

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta del Crecimiento y Productividad en Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la Concentración de la Solución Nutritiva

Por:

MOISÉS LÓPEZ CALDERÓN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta del Crecimiento y Productividad en Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)
a la Concentración de la Solución Nutritiva

Por:

MOISÉS LÓPEZ CALDERÓN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Asesor Principal

M.C. Felicito Ausencio Díaz Vázquez
Asesor Principal Externo

Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Coasesor

Ing. Gerardo Rodríguez Galindo
Coasesor

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2023

Declaración de no plagio

El autor 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, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Moisés López Calderón

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme permitido realizar un logro más en mi vida profesional.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme albergado durante todo este tiempo y por haberme brindado las herramientas y la sabiduría necesaria para realizar un buen papel en mi vida y en el agro mexicano.

Al Dr. Alberto Sandoval Rangel, por formar parte importante en la elaboración de este proyecto de investigación, que sin duda aportara datos de gran interés para proyectos futuros.

Al MC. Felicito Ausencio Díaz Vázquez, por haber sido pieza importante en este trabajo de tesis, el cual me ayudó mucho durante la realización del proyecto y con el cual estoy muy agradecido por todo el apoyo y por haberme brindado parte de sus conocimientos que sin duda serán de gran utilidad en mi desarrollo profesional.

Al Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente, por aceptar formar parte de este equipo de trabajo y pieza importante en la revisión de este proyecto.

Al Ing. Gerardo Rodríguez Galindo le agradezco mucho su apoyo y su colaboración para la revisión de este proyecto de tesis.

Agradezco también profundamente a todos y cada uno de los docentes del departamento de horticultura y de la UAAAN que me brindaron un poco de su conocimiento durante mi formación y enseñarme a sentirme orgulloso de pertenecer a esta gran universidad y ser un buitre de la narro.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Urbano Emilio López Pérez y Consuelo Calderón Pérez por impulsarme siempre a salir adelante y gracias a ellos lograr terminar mi carrera y tener una formación profesional, fueron ellos los que me impulsaron y en ningún momento me dejaron solo durante todo mi proceso de estudios.

A mi esposa

Rosa Camacho López que durante todo este proceso siempre estuvo a mi lado apoyándome incondicionalmente y por qué ha sido pilar importante en mi vida y la de mis hijos.

A mis hijos

Diana Valeria, Julián y Ariana que me han motivado a seguir adelante y han sido mi motor que me da las fuerzas para seguir creciendo como persona y seguir superándome.

A mis hermanos

Sonia Estela, Clara Lidia, Carlos Enrique, Eli urbano, David, Isaí, Rafael y Carolina por ser parte importante en mi formación ya que ellos siempre me brindaron su apoyo aparte de que me han servido de inspiración para siempre seguir mejorando en lo profesional y como persona.

A mis tíos, sobrinos, amigos y demás familia por ser parte importante en mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen y distribución.....	3
2.2 Importancia económica.....	3
2.2.1 Producción mundial.....	4
2.2.2 Producción nacional.....	5
2.3 Generalidades del cultivo.....	6
2.3.1 Clasificación taxonómica.....	6
2.3.2 Descripción botánica.....	6
2.3.3 Etapas fenológicas.....	8
2.3.4 Principales plagas y enfermedades.....	9
2.4 Manejo agronómico.....	15
2.4.1 Nutrición.....	15
2.4.2 Labores culturales	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Ubicación del Experimento	17
3.2 Material genético.....	17
3.3 Diseño experimental.....	17
3.4 Variables evaluadas	18
3.4.1 Variables agronómicas de crecimiento	18
3.5 Análisis estadístico	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20

V. CONCLUSIONES.....	30
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales estados productores de jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) a nivel nacional.	5
Cuadro 2. Principales plagas del tomate <i>Solanum Lycopersicum</i> L. (Syngenta 2022).	10
Cuadro 3. Principales enfermedades del tomate <i>Solanum lycopersicum</i> (López Marín 2017).	12
Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en <i>Solanum licopersicum</i> L. aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de tomate. FAO, (2022).	4
Figura 2. Etapas fenológicas del cultivo de tomate (Infoagronomo, 2022).	9
Figura 3. Comparación de medias para la variable altura de tallo inferior en Solanum lycopersicum L. aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	21
Figura 4. Comparación de medias para la variable altura de tallo superior en Solanum lycopersicum L. aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	22
Figura 5. Comparación de medias para la variable diámetro de tallo en (Solanum lycopersicum L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	24
Figura 6. Comparación de medias para la variable firmeza de fruto en (Solanum lycopersicum L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	25
Figura 7. Comparación de medias para la variable sólidos solubles en (Solanum lycopersicum L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	26
Figura 8. Comparación de medias para la variable número de fruto en (Solanum lycopersicum L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	27
Figura 9. Comparación de medias para la variable peso promedio del fruto en (Solanum lycopersicum L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	28
Figura 10. Comparación de medias para la variable peso promedio del fruto en (Solanum lycopersicum L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.	29

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento agronómico y de productividad del cultivo de tomate en invernadero, como efecto de la aplicación de solución nutritiva de Steiner modificada para este cultivo, a tres diferentes concentraciones (75%, 100% y 125%). El cultivo fue establecido en suelo, durante el periodo P-V del 2022, en un invernadero de baja tecnología, dentro del Departamento de Horticultura, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Un diseño de bloques completos al azar fue establecido en campo, se midieron las variables longitud de tallo superior (LTS) e inferior (LTI), diámetro de tallo (DT), firmeza del fruto (FF), sólidos solubles (SS), número de frutos por racimo (NFR), peso promedio del fruto (PPF) y rendimiento por racimo (RR). Los resultados obtenidos en el ANOVA permitieron observar que las variables LTI, LTS, FF, SS, NF, PPF y RR presentaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), para DT no se observó diferencia significativa entre tratamientos. El crecimiento, medido en términos de longitud del tallo, fue incrementado por la solución al 125%, superando por 9.35 y 21.27% a la solución al 100 y 75% respectivamente, por su parte la solución diluida al 75%, generó reducciones en el rendimiento de 30.12% respecto a la solución al 125%. La aplicación de soluciones nutritivas concentradas incrementa la disponibilidad de nutrientes en el suelo, incrementando tanto el crecimiento como el rendimiento del cultivo de tomate.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, el jitomate ha sido una hortaliza muy importante en la generación de ingresos monetarios no solo para los productores de este cultivo, sino también, por el aporte de valor para las economías que más lo producen. Esto se debe a que el jitomate forma parte fundamental en la dieta de millones de personas alrededor del mundo. China es el país que más ha aportado en la producción de este importante producto alimenticio, sin embargo, México ha sido en los últimos años el exportador número uno de dicha hortaliza, principalmente hacia los Estados Unidos (FIRA, 2017).

En México, la producción de jitomate ha tenido un crecimiento muy considerable con el pasar de los años, cultivándose prácticamente en todos los estados de la república mexicana, siendo Sinaloa, San Luis Potosí, Michoacán, Baja California Sur y Zacatecas los estados con los mayores rendimientos a nivel nacional, mientras que Coahuila se ubica en la quinceava posición. Cabe recalcar, que gran parte de la producción nacional se da en condiciones intensivas de invernadero y con la aplicación de soluciones nutritivas que permiten incidir en los rendimientos del cultivo (SIAP, 2021)

El manejo nutricional aplicado a los cultivos incide en la disponibilidad de nutrientes en la zona de la rizósfera. En solanáceas, el aporte de elementos como N, K y Ca es considerable debido a que son demandados en grandes cantidades en etapa reproductiva. De esta manera en sistemas de producción intensiva, sobre todo en aquellos de agricultura protegida, el manejo nutricional es efectuado mediante la aplicación de soluciones nutritivas generalmente mediante sistemas de riego (Cadahía, 2005).

La aplicación de soluciones nutritivas Steiner a diferentes concentraciones en jitomate bajo condiciones de invernadero aplicado mediante el riego, ha demostrado tener resultados muy notorios, sobre todo en parámetros de crecimiento, productividad y calidad comercial del cultivo.

Por tanto y por lo expuesto anteriormente, para efectos de esta investigación se plantean los siguientes objetivos e hipótesis:

1.1 Objetivo general

Medir el efecto de soluciones nutritivas Steiner adecuadas al cultivo de tomate, a tres diferentes concentraciones, sobre los parámetros de crecimiento y productividad en tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tres soluciones nutritivas sobre las variables de crecimiento en tomate.
- Determinar el efecto de tres soluciones nutritivas en variables de rendimiento en tomate.
- Determinar el efecto de tres soluciones nutritivas sobre variables de calidad del fruto de tomate.

1.3 Hipótesis

H1: Las concentraciones de la solución nutritiva aplicada al suelo, mantienen una relación positiva con el crecimiento y productividad del cultivo de tomate establecido en suelo, en condiciones de invernadero.

H0: Las concentraciones de la solución nutritiva, no generarán variaciones sobre el crecimiento y productividad del cultivo de tomate establecido en suelo, con condiciones de invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen y distribución

Los ancestros nativos silvestres de lo que actualmente es el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) son nativos del trópico oeste de América del Sur, y se distribuyeron desde el centro de Ecuador, Perú y el norte de Chile (Darwin, Knapp y Peralta 2003), posteriormente fue distribuido en los países de Centro y Norteamérica, así como a otras partes del mundo. México es considerado como el centro de domesticación de este importante cultivo (Rick y Holle, 1990). El jitomate es una de las hortalizas con mayor superficie cultivada en el mundo (Valades López, 2013) y tiene una producción que se ha triplicado en las últimas décadas (Macías, 2003).

Este cultivo cuenta con una gran diversidad de parientes silvestres en distintos países, principalmente americanos, tales como *S. cheesmaniae*, *S. pimpinellifolium* L., *S. chmielewskii*, *S. neorickii*, *S. habrochaites*, *S. chilense*, *S. peruvianum* L. y *S. penelli* Correll (Peralta, Knapp y Spooner 2005). Se considera que el probable ancestro del jitomate cultivado es *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* la cual es una especie con una carga genética que le confiere resistencia a altas temperaturas y humedad, además de resistencia a los hongos que atacan las hojas y raíz (Hoyt 1992) (Esquinas y Nuez 1995) (Sánchez-Peña et al. 2006).

2.2 Importancia económica

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una hortaliza con alta demanda en el mercado mundial, lo que genera una gran derrama económica en su comercialización. Se considera la hortaliza de mayor importancia mundial y la de

mayor valor económico, su demanda aumenta continuamente y por tanto, su cultivo, producción y comercio también presentan incrementos (Délices et al. 2019).

A pesar de la pandemia mundial por Covid-19 en 2020, México tuvo un valor de producción de 31.7 mil millones de pesos, producto de las ventas de jitomate, quedando en segundo lugar, solo por debajo del valor generado por Chile verde, siendo uno de los años donde se han generado mayores ingresos, superando a los dos años anteriores (SIAP-SIACON 2020).

2.2.1 Producción mundial

China ocupa el primer lugar en producción de jitomate, mientras, Estados Unidos es el principal importador y México es el exportador número uno (FIRA 2017)

Según la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas (FAO 2022), China supera por mucho a los demás países en producción de tomate, mientras tanto, México figura en el noveno lugar, una posición más respecto al año 2014, donde ocupaba la décima posición (Figura 1).

