Leaf Water Potential of Cherry Tomato in Greenhouse and its Effect on Fruit Quality. *Agriculture*, 11(7), 669. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070669>
- Liu, W., Yin, D., Li, N., Hou, X., Wang, D., Li, D., & Liu, J. (2016). Influence of environmental factors on the active substance production and antioxidant activity in *Potentilla fruticosa* L. and its quality assessment. *Scientific reports*, 6(1), 28591.
- López-Marín, J., Gálvez, A., del Amor, F. M., Albacete, A., Fernández, J. A., Egea-Gilabert, C., & Pérez-Alfocea, F. (2017). Selecting vegetative/generative/dwarfing rootstocks for improving fruit yield and quality in water stressed sweet peppers. *Scientia Horticulturae*, 214, 9-17.
- Mahmoud, A. M. A. (2020). Tomato Rootstock Breeding: Evaluation of Tomato Interspecific Hybrid Rootstocks Under Greenhouse Conditions. *The Horticulture Journal*, 89(5), 575-585. <https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-199>
- Mauro, R. P., Agnello, M., Onofri, A., Leonardi, C., & Giuffrida, F. (2020). Scion and rootstock differently influence growth, yield and quality characteristics of cherry tomato. *Plants*, 9(12), 1725.
- Mauromicale, G., Longo, A. M. G., & Monaco, A. L. (2011). The effect of organic supplementation of solarized soil on the quality of tomato fruit. *Scientia Horticulturae*, 129(2), 189-196.
- Mavlyanova, R. F., Lyan, E. E., Karimov, B. A., & Dubinin, B. V. (2020). The vegetative grafting effect on increasing tomato fruit quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613(1), 012077. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012077>
- Mazuela, P., Cepeda, B., & Cubillos, V. (2012). Efecto del injerto y del bioestimulante Fartum® sobre la producción y calidad en tomate cherry. *Idesia (Arica)*, 30(3), 77-81.

- Merah, O. (2001). Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. *The Journal of Agricultural Science*, 137(2), 139-145.
- Mohamed, F. M., Wasfy, M., Elwan, M., El-Sayed, K., El-Hamed, A., & Hussien, M. A. N. (2012). Comparative growth, yield and fruit quality of grafted and non-grafted cherry tomato plants under protected cultivation. *Agric. Res. J*, 12, 21-29.
- Mutambara, S., Darkoh, M. B., & Atlhopheng, J. R. (2016). A comparative review of water management sustainability challenges in smallholder irrigation schemes in Africa and Asia. *Agricultural Water Management*, 171, 63-72.
- Naik, S. A. T. S., Hongal, S., Harshavardhan, M., Chandan, K., Kumar, A. J. S., Ashok, Kyriacou, M. C., Roupheal, Y., & Kumar, P. (2021). Productive Characteristics and Fruit Quality Traits of Cherry Tomato Hybrids as Modulated by Grafting on Different *Solanum* spp. Rootstocks under *Ralstonia solanacearum* Infested Greenhouse Soil. *Agronomy*, 11(7), 1311. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071311>
- Nangare, D. D., Singh, Y., Kumar, P. S., & Minhas, P. S. (2016). Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by deficit irrigation regulated on phenological basis. *Agricultural Water Management*, 171, 73-79.
- Nuruddin, M. M., Madramootoo, C. A., & Dodds, G. T. (2003). Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. *HortScience*, 38(7), 1389-1393.
- Padayachee, A., Day, L., Howell, K., & Gidley, M. J. (2017). Complexity and health functionality of plant cell wall fibers from fruits and vegetables. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(1), 59-81.
- Pardo-Alonso, J.-L., Carreño-Ortega, Á., Martínez-Gaitán, C.-C., & Fatnassi, H. (2020). Behavior of Different Grafting Strategies Using Automated Technology for Splice Grafting *Technique*. *Applied Sciences*, 10(8), 2745. <https://doi.org/10.3390/app10082745>

