

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Cambios Micromorfológicos en la Hoja de Tomate Injertado y Cultivado en
Sistema NFT con Medio Salino.

Por:

JUAN MARTÍN LÓPEZ VELÁZQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Cambios Micromorfológicos en la Hoja de Tomate Injertado y Cultivado en
Sistema NFT con Medio Salino.

Por:

JUAN MARTÍN LÓPEZ VELÁZQUEZ

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Asesor Principal




Dra. Rocío Maricela Peralta Manjarrez
Asesor Principal Externo



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor



Ing. Gerardo Rodríguez Galindo
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2024.

Declaración de no plagio

El autor principal quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo es original.

Autor principal



Juan Martin López Velázquez

Firma y Nombre

Asesor principal



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente

Firma y Nombre

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Gracias Dios por la inteligencia, sabiduría y por las innumerables bendiciones que me has dado en cada etapa de mi vida. Querido Dios Todopoderoso, Misericordioso, lo poco que he logrado es gracias a ti, todo el mérito es tuyo, porque sé, que tu gran poder está obrando en mí, transformándome, se mi guía en el camino correcto. Nomás me queda decir gracias por las maravillas que has hecho en mí y me despido con esta humilde frase “sin Dios no soy nada”, pero la más poderosa es “con Él puedo hacer todas las cosas”.

A mi universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Doy gracias a mi “Alma Terra Mater” por la invaluable experiencia académica y privilegio de vivir y forma parte de esta prestigiosa universidad. Durante mi tiempo en esta universidad me ha brindado una educación de calidad, me ha permitido formar parte de esta gran familia estudiantil en los internados varonil (palomares 1 y módulo 23), desde el primer semestre de mi vida profesional me cobijo, desde ahí se convirtió en mi segunda casa, me ha inspirado a alcanzar mis metas y me ha preparado para enfrentar con confianza los desafíos del futuro. Los valores de excelencia, compromiso y ética profesional inculcados en esta institución han dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal. Siempre llevaré con orgullo el nombre de esta universidad y recordare con cariño los momentos vividos ¡buitres por siempre!

Dra. Rocío Maricela Peralta Manjarrez

Le agradezco por el apoyo incondicional y paciencia que me tuvo a lo largo de mi proceso de investigación. Gracias por su compromiso, conocimiento, tiempo y dedicación que han sido fundamental para hacer lograr culminar este proyecto de investigación. Agradezco por confiar en mí, y por ser uno de sus tesisistas.

Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al profesor Marcelino que con su dedicación y conocimiento me ha inspirado a alcanzar mis metas académicas. Sus enseñanzas han sido fundamental en mi desarrollo profesional, su motivación y por la oportunidad de realizar este proyecto.

A mis profesores que formaron parte en cada etapa de mi vida estudiantil:

Por todos los consejos que me brindaron, gracias a cada uno de ellos, algunos ya no están, pero sus enseñanzas siempre quedaran grabadas para siempre.

Dr. Marcelino Cabrera. Ing. Gerardo Rodríguez, Dra. Martha Gómez Martínez (†), Dr. José Alfredo, Dr. Víctor Manuel, Dr. Alberto Sandoval, Dr. Adalberto Benavides, Dr. Valentín Robledo, Dra. Manuela, Dra. Yisa, Dra. Fabiola Aureoles, Dra. Blanca Elizabeth, Dra. Rosalinda Mendoza, Dr. Marco Antonio, Dr. Andrés Martínez, Dr. Leobardo Bañuelos, Dr. Juan Galván, M.C. Alfonso rojas, Dr. Luis Alonso Valdez, Dr. Homero, M.C. Tomas Reyna, Dr. Luis Ángel Muñoz y al Dr. Mario Alberto ovando.

A mis compañeros de la generación CXXVI

Gracias por sus consejos, amistad y apoyo: Ponciano, Gerardo, Mario Oliver, Armando Alonso, Oscar, Rafa, Bryan.

DEDICATORIA

A mis padres:

Albino López Hernández

Rocelia Velázquez Hernández

Papá, Mamá, ustedes han sido mis pilares fundamentales, mi constante fuente de inspiración y apoyo incondicional a lo largo de este arduo camino académico que culmina con la finalización de esta tesis. El amor, cariño y sacrificio que han depositado en mí, ha sido mi luz que ha iluminado mi camino en los momentos más oscuros y en las alegrías más radiantes durante mi vida profesional. Gracias padres míos por sus consejos, paciencia y su enseñanza que ha sido fundamental en mi vida, han sido mi impulso para alcanzar mis sueños. Ustedes han sido mi refugio durante mi estancia en la vida, ustedes son mis guías, mis héroes. En cada logro, en cada sonrisa, en cada paso que doy, estarán presente su legado, su amor inquebrantable que me impulsa ser el mejor, todo lo que he logrado hasta ahora se lo debo a ustedes padres míos. Siempre los llevo en lo más profundo de mi corazón.

A mis hermanos: A lo largo de la vida, hemos compartido risas, lágrimas, alegrías y desafíos. Cada momento vivido es un tesoro imborrable. Gracias por sus consejos y motivación por lograr este sueño. También la echo de menos a mi hermana Aracely que nomás vino en este mundo por unos cuantos días, Dios lo quiso así y aunque su partida me sigue doliendo, descansa en paz hermana mía que Dios te guarde en su Gloria. Siempre te voy a recordar.

Ing. Cristóbal, Aracely (†), Nayeli, Ing. René, Ing. Rubicel, Maribel, Ana María, José Fernando, Aracely y Leonardo.

A mis abuelos (†):

Jerónimo López que en paz descansa agradezco sus consejos, durante el poco tiempo que me tocó convivir con Él siempre me trato como si fuera su hijo.

Tomasa Hernández que en paz descansa, siempre fue una mujer amable, trabajadora y bondadosa.

A mi tía Juana López Hernández:

Gracias por el apoyo y sus consejos que fueron fundamental en mi vida.

A mi prima Paulina:

Gracias por sus consejos y el apoyo incondicional, el mérito de esta tesis se la debo a ti.

A mi prima Catalina (†).

Gracias por el apoyo que me brindo durante mi vida estudiantil, siempre fuiste una mujer trabajadora, carismática y bondadosa, tus consejos siempre lo llevare en mi corazón. Descansa en paz prima.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	III
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos	3
1.3 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2. Origen del cultivo	4
2.1 Clasificación taxonómica del tomate.....	4
2.2 Características botánicas.....	5
2.2.1 Planta.....	5
2.2.2 Sistema radical.....	6
2.2.3 Tallo	6
2.2.4 Hojas.....	6
2.2.5 Flores	7
2.2.6 Fruto.....	7
2.3 Requerimientos ambientales	7
2.3.1 Temperatura.....	7
2.3.2 Humedad.....	8
2.3.3 Luminosidad.....	9
2.4 Requerimientos edáficos	9

2.5	Importancia del tomate en México y en el Mundo.....	9
2.6	Producción de tomate en México.....	10
2.7	El injerto.....	11
2.7.1	Beneficios del empleo del injerto en hortalizas	11
2.7.2	Importancia del injerto en hortalizas.....	14
2.7.3	Tipos de injertos.....	15
2.8	Estrés salino	16
2.8.1	Daños causados por salinidad	16
2.8.2	Respuestas de la planta a la salinidad	17
2.9	Asimilación de CO ₂ en las plantas.....	18
2.10	Transpiración de las plantas.....	19
2.11	Función e importancia de las estomas	20
2.12	Índice y densidad estomática	22
2.13	Eficiencia fotosintética en relación a las estomas.....	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1	Localización del experimento.....	25
3.2	Material vegetal	25
3.3	Establecimiento del cultivo.....	25
3.3.1	Siembra (variedad y patrón).....	25
3.3.2	Realización del injerto	26
3.3.3	Manejo de plántulas post-injerto	26
3.3.4	Trasplante a sistema NFT	27
3.3.5	Fertilización	27
3.4	Manejo del cultivo	28
3.4.1	Control de plagas y enfermedades.....	29

3.4.2	Cosecha.....	30
3.5	Tratamientos evaluados.....	30
3.6	Variables evaluadas	30
3.6.1	Altura de planta	30
3.6.2	Biomasa	31
3.6.3	Índice estomático del haz y envés.....	31
3.6.4	Densidad estomática del haz y envés	32
3.6.5	Tamaño de estomas.....	32
3.6.6	Tasa de asimilación de CO ₂ y Tasa de transpiración.....	33
3.7	Diseño experimental	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1	Altura de planta, Biomasa (peso fresco y peso seco)	34
4.2	Índice y Densidad estomática del haz y envés	37
4.2.1	Índice estomático haz (adaxial)	37
4.2.2	Índice estomático envés (abaxial)	37
4.2.3	Densidad estomática haz	38
4.2.4	Densidad estomática envés	39
4.3	Tamaño de estomas	41
4.4	Tasa de asimilación de CO ₂	43
4.5	Tasa de transpiración	45
V.	CONCLUSIÓN	47
VI.	BIBLIOGRAFÍA	48
VII.	ANEXOS.....	58
6.1.	Análisis de la varianza para acumulación de biomasa	58

6.2. Análisis de varianza del cultivo de tomate sobre el índice y densidad estomática del haz y envés.	61
6.3. Análisis de varianza del cultivo de tomate sobre el índice y densidad estomática del haz y envés.	64
6.4. Estomas de haz en hoja de tomate	68
6.5. Estomas de envés de la hoja de tomate.....	68

LISTA DE CUADROS

Tabla 1. Temperaturas para las diferentes etapas fenológicas del tomate (Vázquez, 2004).....	8
Tabla 2. Fertilizantes aplicados de acuerdo a la Solución Nutritiva Steiner respecto a la etapa fenológico del cultivo expresado en (%), preparados en un contenedor de 200 litros.	28
Tabla 3. Tratamientos de NaCl en las plantas con y sin injerto.....	30
Tabla 4. Efecto de la concentración de NaCl en crecimiento vegetativo y en la acumulación de biomasa del <i>Lycopersicon esculentum</i> con y sin injerto cultivados en sistema NFT.....	36
Tabla 5. Efecto de la concentración de NaCl sobre el índice estomático del haz (abaxial), envés (adaxial) y densidad estomática del (haz y envés) en plantas de tomate con y sin injerto cultivados en sistema NFT.	40
Tabla 6. Efecto de la concentración de NaCl sobre el tamaño de los estomas en la superficie del haz (abaxial), envés (adaxial) en el cultivo tomate con y sin injerto cultivados en sistema NFT.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Tasa de asimilación de dióxido de carbono ($\text{mol m}^2 \text{s}^{-2}$). En el cultivo de tomate con y sin injerto cultivado en sistema NFT con estrés salino. Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes LSD ($p > 0.05$) 46

Figura 2.Tasa de transpiración ($\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$). En el cultivo de tomate con y sin injerto cultivado en sistema NFT con estrés salino. Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes LSD ($p > 0.05$)..... 44

RESUMEN

La hidroponía y el injerto dentro de la agricultura sustentable ofrecen una alternativa viable para amortiguar la problemática actual, la combinación de estas técnicas se pueden producir alimentos de calidad, además de prevenir los factores biótico y abiótico de los suelos (nematodos, estrés salino). Por lo cual, el presente trabajo experimental, consistió en un estudio micromorfológico de la hoja de planta de tomate (*Solanum lycopersicum* L) con y sin injerto, aplicados con diferentes concentraciones de estrés salino NaCl y cultivados en un sistema NFT. Se utilizó la variedad Imperial de hábito indeterminado y como portainjerto la variedad Espartano. Establecidos bajo el diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial (2x4), teniendo como primer factor plantas sin y con injerto y el segundo factor concentraciones de NaCl (0 mM, 30 mM, 60 mM y 90 mM), dando lugar a 8 tratamiento con 16 repeticiones por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron: Altura de la planta, Biomasa, Índice estomático del haz y envés, Densidad estomático del haz y envés, Tamaño de estomas, Tasa de asimilación de CO₂ y Tasa de transpiración, los datos obtenidos se analizaron en el paquete estadístico InfoStat versión 2020, para lo cual se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias LSD Fisher con una diferencia mínima de ($p < 0.05$), donde los resultados obtenidos muestran que con el uso de injerto se logró obtener plantas vigorosas en una concentración salina moderada, un aumento en el índice estomática y densidad estomática en la superficie abaxial, presentaron una buena asimilación de dióxido de carbono y una resistencia estomática aumentando su índice y densidad estomática para un eficiente en el uso del agua, en la fotosíntesis y en la transpiración, lo que sugiere que la planta puede reaccionar modificando su micromorfología en su superficie abaxial para sobrevivir bajo altas concentraciones de estrés.

Palabras claves: Hidroponía, Estrés salino, Injerto, Abaxial, Adaxial, Fitopatógeno y micromorfología.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura, en el mundo entero y concretamente en las Américas, enfrenta el reto de mantener y mejorar las tasas de crecimiento de la productividad, tasas que, además, difieren de manera importante entre países y entre tipos de agricultura (Alejandra Díaz, 2017).

El cultivo de tomate o jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de gran importancia a nivel mundial. *Solanum lycopersicum* variedad indeterminada es uno de los cultivos que más se produce en condiciones protegidas (invernadero) lo cual ocupa el 70%, seguido por pimiento (16%) y pepino (10%) (SAGARPA, 2012).

El tomate, es uno de los cultivos más estudiados para hacer mejoramiento genético, algunas de las características más destacables para su experimentación son; adaptabilidad en diferentes condiciones estreses abióticos o ambientales, ciclo de vida corto, facilidad de polinización cruzada y facilidad para propagarse asexualmente por injerto, o para regenerar plantas enteras de diferentes partes de la planta (Bergougnoux, 2014). El estudio micromorfológico de la superficie epidérmica de las hojas ha sido ampliamente utilizado en estudios taxonómicos y filogenéticos ya que puede proporcionar información valiosa (Patel, 1979; Stace, 1980; Davis, 1997).

Uno de los problemas que más se enfrenta tanto este cultivo como la agricultura en general, es la salinidad de los suelos, no todos los suelos presentan las condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos hortícolas (FAO *et al.*, 2012). La salinidad puede ocurrir de dos maneras, la primera de manera natural en el suelo y la segunda por el uso excesivo de los fertilizantes químicos, actividad inducida por el hombre (Zaman *et al.*, 2018). El NaCl es la sal más soluble y extendida que provoca estrés salino a las plantas, por lo que algunas plantas presentan mecanismos de tolerancia (Munns 2009; Sheng *et al.* 2010). Se ha demostrado que al someter las plantas de tomate bajo estrés salino aumenta el contenido de sólidos solubles (Del Amor *et al.*, 2001; Fernández-

García *et al.*, 2004; Serio *et al.*, 2004;), sólidos totales, acidez total (Guichard *et al.*, 2001), carotenoides y licopeno (Maggio *et al.*, 2001).

En la actualidad el uso de injertos en cultivos hortícolas es muy frecuente con el fin de mejorar el desarrollo de las plantas, sin embargo, el porcentaje de prendimiento del injerto es muy importante ya que para el agricultor es necesario obtener plantas que sean resistentes a condiciones de estrés biótico (plagas, enfermedades, nematodos, virus, etc.) o abiótico (déficit hídrico, temperatura, humedad, salinidad, etc.) porque estos son factores que inciden en la baja o mínima producción por hectárea (García y García, 2001).

A inicios del siglo XX, las pérdidas en la producción hortícola incrementaron por fitopatógenos del suelo (*Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* y *Meloidogyne*) (Argerich y Troilo, 2011); además el aumento de la población, así como el crecimiento económico incrementan la demanda de agua (CONAGUA, 2012). Una de las alternativas implementadas para mitigar dicha problemática es el uso de los injertos y de infraestructuras modernas como la hidroponía.

La hidroponía ofrece una alternativa viable, ya que en este sistema se pueden producir alimentos de calidad, la producción no depende de la calidad del suelo, pero si requiere de una fuente de agua de calidad. Los sistemas hidropónicos en solución nutritiva (SN) más utilizado es la película nutritiva recirculante (NFT de Nutrient Film Technique), aeroponía y a raíz flotante (Urrestarazu, 2004). El empleo de estas técnicas depende de las condiciones económicas de los empresarios que la desean desarrollar, así como del conocimiento técnico de los sistemas (Texier, 2013).

En base a lo anterior, se planteó el presente estudio con la finalidad de evaluar el efecto del injerto en plantas de tomate con diferentes concentraciones salinas cultivado bajo un sistema de agua recirculante NFT (la técnica de la película nutriente).

1.1 Objetivo general

Estudiar los cambios micromorfológicos en la epidermis de la hoja de plantas de tomate injertado y cultivado en medio salino bajo un sistema NFT.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la cantidad de biomasa acumulada durante el ciclo del cultivo de tomate injertado en medio salino con sistema NFT.
- ✓ Realizar el análisis estomático de la epidermis de la hoja de tomate injertado y cultivado en medio salino con sistema NFT.
- ✓ Evaluar la tasa de asimilación de CO₂ y tasa de transpiración de la hoja de tomate injertado y cultivado en medio salino con sistema NFT.

1.3 Hipótesis

La interacción del uso del injerto con un medio salino, influirá en la modificación de la micromorfología de la epidermis de la hoja, originando cambios en captación de CO₂ y asimilación de biomasa en el cultivo del tomate establecido en medio salino y sistema NFT

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. Origen del cultivo

El tomate (*Solanum lycopersicum* L) pertenece a la familia de las solanáceas, es originaria del oeste de Sudamérica, específicamente de la región de los Andes, de una amplia zona que comprende desde Ecuador hasta Chile y Bolivia (Paduchuri *et al.*, 2010). Sin embargo, se extendió por Centroamérica y el actual territorio mexicano donde las culturas prehispánicas mayas y aztecas domesticaron el tomate antes de la llegada de los españoles (Juárez, *et al.*, 2013).