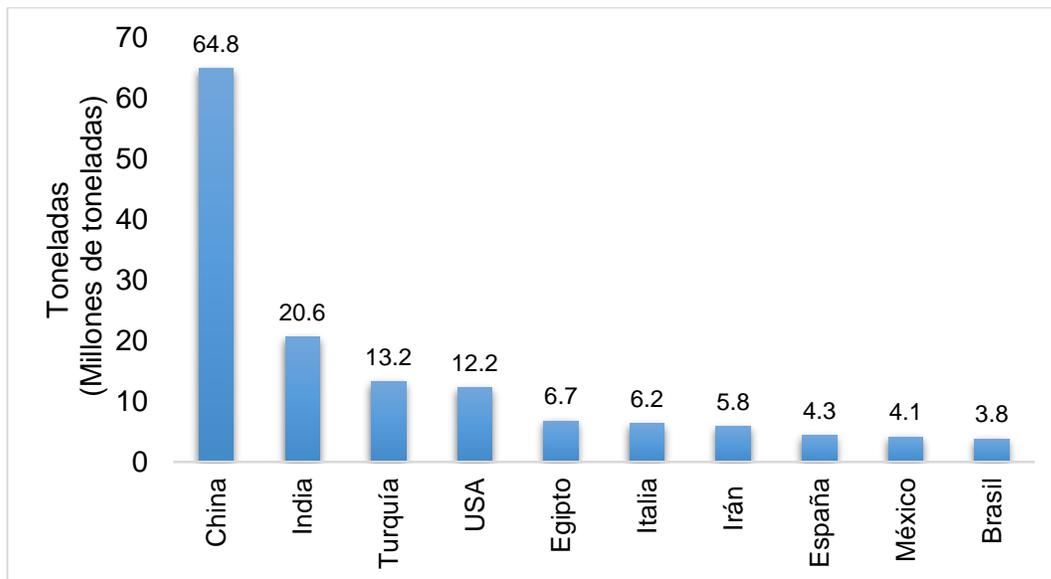


Figura 1. Producción mundial de tomate. FAO, (2022).

2.2.2 Producción nacional

Cabe destacar que en superficie sembrada, el jitomate (*Solanum lycopersicum L.*) ocupa el primer lugar de las hortalizas en México. De acuerdo a los registros del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2021, en México se sembró un total de 48, 413.8 hectáreas, de las cuales 47, 209.5 hectáreas fueron cosechadas y 101.5 fueron siniestradas, para un total producido de 3, 031, 668.7 toneladas, el rendimiento promedio por hectárea se situó en 64.2 toneladas (SIAP 2021). Del total de la producción, alrededor de 600 mil toneladas se orientaron a la exportación, principalmente a Estados Unidos y el resto se destinó al consumo nacional.

Los principales estados productores de jitomate a nivel nacional fueron Sinaloa, San Luis Potosí, Michoacán, Baja California Sur y Zacatecas. Sinaloa sigue ocupando el primer lugar en participación nacional, aunque los rendimientos más altos por hectárea están en San Luis Potosí, Nuevo León y Coahuila. El estado de Coahuila ocupa la quinceava posición con una producción de 69,195.9 toneladas y un rendimiento promedio por hectárea de 163.9 toneladas. La ciudad de México presentó la producción más baja nacional y Guerrero los menores rendimientos por hectárea.

Cuadro 1. Principales estados productores de jitomate (*Solanum lycopersicum L.*) a nivel nacional.

Entidad	Superficie (ha)			Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada		
Sinaloa	12,615.7	12,615.7	0.00	709,789.2	56.3
San Luis P.	3,342.2	2,571.2	771.0	343,670.3	133.7
Michoacán	6,600.7	6,599.7	1.0	237,841.9	36.0
Baja C. Sur	2,885.9	2,850.9	35.00	164,507.2	57.7
Zacatecas	2,422.2	2,422.2	0.0	158,970.3	65.6

2.3 Generalidades del cultivo

2.3.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica para el cultivo de tomate es la siguiente (López Marín 2017):

División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanácea
Genero	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Lycopersicum</i>

2.3.2 Descripción botánica

La planta de tomate es perteneciente a la familia de las solanáceas, es una planta herbácea y dicotiledónea, además, es un cultivo cíclico de porte arbustivo que se cultiva de manera anual (López Marín 2017). Su desarrollo puede darse de forma rastrera, semierecta o erecta, así también, existen variedades de crecimiento determinado e indeterminado (Gutiérrez Acuña 2019).

Raíz: El sistema radical consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas; forma un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 m. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas (León 1987).

Tallo: Es grueso, pubescente, anguloso y de color verde. Mide entre 2 y 4 cm de diámetro 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 (Escalona et al. 2009). En etapa inicial el tallo

tiene una apariencia herbácea; está compuesto de epidermis con pelos glandulares, corteza, cilindro vascular (xilema) y tejido medular (Escobar y Lee 2009).

Hoja: Es pinnada y compuesta. Presenta de siete a nueve folíolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y, por lo general, de color verde, glanduloso-pubescente por el haz y cenicento por el envés. Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuestos en posición alternada sobre el tallo. La posición de las hojas en el tallo puede ser semirecta, horizontal o inclinada (Escalona *et al.* 2009).

Inflorescencia: Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo por lo que asumen una posición pendiente. El cáliz verde se forma de un disco corto terminado en cinco a diez sépalos agudos, verdes muy pubescentes en el lado externo. La corola amarillo-verdosa tiene cinco o más pétalos que forman un tubo corto en la base y se abren en un solo plano con el ápice doblado hacia afuera cuando la flor está completamente abierta. Los estambres de cinco a diez en cada flor, forman una columna irregular, con las anteras verticales unidas, de unos cinco milímetros de largo. El pistilo está constituido por un ovario de varias celdas y un estilo largo, que sobresale apenas de las anteras y termina en un estigma achatado. Las flores se abren sucesivamente, de modo que en la misma rama o racimo de la planta puede haber botones, flores y frutos, en diferentes etapas de desarrollo. La antesis ocurre comúnmente por las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. La autopolinización es la más frecuente en el cultivo del tomate, la polinización cruzada en la mayoría de los casos representa apenas el 5% (León 1987).

Fruto: Es una baya subesférica globosa o alargada, que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 g. El fruto está formado por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo (López Marín 2017). El fruto del tomate

está constituido por un 94-95% de agua, el restante 5-6% es una mezcla compleja en la que predominan los constituyentes orgánicos, los cuales influyen en el sabor característico y su textura. El fruto tarda de 60 a 70 días desde la antesis (cuajamiento) hasta el momento de la cosecha (Escobar y Lee, 2009).

2.3.3 Etapas fenológicas

De acuerdo con lo expuesto por López Marín (2017), el cultivo del tomate presenta un desarrollo fenológico tal y como se detalla a continuación.

- Establecimiento de la planta.

Es el periodo de formación inicial de las partes aéreas de la planta, desde el desarrollo del semillero y establecimiento de la planta en campo.

- Crecimiento vegetativo.

Comprende los primeros cuarenta a cincuenta días desde la siembra de la semilla, después de los cuales las plantas comienzan su desarrollo continuo. A esta etapa le siguen cuatro semanas de crecimiento rápido.

- Floración e inicio del cuaje de la fruta.

Este periodo se extiende desde el inicio de la floración (de treinta a cincuenta días luego del trasplante) hasta la finalización del ciclo de crecimiento de la planta. El cuaje tiene lugar cuando la flor es fecundada y empieza el proceso de su transformación en fruto.

- Inicio del desarrollo del fruto.

El cuaje de la fruta ocurre luego de la polinización, que tiene lugar por medio del viento y las abejas. En esta etapa, una vez iniciado su crecimiento, la fruta no suele caerse y no presenta rastros de la flor. El crecimiento de la fruta y la acumulación de materia seca presentan un ritmo relativamente estable, hasta llegar a dos o tres grados de maduración.

- Maduración de la fruta e inicio de cosecha.

Por lo general la maduración ocurre aproximadamente ochenta días después del trasplante, dependiendo del cultivar, la nutrición y las condiciones climáticas. Luego, la cosecha continúa hasta llegar de los 180 a 210 días después del trasplante, dependiendo del cultivar de tomate o jitomate.



Figura 2. Etapas fenológicas del cultivo de tomate (Infoagrónomo, 2022).

2.3.4 Principales plagas y enfermedades

El tomate es una de las hortalizas que son invadidas por una gran diversidad de plagas y enfermedades durante su desarrollo. Entre las principales plagas se encuentran: araña roja, mosca blanca, minadores y nematodos. Para el caso de las enfermedades, los principales agentes causales son bacterias, hongos, virus, entre otros.

Cuadro 2. Principales plagas del tomate *Solanum Lycopersicum* L. (Syngenta 2022).

Plaga	Descripción	Daños ocasionados	Control
<p>Araña roja <i>Tetranychus urticae</i></p>	<p>Adultos de pequeño tamaño, de coloración variable de amarillo verdoso a rojo con su envejecimiento. El viento es su principal diseminador así como el contacto entre plantas. Su desarrollo se ve favorecido por condiciones calurosas y secas.</p>	<p>Absorben los jugos celulares produciendo en el tejido afectado una coloración amarilla que se torna a marrón con el paso del tiempo. Las poblaciones se sitúan en el envés de las hojas, apareciendo en el haz zonas enrojecidas. Con ataques muy graves, la planta detiene su crecimiento y aparece cubierta de una densa tela de araña.</p>	<p>Evitar dispersión mediante operaciones culturales. Eliminación de malas hierbas. Se recomienda aplicar control biológico con <i>Amblyseius andersoni</i>, <i>Amblyseius californicus</i>, <i>Phytoseiulus persimilis</i>,</p>
<p>Minador del tomate <i>Liriomyza trifoli</i> Burgues</p>	<p>El adulto es una mosca de unos 2 milímetros de tamaño, de color negro y amarillo y con alas de color claro. El huevo es depositado por la hembra en el interior de la hoja, siendo de un tamaño aproximado de un cuarto de milímetro. Las larvas viven todo el estadio en el interior de las hojas, realizando las galerías por la alimentación de esta. En un principio son de color casi transparente pero con el paso del tiempo van adquiriendo una tonalidad verde-amarillenta.</p>	<p>Los adultos para alimentarse o para realizar las puestas producen picaduras en las hojas. Las larvas, al alimentarse del parénquima foliar, realizan galerías que posteriormente se necrosan. Estos daños reducen la capacidad fotosintética de la planta, además de ser foco de entrada para hongos, bacterias, etc...</p>	<p>Colocación de placas Cromotrópicas Amarillas tanto de monitoreo como de control.</p> <p>Utilizar organismos de control biológico como: <i>Diglyphus isaea</i>.</p>
<p>Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) y <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)</p>	<p>Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas de huevos. Los huevos son depositados por la hembra en el envés de las hojas. Las moscas blancas hembras pueden poner huevos no fertilizados de los cuales nacerán sólo machos. Los huevos fertilizados darán</p>	<p>Directos: Proliferación de fumagina sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas.</p> <p>Indirectos: Transmisora del TYLCV</p>	<p>Utilización de trampas cromáticas amarillas (de monitoreo y control). Uso de cerramientos adecuados (mallas, doble puertas, etc.) para evitar la entrada del exterior. No asociar cultivos en</p>