- Patanè, C., Tringali, S., & Sortino, O. (2011). Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 590-596.
- Pereira, L.S., Oweis, T., Zairi, A., 2002. Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*. 57, 175–206. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00075-6)
- Perin, L., Peil, R. M. N., Signorini, C., Grolli, P. R., Anibele, E., Streck, D. S. B. D. R., ... & Wieth, A. R. (2023). Effect of grafting and number of stems on plant growth, yield, and fruit quality of soilless tomatoes. *Australian Journal of Crop Science*. 17(1):99-106.
- Pervez, M. A., Ayub, C. M., Khan, H. A., Shahid, M. A., & Ashraf, I. (2009). Effect of drought stress on growth, yield and seed quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 46(3), 174-178.
- Plazas, M., González-Orenga, S., Nguyen, H. T., Morar, I. M., Fita, A., Boscaiu, M., Prohens, J. & Vicente, O. (2022). Growth and antioxidant responses triggered by water stress in wild relatives of eggplant. *Scientia Horticulturae*, 293, 110685. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110685>
- Rahmatian, A., Delshad, M., & Salehi, R. (2014). Effect of grafting on growth, yield and fruit quality of single and double stemmed tomato plants grown hydroponically. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 55, 115-119.
- Rivard, C. L., & Louws, F. J. (2008). Grafting to Manage Soilborne Diseases in Heirloom Tomato Production, *HortScience horts*, 43(7), 2104-2111. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.7.2104>
- Rivard, C. L., O'connell, S., Peet, M. M., Welker, R. M., & Louws, F. J. (2012). Grafting tomato to manage bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* in the southeastern United States. *Plant disease*, 96(7), 973-978.
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Schwarz, D., Franken, P., & Colla, G. (2012). Effects of drought on nutrient uptake and assimilation in vegetable crops. *Plant responses to drought stress: From morphological to molecular features*, 171-195.

- Sacala, E. (2009). Role of silicon in plant resistance to water stress. *Journal of Elementology*, 14(3), 619-630.
- Salazar-Moreno, R., Rojano-Aguilar, A., & López-Cruz, I. L. (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2), 177-183. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v5n2/v5n2a12.pdf>
- Sánchez-Rodríguez, E., Leyva, R., Constán-Aguilar, C., Romero, L., & Ruiz, J. M. (2014). How does grafting affect the ionome of cherry tomato plants under water stress?. *Soil Science and Plant Nutrition*, 60(2), 145-155.
- Sánchez-Rodríguez, E., Romero, L., & Ruiz, J. M. (2013). Role of grafting in resistance to water stress in tomato plants: ammonia production and assimilation. *Journal of plant growth regulation*, 32, 831-842.
- Savvas, D., Colla, G., Roupael, Y., & Schwarz, D. (2010). Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 156-161. [doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.011](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.011)
- Savvas, D., Savva, A., Ntatsi, G., Ropokis, A., Karapanos, I., Krumbein, A., & Olympios, C. (2011). Effects of three commercial rootstocks on mineral nutrition, fruit yield, and quality of salinized tomato. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 174(1), 154-162.
- Schwarz, D., Öztekin, G. B., Tüzel, Y., Brückner, B., & Krumbein, A. (2013). Rootstocks can enhance tomato growth and quality characteristics at low potassium supply. *Scientia Horticulturae*, 149, 70-79.
- Schwarz, D., Roupael, Y., Colla, G., & Venema, J. H. (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.016>
- Sepaskhah, A.R.; Ahmadi, S.H. (2010). A Review on Partial Root-Zone Drying Irrigation. *International Journal of Plant Production*. 4, 241–258.
- Shabbir, A., Mao, H., Ullah, I., Buttar, N. A., Ajmal, M., & Lakhari, I. A. (2020). Effects of drip irrigation emitter density with various irrigation levels on

- physiological parameters, root, yield, and quality of cherry tomato. *Agronomy*, 10(11), 1685.
- Shao, G. C., Zhang, Z. Y., Liu, N., Yu, S. E., & Xing, W. G. (2008). Comparative effects of deficit irrigation (DI) and partial rootzone drying (PRD) on soil water distribution, water use, growth and yield in greenhouse grown hot pepper. *Scientia Horticulturae*, 119(1), 11-16.
- Sibomana, I. C., Aguyoh, J. N., & Opiyo, A. M. (2013). Water stress affects growth and yield of container grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) plants. *Gjbb*, 2(4), 461-466.
- Sivakumar, R., & Srividhya, S. (2016). Impact of drought on flowering, yield and quality parameters in diverse genotypes of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Advances in Horticultural Science*, 30(1), 3-11.
- Stahl W., Sies H. (2005) Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochemica et Biophysica Acta*, 1740, 101–107. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2004.12.006>
- Sungro. (17 de abril de 2023). *Sunshine® Mix #1*. Recuperado de: <https://www.sungro.com/professional-product/sunshine-mix-1/>
- Tejada-Alvarado, J. J., Meléndez-Mori, J. B., Vilca-Valqui, N. C., Neri, J. C., Ayala-Tocto, R. Y., Huaman-Huaman, E., Ambler Gill, E. R., Oliva, M. & Goñas, M. (2023). Impact of wild solanaceae rootstocks on morphological and physiological response, yield, and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) grown under deficit irrigation conditions. *Heliyon*, Volume 9, Issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12755>
- Trenberth, K.E. (2011) Changes in precipitation with climate change. *Climate Research* 47:123-138. <https://doi.org/10.3354/cr00953>
- Turhan, A., Ozmen, N., Serbeci, M. S., & Seniz, V. (2011). Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Horticultural Science*, 38(4), 142-149.
- Urlić, B., Runjić, M., Mandušić, M., Žanić, K., Vuletin Selak, G., Matešković, A., & Dumičić, G. (2020). Partial root-zone drying and deficit irrigation effect on