Varios autores mencionan que Perú y México son las principales civilizaciones que domesticaron el cultivo de tomate de manera independiente, es por eso que cualquiera de esos países se postula como origen del cultivo de tomate (Harvey *et al.*, 2002). La palabra tomate proviene del vocablo Nahuatl “tomatl”, lenguaje que hablaban los aztecas, que significaba simplemente “fruta hinchada” y fue introducido al lenguaje español en 1532 (Corominas, 1990).

2.1 Clasificación taxonómica del tomate

Existió una controversia sobre la clasificación taxonómica del tomate. En 1754, Philip Miller lo trasladó a su propio género, nombrándolo *Lycopersicum esculentum*. Sin embargo, en 1753 Carlos Linneo, científico, naturalista y botánico quien sentó las bases de la taxonomía moderna–, ya había colocado el tomate en el género *Solanum* asignándole el nombre científico de *Solanum lycopersicum* L. Hoy en día, la evidencia genética muestra que Lineo estaba en lo correcto al ubicar el tomate en el género *Solanum* (Foolad 2007; Perlata y Spooner 2007).

Según Villareal (2005) la clasificación más actual y aceptada del tomate es la siguiente:

Reino: Metaphyta

División: magnoliophyta

Clase: Dicotyledoneas

Orden: Sonalales

Familia: Solanàceae

Género: *Lycopersicum*

Especie: *Lycopersicum esculentum*

2.2 Características botánicas

2.2.1 Planta

Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva de forma anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas). La planta del tomate es autógama; la polinización se produce con el polen de la misma flor (Quiminnet, 2006).

Determinadas: Su crecimiento es limitado, las variedades de habito determinado son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas y su producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas; poseen inflorescencias apicales (Jaramillo *et al.*, 2013).

Indeterminadas: Tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extienden por periodos muy largos, presentan la yema terminal del tallo vegetativo y hay tres o más hojas entre cada inflorescencia a lo largo del tallo (Jaramillo *et al.*, 2013).

2.2.2 Sistema radical

La planta originada de semilla presenta una raíz principal que crece hasta 2.5 cm diarios y alcanza una profundidad de 60 cm, cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, en consecuencia, se favorece el crecimiento de raíces secundarias que se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo (Garza, 2008). Las raíces laterales como las adventicias se desarrollan horizontalmente, haciendo que el tomate tenga un sistema radical muy extenso. Es muy activo en los 30 a 40 primeros centímetros. En suelos profundos pueden encontrarse sus raíces hasta 1 metro de profundidad (Ekonekazaritza, 2005).

2.2.3 Tallo

Es grueso, pubescente, anguloso y de color verde compuesto de epidermis con pelos glandulares o tricomas, corteza, cilindro vascular y tejido medular (Escobar y Lee 2009). Al principio el porte del tallo es erguido, pero llega un momento en que el peso lo hace rastrear por el suelo, puede presentar un crecimiento determinado o indeterminado. Mide entre 2 y 4 cm de ancho y es más delgado en la parte superior. En el tallo principal se forman tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares (Monardes, 2009).

2.2.4 Hojas

Compuestas e imparipinada, con folios peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Monardes, 2009). En las hojas como en los tallos, hay presencia de pubescencia (Fornaris, 2007).

2.2.5 Flores

Las flores son hermafroditas que cuenta con órganos femeninos y masculinos, simétricas, angulares, que contiene cinco estambres fusionados a la corola por sus filamentos, las anteras largas de color amarillo, están unidas lateralmente. Presentan una autopolinización, pero también es posible la polinización cruzada cuando las abejas visitan a la flor (Cárdenas, 2018).

2.2.6 Fruto

El fruto de tomate se denomina baya y presenta diferentes tamaños, formas, color, consistencia y composición, según el tipo de tomate. Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares (Lobo y Jaramillo, 1984; Flores, 1986; Zeidan, 2005). En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo (EDIFORM, 2006). Existen cultivares de tomate con frutos de color amarillo, rosado, morado, naranja y verde, entre otros. El fruto del tomate está formado por pericarpio o epicarpio, mesocarpio, endocarpio y tejido placentario que rodea a los lóculos y a las semillas (López, 2016).

2.3 Requerimientos ambientales

2.3.1 Temperatura

El tomate es una planta propia de los países cálidos, la temperatura óptima para el desarrollo del cultivo oscila entre 20 °C y 30 °C durante el día y entre 10 °C y 17 °C durante la noche. Temperaturas superiores a los 30 °C reducen la fructificación y la fecundación de los óvulos, afectan el desarrollo de los frutos y disminuyen el crecimiento y la biomasa de la planta. Las plantas de tomate se desarrollan mejor con temperaturas de entre 18 °C y 24 °C (Díaz 2007). Temperaturas diurnas inferiores a 12-15 °C el rendimiento disminuye gradualmente en función del descenso y horas de bajas temperaturas, mientras que temperaturas diurnas superiores a 30 °C e inferiores a 12 °C afectan la

fecundación. Las plantas sufren daños irreversibles con temperaturas menores que 5° C por más de dos horas (Bautista y Alvarado, 2006).

Tabla 1. Temperaturas para las diferentes etapas fenológicas del tomate (Vázquez, 2004).

Condiciones	Temperatura (°C)
Temperatura mínima de germinación	9 – 10
Temperatura optima de germinación	25 – 30
Temperatura máxima de germinación	35
Temperatura optima del sustrato	15 – 20
Temperatura optima del día	23 – 26
Temperatura optima de la noche	13 – 16
Temperatura mínima letal	-2 – 0
Temperatura mínima biológica	8 – 10
Temperatura floración / fecundación día	23 – 26
Temperatura floración / fecundación noche	15 – 28
Temperatura de maduración a rojo	15 – 22
Temperatura de maduración a amarillo	Más de 35

2.3.2 Humedad

Humedades relativas muy altas dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores; por otro lado, la humedad relativa demasiado baja menor al 60 %, dificulta la fijación de los granos de polen al estigma, lo que dificulta la polinización. La humedad relativa (HR) óptima para el desarrollo del cultivo se ubica entre 60 % y 80 %, favoreciendo el desarrollo normal de la polinización y garantiza una buena producción (Escalona *et al.*, 2009). Cuando la HR es baja, aumenta la transpiración de las plantas se reduce la fotosíntesis y se seca el polen, produciendo igualmente anomalías en la fecundación (Noreña y Rodríguez, 2006).

2.3.3 Luminosidad

La energía solar radiante es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de las plantas cultivada en el interior de un invernadero, la luz actúa sobre el crecimiento y el desarrollo de las plantas como fuente de energía para la asimilación fotosintética del CO₂, así como fuente primaria de calor estímulo para la regulación del desarrollo, la concentración optima de iluminación es de 10 000 y 15 000 lux (Sánchez, 2001).

2.4 Requerimientos edáficos

El cultivo de tomate se puede cultivar bajo sistema de campo o cielo abierto y bajo cubierta/invernadero.

Campo abierto: Las plantas de tomate prefieren suelos ricos en materia orgánica (4 - 6%), con buen drenaje, aireación, pH entre 6 y 6.5, para una adecuada disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica (C.E.) máxima debe encontrarse entre 2.5 y 2.9, este valor es de gran importancia ya que la salinidad, es una de las principales causas que limitan la productividad de los cultivos (Esteban *et al.*, 2017, Moya *et al.*, 2017).

Invernadero: En la agricultura protegida es importante considerar el medio de cultivo a utilizar (Vence, 2008; OASIS, 2017). Para lograr un desarrollo óptimo de las plantas, es necesario considerar las propiedades físicas de los sustratos - solución nutritiva como porosidad, capacidad de aireación, tamaño de las partículas, pH, capacidad de intercambio catiónico, etc. (Soriano, 2012).

2.5 Importancia del tomate en México y en el Mundo

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es considerada una de las hortalizas más importantes de México, fuente importante de generación de empleos, fundamental en la canasta básica de la alimentación humana con un consumo per cápita de 20.2 kg, ingrediente básico en la cocina mexicana (Velasco *et al.*, 2011). Tanto por su importancia económica como por ser fuente de vitaminas (A,

B1, B2 Y C), minerales (Calcio, Fosforo, Potasio y sodio) y antioxidantes (Licopeno), además de poseer propiedades medicinales, entre las que se destacan las siguientes: antiséptico, alcalinizante, depurativo, diurético, digestivo, laxante y desinflamatorio (SADER, 2022). Cabe destacar que los tomates no solo se venden frescos, sino que también se procesan como sopas, salsas, jugos o concentrados en polvo (FAOSTAT, 2011).

La importancia del tomate a nivel mundial radica en la amplia diversidad de usos que tiene en la alimentación humana, quienes lo utilizan como componente principal de muchas comidas, para agregar o añadir sabor (Ocaña, 2004). Al ser una de las especies hortícolas más ampliamente cultivadas a nivel mundial, conducen a utilizar sistemas muy intensivos como es la tecnología hidropónica bajo invernadero (Sánchez y Escalante, 1988). Datos más recientes muestran que en 2012 se llegó a 12,000 ha de invernaderos, esto sin incluir otras 8,000 has que corresponden a malla sombra y macrotúnel (SAGARPA, 2012).

2.6 Producción de tomate en México

Entre las hortalizas que México exporta en el Mercado Nacional e Internacional, el jitomate es la más importante destacando los jitomates tipo Cherry, Saladette, Bola y Bola grande; el 40.0% de la producción de tomate se obtiene en invernaderos, mientras que 32.8% es a cielo abierto, 26.4% en malla sombra y 0.8% en macrotúnel, teniendo un claro dominio por parte de la agricultura protegida (FAOSTAT, 2020).

El principal estado productor de la hortaliza es Sinaloa, el cual reporta un volumen de producción de 561,125 toneladas, que aporta 60.9% al total obtenido a nivel nacional, las entidades federativas que le siguen en importancia son: Baja California Sur con 71,581 toneladas y Sonora con 48,260, contribuyen con; 7.8% y 5.2%, respectivamente, estos tres estados aportan a la producción del país 73.9 por ciento (SIAP, 2023). México aporta 1.7% de la producción mundial de tomate,

por debajo de China, China Continental, India y Estados Unidos de América, contribuye 19% de volumen de las exportaciones a nivel mundial, ubicándolo como el principal país exportador por arriba de España (14%) y Países Bajos (13%) (FAOSTAT, 2020). La producción mundial del tomate en México se posiciona en el lugar 8º, con un total de 56,709 hectáreas cosechadas y con una producción de 3,461,766 toneladas (SIAP, 2023).

2.7 El injerto

El injerto es un método de propagación asexual, utilizado en hortalizas y frutales para mejorar la producción, la práctica del injerto ha sido reconocida como una técnica eficaz y amigable con el medio ambiente (Lee, *et al.*, 2010; Díaz, *et al.*, 2006). La técnica de injerto empezó a difundirse desde 1979 en Italia, Francia y España, aunque los primeros procesos de injerto reportados son desde 1914 en Japón (González, *et al.*, 2008). El empleo del injerto permite la unión de una porción de tejido vegetal viviente de dos plantas distintas para que se desarrollen como una sola planta, la primera porción de tejido meristematico posee las características deseables llamada injerto (variedad) y el segundo segmento con tolerancia a ciertos factores bióticos y abióticos (portainjerto / patrón) (Aparecido *et al.*, 2017; Basto-Pool, 2019).

El portainjerto proporciona el nuevo sistema radicular en la planta injertada, generalmente no tiene valor económico, pero contiene genes que aportan características y atributos de tolerancia a factores bióticos y abióticos (King *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2011). La otra planta (variedad), la cual es comercialmente productiva. Por lo general, ambas plantas son susceptibles a ciertos fitopatógenos y condiciones ambientales (Lee *et al.*, 2010).

2.7.1 Beneficios del empleo del injerto en hortalizas

El injerto dentro de la agricultura sustentable, puede ayudarnos a amortiguar o prevenir el estrés biótico y abiótico, a través de la obtención de nutrientes y agua

podemos obtener una planta más vigorosa, haciéndola resistente contra fitopatógenos del suelo, sequía, frío, salinidad e inundaciones (Pool, *et al.*, 2017). Además, proporciona de manera natural, resistencia a plagas y enfermedades del suelo como son hongos y nematodos (Monera, 2003), minimizando el uso de agroquímicos, como el uso del bromuro de metilo, desinfectante de suelo más efectivo y universalmente utilizado durante décadas, pero prohibido en año 2005 para los países desarrollados y en 2015 para países en desarrollo, el Bdm tiene un efecto destructivo sobre la capa de ozono (Valeiro, 2015).

2.7.1.1 Tolerancia al estrés

El cambio climático impacta severamente en la producción agrícola, amenazando la seguridad alimentaria. Las plantas perciben, integran y responden de manera diferente dependiendo de la combinación de estreses (Sánchez *et al.*, 2022). Durante el proceso evolutivo, las plantas han desarrollado mecanismos de tolerancia y resistencia al estrés que les permiten, mediante las respuestas reguladoras, reestablecer la homeostasis celular o actúan para reducir los efectos nocivos (Mickelbart *et al.*, 2015).

Las plantas han desarrollado mecanismos de adaptación y defensa contra los daños causados por las condiciones ambientales, en los cuales interviene una gran diversidad de compuestos químicos que regulan los transportadores, las reacciones bioquímicas y modulan la expresión génica (Tuteja y Sopory, 2008). Estos mecanismos implican tres etapas el reconocimiento del estrés, la transducción de señales y, por último, la respuesta (Biswal *et al.*, 2011).

El estrés se define como cualquier situación ambiental adversa que pueda afectar de manera fisiológica a la planta. Algunos portainjertos proporcionan tolerancia frente a bajas y altas temperaturas (Rivero *et al.*, 2003, Venema *et al.*, 2008), tolerancia a la salinidad del suelo, agua y molecular de las plantas (Yetisir *et al.*, 2006, Colla *et al.*, 2010).

La selección de un portainjerto eficiente al estrés es lo primordial. Las plantas manifiestan diferentes adaptaciones fisiológicas, como el retraso de germinación y maduración ante condiciones favorables, acortamiento de crecimiento, engrosamiento de cutículas para hacer descender la transpiración y a la selectividad a iones específicos para compensar desequilibrios de la planta, (Ruiz *et al.*, 1997; Rivero *et al.*, 2003).

2.7.1.2 Vigor

Uno de los principales factores que se ven alterados en la morfología de una planta injertada es el incremento del peso y diámetro de frutos, como también la longitud y firmeza del mismo (Grimaldo, *et al.*, 2020). En plantas de tomate injertadas se ha encontrado que el vigor que puede provocar el portainjerto sobre la copa utilizada, influye en el aumento del peso de los frutos, alcanzando hasta 400 gramos, constituyendo una desventaja desde el punto de vista comercial (Zeoli *et al.*, 2009).

Las plantas injertadas alcanzan características similares a las no injertadas, algunas modificaciones pueden estar mediadas por la producción de reguladores del crecimiento desde la raíz transportada a través de xilema a la parte aérea de la planta, indicadas por factores como altura de la planta y número de hojas (Bernal, *et al.*, 2016).

2.7.1.3 Aumento del rendimiento

El injerto se asocia con aumentos significativos en el rendimiento, esto se debe a que los porta injertos tienen vigorosos sistemas radicales y son capaces de absorber eficazmente agua y nutrientes. El incremento esta correlacionado con el vigor de la variedad a injertar, el rendimiento puede llegar hasta más del 50% en plantas injertadas. Sin embargo, el color de la pulpa, textura, espesor de la corteza del fruto y los sólidos solubles (cantidad de azúcar en el fruto) pueden

ser influenciados por el injerto (Goreta *et al.*, 2013, Basto-Pool 2019). Khah *et al.*, (2006), también encontraron mayores rendimientos en experimentos en invernadero y campo abierto usando dos portainjertos (Heman y Primavera), los rendimientos reportados fueron superiores al testigo en 32.5% y 12.8% en invernadero, y 11.0% y 11.1% en campo abierto, respectivamente.

2.7.1.4 Eficiencia en el uso del agua

El sistema radicular de las plantas injertadas es más grande y vigoroso, por lo que tienen una mayor capacidad de absorber agua y nutrientes de manera más eficiente en comparación con las plantas no injertadas (Salehi-Mohammadi *et al.*, 2009, Colla *et al.*, 2010).

2.7.1.5 Eficiencia en el uso de nutrientes

La selección de un portainjerto eficiente para la extracción de nutrimentos es poco frecuente, casi siempre se selecciona con el criterio de resistencia al estrés biótico y abiótico, este último causado por el medio ambiente (Ruiz *et al.*, 1997; Rivero *et al.*, 2003). Sin embargo, el conocer el comportamiento nutricional que tienen las variedades al ser injertados puede ayudar para la elaboración de un programa de fertilización óptimo (Rivero *et al.*, 2003) y, también, para mejorar la calidad del fruto, evitar un crecimiento excesivo de la planta (Lee y Oda, 2003) y ser más eficiente en el aporte nutrimental.

2.7.2 Importancia del injerto en hortalizas

Durante décadas el Bromuro de Metilo (BdM) se utilizó para prevenir los fitopatógenos del suelo agrícola, a pesar de ser un eficiente plaguicida, es un gas que contamina el medio ambiente y daña la capa ozono de la tierra. Tal situación ha hecho necesaria la búsqueda de métodos de control alternativo, entre ellos destaca el uso de injerto sobre patrones resistentes a los patógenos del suelo (Bletsos *et al.*, 2003). La práctica del injerto ha sido reconocida como una técnica eficaz, limpia y segura y de nulo impacto ambiental, revalorizada con la inminente

prohibición del BdM (Monera, 2003). Esta práctica se está extendiendo rápidamente en todo el mundo. El injerto de hortalizas se ha adaptado de forma segura para producción de cultivos hortícolas, ya permite tener un mayor vigor en el crecimiento de la planta, mayor producción y resistencia o tolerancia a ciertas enfermedades tanto del suelo o sustrato como de la parte aérea.

Además, se minimiza el uso de insumos químicos, al tiempo que se reducen los costos. El número y tamaño de los productores comerciales de plántulas de hortalizas se ha incrementado notablemente, lo que refleja el aumento de las preferencias de los agricultores por las plántulas injertadas de alta calidad y mejor rendimiento (Lee *et al.*, 2010).