	<p>lugar a hembras. Cada hembra puede producir hasta doscientos huevos durante toda su vida. Tarda entre 30 y 40 días en desarrollarse desde huevo a adulto, dependiendo de la temperatura y otros factores ambientales.</p>	<p>(virus del rizado amarillo del tomate o "virus de la cuchara").</p> <p>También es transmisora del ToCV (Virus de la clorosis del Tomate)</p>	<p>la misma parcela. Eliminar las malas hierbas y restos de cultivos ya que pueden actuar como reservorio de la plaga. Realizar rotaciones de cultivos.</p> <p>Control biológico con: <i>Nesidiocoris tenuis</i>, <i>Eretmocerus spp</i> y <i>Encarsia formosa</i></p>
<p>Nematodos del tomate <i>Meloidogyne incognita</i> Kofoid & White, <i>Meloidogyne arenaria</i> Neal y <i>M. Javanica</i> Treub</p>	<p>Las hembras depositan los huevos que se convierten en larvas, sufriendo mudas hasta convertirse en adultos.</p> <p>Estas larvas entran por cualquier parte vegetal en contacto con el suelo húmedo, pero principalmente por la punta de los pelos absorbentes, ya que su estilete no es muy vigoroso.</p> <p>Si la planta es un huésped adecuado y el clima es templado, las hembras depositan huevos después de 20-30 días de haber penetrado como larvas.</p>	<p>Los síntomas en tomate se manifiesta en los típicos nódulos o engrosamientos en las raíces que le dan el nombre común de "batatilla".</p> <p>Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que se traduce en un menor desarrollo de las plantas y síntomas de marchitez en verde en las horas de mayor calor, clorosis y enanismo.</p>	<p>Empleo de variedades resistentes.</p> <p>Mantenimiento de un nivel de materia orgánica adecuada en el suelo.</p> <p>Solarización tras el cultivo afectado.</p>
<p>Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande)</p>	<p>Pequeños insectos que miden entre 1 y 2 mm de longitud con una coloración que varía del marrón oscuro al amarillo claro. Saltan, vuelan y se desplazan con gran agilidad de un lugar a otro. Generalmente ponen los huevos en las flores donde nacen las primeras larvas que se alimentan picando los tejidos, para extraer los jugos celulares. Tienen varias generaciones por año.</p>	<p>Directos: Al picar los tejidos y succionar el contenido de las células vegetales, la zona afectada adquiere primero un color plateado y posteriormente muere.</p> <p>Indirectos: <i>Frankliniella occidentalis</i> transmite el virus del bronceado del</p>	<p>Se recomienda realizar aplicaciones de a base de abamectina. Una segunda opción es el control biológico con <i>verticillium lecani</i></p>

		tomate (TSWV). Se manifiesta en forma de manchas circulares con muerte del tejido, tanto en hojas, flores y frutos.	
--	--	---	--

Cuadro 3. Principales enfermedades del tomate *Solanum lycopersicum* (López Marín 2017).

Enfermedad	Síntomas	Diseminación	Control
Tizón tardío o Secadera (<i>Phytophthora infestans</i>)	Destruye el follaje, los tallos y los frutos de la planta en cualquier etapa de crecimiento. Las lesiones son necróticas y pueden ser extensivas, son de color café y de forma circular, delimitadas por las nervaduras y con un halo clorótico a su alrededor, con un pequeño margen de agua sobre el follaje. En los frutos inmaduros las lesiones se presentan como manchas café con superficie y contorno irregular.	Está distribuido en todo el mundo y los hospederos son las solanáceas. Se ve favorecido por humedades relativas superiores a 90 % y temperaturas entre 10 °C y 25 °C	Usar genotipos con resistencia, hacer rotación de cultivos, emplear nutrición balanceada, colocar bandas plásticas sobre el cultivo, eliminar los residuos vegetales del cultivo, las plantas voluntarias y las malezas. Usar fungicidas bajo un manejo integrado de plagas y de manera rotativa con clorotalonil, azoxistrobina y metalaxil + mancozeb, entre otros.
Fusarium o marchitez fungosa (<i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i>)	La planta manifiesta una marchitez en verde de la parte aérea, aunque puede ser reversible. Los síntomas comunes son: caída de peciolo de las hojas superiores y amarillamiento de las hojas inferiores, que avanza hacia el ápice hasta provocar la muerte de la planta.	Se encuentra en todo el mundo y se dispersa por medio de semillas contaminadas, el viento, labores del cultivo, plantas enfermas o herramientas contaminadas. Sobrevive en el suelo durante años. La temperatura óptima de desarrollo del hongo es de 28 °C.	Eliminar residuos de cosecha, usar semillas o plántulas sanas, emplear cultivares resistentes, hacer aplicaciones de abonos orgánicos y rotación de cultivos con leguminosas. Mantener bajas poblaciones de nematodos y una fertilización adecuada para evitar el estrés de la planta. Usar fungicidas en forma alterna y racional como clorotalonil, oxiclورو de cobre, mancozeb.
Pudrición de la base del tallo por fusarium	Los síntomas pueden ocurrir en plántulas recién sembradas, con una decoloración	Es favorecida por los suelos con pobre drenaje y compactados, el	Hacer una buena preparación del suelo, desinfectar las herramientas de

<p>(<i>Fusarium solani</i>)</p>	<p>rojiza a café oscura, que luego se agrietan longitudinalmente. Las hojas bajas se vuelven amarillas y, paulatinamente, afecta el resto de la planta. También puede haber pudrición del tallo y marchitez de la planta.</p>	<p>estrés hídrico, una fertilización desequilibrada o la aplicación de nitrógeno en forma de amonio. Los daños son severos en suelos desgastados y erosionados.</p>	<p>trabajo, realizar la rotación de cultivos, eliminar plantas enfermas y restos de cultivos, sembrar variedades con resistencia, usar semilla certificada y plantas sanas, usar coberturas plásticas para evitar el agua de lluvia sobre la planta y evitar el salpique, emplear fungicidas bajo un manejo integrado de plagas y fungicidas aprobados para el cultivo de tomate.</p>
<p>Mildiu polvoso o cenicilla (<i>Leveillula taurica</i>, <i>Erysiphe orontii</i> y <i>Oidium lycopersicum</i>)</p>	<p>Afecta el follaje de la planta e inicia con pequeñas manchas de color café amarillento en el haz de las hojas, que se vuelven necróticas en el centro y se puede mirar un micelio de color blanco en el envés. Seguidamente, las lesiones pueden unirse y la hoja se seca y se desprende. Los frutos se desarrollan pequeños y la producción se reduce.</p>	<p>Tiene un amplio rango de hospederos (tomate, papa, berenjena, chile dulce, zanahoria, cebolla, alcachofa y otras especies. Sus estructuras pueden viajar largas distancias a través de fuertes corrientes de aire. Es capaz de desarrollarse en rangos de 10 °C a 35 °C, con un óptimo de 27 °C y una humedad relativa entre 52 % y 75 %.</p>	<p>Eliminar las arvenses y los restos de residuos del cultivo, usar variedades resistentes y trasplantes sanos. Bajo un manejo integrado de plagas se pueden emplear fungicidas como azufre, trifloxistrobina y carbendazina, entre otros.</p>
<p>Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris pv. vesicatoria</i>, <i>X. perforans</i>, <i>X. gardneri</i>)</p>	<p>Al inicio, las hojas infectadas muestran lesiones pequeñas, oscuras que luego causan el amarillamiento de la hoja y apariencia mojada por la alta infección. Afecta hojas, tallos y frutos, y causa manchas de 2 a 3 mm que se vuelven angulares y la superficie puede parecer grasienta, con el centro traslúcido y el borde negro.</p>	<p>Se favorece por alta humedad, fuertes lluvias y vientos, el riego por aspersión y temperaturas cálidas entre 24 y 30 °C.</p>	<p>Usar semilla sana o tratada y variedades resistentes, limpiar el equipo de campo, evitar que la planta tenga agua libre y que haya una buena ventilación, hacer aplicaciones preventivas de cobre al follaje, después de que llueva o haya condiciones favorables para la enfermedad.</p>
<p>Cáncer bacteriano del tomate</p>	<p>En plantas jóvenes ocasiona necrosis en</p>	<p>Condiciones de elevada temperatura y</p>	<p>Usar semilla limpia o material de trasplante</p>

<p><i>(Clavibacter michiganensis)</i></p>	<p>los márgenes de las hojas color café claro a oscuro en las hojas y tallos, y se observan pequeñas ampollas prominentes de color blanco. En plantas desarrolladas, ocurre amarillamiento de las hojas y necrosis marginal, en tallos y pecíolos se puede observar decoloración de los tejidos vasculares al realizar un corte. Las hojas infectadas mueren. Los tejidos vasculares toman un color café claro a rojizo. Afecta los frutos, provocando manchas oscuras rodeadas de un halo blanco, similar a un ojo de pájaro.</p>	<p>humedad (18-24 °C y más del 80 % de humedad), son favorables para el desarrollo de la enfermedad y aplicación en exceso de nitrógeno.</p>	<p>sano, desinfectar el equipo de poda o injerto, eliminar plantas y frutas infectadas, desinfectar las manos del personal de trabajo para evitar la transmisión del patógeno, evitar las altas densidades de siembra y aplicaciones excesivas de fertilizante a base de nitrógeno.</p>
<p>Virus del mosaico del tabaco (TMV)</p>	<p>Aparece en forma de mosaico verde claro y oscuro en las hojas. Los frutos no presentan síntomas y en las plantas afectadas se reduce el número y el tamaño de los frutos, que no maduran. Las hojas se encrespan y deforman y se reduce el follaje de la planta.</p>	<p>Tiene muchos hospederos cultivables y otros silvestres, entre los que se incluyen la calabaza, el chile dulce, la lechuga, el frijol, la papa, el tomate, el melón y el pepino, entre otros. Es un Begomovirus y sobrevive en restos de plantas secas por cien años. Se transmite por medio de semillas y de forma mecánica (contacto) y no es transmitido por insectos.</p>	<p>Usar variedades resistentes, sembrar plántulas sanas, eliminar las plantas enfermas, desinfectar las herramientas de trabajo y efectuar el lavado de manos de los trabajadores, tratar las semillas con un bactericida o realizar tratamiento térmico de dos a cuatro días a 70 °C sin afectar la germinación, emplear una fertilización equilibrada y realizar un buen control de malezas.</p>
<p>Virus del bronceado del tomate (TSWV)</p>	<p>Provoca síntomas como enanismo, necrosis, clorosis, atrofiamiento y lesiones locales en las plantas, lesiones negras en los pecíolos, manchas foliares necróticas, hojas curvadas y reducción del</p>	<p>Se transmite por trips de modo persistente circulativo y se multiplica dentro del insecto. Los principales hospedantes del virus son los crisantemos, las cucurbitáceas, el frijol, el geranio, la manzana, la lechuga,</p>	<p>Efectuar el control del insecto transmisor del virus (trips), disminuir las fuentes de inóculo provenientes de plantas infectadas, malezas, residuos de cosecha y frutos, sembrar variedades resistentes, usar control biológico de</p>

	<p>crecimiento, frutos con lesiones de color amarillo o café y maduración irregular. Algunas plantas afectadas pueden morir por necrosis severa.</p>	<p>el maní, la papa, el pimiento, el tabaco y el tomate, entre otros. El virus no se transmite por medios mecánicos.</p>	<p>trips utilizando ácaros fitoseidos del género <i>Amblyseius</i> y antocóridos del género <i>Orius</i>, hacer rotación de cultivos, usar trampas pegajosas de color azul para capturar trips y llevar a cabo un control químico según un manejo integrado de plagas con insecticidas como cipermetrina y deltametrina.</p>
--	--	--	--

2.4 Manejo agronómico

2.4.1 Nutrición

Se sabe que alrededor de 16 elementos minerales, participan en los procesos metabólicos y de crecimiento de una planta, por lo cual, la disponibilidad y aporte de estos elementos considerados esenciales para determinado cultivo, bajo determinadas cantidades, permitirá el óptimo desarrollo, del mismo. Por otro lado y de acuerdo con la Ley del Mínimo de Liebig, se ha establecido, que tanto el crecimiento, como los rendimientos de un cultivo, van a estar determinados por el elemento mineral esencial para el desarrollo de la planta, que se encuentre presente en cantidades menores a las requeridas (Mengel y Kirkby 2000).