growth, yield, water use and quality of greenhouse grown grafted tomato. *Agronomy*, 10(9), 1297.

- Venema, J. H., Dijk, B. E., Bax, J. M., van Hasselt, P. R., & Elzenga, J. T. M. (2008). Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 63(1-3), 359-367.
- Vrcek, I. V., Samobor, V., Bojic, M., Saric, M. M., Vukobratovic, M., Erhatic, R., ... & Matotan, Z. (2011). The effect of grafting on the antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Spanish Journal of Agricultural Research*, (3), 844-851. [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3741555.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3741555.pdf)
- Wang, C., Liu, S., Dong, Y., Zhao, Y., Geng, A., Xia, X., & Yin, W. (2016). Pd EPF 1 regulates water-use efficiency and drought tolerance by modulating stomatal density in poplar. *Plant biotechnology journal*, 14(3), 849-860.
- Wang, C., Liu, W., Li, Q., Ma, D., Lu, H., Feng, W., ... & Guo, T. (2014). Effects of different irrigation and nitrogen regimes on root growth and its correlation with above-ground plant parts in high-yielding wheat under field conditions. *Field Crops Research*, 165, 138-149. [doi.org/10.1016/j.fcr.2014.04.011](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.04.011)
- Watkins, C., & Miller, W. B. (2004). A summary of physiological processes or disorders in fruits, vegetables and ornamental products that are delayed or decreased, increased, or unaffected by application of 1-methylcyclopropene (1-MCP). *HortScience*, 39(4), 816D-816.
- Xiukang, W., & Yingying, X. (2016). Evaluation of the effect of irrigation and fertilization by drip fertigation on tomato yield and water use efficiency in greenhouse. *International Journal of Agronomy*, vol. 2016, Article ID 3961903, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2016/3961903>
- Zeist, A. R., de Resende, J. T. V., Zanin, D. S., da Silva, A. L. B. R., Perrud, A. C., Bueno, G. A., ... & de Lima, D. P. (2020). Effect of acclimation environments, grafting methods and rootstock RVTC-66 on the seedling development and production of tomato. *Scientia Horticulturae*, Volume 271, 20 September 2020 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109496>

Zeist, A. R., de Resende, J. T., Pozzebon, B. C., Gabriel, A., Silva, A. A. D., & Zeist, R. A. (2019). Combination of solarization, biofumigation and grafting techniques for the management of bacterial wilt in tomato. *Horticultura Brasileira*, 37 (3), 260-265. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620190302>

## ANEXOS

### Anexo 1. Supuestos y análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta (cm)

#### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.3634
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.1188

#### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	Valor p	Significancia
C	5	2331	466	1.02	0.412151	n.s
F	1	7688	7688	16.88	0.000123	***
C:F	5	811	162	0.36	0.876438	n.s
Residuals	60	27336	456			

### Anexo 2. Supuestos y análisis de varianza (ANOVA) para diámetro del patrón (mm)

#### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.9555
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.4485

#### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	Valor p	Significancia
C	5	37.01	7.4	1.598	0.17448	n.s
F	1	34.89	34.89	7.532	0.00798	**
C:F	5	9.47	1.89	0.409	0.84088	n.s
Residuals	60	277.91	4.63			

### Anexo 3. Supuestos y análisis de varianza (ANOVA) para diámetro del injerto (mm)

#### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.5404
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.3576

### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	Valor p	Significancia
C	5	17.4	3.48	0.92	0.47506	n.s
F	1	27.44	27.442	7.25	0.00919	**
C:F	5	8.81	1.761	0.47	0.8007	n.s
Residuals	60	227.2	3.787			