Esta tecnología innovadora ha sido practicada exitosamente en solanáceas y cucurbitáceas tales como berenjena, tomate, pimiento, sandía, pepino y melón, particularmente en Asia (Japón, Corea, China e Israel) y Mediterráneo (España, Italia, Turquía y Moroco) (Odan, 2007). Las plantas injertadas pueden tener tolerancia a estrés por temperaturas, tolerancia a condiciones de sequía del suelo y salinidad (Gody y Castellanos, 2009).

2.7.3 Tipos de injertos

2.7.3.1 Injertos de empalme

Es la más adecuada para el injerto en solanáceas y cucurbitáceas, al realizar el injerto, las plantas que van a fungir como portainjerto e injerto deben de tener las primeras hojas verdaderas abiertas (Peil, 2003). Es una técnica novedoso y exigente en cuanto a condiciones micro-climáticas para el proceso de cicatrización. Se inicia realizando un corte con un ángulo de 45 a 55° en el hipocotilo del portainjerto, de igual forma el mismo corte, pero sobre el injerto con el mismo ángulo, ambas superficies expuestas se insertan y se combinan sujetándolo con un clip de silicón, posteriormente se colocan en una cámara de prendimiento el cual deberá ofrecer las condiciones ideales para la cicatrización de las heridas (Limón, 2008).

2.7.3.2 Injertos de púa o cuña en hendidura

El método de púa consiste en hacer un corte horizontal un centímetro debajo de los cotiledones en las plántulas que sirven como portainjerto, y en las plántulas que serán injertadas se hace una incisión en forma de púa, un centímetro arriba de los cotiledones para insertarla en la plántula que servirá como portainjerto (Villasana, 2010).

2.8 Estrés salino

El estrés salino se define como cualquier situación ambiental adversa que pueda afectar de manera fisiológica, bioquímica y/o molecular a las plantas. Los estreses bióticos son los que se producen por organismos patógenos, y pueden acentuarse debido a las condiciones climáticas en las que se produzca la infección. Por otro lado, los estreses también pueden ser abióticos, como la temperatura, la falta de agua (total o parcial), o la salinidad de suelos y/o aguas de riego, entre otras. (Suzuki *et al.*, 2014). La definición más sencilla de estrés es la pérdida de homeostasis, que consiste en el máximo equilibrio entre los organelos celulares y el potencial de trabajo que una célula puede tener. Cualquier circunstancia que afecte el equilibrio celular es una situación de estrés que puede ser recuperable, reversible o totalmente irreversible y ocasionar la muerte del vegetal (Navarro, 2002).

2.8.1 Daños causados por salinidad

La salinidad del suelo es una de las principales limitaciones que afectan la producción de los cultivos hortícolas en el mundo. Se espera que este estrés se intensifique cada vez más debido al cambio climático que se está presentando a nivel global (Jangale *et al.*, 2019). Las principales afectaciones en las plantas asociadas con la salinidad son el déficit hídrico impuesto por la mayor osmolaridad del suelo, el daño celular infligido por la excesiva acumulación de iones en los tejidos vegetales y el desbalance nutricional por la modificación de la absorción de nutrientes esenciales (Reddy *et al.*, 2017).

La salinidad influye en el metabolismo del nitrógeno y de los azúcares, disminuye la fotosíntesis y aumenta el estrés oxidativo. Todos estos trastornos implican una afectación en el crecimiento y desarrollo de las plantas, y, por tanto, una disminución del rendimiento (Orosco-Alcalá *et al.*, 2018). Los primeros síntomas del estrés salino en las plantas son la disminución de la velocidad de crecimiento, seguido por la muerte de los tejidos, la que comienza a manifestarse como zonas dispersas de quemaduras en las hojas (zonas necróticas); a continuación, se presenta inhibición del desarrollo de los meristemos y yemas, pérdida de turgencia, caída de hojas y finalmente, cuando la planta no logra superar la condición de estrés ocurre la marchitez irreversible (Tadeo, 2000).

La salinidad retarda el crecimiento de las plantas a través de su influencia sobre varios procesos fisiológicos, tales como fotosíntesis, conductancia estomática, ajuste osmótico, absorción de iones, síntesis de proteínas, síntesis de ácidos nucleicos, actividad enzimática y balance hormonal; además, puede afectar el proceso de transporte de iones y agua, lo que promueve toxicidad iónica y desbalance nutricional; en consecuencia, las variables de crecimiento como masa seca, altura de planta y área foliar, entre otras, son severamente afectadas por la presencia de sales (Orosco-Alcalá, *et al.*, 2018).

2.8.2 Respuestas de la planta a la salinidad

Las plantas están adaptadas para responder a diversas condiciones de estrés ambiental, activando cambios moleculares y fisiológicos específicos para minimizar el daño. En condiciones de campo, las plantas pueden estar expuestas a una variedad de estreses concurrentes (Mittler y Blumwald, 2010). La respuesta de las plantas a estreses bióticos y abióticos simultáneos es de particular interés, ya que las vías de señalización de las respuestas individuales al estrés interactúan y se antagonizan entre sí, un proceso controlado principalmente por hormonas (Anderson *et al.*, 2004). La tolerancia es una propiedad desarrollada por las plantas durante el proceso evolutivo, para poder perpetuar las especies

en condiciones donde hay factores de estrés climáticos o edáficos constantes, o que se repiten periódicamente. Entre los mecanismos que explican la capacidad de las especies vegetales para tolerar el estrés salino se encuentran el ajuste osmótico, la exclusión de iones a nivel radical y la retención de iones en las vacuolas, la eliminación del exceso de sales a través de glándulas o estructuras especializadas y la pérdida de sales a través de la caída de las hojas y pérdida de los frutos (Blum, 2018).

2.9 Asimilación de CO₂ en las plantas

La absorción de CO₂ por las plantas constituye un punto importante en el balance global de carbono. Los estreses ambientales como la salinidad alteran la estructura y metabolismo de las plantas, por lo tanto, afectan su crecimiento y función como secuestradores de CO₂ (Martínez-Ballesta *et al.*, 2009). La concentración de CO₂ en la atmósfera del invernadero es un factor determinante en la producción de cultivos protegidos. Resultados obtenidos, muestran rendimientos productivos superiores cuando se aplica la técnica de incorporación-fijación carbónica a concentraciones entre el rango de 700 – 900 µmol/mol (Castellanos, 2004).

Las plantas regulan la conductancia estomática (Gs) en relación con el agua para optimizar la absorción de carbono con respecto a la pérdida de agua, lo cual genera un gradiente y es entonces cuando se enfrentan a una dualidad entre la captación de CO₂ y la pérdida de agua (Taiz y Zeiger, 2010).

Todos los productos que se obtienen de la horticultura surgen a partir de la fotosíntesis. Las hojas fijan CO₂ de la atmósfera que, con la energía del sol y el agua del suelo, realizan la fotosíntesis. Este azúcar, producto de la fijación del CO₂, queda disponible para el crecimiento vegetativo y para la producción de tomate. Las plantas presentan diferentes metabolismos para asimilar la fijación del carbono, por lo tanto, se puede clasificar en plantas C-3, C-4 y CAM. Las

plantas con metabolismo C-3 y C-4 se caracterizan por mantener la mayoría de sus estomas abiertos durante el día para permitir la entrada de CO₂, lo cual en condiciones de sequía y altas temperaturas aceleran su velocidad de pérdida del agua hasta que la planta responde cerrando sus estomas. Mientras que las plantas que cuentan con metabolismo CAM, tienen la capacidad de almacenar CO₂ en el tejido de la planta durante la noche cuando la temperatura es más baja y realiza la apertura estomática, y los mantiene cerrado durante el día (Voyde *et al.*, 2010).

Existen plantas que tienen plasticidad fotosintética para asimilar CO₂ durante el día y la noche en el transcurso del año, pero en condiciones de sequía suprimen la asimilación de CO₂ en las fases I, II y IV, debido a que reduce la conductancia estomática (Patishtan, *et al.*, 2010).

2.10 Transpiración de las plantas

La evapotranspiración (ET) es la suma de dos procesos, la evaporación y la transpiración en plantas, los cuales suceden de manera simultánea en el sistema continuo suelo-planta-atmosfera (Barradas, 2013). Entre los factores ambientales más importantes que afectan la transpiración están el déficit de presión de vapor del aire (DPV), la temperatura, la velocidad del viento, la concentración de CO₂, la disponibilidad de humedad en el suelo y la radiación solar (Sánchez-Díaz, 2008).

En el proceso de la transpiración, las plantas fijan CO₂ proveniente de la atmósfera y a la vez existe pérdida de agua, en dicho intercambio se determina el uso eficiente de agua en las plantas, que dependerá en primer lugar de las características propias de la especie y variedad que tengan relación con la capacidad de optimización de los procesos de asimilación de carbono y evapotranspiración de agua; y en segundo lugar de las condiciones ambientales donde crece y se desarrolla la planta (Medrano *et al.*, 2007).

La transpiración es un proceso que comprende la evaporación del agua desde las células superficiales en el interior de los espacios intercelulares y su difusión fuera del tejido vegetal principalmente a través de los estomas, que son los encargados de regular dicha función, eliminando el exceso de agua que lleva la savia ascendente. Con este proceso la planta regula su temperatura desprendiendo vapor de agua y facilitando el ascenso de la savia bruta (Esmeral *et al.*, 2011).

La transpiración se produce esencialmente durante el día, dependiendo de las condiciones ambientales (luminosidad, temperatura, humedad, etc.), las cuales van a influir en mayor o menor cantidad en el agua transpirada. La transpiración vegetal es más intensa cuanto más seco y cálido es el ambiente del invernadero. La capacidad hídrica de la planta depende del aporte a través de la humedad del suelo y el nivel de transpiración que regula las pérdidas, en periodos críticos provocados por estrés hídrico, los estomas tienden a cerrarse y la transpiración se reduce (Medrano *et al.*, 2007).

El equilibrio entre la entrada y salida del agua dependerá esencialmente, de la superficie y apertura estomática de la planta, de la intensidad de la iluminación que estimula la apertura de estomas y de la concentración de CO₂ (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

2.11 Función e importancia de las estomas

De todos los órganos de las plantas, las hojas son las más sensibles a las condiciones del medio ambiente, por lo que en este órgano se reflejan muchas alteraciones morfológicas y anatómicas (Aguirreola *et al.*, 2008). La superficie epidérmica foliar de las plantas presenta un gran número de poros microscópicos llamados estomas. La apertura de dichos poros se controla a través de los cambios en el tamaño y la forma de dos células especializadas, llamadas células oclusivas, que flanquean la apertura estomática y poseen una estructura característica que les permite regular la apertura del poro estomático (Taiz *et al.*, 2006) además, provocan que los poros en cuestión se abran o cierren, se ubican

en las hojas fotosintéticas de las plantas, su número oscila entre 22 y 2.230 por mm² (Gonzales; Arbo, 2019). Dado que la epidermis y la cutícula de los órganos aéreos de las plantas forman una capa continua y los estomas son las discontinuidades por donde la planta realiza la mayor parte del intercambio de O₂, CO₂, vapor de agua y otros gases (Clément *et al.*, 2011).

Ascón Bieto y Talon (2008), indicaron que los estomas son órganos de los vegetales que se encuentran en todas las plantas, incluidas las esporas de musgos y helechos. Son más comunes en la parte inferior (haz) de las hojas, pero también se encuentran en tallos, flores y frutos. Los estomas son estructuras vegetales a través de los cuales entra el CO₂ necesario para la fotosíntesis, sin embargo también a través de ellos se realiza la transpiración, proceso físico mediante el cual la planta puede regular su temperatura, además este proceso genera una tensión que se trasmite hacia los vasos de xilema originando una succión que permite la entrada de agua y sales minerales a la planta, favoreciendo el buen desarrollo de las plantas (Apaza *et al.*, 2019).

La forma de los estomas es distintiva de los diferentes grupos de plantas, siendo muy conocida la diferencia entre mono y dicotiledóneas (Taiz *et al.*, 2006). Las plantas con mayor número de estomas en el haz son llamadas epiestomáticas, las que tienen mayor número en el envés son hipoestomáticas (caso en la mayoría de las hortalizas), mientras que aquellas con un número aproximadamente igual de estomas en haz y envés son anfiestomáticas (Barrientos- Perez y Sánchez- Colín, 1983; Barrientos-Priego y Sánchez-Colín, 1987). La principal función de los estomas es la asimilación de CO₂ y la pérdida de agua por medio de la transpiración (Camposeco-Montejo *et al.*, 2018). Debido a que los factores ambientales influyen en la tensión del agua en el suelo-planta-atmosfera, estos también influyen en la transpiración, apertura y cierre de estomas (Ross *et al.*, 2000).

Todo lo anterior muestra la importancia que tiene los estomas en procesos micromorfológicos fundamentales de la hoja (nutrición, fotosíntesis, transpiración) y la reacción de la planta ante estas condiciones adversas.

2.12 Índice y densidad estomática

El índice y la densidad estomática son los índices de medición para saber cómo está compuesta la hoja de una planta y saber en qué cantidad y como están distribuidos dentro de ella, por lo que se han hecho estudios donde, el índice estomático (IE) representa el cociente entre el número de estomas y la cantidad de células epidérmicas. La densidad estomática (DE), se define como el número de estomas por unidad de área foliar y representa un valor integrador y comparativo de la interacción planta-ambiente a nivel foliar, siempre y cuando su comparación se limite a órganos ortogenicamente similares y de igual taxonomía (Parés *et al.*, 2004).

La cantidad de estomas presentes en una hoja depende de factores genéticos propios de cada especie, disponibilidad de agua y la intensidad lumínica que estas reciban. El tamaño de la hoja está frecuentemente correlacionado con su densidad estomática, considerando que las hojas de mayor tamaño poseen más superficie para que la luz incida (Lallana, 2004).

Las plantas que crecen en áreas donde reciben una exposición total de la luz solar tendrán una mayor densidad estomática en comparación con una planta que crece en áreas sombreadas. Las plantas con altas densidades estomáticas tendrán una mayor tasa de transpiración que en las plantas con baja densidad de estomas (Lestari, 2006).

La densidad y el tamaño de los estomas interviene en la transpiración, la respiración y la fotosíntesis, por lo tanto, en la acumulación de biomasa y el rendimiento (Ayala *et al.*, 2010). La disminución de la densidad estomática

incrementa la resistencia estomática de la planta, la cual limita el exceso de transpiración (Rubino *et al.*, 1989, y Takur 1990). Diversos factores ambientales como bajas y altas temperatura, salinidad, estrés hídrico y radiación, estimulan cambios sobre la densidad estomática (Wang, *et al.*, 2018).

Ayala *et al.*, (2010) señalan que, al incrementar la densidad estomática de las hojas en los injertos, estos incrementan su tasa de asimilación de CO₂, la transpiración y conductancia estomática; además de la eficiencia en el uso del agua y la tolerancia de las plantas al estrés por salinidad. Lo que implica que estos parámetros influyen en la eficiencia fisiológica de las hojas para asimilar más CO₂ y transformarlo en asimilados (Ayala-Tafoya, *et al.*, 2015).

El tamaño de los estomas es un factor clave en el proceso de aclimatación al estrés hídrico, al existir una relación inversa entre el tamaño del estoma y la resistencia a la sequía (Strasburger *et al.*, 1986, Aasaman, *et al.*, 2001).

2.13 Eficiencia fotosintética en relación a las estomas

Aunque el crecimiento de las plantas es controlado por una multitud de procesos fisiológicos, bioquímicos y moleculares, la fotosíntesis es un fenómeno clave, el cual contribuye sustancialmente a su crecimiento y desarrollo (Ashraf *et al.*, 2013) por ello, el estudio del estado interno y flujo del agua en las plantas es importante para el entendimiento de su adaptación a los ambientes desfavorables y los estomas son de vital importancia para esa función. Ellos regulan el intercambio de gas principalmente de CO₂ y vapor de agua con el ambiente permitiendo a las plantas optimizar y balancear el rendimiento fotosintético con la disponibilidad y uso del agua (Manzoni *et al.*, 2013).

La radiación luminosa ocupa una pequeña franja del espectro, que va desde los 400 a los 700 nm, que constituye la radiación fotosintéticamente activa (RFA), medida en $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ es una fracción de la radiación solar aprovechable por las plantas (Oyarzún *et al.*, 2011, De-las-Rivas 2013). El punto de saturación

de luz para las plantas de tomate ocurre entre 1 200 y 1 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Ayari *et al.*, 2000). Por lo que la luz recibida por las plantas debe ser igual o menor al punto de saturación, ya que un incremento de la radiación no significa un incremento en la fotosíntesis (Won-Sub y Sung-Gaun, 2012).

La fotosíntesis es uno de los procesos más importantes que controlan el crecimiento y la producción de las plantas, en el que el CO_2 es asimilado por las plantas en presencia de luz y agua. La intensidad fotosintética se mide en unidades de gas carbónico asimilado o producción en materia seca por unidad de superficie foliar. La medida más importante no es la intensidad de la fotosíntesis absoluta, sino la diferencia entre la fotosíntesis y la respiración, llamada tasa de asimilación neta (TAN), que se define como la velocidad de acumulación de biomasa por unidad de superficie y por unidad de tiempo. En este sentido, algunas plantas son más eficientes que otras para producir biomasa a partir del CO_2 del aire y agua (Taiz y Zeiger, 2006).

El contenido de pigmentos fotosintéticos por unidad de área de las hojas, constituye uno de los indicadores de la capacidad fotosintética de las plantas, ya que representa una medida de las dimensiones del sistema fotosintético y de su eficiencia (Huang *et al.*, 2004 ; García *et al.*, 2005).

El injerto incrementa la conductancia estomática e influye en la capacidad fotosintética, por lo tanto, a un aumento en la cantidad de clorofila a y b en plantas; se reafirma un aumento de acumulación de carbohidratos en el fruto, que da como resultado mejoras en las actividades enzimáticas (Liu, *et al.*, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El presente proyecto de investigación fue desarrollado en condiciones de invernadero de mediana tecnología, en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad, donde se llevó a cabo bajo un Sistema Hidropónico, la cual se empleó la “Técnica de la Película de Nutriente” (NFT), localizada en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Localizada bajo las siguientes Coordenadas Geográficas: Latitud Norte 25°21’11.4”, Longitud Oeste 101°01’59.8” y con una altura de 1742 msnm.