El requerimiento nutricional del cultivo, será aportado mediante complementación por medio de fertilizantes inorgánicos en la mayoría de los casos, disueltos en una solución nutritiva que contendrá el total de elementos requeridos.

La solución nutritiva (SN) consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la SN (Steiner 1961). Para que la SN tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner 1961).

Cada cultivo presentará un requerimiento determinado de macronutrientes y micronutrientes. Esta cantidad de nutrientes demandados, está en función de la cantidad de biomasa generada y la productividad del cultivo. Así, para el cultivo de tomate, una solución nutritiva que permite aportar los minerales necesarios para

su óptimo desarrollo y potencial productivo es la que se compone de los siguientes macronutrientes tal y como sigue (mEq L^{-1}): NO_3 : 15, H_2PO_4 : 2, K: 9, Ca: 10, Mg: 3, SO_4 : 5, mientras que para micronutrientes, se compone de la siguiente manera (mg L^{-1}): Fe: 1.5, Mn: 0.6, Zn: 0.2, B: 0.5, Cu: 0.15 y Mo: 0.05 (ACEA 2022).

En cultivos establecidos en suelo, la solución nutritiva aplicada via fertirriego, compondrá en conjunto con el agua que contenga el suelo, la porción líquida del mismo. A esta fracción líquida del suelo se conoce como solución del suelo, y es el medio en el cual, los elementos minerales en formas iónicas asimilables para la planta, estarán disueltos y disponibles para su absorción por medio del sistema radicular (Hernández et al. 2014).

La cantidad de nutrientes disponibles en la solución del suelo, dependerá de la cantidad y tipo de fertilización aplicada, lo cual impacta directamente en el desarrollo del cultivo (Canales-Almendares et al. 2021). En esquemas de producción intensiva, la aplicación de la nutrición mineral se determina en función de la fenología del cultivo, por lo cual en las primeras etapas, las soluciones nutritivas son diluidas a concentraciones próximas al 50%, para posteriormente incrementarlas conforme el cultivo se desarrolla. La efectividad y el momento de incrementar la concentración de la solución nutritiva determinan el crecimiento y productividad del cultivo.

2.4.2 Labores culturales

El cultivo de tomate, sobre todo los de crecimiento indeterminado, presentan un desarrollo vegetativo alto, generando ramificaciones axilares, las cuales deben ser eliminadas para evitar que estas crezcan y dificulten el manejo, además de que se hace más eficiente la producción (Machado, Alvarenga y Florentino 2007).

Por otro lado, Este tipo de cultivos requiere de tutorio mediante hilos o estacas, en producciones intensivas, se emplean hilos plásticos para guiar el tallo productivo y evitar que este se elongue en el suelo (Matos, Shirahige y de Melo 2012). Así pues, las labores culturales mayormente requeridas por este tipo de tomates, son la poda de formación y poda de mantenimiento, además del tutorio de los tallos productivos.

En algunos casos, cuando no se emplea acolchado plástico, se vuelve necesaria la eliminación de malezas y arvenses que pudieran competir con la planta por nutrientes en el suelo o sustrato (García-León et al. 2018).

Del mismo modo, el control de plagas y enfermedades corresponde a una de las actividades de manejo con mucha importancia. Esto permite obtener menor afectación en la productividad del cultivo, sobre todo si se trata de plagas y enfermedades que afectan directamente el área foliar y radicular, por lo cual el establecimiento de programas de manejo preventivo es idóneo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del Experimento

El ensayo se estableció en un invernadero de tipo capilla modificada, con cubierta plástica de polietileno, de tipo blanco lechoso, ubicado dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se ubica dentro de las coordenadas 25° 21' 15.66" Latitud Norte y 101° 02' 3.54" longitud Oeste, con una altitud de 1,760 msnm. La ubicación geográfica corresponde a la región sureste del estado de Coahuila, la cual presenta una precipitación media anual de 350-400 mm y una temperatura media anual de 18.8 °C. Del mismo modo, en la región predomina un suelo de tipo calcáreo con alto contenido de calcio y magnesio y bajo contenido de materia orgánica.

3.2 Material genético

Se emplearon plántulas de tomate de tipo Saladette de crecimiento indeterminado. Las plántulas injertadas estuvieron integradas por un porta injerto o patrón correspondiente al híbrido Espartaco (Harris & Moran, CA, USA) y el injerto Benedetti (Enza Zaden, Enkhuizen, NL). Las plántulas estuvieron desarrolladas a dos tallos.

3.3 Diseño experimental

En el experimento se evaluaron tres soluciones nutritivas aplicadas al suelo, las cuales corresponden a tres concentraciones diferentes (75, 100 y 125%). La solución nutritiva empleada consistió en una solución Steiner modificada para el cultivo de tomate, la cual presento los requerimientos para macroelementos como sigue (mEq L⁻¹): NO₃: 15, H₂PO₄: 2, K: 9, Ca: 10, Mg: 3, SO₄: 5, mientras que para micronutrientes, se compuso de la siguiente manera (mg L⁻¹): Fe: 1.5, Mn: 0.6, Zn: 0.2, B: 0.5, Cu: 0.15 y Mo: 0.05 (ACEA 2022).

Se estableció en campo, el experimento bajo un diseño de bloques completos al azar, compuesto por tres bloques dentro de los cuales se aleatorizaron los tres tratamientos. La cama de siembra presento dimensiones de 1.20 m de ancho en su base, 0.6 m en la parte superior y una altura de 0.30 m. A cada cama de siembra se le aplicó acolchado plástico y cinta de riego por goteo con emisores a 20 cm y un gasto de agua para cada emisor de 1 litro por hora.

3.4 Variables evaluadas

Se tomaron en cuenta variables agronómicas de crecimiento, rendimiento y calidad del fruto para explicar el efecto de la concentración de la solución nutritiva sobre el cultivo.

3.4.1 Variables agronómicas de crecimiento, rendimiento y calidad de fruto

Se tomaron 3 plantas de jitomate y tres frutos por cada tratamiento y repetición. Se iniciaron las mediciones de las variables de crecimiento a los 15 Días Después de Siembra (DDS) a intervalos de una semana, las variables de calidad de fruto y productividad se evaluaron cuando el fruto se encontraba etapa 4 de maduración de acuerdo a los parámetros de USDA. A las plantas seleccionadas se les midió:

Longitud de Tallo Superior e Inferior (LTS y LTI): Se midió la longitud de los tallos superior e inferior de tres plantas de cada tratamiento y repetición. Los valores se expresaron en cm.

Diámetro de tallo (DT): Empleando un vernier digital, se midió el diámetro del tallo principal de tres plantas, por tratamiento y repetición. Los valores se expresaron en mm.

Firmeza de fruto (FF): Empleando un penetrómetro manual con una punta de calibre 8 mm (Qa Supplies, VA, USA) se perforaron tres frutos de cada tratamiento y repetición para diez racimos cosechados. Los valores obtenidos se expresaron en Kg cm^{-2} .

Sólidos solubles (SS): Usando un refractómetro portátil Bx-1 (Vee Gee, IL, USA), se extrajo el jugo de tres frutos por tratamiento y repetición para cada racimo, obteniéndose los valores en grados Brix (%).

Número de frutos (NF): Se contabilizó el número de frutos por racimo, de seis tallos productivos, considerando diez racimos del ciclo productivo, para cada tratamiento y repetición.

Peso promedio de fruto (PPF): Se obtuvieron los pesos de cada fruto cosechado, por tratamiento y repetición obteniéndose la media mediante la división del total de gramos cosechados entre el número de frutos cosechados para cada tratamiento y repetición. Los valores se reportaron en g fruto⁻¹.

Rendimiento (RR): Se obtuvo el promedio de la sumatoria de los pesos de los frutos cosechados por racimo, el resultado se expresó en g de fruto por racimo.

3.5 Análisis estadístico

Se empleó un modelo estadístico de bloques completos alzar, el cual se compone de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} =Observación en el j-ésimo bloque, con efecto del i-ésimo tratamiento.

μ = Media general de la variable.

τ_i =Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental en el j-ésimo bloque e i-ésimo tratamiento.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) ($p \leq 0.05$), y una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico Infostat v. 2020 (Infostat Inc., Córdoba, Argentina).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en ANOVA para las variables evaluadas, aplicando solución nutritiva Steiner a tres distintas concentraciones, se pudo observar que las variables LTI, LTS, FF, SS, NF, PPF y RR presentaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$), sin embargo, para DT no se observó diferencia significativa entre tratamientos. Caso contrario, los resultados entre bloques no fueron significativos para las variables LTI, LTS, FF, SS, NF, PPF, RR y altamente significativa para DDT ($p \leq 0.01$).

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en *Solanum lycopersicum* L. aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

F.V.	G.L.	LTI (cm)	LTS (cm)	DT (mm)	FF (Unidad)
Tratamiento	2	5007.27**	4405.4**	0.32 ^{NS}	0.26 **
Bloque	2	1118.42 ^{NS}	526.1 ^{NS}	1.8 **	0.03 ^{NS}
Error	4	234.73	96.47	0.09	0.01
C.V.		3.6	2.27	1.49	1.49
F.V.	G.L.	SS (%°Brix)	NF (Unidad)	PPF (g)	RR (g)
Tratamiento	2	0.16 **	2.71 **	27.13 **	26134.18 **
Bloque	2	0.00084 ^{NS}	0.21 ^{NS}	8.1 ^{NS}	2808.1 ^{NS}
Error	4	0.01	0.13	2.98	408.44
C.V.		1.72	5.25	2.26	3.9

**= significancia al 0.01 de probabilidad; NS= no significativo; LTI= longitud de tallo inferior; LTS=longitud de tallo superior; DDT= diámetro de tallo; FF= firmeza de fruto; SS= solidos solubles; NF= número de fruto; PPF= peso promedio de fruto; RR= rendimiento por racimo.

La prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para la variable LTI, permitió detectar que los mejores resultados fueron para el tratamiento SN125% con una altura de 466.3 cm superando estadísticamente al tratamiento SN100% y al tratamiento SN75%, los cuales obtuvieron resultados promedios de altura de 426.4 y 384.5 cm respectivamente.