### Anexo 4. Supuestos y análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de la unión (mm)

#### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.3489
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.2753

#### Prueba

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	Valor p	Significancia
C	5	12.89	2.58	0.76	0.58439	n.s
F	1	38.75	38.75	11.37	0.00131	**
C:F	5	15.36	3.07	0.90	0.48625	n.s
Residuals	60	204.43	3.41			

### Anexo 5. Supuestos y análisis de varianza (ANOVA) para número de brotes

#### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.8717
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.0167

#### Análisis de varianza

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	Valor p	Significancia
C	5	59.8	12	1.59	0.176	n.s
F	1	320.9	320.9	42.72	1.54E-08	***
C:F	5	45.8	9.2	1.22	0.311	n.s
Residuals	60	450.7	7.5			

### Anexo 6. Supuestos y prueba estadística Kruskal - Wallis para la variable días a la floración

#### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	1.041E-14
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	NA

### Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente	Chi-cuadrado	gl	p-valor	Significancia
C*F	69.04	11	<0.00001	***

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/Co:50%	45.00	66.5	a
R/C:50%	45.00	66.5	a
A/Co:50%	44.00	57.5	ab
R/T:50%	42.00	51.5	ab
A/C:50%	41.00	45.5	ab
R/T:100%	39.00	36.5	bc
A/C:100%	39.00	36.5	bc
R/Co:100%	38.00	21.5	c
A/T:50%	38.00	21.5	c
A/T:100%	38.00	21.5	cd
R/C:100%	36.00	9.5	d
A/Co:100%	35.00	3.5	d

### Anexo 7. Supuestos y prueba estadística Kruskal - Wallis para la variable número de flores

#### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.0003179
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.105

### Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente	Chi	gl	p-valor	Significancia
C*F	31.443	11	0.0009	***

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/C:100%	108.00	67.9	a
A/C:100%	62.30	50.7	ab
R/Co:100%	58.00	40.7	abc
A/T:100%	56.30	46.8	abc
A/Co:100%	55.70	38.8	abc
R/T:100%	47.00	33.3	abc
R/Co:50%	45.50	38.3	abc
A/C:50%	42.20	32.3	bc
R/C:50%	39.80	28.9	bc
A/Co:50%	35.20	26.8	bc
A/T:50%	28.30	19.6	bc
R/T:50%	20.00	13.9	c

## **Anexo 8.** Supuestos y prueba Kruskal - Wallis para la variable número de racimos florales

### **Supuestos**

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	1.79E-10
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	4.85E-09

### **Prueba de Kruskal-Wallis**

Fuente de variación	Chi-cuadrado	gl	p-valor	Significancia
C*F	18.015	11	0.0812	n.s

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/C:100%	8.17	49.3	a
A/C:100%	8.17	58.8	a
A/Co:100%	7.33	47.8	a
R/Co:100%	6.83	37.0	a
A/T:100%	6.17	38.3	a
R/T:100%	6.17	35.1	a
A/C:50%	5.83	31.2	a
R/Co:50%	5.67	34.7	a
R/C:50%	5.50	24.1	a
A/Co:50%	5.33	30.8	a
A/T:50%	5.00	29.3	a
R/T:50%	4.17	21.6	a

## **Anexo 9.** Supuestos y prueba estadística Kruskal - Wallis para la variable días del cuajado del fruto

### **Supuestos**

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	8.47E-16
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	NA

### Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente de variación	Chi-cuadrado	gl	p-valor	Significancia
C*F	70.27	11	<0.0001	***

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/C:50%	67.00	66.5	a
R/T:50%	67.00	66.5	a
A/C:50%	66.00	57.5	ab
R/Co:50%	65.00	51.5	defg
A/Co:50%	63.00	45.5	abcd
A/T:50%	62.00	39.5	bcde
R/C:100%	61.00	33.5	cdef
R/Co:100%	60.00	27.5	abc
R/T:100%	58.00	21.5	efgh
A/T:100%	57.00	15.5	fgh
A/C:100%	55.00	9.5	gh
A/Co:100%	52.00	3.5	h

**Anexo 10.** Supuestos y prueba estadística Kruskal - Wallis para la variable número de frutos

### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.02085
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.04339

### Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente de variación	Chi-cuadrado	gl	p-valor	Significancia
C*F	27.595	11	0.0037	***