3.2 Material vegetal

El material vegetal evaluado fue el tomate tipo Bola (*Lycopersicum esculentum*) de la variedad Imperial 643 de hábito indeterminado. Planta muy fuerte con resistencia/tolerancia a diversas plagas y enfermedades (Va, ToMV, etc.) con un sistema radicular amplio que le permite soportar cosechas sin problemas en temperaturas cálidas, fruta semi-redonda aplanada sin hombros verdes, peso de 260 gramos, presenta una excelente vida de anaquel, buen cierre apical y firmeza, dicho material funciona adecuadamente en sistemas de hidroponía, proveniente de la empresa semillera Enza Zaden. Como portainjerto se utilizó el material de portainjerto Espartano que ha sido probado con éxito en conjunto con variedades tomates Roma y Bola logrando aportar fuerza y continuidad a la planta ayudando a mantener la calidad y altos resultados de producción, material perteneciente a la empresa semillera Latamseeds.

3.3 Establecimiento del cultivo

3.3.1 Siembra (variedad y patrón)

La variedad fue sembrada el 10 de agosto de 2022 y a los 7 días posteriores el portainjerto, utilizando 2 charolas de poliestireno de 200 cavidades. Para el

llenado de las charolas se utilizó como sustratos el Peat moss y Perlita en una relación 70:30 v/v. La siembra de las semillas del portainjerto se realizó después que la variedad, esto con el fin de obtener los mismos crecimientos ya que el patrón presenta un crecimiento acelerado que la variedad y de esta manera se buscó asegurar la uniformidad de la planta.

3.3.2 Realización del injerto

La realización del injerto se llevó a cabo el 14 de septiembre, cuándo las plantas tenían formado el 100% de las 2 – 4 hojas verdaderas y con un tallo de 3 a 5 mm de diámetro, estas características esperadas se lograron a los 32 días después de la siembra. Dicha práctica de injerto fue llevada a cabo en el Laboratorio de la Universidad, ubicada en el Departamento de Horticultura, donde la instalación cumple con las características para hacer el injerto. Los materiales que se utilizaron en el injerto son los siguientes: navajas, cinta, sanitizante a base de alcohol, clips para injerto, guantes de látex, el portainjerto y la variedad a injertar. El alcohol se utilizó para esterilizar los materiales utilizados y el área de trabajo, esto con el fin de no contaminar el material vegetal y así poder obtener buenos resultados en prendimiento.

El método utilizado en el injerto fue la técnica del Empalme donde se utilizó los procedimientos mencionado por el autor (Limón, 2008). Donde se hizo corte en un ángulo de 45° a ambas plantas para formar la unión. Las plantas injertadas se colocaron en la cámara de prendimiento durante 8 días en ausencia de luz, con una humedad relativa de 90% y temperatura de 25 – 28 ° C.

3.3.3 Manejo de plántulas post-injerto

El manejo que se le dio es de acuerdo como lo menciona el autor Jiménez Borjas, 2009. Donde se dejó 8 días en la cámara de prendiendo, en esos 8 días se fueron observando el comportamiento de las plántulas injertadas, se asperjaba agua cuando era necesario y se ventilaba la cámara abriéndola y cerrándola de acuerdo al comportamiento que mostraba nuestra plántula, manteniendo una

Humedad Relativa al 95% y una Temperatura de 24° C a 27° C. Al cumplir los 8 días las plantas injertadas se sacaron de la cámara del prendimiento donde fueron aclimatas al clima y humedad del ambiente exterior en un ambiente especifico (invernadero), al día siguiente se observó el comportamiento de nuestro injerto, donde se observaron resultados favorables, se dejó en un periodo aproximado de 28 días para su aclimatación en el invernadero, después trascurridos los días, donde ya se consideraba una planta adaptada al medio ambiente y lista para el trasplante y de aplicar algunos controles preventivas y fertilización.

3.3.4 Trasplante a sistema NFT

El trasplante se realizó a los 28 días después de haber realizado todos los procediendo antes mencionado. Utilizando la técnica “Nutrient Film Technique” un sistema de cultivo hidropónico, que consistió en una tubería de PVC de seis pulgadas de diámetro con una pendiente del 10% donde recirculaba la solución nutritiva de manera constante. Se hizo primero el lavado de la raíz de las plantas, después en un contenedor con la capacidad de 4 litros se preparó 1.5g/L de enraizador diluida en 2 litros de agua, donde se dejó reposar las plantas injertadas y sin injertar en un intervalo de 15 -20 minutos antes del trasplante. En el proceso del trasplante se ocuparon canastillas y esponjas para darle soporte a las plantas, se cortó las esponjas en tiras para enrollar la parte del cotiledón de las plantas y se fueron acomodando en las canastillas y por último se colocó cada canastilla en los orificios del tubo PVC, donde cada tubo de PVC se colocaron 3 plantas por m², el largo de material es de 2.50 metros. La recirculación se utilizó una bomba de agua marca Lomas y modelo FL7341.

3.3.5 Fertilización

La nutrición fue con solución nutritiva Steiner (Steiner, 1961) en diferentes concentraciones, inicio de crecimiento vegetativo 25%, crecimiento vegetativo

pleno 50%, floración y amarre de frutos 75% y llenado de frutos y cosecha 100% y se manejó un pH de 5.5 - 6.5 y una CE de 1.5 a 2 dS/m⁻¹.

Los productos utilizados para la solución Steiner son los siguientes: CaNO₃: 20 gr, KNO₃: 26 gr, K₂SO₄: 7.5, MgSO₄: 10 gr, MAP: 5.7 gr, Micros: 1.32 gr, HNO₃:30.31 ml, H₃PO₄: 15.31 ml.

Tabla 2. Fertilizantes aplicados de acuerdo a la Solución Nutritiva Steiner respecto a la etapa fenológico del cultivo expresado en (%), preparados en un contenedor de 200 litros.

Fertilizantes	25%	50%	75%	100%
CaNO₃	20 gr	40 gr	60gr	80 gr
KNO₃	26 gr	52 gr	78 gr	108 gr
K₂SO₄	7.5 gr	15 gr	22.5 gr	30 gr
MgSO₄	10 gr	20 gr	30 gr	40 gr
MAP	5.7 gr	11.5 gr	17.25 gr	23 gr
Micros	1.32 gr	2.6 gr	3.97 gr	5.2 gr
HNO₃	30.31 ml	60.62 ml	90.93 ml	121. 24 gr
H₃PO₄	15.31 ml	30.62 ml	45.93 ml	61.24 gr

3.4 Manejo del cultivo

Se realizaron medidas de control preventivas necesarios para plagas y enfermedades, las labores culturales se fueron efectuando de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, se utilizó el sistema de tutorado holandés donde funciona como soporte para las plantas, cada planta se manejó a un tallo, se realizaron poda de los brotes laterales (desbrote), enrede de las plantas, monitoreo diario de la CE y el pH de la solución nutritiva.

3.4.1 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades del cultivo se hicieron aplicaciones preventivas de diferentes productos químicos como son fungicidas, insecticidas y bactericidas que son los más utilizados en las enfermedades más importantes del cultivo del tomate, los productos químicos usados son los siguientes:

MANCOZEB: Es un fungicida de contacto que actúa preventivamente, pertenece al grupo químico de los alquilenbis (ditiocarbamatos). Se puede aplicar en diferentes cultivos, en caso del tomate las enfermedades que controla son los siguientes; Tizón temprano (*Alternaria solani*), Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Botritis (*Botrytis cinerea*). Se aplicó de manera foliar a una dosis de 2.5 gr/L cada 7 días.

TECTO 60: Es un fungicida sistémico de amplio espectro que puede ser utilizado para tratamientos preventivos y/o curativos. Este producto no tiene registro para el cultivo de tomate, pero por su ingrediente activo que es la Tiabendazol se puede aplicar para enfermedades fúngicas. Puede aplicarse como aspersión foliar antes de la cosecha o en tratamientos postcosecha, se aplicó 0.5 gr/L de forma foliar.

CUPRIMICIN: Es un producto fúngica y bactericida de uso agrícola. Es una formulación de Estreptomina. Actúa en forma sistémica protegiendo a la planta tanto del ataque interno como del externo en las partes aéreas de las plantas. se aplicó en la etapa de crecimiento vegetativo y desarrollo de las plantas a una dosis de 0.5 gr/L y 1.5 gr/L.

SIVANTO PRIME: Es un insecticida sistémico eficaz para el control de pulgones, mosca blanca y cicadélidos en diversos cultivos. Se aplicó de manera foliar a una dosis de 0.7 ml/L.

AGRIMECK: es una insecticida con ingrediente activo abamectina, esta se aplicó para araña roja. El producto actúa por contacto e ingestión, actuando sobre la

transmisión de impulsos nerviosos. Tiene acción translaminar, lo que permite controlar insectos y ácaros en este caso (*Tetranychus urticae*). Se aplicó 1.2 ml/L.

3.4.2 Cosecha

La cosecha del primer racimo se realizó en el mes de diciembre. Se mantuvieron 5 racimos de 5 frutos cada uno.

3.5 Tratamientos evaluados

Se evaluó el comportamiento de las plantas con y sin injerto a partir de diferentes dosis de cloruro de sodio (NaCl).

Tabla 3. Tratamientos de NaCl en las plantas con y sin injerto.

	Tratamientos	Dosis de NaCl
T1	Testigo Sin injerto	0 mM
T2	Sin injerto	30 mM
T3	Sin injerto	60 mM
T4	Sin injerto	90 mM
T5	Testigo Con injerto	0 mM
T6	Con injerto	30 mM
T7	Con injerto	60 mM
T8	Con injerto	90 mM

3.6 Variables evaluadas

3.6.1 Altura de planta

El material utilizado para la obtención de esta variable fue un flexómetro de la marca TOOLCRAFT modelo TC0234, con una capacidad de 3 metros, esta

variable se determinó finalizando el ciclo del cultivo, tomando como referencia la base del tallo y terminando con el ápice.

3.6.2 Biomasa

Para la determinación de la Biomasa peso fresco y peso seco de (hojas, tallo, raíz), se seleccionaron tres plantas fotosintéticamente activas por tratamiento. Las plantas seleccionadas fueron separadas en tallo, hoja y raíz para determinar su peso fresco (PF), usando una balanza digital con la capacidad de 500 gramos, las muestras del (PF) fueron colocadas en una bolsa de papel con un volumen de 10x5 y después se etiquetaron de acuerdo a los tratamientos. Posteriormente se colocó en una estufa de secado a una temperatura de 70 °C durante 72 horas. Trascurridas las 72 horas las muestras se sacaron de la estufa, se tomaron los datos del peso seco (PS) de los tratamientos, utilizando una balanza digital donde los datos se registraron en gramos (g).

3.6.3 Índice estomático del haz y envés

Para la obtención del índice estomático se tomaron tres muestras de las plantas por tratamiento, de las cuales se tomaron tres hojas adultas fotosintéticamente activas en la parte media de la planta en total fueron 9 hojas por tratamiento, dando así un total de 72 hojas por los 8 tratamientos. Para la obtención de esta muestra se logró con la ayuda de un microscopio compuesto (Carl Zeiss) con cámara digital (PixeraWinder Pro) y un software de medición (AxionVision Rel. 4.8). En cada hoja se tomó una impresión de la epidermis de la superficie adaxial y abaxial, utilizando un esmalte transparente, el cual se aplicó sobre la superficie foliar con un pincel, después se dejó secar la película en intervalo de 3 a 5 segundos y con la ayuda de la cinta adhesiva se extrajo una impresión de la epidermis y se montó sobre un portainjerto de vidrio debidamente identificado.

En cada impresión se analizaron estomas y células epidérmicas en tres campos microscópicos a 40 x, donde se contó el número de estomas, número de células epidérmicas, además se midió el largo y ancho de las células oclusivas de tres

estomas en cada uno de los campos del microscopio, dando un total de 9 estomas de la superficie adaxial y 9 de la superficie abaxial por tratamiento. Los datos de largo y ancho de las estomas fueron expresadas en micrometro (μm). El cálculo del índice estomático se realizó a través de la fórmula sugerida por Wilkinson (1979), reportado por (Salisbury 1928, reportado por Turner, N. (1990) y Toral M. *et al* (2010):

$$IE = \frac{Es}{Es + EP} (100)$$

Donde:

IE= Índice estomático

Es= Número de estomas

EP= Número de células epidérmicas

3.6.4 Densidad estomática del haz y envés

Para determinar la densidad estomática de la superficie adaxial y abaxial, se utilizó la fórmula propuesta por Ramírez y colaboradores en el año 2013.

$$DE = \frac{\text{Número de estomas}}{0.02479 \text{ mm}^2}$$

Donde:

DE=Número de estomas mm^2 , 0.02479= área de la fotografía de la imagen

3.6.5 Tamaño de estomas

Para la obtención de esta muestra se logró con la ayuda de un microscopio compuesto (Carl Zeiss) con cámara digital (PixeraWinder Pro) y un software de medición (AxionVision Rel. 4.8). Los datos se procesaron en el paquete Microsoft (Excel), donde se obtuvo el largo y ancho de los estomas.

3.6.6 Tasa de asimilación de CO₂ y Tasa de transpiración

Variables fisiológicas. Para la medición de la tasa de asimilación de CO₂ y la tasa de transpiración se utilizó un sistema de fotosíntesis portátil Li-6,800 (LI-COR, Inc., Lincoln, NE, USA). En la etapa de producción por ser una etapa importante en el intercambio gaseoso, los datos se tomaron 100 días después del trasplante, cinco medidas por tratamiento, las condiciones de luz fueron: Luz 379,20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; CO₂ 550 ppm; temperatura 32 °C; humedad relativa 65%, la toma de datos fue durante el día a las 12:00 pm y las condiciones ambientales de cielo totalmente despejado, se realizó una sola medición.

3.7 Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial 2x4, donde los factores fueron plantas con injerto y sin injerto con cuatro dosis diferentes de NaCl dando un total de ocho tratamientos con 16 repeticiones por tratamiento. Para el estudio estomático y las variables fisiológicas se tomaron 4 repeticiones por tratamiento. Los datos obtenidos en laboratorio y en campo se procesaron en el paquete estadístico InfoStat versión 2020, lo cual se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias utilizando el paquete estadístico LSD Fisher con una diferencia mínima de ($p \leq 0.05$), donde los resultados se analizaron en ANOVA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta, Biomasa (peso fresco y peso seco)

En el factor con y sin injerto de la variable altura de la planta (AP), se puede observar que con el uso del injerto en plantas de tomate hay un incremento del 25% en la altura como se puede observar en la tabla 4. En las concentraciones se pudo observar que con la dosis más baja de salinidad (30 mM de NaCl) se da un incremento de 13.69% y 3.1 % en la altura de la planta en relación a la dosis más alta y al testigo respectivamente. En cuanto a la interacción de los factores encontramos que el tratamiento con injerto y una dosis de 30 mM de NaCl incrementa la altura de tomate en un 37.14% en relación a sin injerto con la misma dosis de salinidad y en un 26.5% en relación al tratamiento sin injerto y sin salinidad.

En la variable de peso fresco aéreo (PFA) de la planta se encontró que el aumento de biomasa fresca no fue por efecto del injerto, ya que las plantas sin injerto presentaron 21.6% más peso que las injertadas. En las concentraciones el testigo y la dosis más baja de salinidad acumularon más masa fresca que la dosis de 90 mM en un 113% y 133.7% respectivamente. En la interacción de los factores se obtuvo que el tratamiento sin injerto con una dosis de 30 mM promueve el aumento de materia fresca en la planta 59.9% en relación al testigo sin injerto y sin aplicación de salinidad y 116.4% en relación al tratamiento con injerto y 30 mM de NaCl. También se observó que al aumentar las concentraciones de la salinidad la interacción de los factores se vio afectado en la acumulación de la materia fresca.

En el peso seco aéreo (PSA) no hubo diferencias significativas en el factor con y sin injerto, al igual que en la concentración salina; sin embargo, numéricamente se puede observar que en la concentración de NaCl a una dosis de 60 mM presentó mayor acumulación de materia seca. En la interacción de los factores el tratamiento con injerto y con la dosis de 60 mM de NaCl presentó mayor

acumulación de masa seca (0.71 g) en relación al resto de los tratamientos, sin embargo, se puede observar una tendencia similar entre la interacción del factor con y sin injerto sobre diferentes dosis de estrés salino.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la variable AP concuerdan con los resultados reportado por Romero Aranda *et al.*, (2001) quienes encontraron que la altura de las plantas de tomate disminuye con el incremento de la salinidad. De igual manera Goykovic y Saavedra (2007) afirman que, todos los órganos de la parte aérea de la planta de tomate se alteran al tener una salinidad elevada, los tallos alcanzan menor altura y disminuye su grosor. Al-Hardy *et al.*, (2016) quienes reportan que, las plantas injertadas son más vigorosas que las no injertadas, obteniendo un aumento significativo en el crecimiento aéreo. Estudios realizados por Romero-Aranda *et al.* (2001) y Najla *et al.*, (2009) encontraron una reducción de hasta un 20 % en comparación con las plantas de testigo. Maas and Hoffmann, (1977), señalan que el efecto más común de la salinidad es un retraso en el crecimiento de las plantas, a medida que aumenta la concentración de sal por encima del umbral, tanto la tasa de crecimiento como el tamaño final de la mayoría de las especies vegetales disminuyen progresivamente.

Los resultados obtenidos del PFA son similares a los encontradas por Hajer *et al.*, (2006) y Chookhampaeng *et al.*, (2008), quienes señalan que el peso fresco de las plantas de tomate, en general, se reduce debido a la subida del nivel de salinización. Sin embargo, Akram *et al.*, (2010) quienes establecen que, en presencia de salinidad, los cultivos responden de manera particular, algunos producen rendimientos aceptables a altas concentraciones de salinidad, mientras que otros son sensibles a bajas concentraciones. Por su parte Morales *et al.* (2010), encontraron que las plantas de tomate tratadas con niveles moderados de salinidad (50 mM) presentaron un crecimiento de biomasa similar o superior al control en correspondencia con un incremento en el contenido de azúcares reductores, totales y de prolina en tallo y raíz.