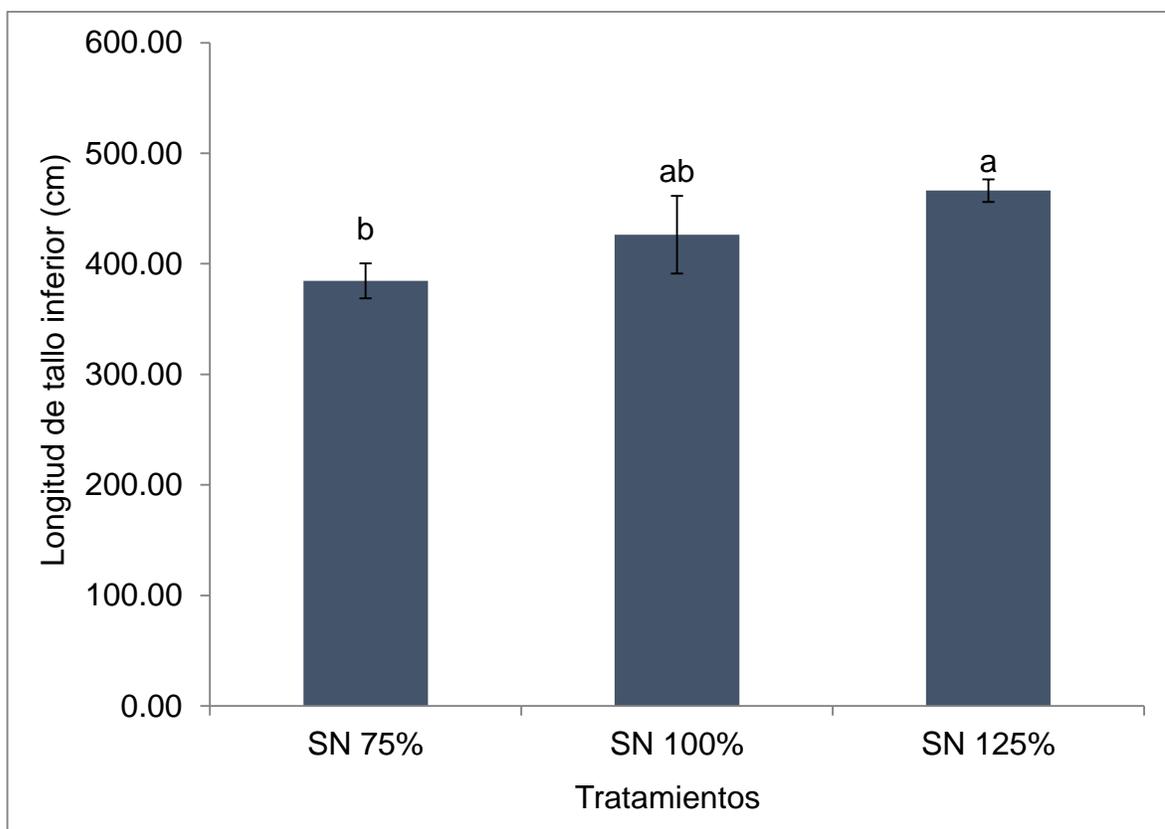


Figura 3. Comparación de medias para la variable longitud de tallo inferior en *Solanum lycopersicum* L. aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

En cuanto a la variable LTS, el tratamiento SN125% mostró los mejores resultados estadísticos con una altura promedio de 476.8 cm, superando al tratamiento SN100% que obtuvo un resultado promedio de 438.9 cm y al tratamiento SN75% que presentó una altura promedio de 391.9 cm.

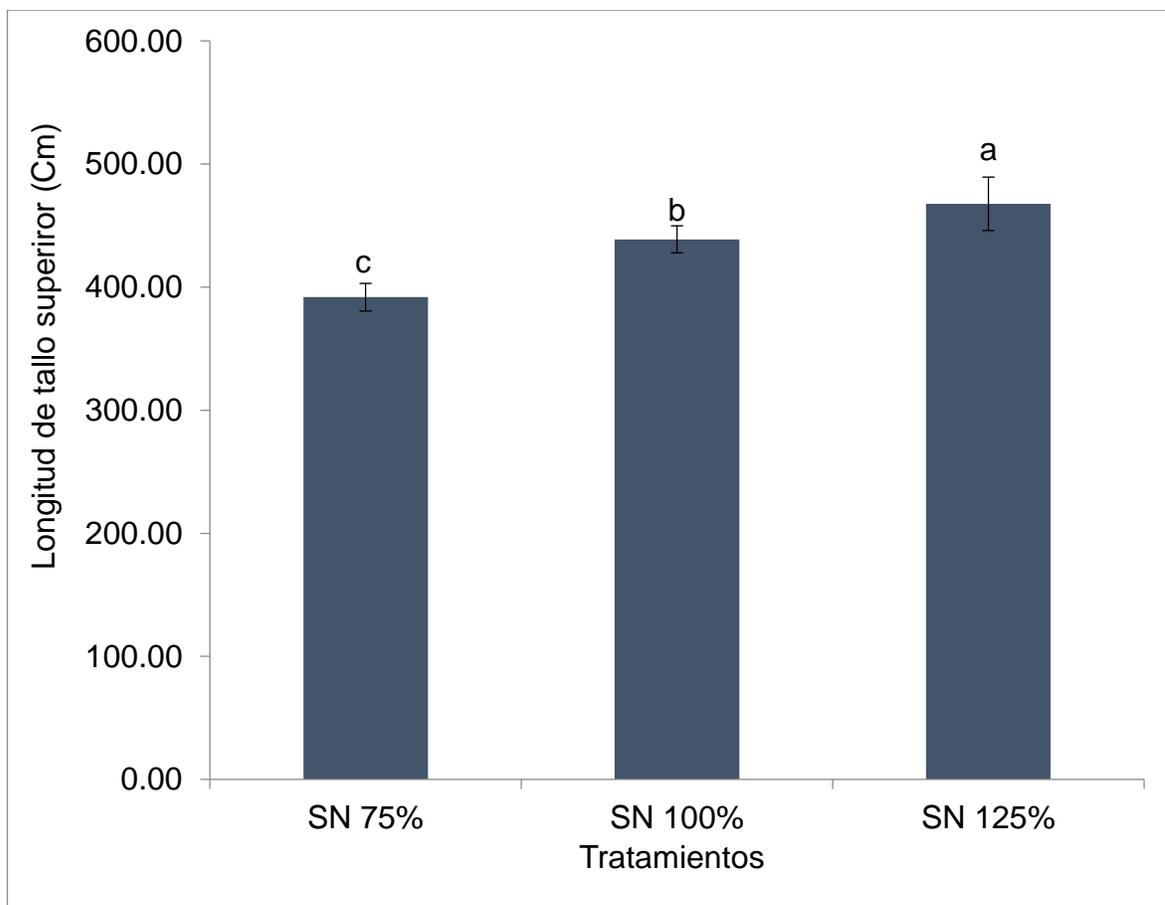


Figura 4. Comparación de medias para la variable longitud de tallo superior en *Solanum lycopersicum* L. aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

(Mendoza-Pérez et al. 2018) recomiendan utilizar dos tallos en plantaciones de tomate Saladette bajo invernadero, un tallo inferior y uno superior, esto debido a que presentan tamaños considerables de frutos para la producción dirigida al mercado interno y de buena calidad comercial comparado con plantaciones de uno y tres tallos. Respecto a los resultados obtenidos, (Zermeño-González et al. 2021) han reportado el efecto de la coloración de la cubierta del invernadero como uno de los factores que incide en el crecimiento del cultivo, así pues, colores como el azul generan los valores más altos mientras que el uso de polietileno difuso comercial, el cual es similar al empleado en el presente experimento, disminuye el crecimiento de la planta.

La altura de la planta estará entonces determinada, además del factor nutricional, por la disponibilidad del espectro de luz. Para la misma variable, (Zhang *et al.* 2020) reportaron valores de entre 114.7 a 132.8 cm, para el mismo cultivo, al cual se le aplicó un tratamiento de riego completo hasta los 100 DDT. De otro modo, el estrés salino afecta a la altura de la planta de tomate, incluso cuando la solución nutritiva se aplique en función del requerimiento por etapa del cultivo (Pérez-Labrada *et al.* 2019).

La comparación de medias para la variable DT, permitió observar que SN125% fue el que obtuvo los mejores resultados con 19.92 mm respecto a SN100% con un DT de 19.47 mm y SN75% con 19.22 mm, aunque los tres tratamientos fueron estadísticamente iguales. Esto significa que las diferencias entre un tratamiento y otro no fueron muy marcadas. Estos resultados superan a los presentados por (Sánchez del Castillo *et al.* 2021) quienes tuvieron resultados entre 11.4 y 13.8 mm de diámetro de tallo usando SN100%. Al igual, los resultados de esta investigación también superaron a los presentados por (de la Rosa Rodríguez *et al.* 2016) que obtuvieron diámetros de tallos de 13 a 17 mm. Por su parte, (Zhang *et al.* 2020) sugieren un impacto directo de la disponibilidad de riego, el cual incide en la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Del mismo modo, (Álvarez-Hernández 2012) menciona que es posible identificar un efecto del genotipo sobre DT. A su vez, (Pérez-Labrada *et al.* 2019) reportaron un efecto negativo de la salinidad del suelo con decremento del diámetro de la planta de tomate.

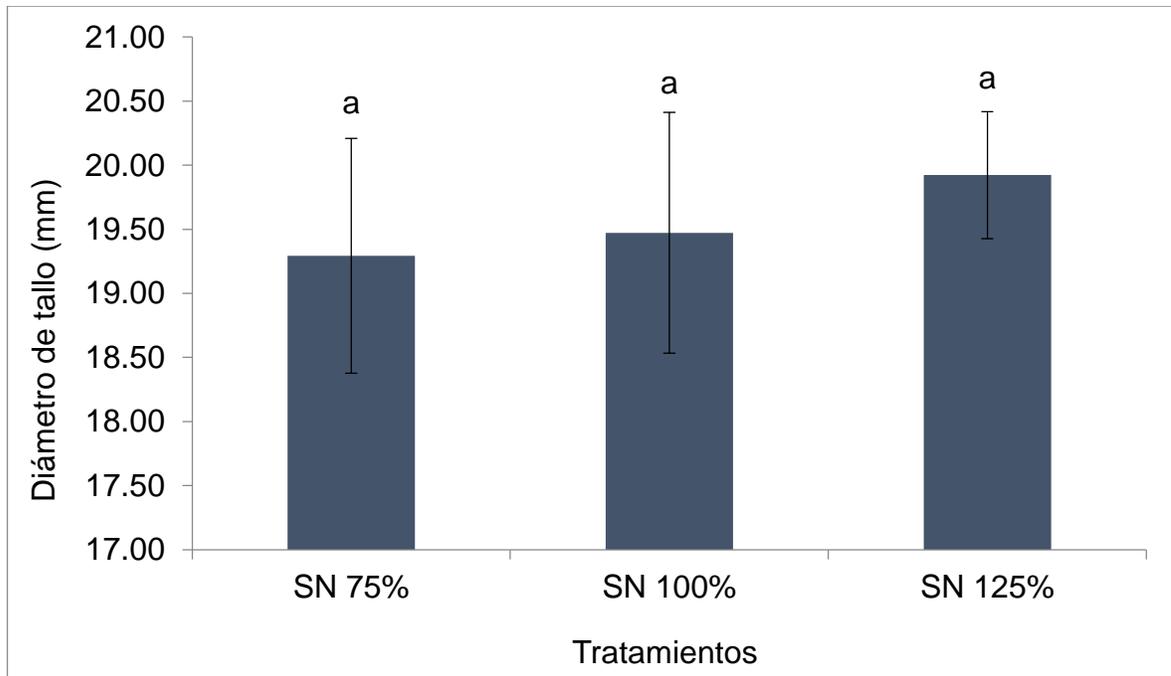


Figura 5. Comparación de medias para la variable diámetro de tallo en (*Solanum lycopersicum* L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

En cuanto a la variable FF, se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo SN125% el que presentó los resultados más altos con 6.83, mientras que SN100% tuvo una firmeza de 6.46 y el cual a su vez superó en firmeza a SN75% que tuvo un resultado de 6.24. Por otra parte, (Santis et al. 2019) obtuvieron una firmeza de 9 lb cm⁻² (4.08 kg cm⁻²) en los frutos, aplicando microelementos de Fe, Cu y Zn suplementario a diferentes concentraciones en una solución Steiner. (Casierra-Posada y Aguilar-Avenidaño 2008) reportan que el estado de maduración a la cosecha, relacionado directamente con la actividad enzimática que degrada los componentes de la membrana celular, afecta el grado de firmeza del fruto.