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/C:100%	42.83	57.67	a
A/Co:100%	31.00	52.92	a
A/T:100%	30.50	50.08	a
A/C:100%	28.67	46.50	ab
R/Co:100%	24.50	39.58	ab
R/T:100%	21.33	38.00	ab
A/C:50%	18.50	32.50	ab
R/Co:50%	18.00	32.92	ab

R/C:50%	15.00	27.42	ab
A/T:50%	13.67	24.67	ab
A/Co:50%	12.50	23.00	ab
R/T:50%	6.00	12.75	b

**Anexo 11.** Supuestos y prueba estadística Kruskal - Wallis para la variable diámetro medio del fruto (mm)

### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	4.02E-05
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	2.20E-16

### Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente de variación	Chi-cuadrado	gl	p-valor	Significancia
C*F	47.358	11	1.86E-06	***

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/Co:100%	30.34	156.2	a
A/T:50%	29.21	132.5	ab
A/T:100%	28.37	127.4	abc
R/T:100%	28.15	126.8	abc
R/T:50%	27.65	106.8	abcd
R/C:100%	25.8	141.5	ab
A/C:100%	24.89	101.6	abcd
R/Co:50%	24.56	109.0	abcd
A/Co:100%	19.67	90.4	bcd
A/Co:50%	17.39	91.3	bcd
R/C:50%	14.54	67.1	cd
A/C:50%	13.43	51.4	d

**Anexo 12.** Supuestos y prueba estadística Kruskal - Wallis para la variable diámetro longitudinal del fruto (mm)

### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	8.34E-05
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	2.20E-16

### Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente de variación	Chi-cuadrado	gl	p-valor	Significancia
C*F	52.81	11	1.95E-07	***

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/Co:100%	28.01	158.8	a
A/T:100%	27.83	142.1	ab
A/T:50%	27.34	129.3	abcd
R/T:100%	26.92	127.7	abcd
R/T:50%	25.94	105.3	abcde
A/C:100%	24.2	115.4	abcde
R/Co:50%	22.52	102.4	abcde
R/C:100%	22.34	133.8	abc
A/Co:100%	19.04	95.2	bcde
A/Co:50%	15.31	71.4	cde
R/C:50%	13.78	66.1	de
A/C:50%	12.32	54.5	e

**Anexo 13.** Supuestos y prueba estadística Kruskal - Wallis para la variable peso individual del fruto (g)

### Supuestos

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	2.20E-16
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	2.20E-16

### Prueba de Kruskal-Wallis

Fuente de variación	Chi-cuadrado	gl	p-valor	Significancia
C*F	32.419	11	6.53E-04	***

C*F	Medias	Ranks	Grupos
R/C:100%	21.19	153.2	a
R/Co:100%	19.51	155.8	a
R/Co:50%	16.08	126	ab
A/T:50%	15.39	110.3	ab
A/Co:50%	14.42	92.3	ab
A/C:100%	14.41	105	ab
A/T:100%	14.15	109.3	ab
R/C:50%	13.93	97.3	ab

A/Co:100%	13.88	97.2	ab
R/T:100%	13.21	91.7	ab
A/C:50%	13.01	93.4	ab
R/T:50%	12.28	70.4	b

**Anexo 14.** Supuestos y análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento (kg/planta)

**Supuestos**

Prueba	p-valor
Normalidad (Shapiro-Wilk)	0.0628
Homogeneidad de varianzas (Bartlett test)	0.0502

**Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC ajustado	MC ajustado	Valor F	Valor p	Significancia
C	5	0.0525	0.0105	0.975	0.4405	n.s
F	1	0.0759	0.07591	7.05	0.0101	*
C:F	5	0.0246	0.00492	0.457	0.8067	n.s
Residuals	60	0.6461	0.01077			

C*F	Medias	Grupos
R/C:100	0.232	a
A/Co:100	0.176	a
A/T:100	0.147	a
A/C:100	0.140	a
R/Co:100	0.125	a
R/Co:50	0.115	a
R/T:100	0.111	a
A/C:50	0.110	a
R/C:50	0.110	a
A/Co:50	0.084	a
A/T:50	0.073	a
R/T:50	0.049	a



**Imagen 01:** Preparación de sustrato para siembra en invernadero



**Imagen 02:** Preparación de soluciones nutritivas



**Imagen 03:** Realización de injertos con clips siliconado



**Imagen 04:** Climatización en temperaturas controladas



**Imagen 05:** Climatización en temperatura ambiente



**Imagen 06:** Siembra de plantones injertados en invernadero