El peso seco aéreo de la planta, coincidiendo con el trabajo de Hurtado (2018) quien señala que, la capacidad que tiene las plantas para poder absorber agua se ve disminuida al aumentar la concentración de sales, lo que provoca alteraciones en los procesos enzimáticos, metabólicos y un desbalance nutricional, también influye en el crecimiento de la planta por lo tanto se ve afectado en el peso de la biomasa. Investigaciones previas como las de Rivero *et al.*, (2003), Godoy *et al.*, (2009) y Barrett y Zhao (2012) reportaron mayor acumulación de biomasa en plantas injertadas, atribuida a la mayor capacidad de acumulación de minerales y a la formación de fotoasimilados, producto de la mayor tasa fotosintética al incrementarse el área foliar (Lee, 1994; Colla *et al.*, 2010).

Tabla 4. Efecto de la concentración de NaCl en crecimiento vegetativo y en la acumulación de biomasa del *Lycopersicon esculentum* con y sin injerto cultivados en sistema NFT.

VARIABLES DE CLASIFICACIÓN		VARIABLES DEPENDIENTES		
		ALTURA (CM)	PESO FRESCO (G)	PESO SECO (G)
FACTOR INJERTO	CON INJERTO	192.44 A	380.94 B	0.53 A
	SIN JERTO	153.63 B	463.44 A	0.42 A
CONCENTRACION DE NaCl (mM)	0	181.00 AB	505.63 A	0.33 A
	30	186.75 A	553.75 A	0.43 A
	60	160.13 B	392.50 B	0.61 A
	90	164.25 AB	236.88 C	0.54 A
SIN INJERTO / NaCl	0	170.75 BCD	473.75 B	0.42 A B
	30	157.50 BCD	757.50 A	0.35 A B
	60	141.25 D	435.00 B	0.50 A B
	90	145.00 CD	187.50 E	0.41 A B
CON INJERTO/NaCl	0	191.25 AB	537.50 B	0.24 B
	30	216.00 A	350.00 CD	0.51 A B
	60	179.00 ABC	350.00 CD	0.71 A
	90	183.50 AB	286.25 DE	0.67 A B
CV %		14.84	19.37	66.17

C.V= coeficiente de Variación. Medias con una letra común no son significativamente diferentes LSD ($p > 0.05$).

4.2 Índice y Densidad estomática del haz y envés

4.2.1 Índice estomático haz (adaxial)

En la variable del índice estomático del haz de la hoja se encontró alta diferencia estadísticamente significativa (<0.0001) que el cociente entre el número de estomas y la cantidad de células epidérmicas fue mayor al 16.8% en las plantas injertadas que las no injertadas. En la concentración de NaCl no hubo efecto significativo sobre índice estomático. Sin embargo, en la interacción de los factores presentaron alta diferencia estadísticamente significativa (<0.0001), como se puede observar en la (tabla 5) donde el tratamiento sin injerto y sin concentración salina presentó mayor índice estomático en relación al resto de los tratamientos, superando al tratamiento con injerto y sin salinidad en un 112.2%. Cabe señalar que en los tratamientos sin injerto a medida que aumenta la concentración de sal hay un menor índice estomático y en los tratamientos con injerto es lo contrario a medida de que aumenta la dosis de salinidad aumenta el índice estomático.

El hecho de que el índice estomático sea mayor puede ser de utilidad ya que resulta un buen indicador para la selección de plántulas Barrientos-Priego *et al.*, 2003). Los resultados obtenidos en cuanto al índice estomático pueden variar de acuerdo a las condiciones ambientales que se presenten, así este valor también depende de la parte de la hoja que se utilice para realizar el estudio (Roth *et al.*, 1986).

4.2.2 Índice estomático envés (abaxial)

El índice estomático envés (abaxial) el factor injerto no presentó diferencias significativas, sin embargo, las plantas no injertadas presentaron un 17.10% de índice estomático que las no injertadas. En la concentración NaCl tampoco hubo diferencia significativa, pero numéricamente se puede observar que el testigo sin la concentración salina presentó 51 % de índice estomático en relación con la

dosis más alta y 57.88 % con la dosis de 30 mM de NaCl. En cuanto a la interacción el testigo sin injerto y sin concentración salina fue quien presentó el alto índice estomático en relación con las demás concentraciones, superando al tratamiento con injerto y concentración salina de 60 mM de NaCl en un 127%. Sin embargo, se puede observar que el tratamiento sin injerto y concentración salina de 30, 60 y 90 mM de NaCl al igual que el tratamiento con injerto y concentración salina a dosis de 30, 90 mM presentan tendencias similares.

Pares et al., (2003) basándose en estudios realizados sobre densidad e índice estomático, mencionan que la técnica del injerto afecta los valores de DE y IE disminuyendo el número de estomas y esto coincide con los resultados obtenidos en donde plantas sin injerto presentan mayor índice estomático, además otros autores Parés-Martínez *et al.*, (2004) también sostienen que el injerto causa modificaciones en los estomas sobre la epidermis de las hojas, causando un menor índice y cantidad de estomas por unidad de área en plantas injertadas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el índice estomático en la superficie abaxial y adaxial difieren con los resultados obtenidos por Salas *et al*/2001, donde encontraron alto valores del índice estomático en la superficie abaxial y adaxial en la hoja del tomate al ser sometidas con altas concentraciones de estrés salino. El estrés salino si influye de manera significativa en la variación estomática de las plantas de tomate, así concuerda con lo mencionado Rudich y Luchinsky (1986) señalan que diferentes tipos de estrés pueden afectar la distribución de los estomas.

4.2.3 Densidad estomática haz

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede observar que el factor injerto no hubo diferencia significativa en la densidad estomática, en la concentración salina el tratamiento testigo sin concentración de NaCl fue quien presentó el 22.64% de numero de estomas por unidad de área foliar en relación con la dosis

de 90 mM de NaCl y 09.45% de estomas/mm² en relación con la dosis de 30 mM. En la interacción podemos ver que el tratamiento con injerto y el estrés salino si influyen en la fisiología de las plantas, porque los valores de la DE-H se vieron afectado al ser sometidas con altos valores de estrés salino. Sin embargo, el testigo sin injerto y sin concentración salina tuvo el valor más alto con 115.97 estomas/mm², presentando diferencia significativa de 36.17% en relación con la dosis de 90 mM de NaCl y 43.74% en relación con el tratamiento con injerto y con dosis de 90 mM de NaCl.

De acuerdo con lo reportado por Pares *et al.* (2003) en donde menciona que la técnica del injerto afecta los valores de DE disminuyendo el número de estomas/mm², lo que provoca un aumento en la resistencia estomática, incrementando así la adaptabilidad de las plantas a condiciones de estrés. Salas *et al.* (2001) reportaron que el incremento de la salinidad redujo de la DE en la superficie adaxial de las hojas del tomate, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este experimento. En este sentido, la reducción de la DE adaxial parece indicar una respuesta de la planta para aumentar su resistencia estomática promedio y evitar el exceso de transpiración (Rubino *et al.*, 1989; Salas *et al.*, 2001). Trabajo realizado por Pares Martinez *et al.*, (2004) en el cultivo de anonas, observaron que la práctica de injerto disminuyo la DE de los materiales evaluados lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este experimento.

4.2.4 Densidad estomática envés

De los tres factores (factor sin y con injerto, concentraciones de NaCl e interacción) no presentaron diferencia significativa. Numéricamente se puede observar que la densidad estomática del envés del factor con injerto presentó un valor de 125.50 de estomas/mm², en el factor de concentración con dosis de 30 mM de NaCl se obtuvo el 1.17% de índice estomático. En cuanto al interacción el factor con injerto y sin concentración salina presento el 19.23% en relación con la dosis de 90 mM de NaCl y un 40.89% en relación con el testigo sin injerto y sin

concentración salina. En este estudio se encontró mayor densidad estomática en la parte abaxial de la hoja lo cual coincide con lo mencionado por Martín y Glover (2007), quien señala que la densidad estomática es mayor en la superficie abaxial de la hoja ya que la hoja esta menos expuesta al calentamiento por lo tanto esto ayuda a una menor perdida de agua. Sin embargo, difieren los resultados con lo reportado por Benavidez et al. (2004) en ocho variedades de maíz, donde los valores de la DE de la superficie abaxial de las hojas disminuyeron al someterlas al estrés salino.

Tabla 5. Efecto de la concentración de NaCl sobre el índice estomático del haz (abaxial), envés (adaxial) y densidad estomática del (haz y envés) en plantas de tomate con y sin injerto cultivados en sistema NFT.

VARIABLES DE CLASIFICACION		VARIABLES DEPENDIENTES			
		IE-H	IE-E	DE-H	DE-E
FACTOR INJERTO	CON INJERTO	11.64 A	15.61 A	86.28 A	125.50 A
	SIN INJERTO	9.96 B	18.28 A	92.86 A	117.66 A
P-valor <0.0001					
CONCENTRACION DE NaCl (mM)	0	11.45 A	22.94 A	100.57A	118.78 A
	30	10.81 A	15.22 A	91.88 A	127.74 A
	60	10.78 A	14.53 A	82.92 A	114.29 A
	90	10.17 A	15.10 A	82.92 A	125.50 A
Sin injerto/ NaCl*	0	15.56 A	30.42 A	115.97 A	98.61 A
	30	11.83 B	13.44 A B	85.16 B	125.50 A
	60	9.75 BC	15.69 A B	85.16 B	112.05 A
	90	9.43 BC	13.56 A B	85.16 B	134.46 A
Con injerto/ NaCl*	0	7.33 C	15.45 A B	85.16 B	138.94 A
	30	9.79 BC	16.99 A B	98.61 A B	129.98 A
	60	11.81 B	13.38 B	80.68 B	116.53 A
	90	10.90 B	16.63 A B	80.68 B	116.53 A
p-valor <0.0001					
CV %		26.12	106.60	29.41	38.96

IE-H=Índice estomático haz, IE-E=Índice estomático envés, DE-H=Densidad estomática haz, DE-E= Densidad estomática envés y C. V= Coeficiente de varianza. Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes LSD ($p>0.05$).

4.3 Tamaño de estomas

En la tabla 6, variable de tamaño de estomas (largo de haz) en el factor injerto no hubo diferencia significativa, al igual que la concentración de cloruro de sodio, en el factor interacción el testigo sin injerto - sin cloruro de sodio y el tratamiento con injerto y dosis de 60 mM de NaCl presentaron unas estomas largas de 27.75 y 27 μm .

Para el largo del envés de las estomas en el factor injerto no hubo diferencias significativas, el factor concentración salina, con la dosis de 30 mM de NaCl se obtuvo el 13% del largo del índice estomático en relación con el testigo. En el factor interacción el tratamiento con injerto y con dosis 90 mM de NaCl si influyó en el largo de las estomas superando el 9.71% del largo en relación con el testigo con testigo y sin concentración salina.

En la variable ancho de las estomas superficie adaxial en el factor injerto no hubo diferencia significativa, la concentración salina no influyo de manera positiva en ancho de estomas, el testigo tuvo un valor alto de 16.10 μm . En la interacción se puede observar que el factor con injerto no hubo interacción con el estrés salino, además se presenta una tendencia entre los factores sin y con injerto, sin embargo el testigo sin injerto y sin concentración salina fue quien mostro un resultado favorable en el ancho de los estomas en el haz.

Para la variable ancho de las estomas envés en el factor con y sin injerto si hubo diferencia significativa, en la tabla 6 se puede observar que el factor con injerto superó en un 9.33 % al factor sin injerto en relación al ancho del envés. En la concentración de NaCl con la aplicación moderada de cloruro de sodio (30 mM) se obtuvo un 13.07% del ancho estomático en envés. En la interacción el factor con injerto y concentración salina de 30 y 90 mM presentaron un alto valor de 20.12, 18.95 μm en relación con los demás tratamientos. El valor más bajo 14.38 μm lo presento el tratamiento sin injerto y concentración salina de 90 mM.

Los resultados obtenidos en largo y ancho de los estomas en la superficie abaxial (envés) difiere con los resultados obtenidos por Fernández, 2018 donde observó que el tamaño de los estomas de las plantas injertadas fue menor en relación a las plantas no injertadas superando en 10.44% del largo y 6.37% del ancho en plantas de tomate no injertado. También con lo reportado Pares-Martínez *et al.*, (2004) en anonas.

Tabla 6. Efecto de la concentración de NaCl sobre el tamaño de los estomas en la superficie del haz (abaxial), envés (adaxial) en el cultivo tomate con y sin injerto cultivados en sistema NFT.

VARIABLES DE CLASIFICACION		VARIABLES DEPENDIENTES			
		L-H	L-E	A-H	A-E
FACTOR INJERTO	CON INJERTO	24.69 A	28.08 A	15.23 A	18.13 A
	SIN INJERTO	25.53 A	27.05 A	14.74 A	16.58 B
CONCENTRACION DE NaCl (mM)	0	25.59 A	25.75 B	16.10 A	17.12 A B
	30	24.72 A	29.10 A	14.33 B	18.85 A
	60	25.88 A	28.44 A	14.41 B	16.78 B
	90	24.26 A	26.98 A B	15.12 A B	16.67 B
S/IN-NaCl	0	27.75 A	27.20 A B	16.95 A	18.29 A B
	30	26.19 A B	28.93 A	14.61 BC	17.58 A B
	60	24.77 A B	27.78 A B	13.09 C	16.06 BC
	90	23.43 B	24.30 B	14.32 BC	14.38 C
C/IN-NaCl	0	23.43 B	24.30 B	15.25 ABC	15.95 BC
	30	23.26 B	29.27 A	14.05 BC	20.12 A
	60	27.00 A	29.11 A	15.72 A B	17.51 A B
	90	25.10 A B	29.66 A	15.92 A B	18.95 A
CV		13.21	13.48	15.47	16.27

L-H=Largo haz, L-E=Largo envés, A-H=Ancho haz, A-E=Ancho envés, C. V= Coeficiencia de Varianza, S/IN= Sin injerto, C/IN= Con injerto, NaCl= Cloruro de sodio. Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes LSD ($p>0.05$).

4.4 Tasa de asimilación de CO₂.

Las plantas reaccionan de manera particular frente la presencia de salinidad, algunos se adaptan a altas concentraciones de NaCl, mientras que otros son sensibles. En el factor con y sin injerto no hubo diferencia significativa. La técnica del injerto y concentración salina no influyo en la tasa de asimilación, en la (figura 1.) se puede observar que concentración de 60 y 90 mM de NaCl presentan una tendencia similar entre los tratamientos, sin embargo, el tratamiento con injerto y dosis de 60 mM de cloruro de sodio presento un 23.23% de tasa de asimilación en relación a la dosis más alta y 28.47% en relación al tratamiento sin injerto y dosis de 60 mM de NaCl. Además, la dosis de 90 mM de NaCl y tratamiento con y sin injerto disminuyo la tasa de asimilación de CO₂. Estos resultados pueden explicarse porque el aumento de la salinidad en el agua o solución nutritiva provoca cambios morfológicos (reducción de área foliar y densidad de estomas) y fisiológicos como la reducción de conductancia estomática, la transpiración y la tasa de asimilación neta de CO₂ (Romero-Aranda *et al.*, 2001). El estrés salino afecta principalmente el proceso de la fotosíntesis perjudicando el aparato fotosintético. No solo afecta la apertura y cierre de estomas, sino que también disminuye la asimilación de CO₂ (Mehta *et al.*, 2010; Ashraf y Harris, 2013; Gupta y Huang, 2014).

Hattori *et al.*, (2005) encontraron una mayor tasa fotosintética, transpiración, conductancia estomática, mayor tamaño de estomas en plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) cultivadas bajo condiciones de estrés salino cuando fueron tratadas con Si, en comparación a plantas que no recibieron Si. Resultados similares encontrados en este experimento.

Los incrementos en densidad estomática, índice estomático y densidad de células epidérmicas se debió probablemente al vigor que le confieren el portainjerto a la variedad injertada, ya que se correlaciona de forma directa con la tasa de asimilación neta de CO₂, la tasa de respiración y la conductancia

estomática al tiempo que se reduce la resistencia estomática como lo mencionan Ayala *et al.*, (2010), lo que influye con la eficiencia fisiológica de las hojas para asimilar CO₂ y transformarlo en asimilados que se transportan a los sitios de demanda, lo que confiere mayor eficiencia productiva a las plantas. Además de la eficiencia en el uso del agua y la tolerancia de las plantas al estrés por salinidad (Salas *et al.*, 2001).