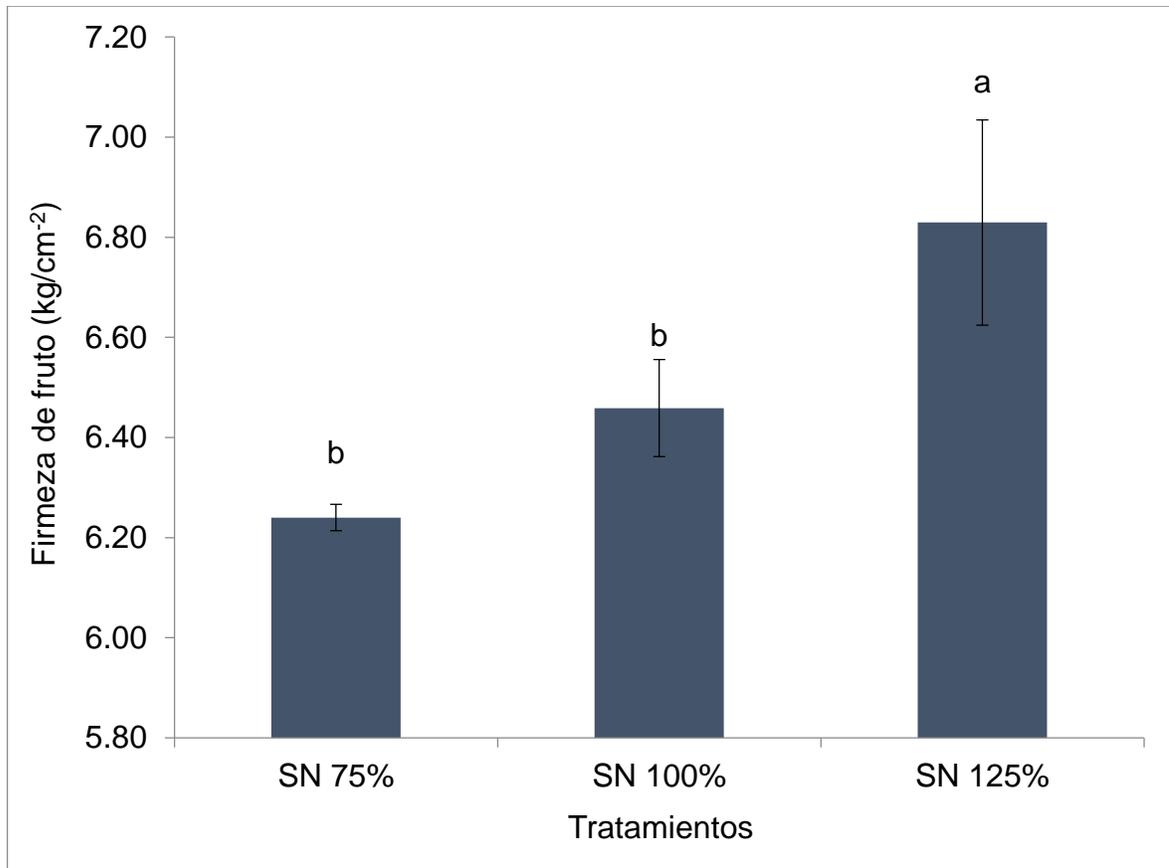


Figura 6. Comparación de medias para la variable firmeza de fruto en (*Solanum lycopersicum* L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

Los resultados obtenidos en la comparación de medias de la variable sólidos solubles (SS), fue la SN125% que mostro los mejores porcentaje de grados Brix con 5.06 grados. SN100% tuvo un promedio de 4.89 grados Brix, el cual estuvo por debajo de SN100%, pero supero a SN75%, que obtuvo un porcentaje de 4.61 grados Brix. (Silva Barrera 2021) describe una relación de la actividad fotosintética de la planta con la síntesis de azúcares mientras que la ausencia de K en el sistema radicular permite que los iones de Cl se integren a la vía del malato, incrementando el transporte de agua a órganos de demanda. (Barrera-Puga et al. 2015) por su parte, informaron que la aplicación de concentraciones altas de calcio, genera disminución de los valores para SS, esto originado por la hidratación celular ocasionada por este ion, lo que genera dilución de azúcares.

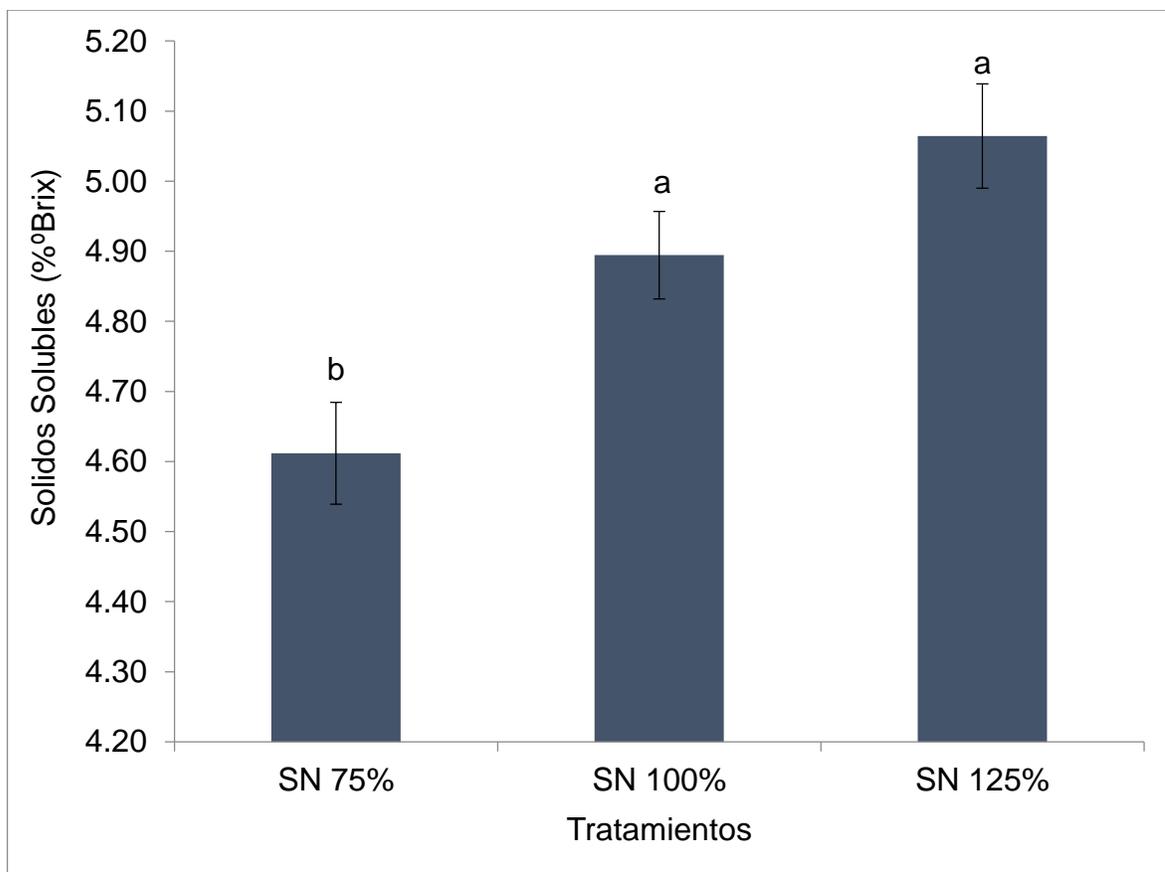


Figura 7. Comparación de medias para la variable solidos solubles en (*Solanum lycopersicum* L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

En NF, se encontraron resultados estadísticamente diferentes entre los tres tratamientos, siendo SN125% el que obtuvo los mejores resultados con una media de 7.8 unidades por racimo, mientras que SN100% fue de 6.6 unidades y SN75% fue de 5.9 unidades por racimo. Estos resultados coinciden con los presentados por (Arévalo-Madrigal *et al.* 2018) informaron que la aplicación de podas de formación para la obtención de plantas a dos tallos, incrementa el número de frutos pero disminuye su tamaño, al respecto las plantas evaluadas en el presente experimento, estaban podadas a dos tallos. Monge, (2015) determinó que el número de frutos por racimo depende directamente del genotipo y variedad.

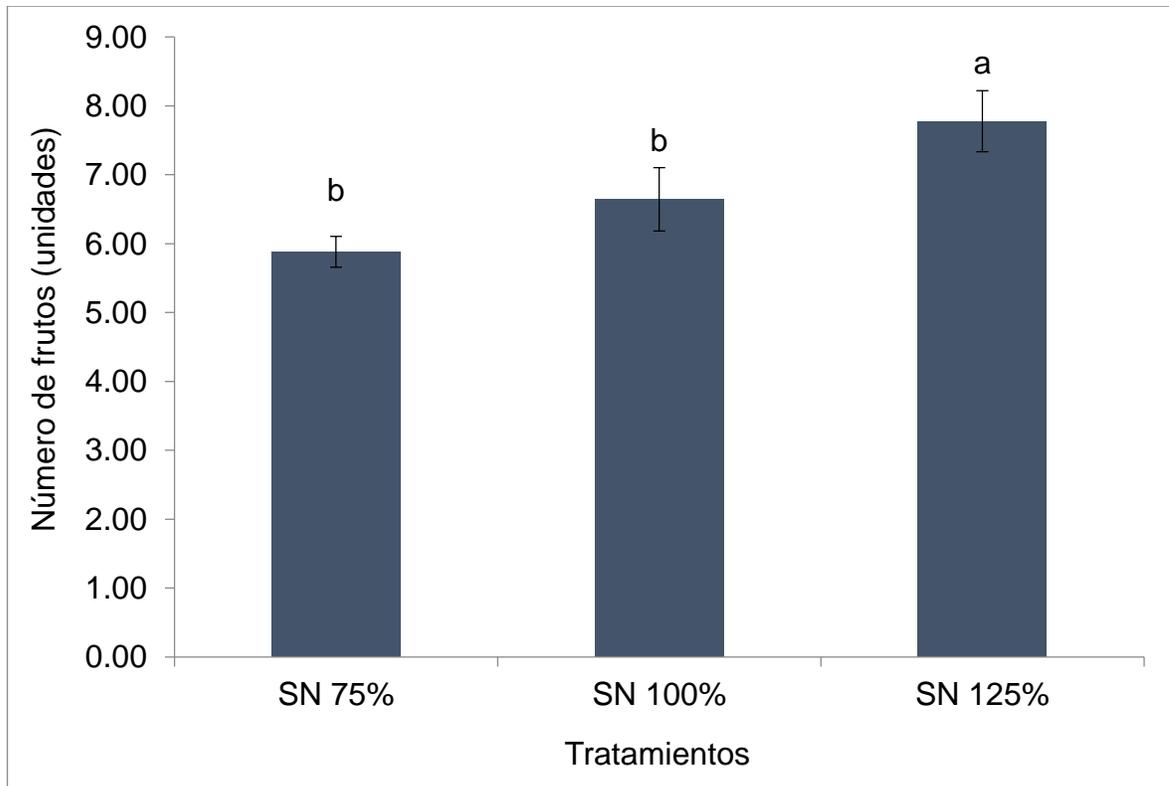


Figura 8. Comparación de medias para la variable número de fruto en (*Solanum lycopersicum* L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

En PPF, se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo SN125% el que obtuvo los mejores resultados con 79.26 gramos (g), y el cual, supero a SN100% que mostro un resultado de 76.33 g y a SN50% que presento un peso promedio de 73.24 g. Estos resultados son muy diferentes a los obtenidos por (Sánchez-del Castillo et al. 2010) atribuye las variaciones en peso del fruto a la carga genética de la variedad o híbrido y además, a la tasa fotosintética relacionada a la disponibilidad de luz en el invernadero. También son distintos a los obtenidos por (Borja Moreano 2009) quien sugiere que el genotipo es el principal factor determinante del peso del fruto, después del manejo nutricional. (Rosas-Cabrera, José y Rodríguez-Cabrera 2014) reportaron además, que las densidades de plantación, impactan significativamente en el peso del fruto, debido a que a densidades altas, existe una mayor competencia por nutrientes en la solución del suelo.

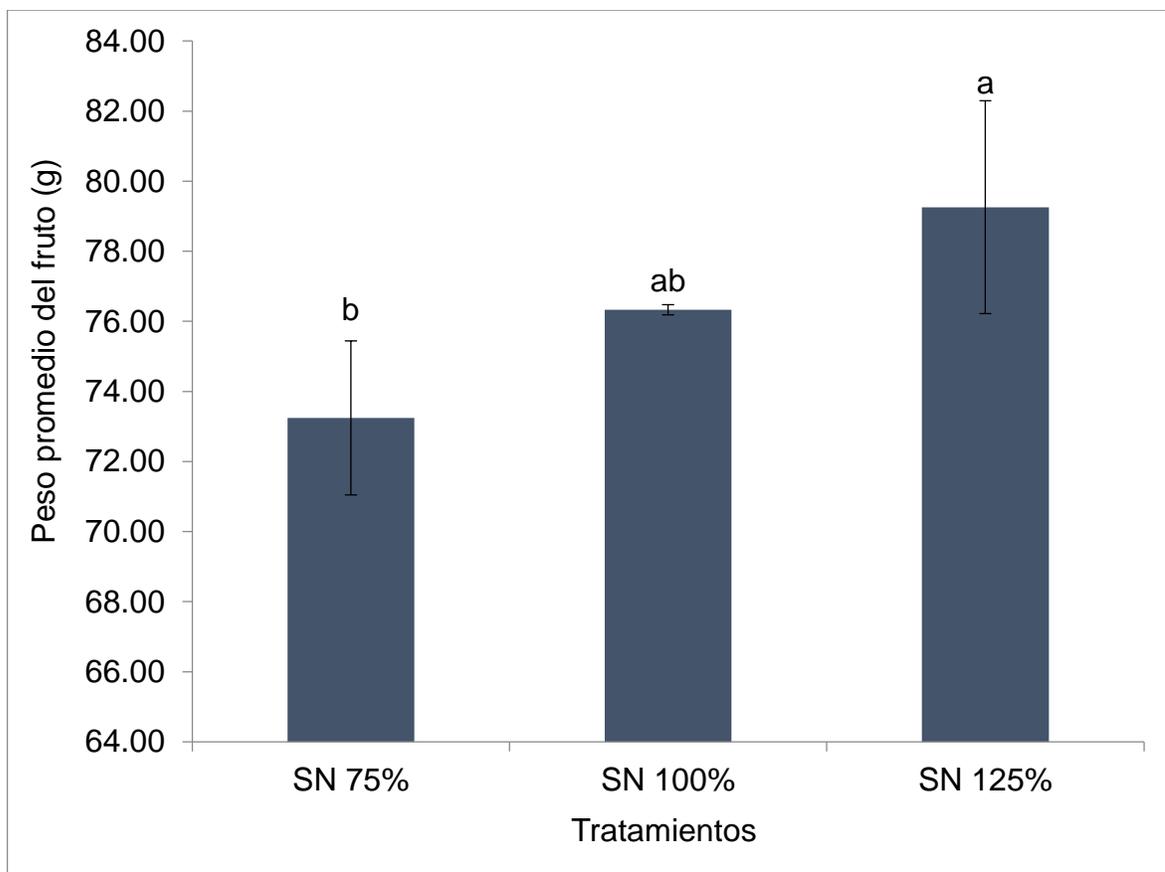


Figura 9. Comparación de medias para la variable peso promedio del fruto en (*Solanum lycopersicum* L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

El rendimiento promedio por racimo demostró tener diferencias significativas entre los tres tratamientos, SN125% generó un rendimiento promedio de 616.53 gramos (g), mientras que SN100% tuvo un rendimiento de 506.99 g, superando a SN75% con 430.86 g. (Pérez Nuñez 2017) obtuvo rendimientos de 624 a 743.2 g SN de 100, 60 y 30% superando de esta forma a los resultados obtenidos en esta investigación, este autor menciona que la suplementación suficiente de K en la solución nutritiva permite mejorar propiedades del fruto como tamaño y peso. Por otro lado, (Hernández Aguilar 2016) presentó resultados muy similares con un rendimiento promedio de 576 y 696.4 g por racimo en tomate Saladette evaluando tres distintos sustratos en una SN Steiner, a su vez, afirma que el aporte de microelementos en niveles suficientes para el cultivo genera incrementos en el rendimiento. Por su cuenta, (Arteaga Reséndiz 2015) quien obtuvo resultados de

610.03 g promedio por racimo y donde evaluó diferentes sustratos en una SN Steiner al 100% en tomate bola variedad Cedral, menciona que el rendimiento está determinado por el tipo de nutrición empleada y la conductividad eléctrica del suelo, obteniéndose mayores rendimientos en esquemas de nutrición mineral de Steiner al 100% en comparación a manejo orgánico, por otro lado, CE de 2 dS m⁻¹ han generado los mejores resultados.

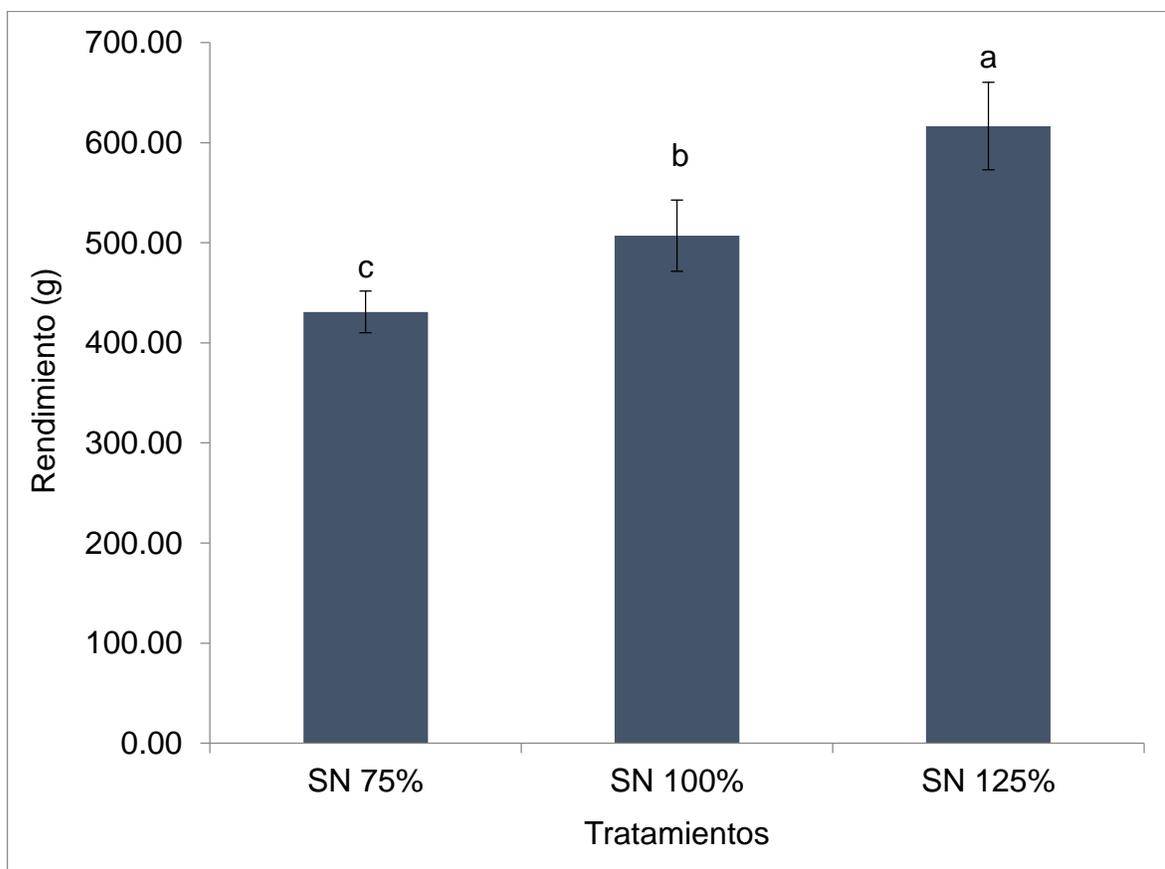


Figura 10. Comparación de medias para la variable rendimiento por racimo en (*Solanum lycopersicum* L.) aplicando solución nutritiva Steiner a tres diferentes concentraciones.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten determinar que la aplicación constante de una solución nutritiva concentrada en 1.25 veces desde el establecimiento del cultivo, generará los valores más altos tanto en crecimiento como en productividad del cultivo de tomate.

Por el contrario, la aplicación de una solución a concentración normal y una diluida, produce una reducción de 17.77% y 30.12% respectivamente, en comparación a la aplicación de la solución concentrada.

La aplicación de una solución nutritiva concentrada 1.25 veces, puede impactar en los valores de potencial osmótico y CE del suelo, por lo que en pruebas posteriores se pudiera complementar la investigación con la medición de estos parámetros.

Los aportes vía solución nutritiva en cultivos establecidos en suelo, si bien mantienen alta disponibilidad de los macro y micro elementos para el cultivo, pudieran producir un efecto de salinización, debido a que el suelo también contiene minerales.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ACEA, 2022. Nutrición vegetal y soluciones nutritivas II. [en línea]. [Consulta: 18 mayo 2022]. Disponible en: <https://acea.com.mx/articulos-tecnicos/163-nutricion-vegetal-y-soluciones-nutritivas-ii>.
- ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, J.C., 2012. Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*solanum lycopersicum* L.) injertadas. *Acta Agronomica*, vol. 61, no. 2, pp. 117-125. ISSN 01202812.
- ARÉBALO-MADRIGAL, M., MÉRIDA-REYES, J.L., ESCALANTE-GONZÁLEZ, J.L., YÁÑEZ-COUTIÑO, J.B. y OSORIO-HERNÁNDEZ, E., 2018. Efecto de podas tempranas en tomate (*Solanum lycopersicum*) var. Ramses para la formación de plantas con dos tallos. *Agroproductividad*, vol. 11, no. 10, pp. 57-61. DOI <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1245>.
- ARTEAGA RESÉNDIZ, A.M., 2015. *Evaluación del rendimiento en tomate (Solanum lycopersicum L.) en invernadero bajo diferentes fuentes nutricionales*. S.l.: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- BARRERA-PUGA, P., VÁZQUEZ-PEÑA, M.A., ARTEAGA-RAMÍREZ, R. y LÓPEZ-CRUZ, I.L., 2015. Tomato Quality and Yield Varying Calcium in a Nft System in Greenhouse. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, vol. 3, no. 2, pp. 49-55. ISSN 20073925. DOI 10.5154/r.inagbi.2011.11.008.
- BORJA MOREANO, N.E., 2009. *Evaluación de parámetros productivos y sensoriales de cuatro variedades indeterminadas de tomate de mesa (Lycopersicon esculentum L.)*. S.l.: Universidad San Francisco de Quito.
- CADAHÍA LÓPEZ, C., 2005. *Fertirrigación: Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. 3rd. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. ISBN 84-8476-247-5.
- CANALES-ALMENDARES, J.E., BORREGO-ESCALANTE, F., NARVAEZ-ORTÍZ, W.A., GONZÁLEZ-MORALES, S. y BENAVIDES-MENDOZA, A., 2021. Impacto de diferentes fertilizantes en la solución del suelo y el crecimiento de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, no. 26, pp. 105-117. ISSN 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v0i26.2941.
- CASIERRA-POSADA, F. y AGUILAR-AVENDAÑO, Ó.E., 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L .) cosechados en diferentes estados de madurez Quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L .) harvested at different maturity stages. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el*

Caribe, España y Portugal., vol. 26, no. 2, pp. 300-307.