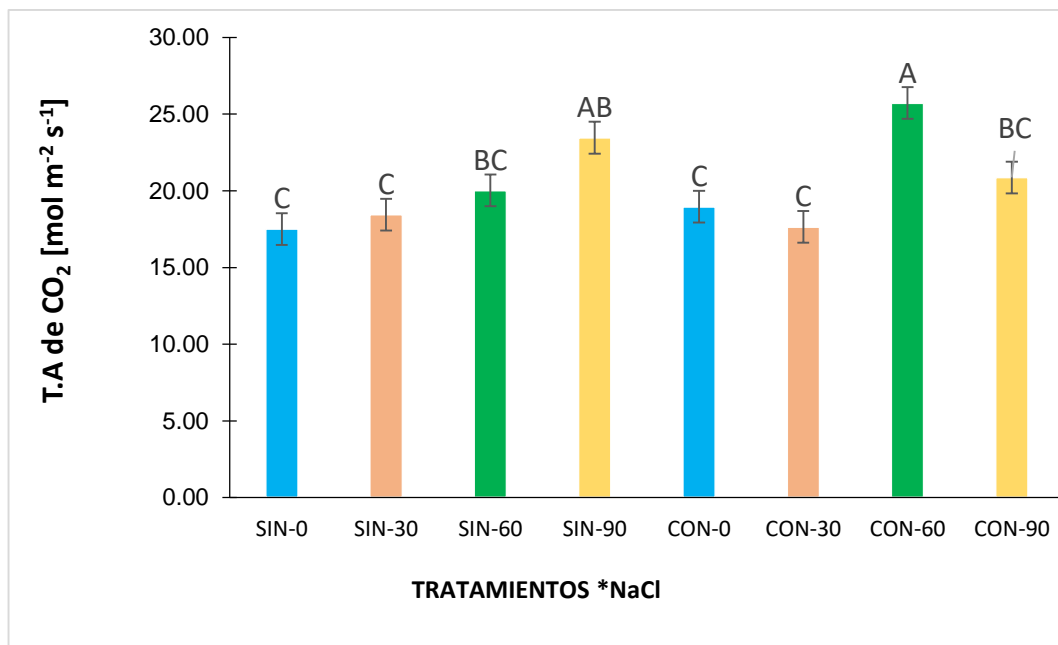


Figura 1. Tasa de asimilación de dióxido de carbono (mol m² s²) en el cultivo de tomate con y sin injerto cultivado en sistema NFT con estrés salino. Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes LSD (p>0.05)

4.5 Tasa de transpiración

En la variable tasa de transpiración, en el factor con y sin injerto no hubo diferencia significativa. La variación de la tasa de transpiración en las hojas de tomate se debe al estrés salino, el índice y densidad estomática del haz de las hojas se incrementó con el tratamiento sin injerto y con diferentes concentraciones de estrés (Tabla 5), lo cual impacta en el incremento de la tasa de transpiración y con la técnica de injerto se logró una menor tasa de transpiración lo que provoca un aumento en la resistencia estomática, incrementando así la adaptabilidad de las plantas a condiciones de estrés como se puede observar en la figura 2, el tratamiento sin injerto y con dosis de 90 mM de NaCl presentó alto valor de tasa de transpiración y sucede lo contrario con el tratamiento con injerto y dosis de 90 mM de NaCl. Sin embargo, presentan una tendencia similar entre los tratamientos. Orozco (2018) por su parte, afirma que con un estrés salino en las plantas disminuyen la conductancia estomática, la tasa de transpiración y la concentración de CO₂ en las células haciendo que el rendimiento del cultivo sea menor. Sánchez-Díaz y Aguirreolea (2008) estiman que, a lo largo de la vida de una planta, se pierde 95% del agua absorbida por transpiración.

Por otra parte, según Hetherington y Woodward (2003), mencionan que, bajo un ambiente de alta irradiación, los estomas pequeños confieren una ventaja adaptativa a las plantas, porque pueden abrir y cerrar más rápidamente, y por lo tanto ser más eficientes en el uso del agua, en la fotosíntesis y en la transpiración.

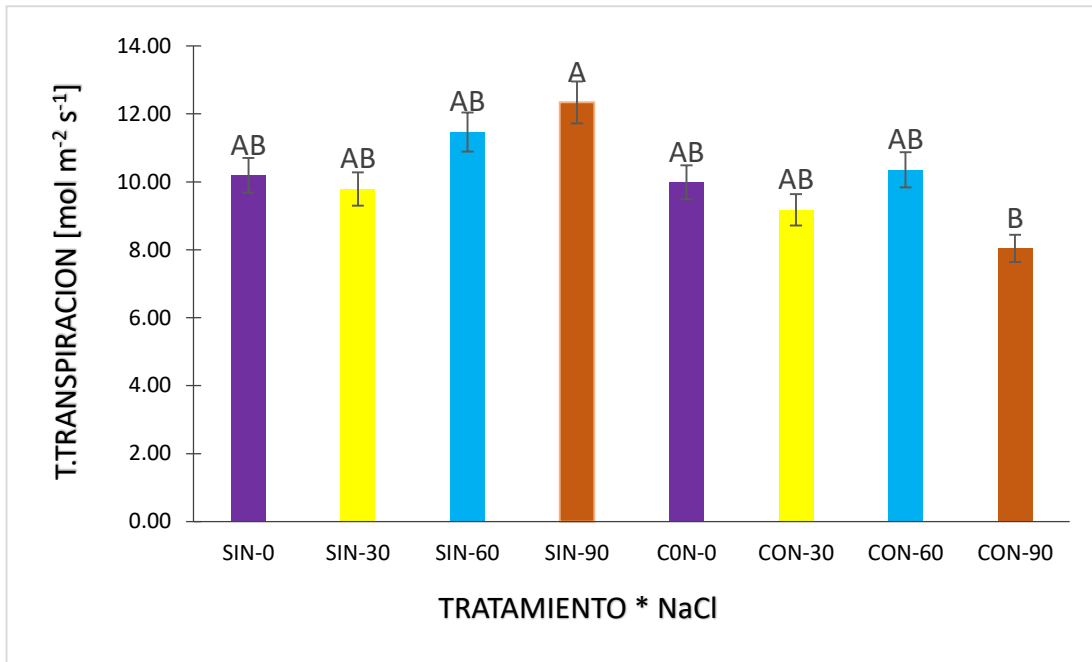


Figura 2. Tasa de transpiración (mol m² s¹) en el cultivo de tomate con y sin injerto cultivado en sistema NFT con estrés salino. Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes LSD (p>0.05)

V. CONCLUSIÓN

- ✓ Con el uso de injerto se logró obtener plantas vigorosas en una concentración salina moderada (30 mM de NaCl) y en altas concentraciones de salinidad.
- ✓ La mayor acumulación de materia seca área de las plantas se obtuvo con el injerto y con dosis de 60 mM de NaCl.
- ✓ Con el uso del injerto y diferentes concentraciones de salinidad se obtuvo un aumento en el índice estomático y densidad estomática en la superficie abaxial, lo que sugiere que la planta puede reaccionar modificando su micromorfología en su superficie abaxial para sobrevivir bajo altas concentraciones de estrés salino.
- ✓ En las plantas sin injerto y concentración salina moderada se obtuvo el largo y ancho de las estomas más grandes, mientras que altas concentraciones de salinidad y con el uso del injerto presentaron el largo y ancho de las estomas similares a las plantas sin injerto.
- ✓ El injerto y diferentes concentraciones de salinidad favorecen la asimilación de dióxido de carbono y la resistencia estomática, aumentando su índice y densidad estomática para un eficiente en el uso del agua, en la fotosíntesis y en la transpiración.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aasaman K, A Sober, M Rahi. 2001.** Leaf anatomical characteristic associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. *Aust. J. Plant Physiol.* 28: 765-774.
- Abbas, T.; Balal, R. M.; Shahid, M. A.; Pervez, M. A.; Ayyub, C. M. and Aqueel, M. A. 2015.** Silicon-induced alleviation of NaCl toxicity in okra (*Abelmoschus esculentus*) is associated with enhanced photosynthesis, osmoprotectants and antioxidant metabolism. *Acta Physiol Plant.* 37(6):1-15.
- Akram, M., M. Y. Ashraf, R. Ahmad, E. A. Waraich, J. Iqbal, and M. Mohsan. 2010.** Screening for salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) hybrids at an early stage. *Pak. J. Bot.* 42: 141-154.
- Anderson, J., 2004.** El estrés por alta temperatura en las plantas. En: La ecofisiología vegetal. Una ciencia de síntesis, 223-251. Eds. M.J. RAIGOSA, N. PEDRIOL, y A. SÁNCHEZ. Thomson. Madrid (España).
- Aparecido L, Trevisan L, and Falleiros R. 2017.** Grafting in Vegetable Crops: A Great Technique for Agriculture. *International Journal of Vegetable Science.* 24(5): 1-18. DOI: 10.1080/19315260.2017.1357062
- Apaza MDA, Mestas VBR, Romero VFF, Navarro ORD (2019).** Toxicidad del cobre sobre la morfología de estomas de *Gochnatia arequipensis* Sandwith (Asteraceae) de dos localidades de Arequipa, Perú. *Idesia* 37: 81-87.
- Argerich, C. y L. Troilo (ed.). 2011.** Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate. INTA. FAO. Buenos Aires. 262 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/i1746s/i1746s.pdf>. Última consulta: 23 de Abril de 2024.
- Ayala AJ, Barrientos PAF, Colinas LMT, Sahagún CJ, Reyes AJC (2010).** Relaciones injerto-interinjerto y características anatómicas y fisiológicas de la hoja de cuatro genotipos de aguacate. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16: 147-154.
- Ayala-Tafoya F, Yañez-Juárez MG, Partida-Ruvalcaba L, Ruiz-Espinosa FH, Campos-García H, Vásquez- Martínez T. (2015).** Producción de pepino en ambientes diferenciado por mallas de sombreado fotoselectivo. *Información Técnica Económica Agraria* 111: 3-17.
- Ayari O, G Samson, M Dorais, R Boulanger, A Gosselin (2000).** Stomatal limitation of photosynthesis in winter production of greenhouse tomato plants. *Physiol. Plant.* 110:558–564.
- Barrett CE, Zhao X (2012).** Grafting for root-knot nematode control and yield improvement in organic heirloom tomato production. *HortScience* 47: 614-620.
- Barrientos-Pérez, F., y C. Sánchez-Colín. 1983.** Variabilidad de altura obtenida a partir de una nueva población de árboles de aguacate enano. (En inglés) *Acta Hortic.* 140:162-168.
- Barrientos-Priego A F, S Sánchez-Colín (1987).** Stomatal density and its relationship to growth habit in avocado. *South African Avocado Grower's Association Yrbk.* 10: 66-67

- Barrientos-Priego, A. F., Borys, M. W., Trejo, C., & López-López, L. (2003).** Índice y densidad estomática foliar en plántulas de tres razas de aguacatero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(4), 285-290. Retrieved from <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-4/10a.pdf>
- Basto-Pool CI. 2019.** Especies de cucurbitáceas como portainjertos de sandía y su respuesta al parasitismo de *Meloidogyne incognita*. (Tesis de Maestría). Tecnológico Nacional de México-Campus Conkal, Yucatán, México. 56 pp.
- Bautista, M. N. y Alvarado, L.J. 2006.** Producción de Jitomate en Invernadero. Colegio de Posgraduado. 2ª Ed. Editorial Cromocolor, México.
- Benavides, A., R. Dávila, F. Rincón, H. Ramírez & L. Fuentes. 2004.** Respuesta de la densidad estomática y de células tabulares de maíces bajo estrés por NaCl. http://www.uaaan.mx/DirInv/Resul_PI04/MEMORIA_2004/IngAgricola/ABenavidesMendoza-2.doc.182-186 p.
- Bergougnoux V. (2014).** The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology Advances* 32:170-189.
- Biswal, B., P. N. Joshi, M. K. Raval and U. C. Biswal. 2011.** Photosynthesis, a global sensor of environmental stress in green plants: stress signaling and adaptation. *Current Science* 101 (1): 47-56.
- Bletsos, F.A., 2005.** Use of grafting and calcium cyanamide as alternatives to methyl bromide soil fumigation and their effects on growth, yield, quality and fusarium wilt control in melon. *J. Phytopathol.* 153: 155–161.
- Camposeco-Montejo N, Robledo-Torres V, Ramírez-Godina F, Valdez-Aguilar LA, Cabrera-de-la-Fuente M, Mendoza-Villareal R (2018).** Efecto del portainjerto en el índice y densidad estomática de pimiento morrón *Capsicum annum* var. *annuum*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5: 555-561.
- Cárdenas, M. (2018).** Metodología para el cálculo de los costos de producción del cultivo tomate de árbol en el municipio de cabrera, Cundinamarca. Tesis de titulación, Cundinamarca. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1351>.
- Chookhampaeng, S., W. Pattanagul and P. Theerakulpisut. 2008.** Effect of salinity on growth, activity of antioxidant enzymes and sucrose content in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at the reproductive stage. *ScienceAsia*. 34: 69-75.
- Clément, M., Leonhardt, N., Droillard, M. J., Reiter, I., Montillet, J. L., Genty, B. Laurière, C., Nussaume, L., & Noël, L. D. (2011).** The Cytosolic/Nuclear HSC70 and HSP90 Molecular Chaperones Are Important for Stomatal Closure and Modulate Abscisic Acid-Dependent Physiological Responses in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 156(3),1481-1492. <https://dx.doi.org/10.1104/pp.111.174425>
- Colla G, Roupheal Y, Cardarelli M, Salerno A y Rea E. 2010.** The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environ. Exp. Bot.* 68, 283–291.
- Corominas, J. 1990.** Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana. Editorial Gredos, Madrid. 628pp.
- Croxdale, J D. (2000).** Stomatal patterns in angiosperms. *American Journal of Botany* 87 (8): 1069–1080.

- Davis A, Perkins-Veazie P, Sakata Y, López-Galarza S, Maroto JV, Sang-Gyu L, Yun-Chan H, Zhanyong S, Miguel A, King SR, Cohen R, and Jung-Myung L. 2008.** Cucurbit Grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 27:1, 50-74
- Davis, J I (1997).** Evolution, evidence and the role of species concepts in phylogenetics. *Syst Bot*22(2): 373–403.
- Del Amor, F. M; Martínez; Cerda, A. 2001.** Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. *HortScience*. 36 (7):1260-1263.
- De-las-Rivas J (2013).** La luz y el aparato fotosintético. En: Azcon-Bieto J, Talón M (Eds.) *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGraw-Hill. México. pp. 165-190.
- Díaz, C. 2007.** Caracterización Agro cadena de Tomate. Dirección Regional Central Occidental. M.A.G. Grecia, Costa Rica. 46 p.
- Díaz, M., F. Camacho y M.V. Huitrón. (2006).** Efecto de diversos portainjertos sobre Producción y calidad de sandía triploide cv. reina de corazones. *Horticultura Global, España* 191:20-24.
- EDIFORM. 2006.** VADIAGRO: Principales problemas fitosanitarios. Tomo I. Curridabat, Costa Rica, Edifarm Internacional Costa Rica. 3 ed. 89-92, 193-212 p.
- Ekonekazaritza. (2005).** El tomate Manual para su cultivo en agricultura ecológica. Disponible en: <http://ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2013/03/CULTIVO-DE-TOMATE-ECOL%C3%93GICO.pdf>. Fecha de recuperación 23 de Marzo de 2024.
- Escalona, V; Alvarado, P; Monardes, H; Urbina, C; Martín, A. 2009.** Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Nodo Hortícola. Universidad de Chile. 60 p. Consultado el 12 de abril de 2024. Disponible en http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf.
- Escobar, H; Lee, R. 2009.** Manual de producción de tomate bajo invernadero (en línea). v.2. 2 ed. Bogotá, Colombia. 180 p. Consultado 15 de mayo 2024. Disponible en pdf-manual_produccion_de_tomate_-_pag.-_web-11-15.pdf
- Esteban W, Pacheco P, Angel Y, Bastías E (2017).** Efecto de la incorporación de materia orgánica en la respuesta fisiológica y química de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivadas en condiciones de salinidad y exceso de boro. *Idesia* 35: 33-39.
- FAO., IIASA., ISRIC., CAS., JRC., 2012.** Harmonized World Soil Database (HWSD) (versión 1.2), (accessed 17.06.19).
- FAOSTAT. 2021.** Food and Agricultura Organization Corporate Statistical Database. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/#data> fecha=02/04/2022.
- FAOSTAT. 2020.** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estadísticas. <http://www.fao.org/faostat/es/#home>.
- Fernández, I, J L. (2018).** Índice y Densidad Estomática de Tomate Injertado y sin Injertar con Diferente Relación NO₃ - /NH₄ +. Tesis de Licenciatura. UAAAN. pp. 20-30.
- Fernández-García, N; Martínez, V; Cerda, A.; Carvajal, M.2004.** Fruit quality of grafted tomato plants grown under saline conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79 (6): 995-1001.
- Foolad MR (2007).** Mapeo del genoma y mejoramiento molecular del tomate. *Int J Genómica de Plantas* 64358:52. doi:[10.1155/2007/64358](https://doi.org/10.1155/2007/64358)

- Fornaris, J. G. 2007.** Conjunto tecnológico para la producción de tomate. Colegio de ciencias agrícolas.
- García, H; García, M.C. 2001.** Manejo cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol. CORPOICA. Bogotá, Colombia. p. 88-99.
- García, X., E. García, Q. Rascón, L. Herrera, and G.A. Aguado. 2005.** Chlorophyll accumulation is enhanced by osmotic stress in graminaceous chlorophyll cells. *J. Plant Physiol.* 162:650-667.
- Godoy HH, Castellanos RJZ, Alcántar GG, Sandoval VM, Muños RJJ (2009).** Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrientes. *Terra Latinoam.* 27: 1-11.
- González, A. M., y Arbo, M. M. (2019).** Morfología de Plantas Vasculares. Argentina
- Gonzalez A.M. & Arbo M.M. 2004.** Trichome complement of *Turnera* and *Piriqueta*. *Bot.J.Linnean Soc.* 144: 85-97
- González, F. M., Gómez, L., Rodríguez, M., Hernández, A., Casanova, A., y Depestre, T. (2008).** El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Protección vegetal*, 23(2), 69-74.
- Goykovic Cortés, Vitelio y G. Saavedra del Real. 2007.** Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *Idesia (Arica)* 25: 47-58.
- Grimaldo-Pantoja, G., Niu G., Youping, S., Castro-Rocha, A., Alvarez-Perrilla, E., Flores-Margez, J. P., Corral-Diaz, B & Osuna-Avila, P. (2017).** Componentes del rendimiento y fitoquímico de Chile (*Capsicum annuum*) inoculado con hongos micorrizicos. *Fitotecnia Mexicana.* 40(2), 1-12.
- Guichard, Soraya; Bertin, NADIA; Leonardi, Cherubino; Gary, Christian. 2001.** Tomato fruit quality in relation to water and carbon fluxes. *Agronomie.* 21: 385-392.
- Gupta, B. and Huang, B. 2014.** Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. *Inter. J. Genomics.* 14(1):1-18. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/701596>.
- Hajer, A., A. Malibari, H. AL-zahrani and O. Almaghrabi. 2006.** Responses of three tomato cultivars to sea water salinity 1. Effect of salinity on the seedling growth. *African Journal of Biotechnology* 5: 855-861.
- Harvey, M., quille, S., and Beynon, H. 2002.** Exploring the tomato. Transformations of nature, society and economy. Edgar Publishing, Cheltenham, UK. 304 pp.
- Hattori, T. S.; Inanaga, H.; Araki, P.; An, S.; Morita, M.; Luxova, A. and Lux. 2005.** Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. *Physiology Plantarum.* 123(4):459-466.
- Hetherington, A. M. and Woodward, F. I. 2003.** The role of stomata in sensing and driving environmental change. *Nature.* 424(6951):901-908.
- Huang, X.D., Y.E. Alawi, D.M. Penrose, B.R. Glick, and B.M. Greenberg. 2004.** Responses of three grass species to creosote during phytoremediation. *Environ. Poll.* 130:453-459.
- Hurtado-De Mendoza, G. P. (2018).** Respuesta al estrés salino de Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq), en biomasa, indicadores bioquímicos, fisiológicos y