- DARWIN, S.C., KNAPP, S. y PERALTA, I.E., 2003. Taxonomy of tomatoes in the galápagos islands: Native and introduced species of solarium section lycopersicon (solanaceae). *Systematics and Biodiversity*, vol. 1, no. 1, pp. 29-53. ISSN 14780933. DOI 10.1017/S1477200003001026.
- DE LA ROSA RODRÍGUEZ, R., LARA HERRERA, A., LOZANO GUTIÉRREZ, J., PADILLA BERNAL, L., AVELAR MEJÍA, J. y CASTAÑEDA MIRANDA, R., 2016. Rendimiento y calidad de tomate en sistemas hidropónicos abierto y cerrado. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], no. 17, pp. 3439-3452. ISSN 2007-0934. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263149506005>.
- DÉLICES, G., LEYVA OVALLE, R.O., OVALLE, L., MOTA-VARGAS, C., NÚÑEZ PASTRANA, R., GÁMEZ PASTRANA, R., MEZA, P.A. y SERNA-LAGUNES, R., 2019. Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme (solanaceae) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (México). *Biología Tropical*, vol. 67, no. September, pp. 1023-1036.
- ESCALONA, V., ALVARADO, P., MONARDES, H., URBINA, C. y MARTIN, A., 2009. *Manual De Cultivo De Tomate (Lycopersion esculentum Mill.)*. Santiago, Chile: InnovaChile Corfo.
- ESCOBAR, H. y LEE, R., 2009. *Manual de producción de tomate bajo invernadero*. Bogota, Colombia: Fundación Universidad de Bogota. ISBN 9789587250251.
- ESQUINAS, J.T. y NUEZ, V.F., 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: V.F. NUEZ (ed.), *El cultivo de tomate*. España: Ediciones Mundi-Prensa, pp. 15-42.
- FAO, 2022. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [en línea]. [Consulta: 12 marzo 2022]. Disponible en: https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity.
- FIRA, 2017. Tomate Rojo 2017. [en línea]. S.l.: Disponible en: [file:///C:/Users/user/Downloads/Panorama Agroalimentario Tomate Rojo 2017.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Panorama%20Agroalimentario%20Tomate%20Rojo%202017.pdf).
- GARCÍA-LEÓN, Á., ROBLEDO-TORRES, V., MENDOZA-VILLARREAL, R., RAMÍREZ-GODINA, F., VALDEZ-AGUILAR, L.A. y GORDILLO-MELGOZA, F.A., 2018. Producción de variedades tradicionales de tomate con acolchado en invernadero. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, vol. 5, no. 14, pp. 303-308. ISSN 2007-9028. DOI 10.19136/era.a5n14.1439.
- GUTIÉRREZ ACUÑA, J.P., 2019. *Evaluación de variables productivas de injertos de tomate tipo Grape (Solanum lycopersicum) bajo invernadero, en Buenos Aires, Puntarenas* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3464>.

- HERNÁNDEZ AGUILAR, J.L., 2016. *Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (Solanum lycopersicum) con porcentajes de vermicompost en el sustrato*. S.l.: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- HERNÁNDEZ, M.I., CHAILLOUX LAFFITA, M., MORENO PLACERES, V., IGARZA SÁNCHEZ, A. y OJEDA VELOZ, A., 2014. Niveles referenciales de nutrientes en la solución del suelo para el diagnóstico nutricional en el cultivo protegido del tomate. *Idesia*, vol. 32, no. 2, pp. 79-88. ISSN 07183429. DOI 10.4067/S0718-34292014000200011.
- HOYT, E., 1992. *Conservando los Parientes de las Plantas Cultivadas*. Delaware, EUA: Addison-Wesley Iberoamericana. ISBN 0-201-51830-3.
- LEÓN, J., 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, C.R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- LÓPEZ MARÍN, L.M., 2017. *Manual técnico del cultivo de tomate* [en línea]. San José, C.R.: INTA. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf%0Ahttp://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf%0Ahttp://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3143/1/BVE17079148e.pdf%0Awww.inta.go.cr%0Ahttp://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3143/1/BVE1707>.
- MACHADO, A.Q., ALVARENGA, M.A.R. y FLORENTINO, C.E.T., 2007. Plantio E Sistemas De Poda Visando Ao Consumo in Natura 1. *Horticultura Brasileira*, pp. 149-153.
- MACÍAS, A., 2003. Enclaves agrícolas modernos: el caso del jitomate mexicano en los mercados internacionales. *Región Y Sociedad*, vol. 15, no. 26. ISSN 1870-3925. DOI 10.22198/rys.2003.26.a652.
- MATOS, E.S., SHIRAHIGE, F.H. y DE MELO, P.C.T., 2012. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira*, vol. 30, no. 2, pp. 240-245. ISSN 01020536. DOI 10.1590/S0102-05362012000200010.
- MENDOZA-PÉREZ, C., RAMÍREZ-AYALA, C., MARTÍNEZ-RUIZ, A., RUBIÑOS-PANTA, J.E., TREJO, C. y VARGAS-OROZCO, A.G., 2018. Effect of number of stems in the production and quality of tomato grown in greenhouse. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 9, no. 2, pp. 355-366.
- MENGEL, K. y KIRKBY, E.A., 2000. *Principios de Nutrición Vegetal*. 4ta. Basilea, Suiza: Instituto Internacional de la Potasa.
- PERALTA, I.E., KNAPP, S. y SPOONER, D.M., 2005. New species of wild tomatoes (Solanum section Lycopersicon: Solanaceae) from northern Peru. *Systematic Botany*, vol. 30, no. 2, pp. 424-434. ISSN 03636445. DOI 10.1600/0363644054223657.
- PÉREZ-LABRADA, F., LÓPEZ-VARGAS, E.R., ORTEGA-ORTIZ, H., CADENAS-

- PLIEGO, G., BENAVIDES-MENDOZA, A. y JUÁREZ-MALDONADO, A., 2019. Responses of tomato plants under saline stress to foliar application of copper nanoparticles. *Plants*, vol. 8, no. 6, pp. 1-17. ISSN 22237747. DOI 10.3390/plants8060151.
- PÉREZ NUÑEZ, J., 2017. *Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (Solanum lycopersicum L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner*. S.I.: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- RICK, C.M. y HOLLE, M., 1990. Andean lycopersicon esculentum var. cerasiforme: genetic variation and its evolutionary significance. *Economic Botany*, vol. 44, no. 3 Supplement, pp. 69-78. ISSN 00130001. DOI 10.1007/BF02860476.
- ROSAS-CABRERA, G., JOSÉ, M.-G. y RODRÍGUEZ-CABRERA, R., 2014. Cultivo de seis híbridos de tomate roma (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, vol. 2, no. 4, pp. 700-713.
- SÁNCHEZ-DEL CASTILLO, F., MORENO-PÉREZ, E. del C., COATZÍN-RAMÍREZ, R., COLINAS-LEÓN, M.T. y PEÑA-LOMELÍ, A., 2010. Evaluación agronómica y fisiotécnica de cuatro sistemas de producción en dos híbridos de jitomate. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, vol. 16, no. 3, pp. 207-214. ISSN 1027-152X.
- SÁNCHEZ-PEÑA, P., OYAMA, K., NÚÑEZ-FARFÁN, J., FORNONI, J., HERNÁNDEZ-VERDUGO, S., MÁRQUEZ-GUZMÁN, J. y GARZÓN-TIZNADO, J.A., 2006. Sources of resistance to whitefly (*Bemisia* spp.) in wild populations of *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme (Dunal) spooner G.J. Anderson et R.K. Jansen in Northwestern Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, vol. 53, no. 4, pp. 711-719. ISSN 09259864. DOI 10.1007/s10722-004-3943-9.
- SÁNCHEZ DEL CASTILLO, F., CABAÑAS DÍAZ, A., PINEDA PINEDA, J., GONZÁLEZ MOLINA, L. y MORENO PÉREZ, E. del C., 2021. Evaluación de métodos de recirculación de solución nutritiva para la producción de jitomate en ciclos cortos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 12, no. 3, pp. 433-445. ISSN 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v12i3.2419.
- SANTIS, M., FUENTE, M.C.D. la, MENDOZA, A.B., RANGEL, A.S., ORTÍZ, H.O. y OLIVO, A.R., 2019. Agronomic yield of tomato supplemented with Fe, Cu and Zn microelements. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, vol. 10, no. 6, pp. 1379-1391.
- SIAP-SIACON, 2020. *Valor de la producción 2020. Resumen nacional por cultivo. Base de datos de SIACON 2020*. 2020. S.I.: s.n.
- SIAP, 2021. Avance de siembras y cosechas, resumen nacional por cultivo. [en línea]. [Consulta: 25 febrero 2022]. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/.
- SILVA BARRERA, J.M., 2021. *Evaluación de grados Brix como herramienta para*

determinar el punto óptimo de cosecha con dos aplicaciones de K en tomate (Solanum lycopersicum M.), en San Antonio de Pichincha, Quito, Ecuador [en línea]. S.l.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640>.

STEINER, A.A., 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil*, vol. 15, no. 2, pp. 134-154. ISSN 0032079X. DOI 10.1007/BF01347224.

SYNGENTA, 2022. Plagas del tomate. [en línea]. [Consulta: 24 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.syngenta.es/cultivos/tomate/plagas>.

VALADES LÓPEZ, A., 2013. *Producción de hortalizas*. México, D.F.: Limusa.

ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A., KAU-PÉREZ, P.O., MUNGUÍA-LÓPEZ, J.P., RAMÍREZ RODRÍGUEZ, H. y CADENA ZAPATA, M., 2021. Comparación De Cubiertas De Invernaderos En Relación Con Crecimiento Y Rendimiento De Tomate. *Agrociencia*, vol. 55, no. 6, pp. 523-538. ISSN 1405-3195. DOI 10.47163/agrociencia.v55i6.2557.

ZHANG, C., LI, X., YAN, H., ULLAH, I., ZUO, Z., LI, L. y YU, J., 2020. Effects of irrigation quantity and biochar on soil physical properties, growth characteristics, yield and quality of greenhouse tomato. *Agricultural Water Management* [en línea], vol. 241, no. October 2019, pp. 106263. ISSN 18732283. DOI 10.1016/j.agwat.2020.106263. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106263>.