- rendimiento bajo cultivo hidropónico. [Tesis de Maestría, Centro de Investigación Biológicas del Noreste, S.C.].
- Jaramillo, J; Rodríguez, V; Gil, L; García, M; Clímaco, J; Quevedo, D; Sánchez, G; Aguilar, P; Pinzón, L; Zapata, M; Restrepo, J; Guzmán, M. 2013.** Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas (en línea). Bogotá, Colombia. 282 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/200000905/Tecnologia-para-el-cultivo-del-Tomate-CLIENTE-pdf>
- José Bernal-Alzate, Onécimo Grimaldo-Juarez, Daniel Gonzalez-Mendoza, Lourdes Cervantes-Díaz, Edgar Omar Rueda-Puente, Carlos Ceceña-Durán. (2016).** El injerto como alternativa para mejorar el rendimiento en la producción de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.). *Idesia* vol.34 no.2 Arica. DIO: doi.org/10.4067/S0718-34292016005000006
- Juárez, L P; Castro, B. R; Colinas, L. T; Sandoval, V. M; Ramírez, V. P; Reed, D; Cisneros, Z. L; King, S. (2013).** Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos 61 nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18(2): 207-216
- Khah, E. M., E. Kakava, A. Mavromatis, D. Chachalis and C. Goulas. 2006.** Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*. 8(1): 3-7
- King R S, A R Dvis, X Zhang and K crosvy (2010).** Genetics, breeding and selection of rootstocks for solanaceae and cucurbitaceae. *Scientia Horticulturae* 127:106-111.
- King S, Davis A, Zhang X, and Crosby K. 2010.** Genetics, breeding and selection of rootstock for solanaceae and cucurbitaceae. *Sci. Hortic.* 127:106-111.
- Lallana, V. & M. Lallana. 2004.** Densidad estomática en hojas de *Eryngium horridum* MALME y su relación con el estado de desarrollo de las hojas. *Rev. Investig. la Fac. Ciencias Agrar. UNR*, 5: 81–86.
- Lee J (1994).** Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience* 29: 235-239.
- Lee J M, Kubota C, Tsao SJ, Bie Z, Hoyos-Echevarria P, Morra L, and Oda M. 2010.** “Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation.” *Scientia Horticulturae* 127:93–105.
- Lee, J. M. 1994.** Cultivation of Grafted Vegetables I. Current Status, Grafting Methods, and Benefits *HortScience*. 29: 235 - 239.
- Lee, J. M. and M. Oda. 2003.** Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28: 61-124.
- Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Echevarria, P. H., Morra, L., y Oda, M. (2010).** Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.003>.
- Limón, R. 2008.** Injerto en plantas de tomate. Memorias VI Simposio de Producción de Hortalizas en Invernadero: Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Liu G., Q. Du and J. Li (2017).** Interactive effects of nitrate-ammonium ratios and temperatures on growth, photosynthesis, and nitrogen metabolism of tomato seedlings. *Scientia Horticulturae* 214:41-50, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.006>
- Lobo, M. A. y Jaramillo V. J. (1984).** Tomate en: Hortalizas Manual de asistencia Técnica. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. P. 41-47.
- López M. L. M. 2016.** Manual técnico del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola. INTA. 126 p.
- Maas, E. and G. HOFFMANN. 1977.** Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division. ASCE.* 103: 115-134.
- Maggio, A; Fogliano, V; Ambrosino, P; Ritieni, A; DE Pascale, S. 2001.** Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology.* 76 (4): 447-453
- Martin, C., y B. Glover. 2007.** Aspectos funcionales del patrón celular en la epidermis aérea. (En inglés) *Curr. Opin. Plant Biol.* 10:70-82.
- Martínez-Ballesta, M.C., Lopez-Perez, L. Muries, B, Muñoz-Azcarate, O., Carvajal, M. (2009).** Climate change and plant water balance. The role of aquaporins. *Sustainable Agricultural Reviews* (E. Lichtfouse, Ed.) Vol 2, 71-89.
- Medrano H., J. Bota, J. Cifre, J. Flexas, M. Ribas-Carbó y J. Gulías. 2007.** Eficiencia en el uso de agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas* 43: 63-84.
- Mehta, P.; V. Kraslavsky, S.; Bharti, S. I.; Allakhverdiev, A. and Jajoo. 2010.** Analysis of salt-stress induced changes in photosystem II heterogeneity by prompt fluorescence and delayed fluorescence in wheat (*Triticum vulgare*) leaves. *J. Photochem. Photobiol.* 104(2):308-313.
- Monardes, H. 2009.** Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill): Características botánicas. Origen (en línea). Chile. Universidad de Chile 13 p. Consultado 19 de mayo 2024. Disponible en http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf.
- Monera R. 2003.** Los hongos del suelo factor limitante del cultivo de la sandía. Disponible en: https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_1999_96_22_25.pdf. Ultima Consulta: 11 de mayo de 2024.
- Morales, D., P. Rodríguez, J. M. Dell' Amico, A. Torrecillas y M. J. Sánchez-Blanco. 2010.** Efecto del estrés por NaCl en el crecimiento y las relaciones hídricas en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) durante el período vegetativo. *Cult. Trop.* 31: 76-81.
- Moya C, Oyanedel E, Verdugo G, Flores MF, Urrestarazu M, Álvaro JE (2017).** Increased electrical conductivity in nutrient solution management enhances dietary and organoleptic qualities in soilless culture tomato. *HortScience* 52: 868-872.
- Munns, R. 2009.** Strategies for crop improvement in saline soils. In *salinity and wáter stress* (pp.99-110). Springer, Dordrecht.
- Najla, S., G. Vercambre, L. Pagès, D. Grasselly, H. Gautier and M. Génard. 2009.** Tomato plant architecture as affected by salinity: Descriptive analysis and integration in a 3-D simulation model. *Botany.* 87 (10): 893-904.

- Navarro, J. M., Garrido, C., Carvajal, M., Martínez, V. (2002).** Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. *J Hort Sci Biotech*, 77, 52-57.
- Noreña, J. y Rodríguez, V. (2006).** El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*. Mil). Corpia. Centro de investigación la selva Rio negro, Antioia, Colombia.P.12
- Nuño M. R. 2007.** Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. Fundación Produce. P (34).
- OASIS. 2017.** Manual de hidroponía (en línea). Santa Catrina, México. 32 p. Consultado 14 abril 2024. Disponible http://www.oasiseasyplant.mx/wp-content/uploads/2017/04/Manual-de-hidroponia_Media.pdf.
- Ocaña, R. C. (2004).** Ventajas competitivas y comparativas. El tomate en México y Estados Unidos. En: Cultivo de Tomate. Productores de hortalizas. 8: 45-48.
- Oda, M., M. Maruyama and G. Mori. 2005.** Water transfer at graft union of tomato plants grafted onto Solanum rootstocks. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 74: 458–463.
- Orosco-Alcalá B. E., H. G. Núñez-Palenius, L. Pérez-Moreno, M. Valencia-Posadas, L. I. Trejo-Téllez, F. R. Díaz-Serrano y M. R. Abraham-Juárez (2018).** Tolerancia a salinidad en plantas cultivadas: una visión agronómica. *Agroproductividad* 11:51-57
- Oyazún R, Stöckle C, Wu J, Whiting M (2011).** In field assessment on the relationship between photosynthetic active radiation (PAR) and global solar radiation transmittance through discontinuous canopies. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71: 122-131.
- Paduchuri P, Gohokar S, Thamke B, Subhas M (2010).** Tomates transgénicos. *Int J Adv Biotechnol Res* 2:69–72. <http://www.bipublication.com>
- Pares, J., M. Arizaleta y M. Sanabría. 2003.** Características de los estomas, densidad e índice, estomático y su variación en función a la enjertación en *Annona muricata* y *A. montana* (ANNONACEAE). Mimeografiado en vía de publicación. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Decanato de Agronomía. Dpto. De Fitotecnia.
- Parés, J., M. Arizaleta, M. E. Sanabria, & L. Brito. 2004.** Características de los estomas, densidad e índice estomático y su variación en función a la injertación en *Annona muricata* L. y *A. montana* MADFAC. *Bioagro*, 16(3): 213–218.
- Patel, J D (1979).** New morphological classification of stomatal complexes. *Phytomorpholog* 29: 218–229.
- Patishtán, P.J., Rodríguez, G.R., Zavala, G.F. y Jasso, C.D. 2010.** Conductancia estomática neta de CO₂ en sábila (*Aloe vera* Tourn) bajo sequía. *Revista. Fitotecnia. México.* 33(4): 1-17.
- Peil R M (2003).** Grafting of vegetable crops. *Ciencia Rural, Santa María* 33(6): 1169-1177.
- Peil R MN, Gálvez JL (2004).** Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. *Horticultura Brasileira* 22: 265-270.
- Perlata IE, Spooner DM (2007).** Historia, origen y cultivo temprano del tomate (*Solanaceae*). En: Rozdan MK, Matto AK (eds) Mejoramiento genético de cultivos solanáceos: tomate, vol 2. Science Publishers, Enfield, NH, pp 1-27.

- Quiminet. (2006).** Generalidades sobre el cultivo de tomate en hidroponía. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/generalidades-sobre-el-cultivo-del-tomate-en-hidroponia-8871.htm>. Fecha de recuperación: 23 de abril de 2024.
- Reddy I. N. B. L., B. K. Kim, I. S. Yoon, K. H. Kim and T. R. Kwon (2017).** Salt tolerance in rice: focus on mechanisms and approaches. *Rice Science* 24:123-144, <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2016.09.004>
- Reddy, P. P. (2016).** Grafted Vegetables for Management of Soilborne Pathogens. pp.8397. In P. P. Reddy (Ed.). *Sustainable crop protection under protected cultivation*. Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-287-952-3_7
- Rivero R. M., J. M. Ruiz, and L. Romero 2003.** Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agriculture, & Environment* 1:70-74.
- Romero-aranda, R.; Soria, T.; Cuartero, J. 2001.** Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*. 160: 265-272.
- Roth, I., T. Mérida y H. Lindorf. 1986.** Morfología y anatomía foliar de plantas de la selva nublada de Rancho Grande. In: O. Juber (ed.). *La Selva Nublada de Rancho Grande*. Parque Nacional "Henry Pittier". El ambiente físico, ecología general y anatomía vegetal. Fondo editorial: Acta Científica Venezolana. pp. 205-241.
- Rubino, P., E. Tarantino y F. Rega. 1989.** Relationship between soil water status and stomatal resistance of tomatoes. *Irrigacione e Drenaggio* 36: 95-98
- Rudich, J. y V. Luchinsky. 1986.** Water economy. In: J. G. Atherton y J. Rudich (eds.) *The Tomato Crop*. Chapman Hall. London. pp. 335-389.
- Ruiz, J. M., A. Belakbir, I. López-Cantarero and L. Romero. 1997.** Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants: A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Sci. Hort.* 71:227-234
- Ruiz, J. M., A. Belakbir, I. López-Cantarero, and L. Romero. 1997.** Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Sci. Hort.* 71: 227-234.
- SADER (2022).** El jitomate, hortaliza mexicana de importancia mundial. Consultado el 19 de mayo de 2024. Disponible en: [El jitomate, hortaliza mexicana de importancia mundial | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx \(www.gob.mx\)](http://www.gob.mx/secretaria-agricultura-y-desarrollo-rural).
- SAGARPA 2012.** Agricultura protegida 2012. <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/paginas/agricultura-prottegida2012.aspx>.
- Salas J A, Sanabria ME, Reinaldo P (2001).** Variación en el índice y densidad estomática en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mili.) sometidas a tratamientos salinos. *Bioagro* 13: 99-104.
- Salehi-Mohammadi R, Khasi A, Lee SG, Huh YC, Lee JM, Delshad M. 2009.** Assessing survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto Cucurbita rootstocks. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 27 (1), 1–6.
- Sánchez C., E., y Escalante R. E. 1989.** Hidroponía. Principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 194 p.
- Sánchez Del C. F., 2001.** Producción de Hortalizas basada en doseles escaliformes. Sexto Simposio internacional de Fertirriego. Morelia, Michoacán.

- Sánchez-Bermúdez, M., del Pozo, J.C., Pernas, M. 2022.** Effects of Combined Abiotic Stresses Related to Climate Change on Root Growth in Crops. *Frontiers in Plant Science* 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.918537
- Sánchez-Díaz M, Aguirreolea J (2008).** Transpiración y control estomático. En: Azcón-Bieto J, Talón M *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2da Edición. McGraw-Hill Interamericana de España. Madrid, España. 669p
- Sheng J., M. L. Jiang P. A., Li B., Huang F., Wu H., 2010.** Digital soil mapping to enable classification of the salt- affected soil in desert agro-ecological zones. *Agr. Water Manage*, 97:1994-1951.
- SIAP. 2003.** Escenario mensual de productos agroalimentarios. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832155/Jitomate_Mayo.pdf. Fecha de consulta. 22 de Mayo de 2024.
- SIAP.2023.** Panorama Agroalimentario 2023, la edición estadística más importante del sector agroalimentario.
- Soriano, J. 2012.** Hidroponía y acuicultura el caribe: ¿Qué es un sustrato? Cancún, México. 51p. Consultado 25 de abril 2024. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_247_Curso%20Hidropon%C3%ADa%20Basica.pdf.
- Stace, C. A. (1980).** *Plant taxonomy and biosystematics*. Edward Arnold; London, UK.
- Strasburger E, F Noll, H Schenck, A Schimper. 1986.** *Tratado de Botánica*. Barcelona, España, EM Marin. 1098 p.
- Suzuki, N., Rivero, R. M., Shulaev, V., Blumwald, E., & Mittler, R. (2014).** Abiotic and biotic stress combinations. *New Phytologist*, 203(1), 32-43.
- Tadeo F. R. (2000).** Fisiología de las plantas y el estrés. In: *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España. pp:481-498
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2006.** *Plant Physiology*. 4th ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA. 764 p.
- Takur, P. 1990.** Different physiological response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars to drought. *Acta Physiologiae Plantarum* 12: 175-182.
- Texier, W. 2013.** *Hidroponía para todos. Todo sobre la horticultura en casa*. Editorial Mama Editions. París, Francia. 304p.
- Tuteja, N. and S. K. Sopory. 2008.** Chemical signaling under abiotic stress environment in plants. *Plant Signaling Behavior* 3 (8): 525-536. Doi: doi.org/10.4161/psb.3.8.6186.
- Urrestarazu, M. 2004.** *Tratado de cultivo sin suelo*. Mundi-Prensa, Almería. España. pp. 914
- Valeiro, A. 2015.** Hacia una sustentabilidad global: La eliminación del bromuro de metilo. El reemplazo del bromuro de metilo en el sector tabacalero argentino. *Revista Industrial Agrícola*. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185130182015000100006 Ultima consulta: 25 de Abril 2024.
- Vázquez, P. R. 2004.** Producción de Tomate Bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo diferentes sustratos hidropónicos. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

- Velasco, H. E., Miranda, V. I., R. Nieto, Á. H., Villegas, R. 2004.** Evaluación de sustratos y variedades en la producción protegida de jitomate. Revista Chapingo. Serie Horticultura 10(2): 239-246.
- Velasco, H. E., Miranda, V. I., R. Nieto, Á. H., Villegas, R. 2011.** Evaluación de sustratos y variedades en la producción protegida de jitomate. Revista Chapingo. Serie Horticultura 10(2): 239-246.
- Vence, L. 2008.** Disponibilidad de agua-aire en sustrato para las plantas. Ciencia del suelo 26(2): 105-114.
- Venema JH, Dijk BE, Bax JM, Van Hasselt PR, and Elzenga JTM. 2008.** Grafting Tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. Environ. Expt. Bot. 63:359– 367.
- Venema, J. H., B. E. Dijk, J. M. Bax, P. R. Van Hasselt, and J. T. Elzenga. 2008.** Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. Environ. Exp. Bot. 63: 359–367.
- Villarreal, Q. J. A. (2005).** Apuntes de la materia de botánica. Buenavista, saltillo, Coahuila México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Villasana R. A. 2010.** Efecto del injerto en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en Nuevo León. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía de la UANL pp. 9-18
- Voyde, E., Fassman, E. and Simcock, R. (2010).** Hydrology of an extensive living roof under sub-tropical climate conditions in Auckland, New Zealand. Journal of Hydrology, 394(3-4): 384-395
- Wang Z, Li G, Sun H, Ma L, Guo Y, Zhao Z, Gao H, Mei L (2018).** Effects of drought stress on photosynthesis and photosynthetic electron transport chain in young apple tree leaves. Biol Open 7(11): bio035279. DOI: 10.1242/bio.035279.
- Won-Sub L, Sung-Gaun K (2012).** Development of Rotational Smart Lighting Control System for Plant Factory. International Scholarly and Scientific Research & Innovation 6: 519-522.
- Yetisir H, Caliskan ME, Soylu S, and Sakar M. 2006.** Some physiological and growth responses of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai] grafted onto *Lagenaria siceraria* to flooding. Environ. Expt. Bot. 58:1–8
- Zaman, M., Shahid, S. A., & Heng, L. (2018).** Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. In Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3>
- Zhao X, Ghuo Y, Huber D, and Lee J. 2011.** Grafting effects on postharvest ripening and quality of 1-methylcyclopropene-treated muskmelon fruit. Hortic. Sci. 130-581-587.

VII. ANEXOS

6.1. Análisis de la varianza para acumulación de biomasa

Altura (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	32	0.52	0.39	14.84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17462.72	7	2494.67	3.78	0.0066
PLANTA	12051.28	1	12051.28	18.28	0.0003
NaCL	3963.09	3	1321.03	2.00	0.1403
PLANTA*NaCL	1448.34	3	482.78	0.73	0.5428
Error	15820.25	24	659.18		
Total	33282.97	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=18.73460

Error: 659.1771 gl: 24

PLANTA	Medias	n	E.E.
CON INJERTO	192.44	16	6.42 A
SIN INJERTO	153.63	16	6.42 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=26.49472

Error: 659.1771 gl: 24

NaCL	Medias	n	E.E.
30	186.75	8	9.08 A
0	181.00	8	9.08 A B
90	164.25	8	9.08 A B
60	160.13	8	9.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=37.46920

Error: 659.1771 gl: 24

PLANTA	NaCL	Medias	n	E.E.			
CON INJERTO	30	216.00	4	12.84	A		
CON INJERTO	0	191.25	4	12.84	A	B	
CON INJERTO	90	183.50	4	12.84	A	B	
CON INJERTO	60	179.00	4	12.84	A	B	C
SIN INJERTO	0	170.75	4	12.84		B	C D
SIN INJERTO	30	157.50	4	12.84		B	C D
SIN INJERTO	90	145.00	4	12.84			C D
SIN INJERTO	60	141.25	4	12.84			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso fresco (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso fresco (g)	32	0.84	0.79	19.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	850134.38	7	121447.77	18.16	<0.0001
PLANTA	54450.00	1	54450.00	8.14	0.0088
NaCL	475940.63	3	158646.88	23.72	<0.0001
PLANTA*NaCL	319743.75	3	106581.25	15.94	<0.0001
Error	160512.50	24	6688.02		
Total	1010646.88	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=59.67496

Error: 6688.0208 gl: 24

PLANTA	Medias	n	E.E.	
SIN INJERTO	463.44	16	20.45	A
CON INJERTO	380.94	16	20.45	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=84.39314

Error: 6688.0208 gl: 24

NaCL	Medias	n	E.E.	
30	553.75	8	28.91	A
0	505.63	8	28.91	A
60	392.50	8	28.91	B
90	236.88	8	28.91	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=119.34992

Error: 6688.0208 gl: 24

PLANTA	NaCL	Medias	n	E.E.			
SIN INJERTO	30	757.50	4	40.89	A		
CON INJERTO	0	537.50	4	40.89		B	
SIN INJERTO	0	473.75	4	40.89		B	
SIN INJERTO	60	435.00	4	40.89		B	C
CON INJERTO	60	350.00	4	40.89			C D
CON INJERTO	30	350.00	4	40.89			C D
CON INJERTO	90	286.25	4	40.89			D E
SIN INJERTO	90	187.50	4	40.89			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0.05$)

Peso Seco (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Seco (g)	32	0.23	5.0E-04	66.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.69	7	0.10	1.00	0.4539
PLANTA	0.10	1	0.10	1.04	0.3185
NaCL	0.36	3	0.12	1.22	0.3249
PLANTA*NaCL	0.23	3	0.08	0.78	0.5193
Error	2.37	24	0.10		
Total	3.06	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.22920

Error: 0.0987 gl: 24

PLANTA	Medias	n	E.E.
CON INJERTO	0.53	16	0.08 A
SIN INJERTO	0.42	16	0.08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.32414

Error: 0.0987 gl: 24

NaCL	Medias	n	E.E.
60	0.61	8	0.11 A
90	0.54	8	0.11 A
30	0.43	8	0.11 A
0	0.33	8	0.11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes
($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.45840

Error: 0.0987 gl: 24

PLANTA	NaCl	Medias	n	E.E.	
CON INJERTO	60	0.71	4	0.16	A
CON INJERTO	90	0.67	4	0.16	A B
CON INJERTO	30	0.51	4	0.16	A B
SIN INJERTO	60	0.50	4	0.16	A B
SIN INJERTO	0	0.42	4	0.16	A B
SIN INJERTO	90	0.41	4	0.16	A B
SIN INJERTO	30	0.35	4	0.16	A B
CON INJERTO	0	0.24	4	0.16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6.2. Análisis de varianza del cultivo de tomate sobre el índice y densidad estomática del haz y envés.

IE-H

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IE-H	72	0.42	0.36	26.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	367.32	7	52.47	6.59	<0.0001
FACTOR INJERTO	51.15	1	51.15	6.43	0.0137
NaCl	14.76	3	4.92	0.62	0.6056
FACTOR INJERTO*NaCl	301.41	3	100.47	12.63	<0.0001
Error	509.29	64	7.96		
Total	876.61	71			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.32830

Error: 7.9577 gl: 64

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.
SIN		11.64	36	0.47
CON		9.96	36	0.47

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.87849

Error: 7.9577 gl: 64

NaCl	Medias	n	E.E.
0	11.45	18	0.66
30	10.81	18	0.66
60	10.78	18	0.66
90	10.17	18	0.66

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.65659

Error: 7.9577 gl: 64

FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.	
SIN		0	15.56	9	0.94	A
SIN		30	11.83	9	0.94	B
CON		60	11.81	9	0.94	B
CON		90	10.90	9	0.94	B
CON		30	9.79	9	0.94	B C
SIN		60	9.75	9	0.94	B C
SIN		90	9.43	9	0.94	B C
CON		0	7.33	9	0.94	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**DE-H**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE-H	71	0.16	0.07	29.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		8426.04	7	1203.72	1.75	0.1139
FACTOR	INJERTO	768.05	1	768.05	1.12	0.2949
	NaCl	3735.79	3	1245.26	1.81	0.1546
FACTOR	INJERTO*NaCl	4329.44	3	1443.15	2.10	0.1096
Error		43369.79	63	688.41		
Total		51795.83	70			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.44620

Error: 688.4094 gl: 63

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.
SIN		92.86	35	4.44
CON		86.28	36	4.37

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=17.60523**

Error: 688.4094 gl: 63

NaCl	Medias	n	E.E.
0	100.57	17	6.37
30	91.88	18	6.18
90	82.92	18	6.18
60	82.92	18	6.18

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=24.90883**

Error: 688.4094 gl: 63

FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.	
SIN		0	115.97	8	9.28	A
CON		30	98.61	9	8.75	A B
CON		0	85.16	9	8.75	B
SIN		30	85.16	9	8.75	B
SIN		90	85.16	9	8.75	B
SIN		60	85.16	9	8.75	B
CON		90	80.68	9	8.75	B
CON		60	80.68	9	8.75	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

IE-E

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IE-E	72	0.09	0.00	106.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.		SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		1997.15	7	285.31	0.87	0.5316
FACTOR	INJERTO	127.85	1	127.85	0.39	0.5336
	NaCl	865.90	3	288.63	0.88	0.4539
FACTOR	INJERTO*NaCl	1003.41	3	334.47	1.03	0.3875
Error		20881.31	64	326.27		
Total		22878.46	71			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=8.50529

Error: 326.2704 gl: 64

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.
SIN		18.28	36	3.01 A
CON		15.61	36	3.01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.02830

Error: 326.2704 gl: 64

NaCl	Medias	n	E.E.
0	22.94	18	4.26 A
30	15.22	18	4.26 A
90	15.10	18	4.26 A
60	14.53	18	4.26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=17.01059

Error: 326.2704 gl: 64

FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.
SIN		0	30.42	9	6.02 A
CON		30	16.99	9	6.02 A B
CON		90	16.63	9	6.02 A B
SIN		60	15.69	9	6.02 A B
CON		0	15.45	9	6.02 A B
SIN		90	13.56	9	6.02 A B
SIN		30	13.44	9	6.02 A B
CON		60	13.38	9	6.02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

DE-E

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE-E	72	0.07	0.00	38.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.		SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		11006.26	7	1572.32	0.70	0.6710
FACTOR	INJERTO	1107.40	1	1107.40	0.49	0.4848
	NaCl	2056.63	3	685.54	0.31	0.8212
FACTOR	INJERTO*NaCl	7842.23	3	2614.08	1.17	0.3299
Error		143555.58	64	2243.06		
Total		154561.84	71			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=22.30080

Error: 2243.0560 gl: 64

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.
CON		125.50	36	7.89 A
SIN		117.66	36	7.89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=31.53810

Error: 2243.0560 gl: 64

NaCl	Medias	n	E.E.
30	127.74	18	11.16 A
90	125.50	18	11.16 A
0	118.78	18	11.16 A
60	114.29	18	11.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=44.60161

Error: 2243.0560 gl: 64

FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.
CON		0	138.94	9	15.79 A
SIN		90	134.46	9	15.79 A
CON		30	129.98	9	15.79 A
SIN		30	125.50	9	15.79 A
CON		60	116.53	9	15.79 A
CON		90	116.53	9	15.79 A
SIN		60	112.05	9	15.79 A
SIN		0	98.61	9	15.79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6.3. Análisis de varianza del cultivo de tomate sobre el índice y densidad estomática del haz y envés.

LH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LH	72	0.21	0.12	13.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		188.34	7	26.91	2.44	0.0277
FACTOR	INJERTO	12.73	1	12.73	1.16	0.2863
NaCl		30.47	3	10.16	0.92	0.4353
FACTOR	INJERTO*NaCl	145.14	3	48.38	4.39	0.0071
Error		704.91	64	11.01		
Total		893.25	71			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.56270

Error: 11.0142 gl: 64

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.
SIN		25.53	36	0.55 A
CON		24.69	36	0.55 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.21000

Error: 11.0142 gl: 64

NaCl	Medias	n	E.E.
60	25.88	18	0.78 A
0	25.59	18	0.78 A
30	24.72	18	0.78 A
90	24.26	18	0.78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.12541

Error: 11.0142 gl: 64

FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.
SIN		0	27.75	9	1.11 A
CON		60	27.00	9	1.11 A
SIN		30	26.19	9	1.11 A B
CON		90	25.10	9	1.11 A B
SIN		60	24.77	9	1.11 A B
SIN		90	23.43	9	1.11 B
CON		0	23.43	9	1.11 B
CON		30	23.26	9	1.11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

AH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AH	72	0.21	0.13	15.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		93.65	7	13.38	2.49	0.0253
FACTOR	INJERTO	4.36	1	4.36	0.81	0.3712
NaCl		36.48	3	12.16	2.26	0.0898
FACTOR	INJERTO*NaCl	52.81	3	17.60	3.27	0.0267
Error		344.19	64	5.38		
Total		437.84	71			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.09196

Error: 5.3779 gl: 64

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.
CON		15.23	36	0.39 A
SIN		14.74	36	0.39 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.54427

Error: 5.3779 gl: 64

NaCl	Medias	n	E.E.	
0	16.10	18	0.55	A
90	15.12	18	0.55	A B
60	14.41	18	0.55	B
30	14.33	18	0.55	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.18393

Error: 5.3779 gl: 64

FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.	
SIN		0	16.95	9	0.77	A
CON		90	15.92	9	0.77	A B
CON		60	15.72	9	0.77	A B
CON		0	15.25	9	0.77	A B C
SIN		30	14.61	9	0.77	B C
SIN		90	14.32	9	0.77	B C
CON		30	14.05	9	0.77	B C
SIN		60	13.09	9	0.77	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LE

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LE	72	0.25	0.17	13.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		297.30	7	42.47	3.08	0.0074
FACTOR INJERTO		19.16	1	19.16	1.39	0.2433
NaCl		121.78	3	40.59	2.94	0.0398
FACTOR INJERTO*NaCl		156.37	3	52.12	3.77	0.0147
Error		883.92	64	13.81		
Total		1181.23	71			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.74992

Error: 13.8113 gl: 64

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.	
CON		28.08	36	0.62	A
SIN		27.05	36	0.62	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.47476

Error: 13.8113 gl: 64

NaCl	Medias	n	E.E.	
30	29.10	18	0.88	A
60	28.44	18	0.88	A
90	26.98	18	0.88	A B
0	25.75	18	0.88	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.49984

Error: 13.8113 gl: 64

FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.
CON		90	29.66	9	1.24 A
CON		30	29.27	9	1.24 A
CON		60	29.11	9	1.24 A
SIN		30	28.93	9	1.24 A
SIN		60	27.78	9	1.24 A B
SIN		0	27.20	9	1.24 A B
CON		0	24.30	9	1.24 B
SIN		90	24.30	9	1.24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**AE**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AE	72	0.29	0.22	16.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		212.76	7	30.39	3.81	0.0016
FACTOR	INJERTO	43.48	1	43.48	5.46	0.0227
	NaCl	55.76	3	18.59	2.33	0.0824
FACTOR	INJERTO*NaCl	113.52	3	37.84	4.75	0.0047
Error		510.08	64	7.97		
Total		722.84	71			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.32931

Error: 7.9699 gl: 64

FACTOR	INJERTO	Medias	n	E.E.
CON		18.13	36	0.47 A
SIN		16.58	36	0.47 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.87993**

Error: 7.9699 gl: 64

NaCl	Medias	n	E.E.
30	18.85	18	0.67 A
0	17.12	18	0.67 A B
60	16.78	18	0.67 B
90	16.67	18	0.67 B

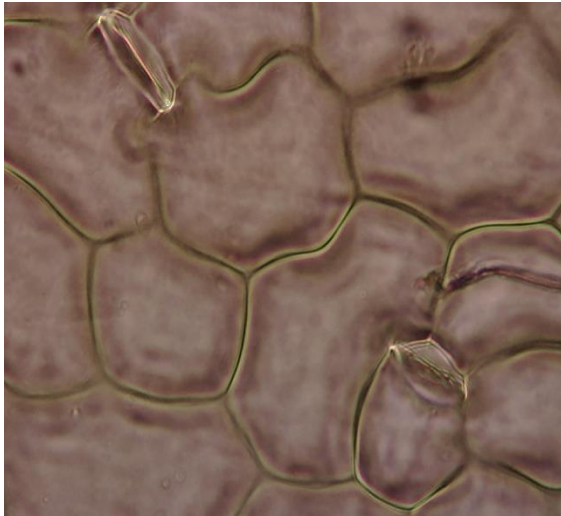
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.65863**

Error: 7.9699 gl: 64

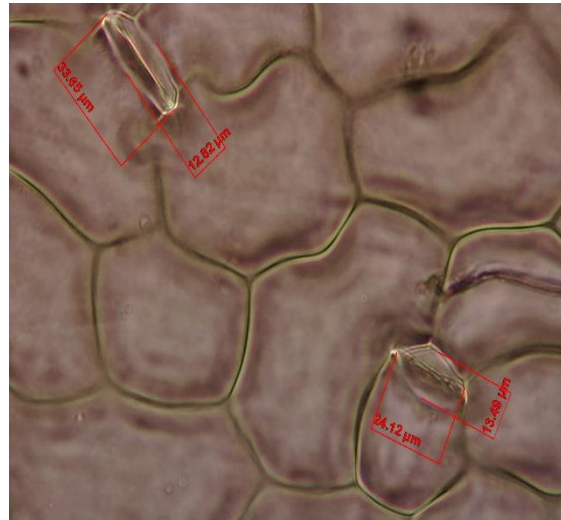
FACTOR	INJERTO	NaCl	Medias	n	E.E.
CON		30	20.12	9	0.94 A
CON		90	18.95	9	0.94 A
SIN		0	18.29	9	0.94 A B
SIN		30	17.58	9	0.94 A B
CON		60	17.51	9	0.94 A B
SIN		60	16.06	9	0.94 B C
CON		0	15.95	9	0.94 B C
SIN		90	14.38	9	0.94 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

6.4. Estomas de haz en hoja de tomate

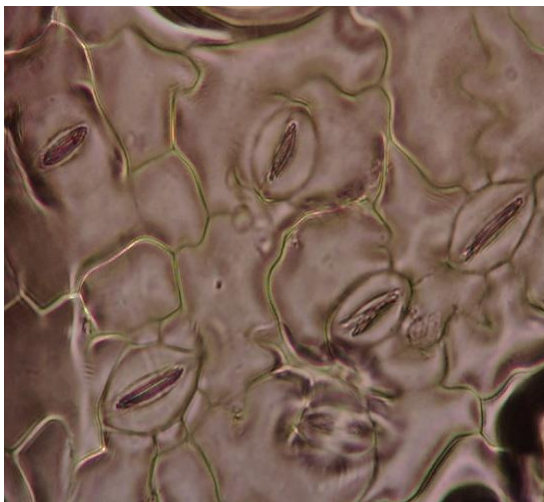


A. Estoma de tomate en la superficie abaxial, bajo estrés salino

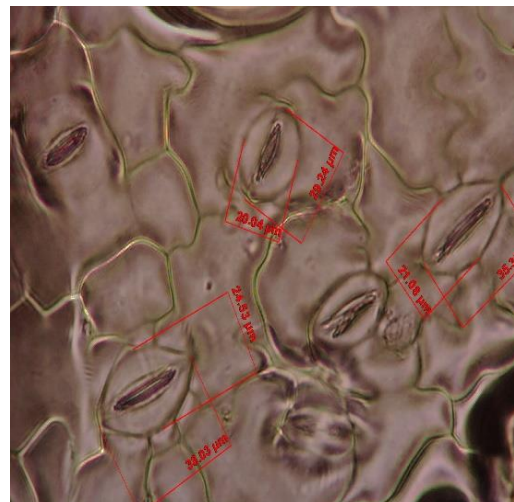


B. Medición de la estoma de tomate en la superficie adaxial, bajo estrés salino

6.5. Estomas de envés de la hoja de tomate



A. Estoma de tomate en la superficie abaxial, bajo estrés salino



B. Medición de la estoma de tomate en la superficie adaxial, bajo estrés salino