

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Fortificación Inorgánica con una fuente de zinc en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L*)

Por:

GUSTAVO CASTILLO MALDONADO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México.

Octubre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Fortificación inorgánica con una fuente de zinc en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*).

Por:


GUSTAVO CASTILLO MALDONADO

TESIS

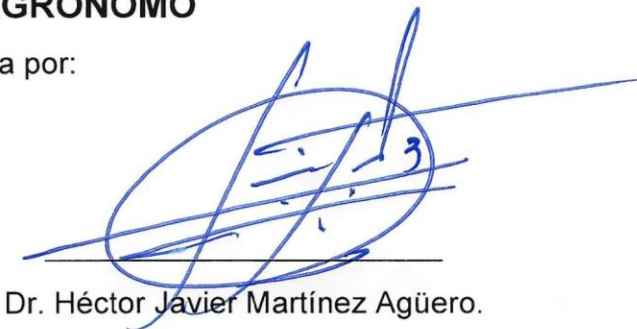
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

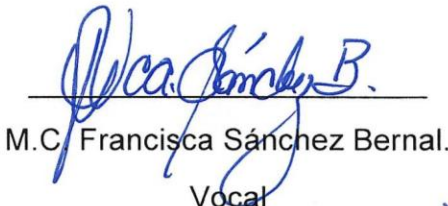
Aprobada por:


Dr. Rubén López Salazar.

Presidente


Dr. Héctor Javier Martínez Agüero.

Vocal


M.C. Francisca Sánchez Bernal.

Vocal


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.

Vocal suplente


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Octubre 2022

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Fortificación inorgánica con una fuente de zinc en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*)

Por:

GUSTAVO CASTILLO MALDONADO

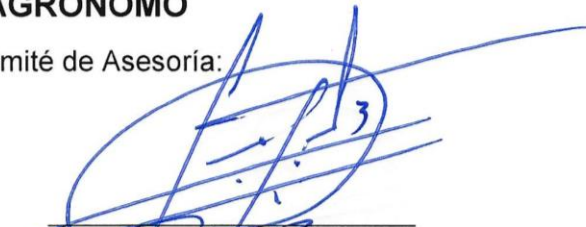
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Rubén López Salazar.
Asesor principal


Dr. Héctor Javier Martínez Agüero.
Asesor


M.C. Francisca Sánchez Bernal.
Asesor


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.
Asesor suplente


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Octubre 2022

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

AGRADECIMIENTOS

A Mi Alma Mater por abrirme las puertas y ser parte de ella para poder estudiar mi carrera, ser parte de mi vida y de mi formación profesionalmente.

A Mi Asesor el Dr. Rubén López Salazar quien estuvo guiándome académicamente con su experiencia y profesionalismo, gracias por la paciencia, orientación, dedicación y amistad.

A Mis Padres Samuel Castillo Carmona y María Alemi Maldonado Flores porque todo lo que soy se lo debo a ellos, por siempre inculcar en mi la importancia de estudiar, por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y porque nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga. ¡GRACIAS!

A Mis Hermanos Erik y Ing. Adiel quienes siempre están a mi lado apoyándome y ayudándome incondicionalmente.

A Mis Abuelos Rutilo Castillo Pérez (†) y Bernardina Carmona Morales, Simón Maldonado Villegas y Isabel Flores Martínez, por cuidarme, por siempre motivarme para que estudiara, gracias por haber estado en los momentos que necesitaba una palabra sabia.

A Mi Sobrina Emili Naomi Castillo Morales por siempre mostrar el afecto que me tienes y porque siempre logras sacar una sonrisa con tus ocurrencias.

A Mis Tíos (as) y Primos (as), por su apoyo, su cariño, sus consejos, los momentos buenos o malos que hemos pasado.

A Mis Compañeros de la carrera, pero especialmente al Ing. Cesar Reyes Ventura e Ing. Lizeth Esmeralda Carreón Ávila, por su amistad, por su ayuda y los buenos momentos.

A Mis Amigos Erick Omar Carmona Linares, Alexis Pérez Rodríguez (†), Sheila Saira Linares Rivas, Paula Alejandra Gómez Palomo, Dania Pérez Rivera, Edson Fidel Morales Flores, Emmanuel Trinidad Castellanos Yáñez por todos los momentos que hemos pasado juntos, su apoyo, por su amistad tan leal y porque han estado conmigo siempre, aunque sea solo para dar lata y molestar.

DEDICATORIA

A Mis Padres Samuel Castillo Carmona y María Alemi Maldonado Flores les dedico este trabajo con todo mi cariño a quienes debo todo lo que soy, por formarme como una persona de bien, como una forma de recordarles cuanto los amo y respeto. Por todo el esfuerzo que hicieron al largo de estos años e hicieron que todo esto fuera posible, porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido a enseñarme a salir adelante y a no rendirme, este triunfo que he alcanzado también es de ustedes.

A Mi Abuelito Rutilo Castillo Pérez (†) quien desde el cielo guía mi camino, fue la persona que siempre creyó en mí, me impulsó para salir adelante, me brindo su apoyo, gracias por sus enseñanzas y sus sabios consejos que siempre me daba, gracias por haber cuidado de mí.

A Mis Hermanos porque siempre han estado conmigo a pesar de las peleas, somos hermanos y ya me demostraron que siempre estaremos juntos.

A Toda Mi Familia por su apoyo y sus consejos que me daban día a día.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.3 Hipótesis	2
II. REVISION DE LIERATURA.....	3
Origen	3
Importancia económica.....	3
Importancia de la producción de plántula de tomate	4
Producción mundial	5
Producción nacional.....	6
Comercialización	7
Descripción botánica.....	8
Planta.....	8
Tallo	8
Hoja.....	9
Flor	9
Fruto	9
Sistema radicular	10
Habito de crecimiento.....	10
Plantas de crecimiento determinado	10
Plantas de crecimiento indeterminado	11
Clasificación taxonómica	11
Taxonomía del cultivo	11
Distribución geográfica	11

Mundial	11
Principales países productores son:	12
Nacional	12
Principales estados productores son:	13
Variedades	13
Tomate tipo Milano	13
Tomate tipo Cherry	14
Tomate tipo Chonto	14
Importancia del Peat Moss	14
Fertilización	15
Materiales y Métodos	17
Localización del experimento	17
Diseño experimental	17
Metodología	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	23
V. CONCLUSIONES	31
VI. BIBLIOGRAFIA.....	32

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Fechas de aplicación de zinc.	18
Cuadro 2 Datos del análisis foliar de Solanum Lycopersicum L.	23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Primer aplicación de zinc 12 de marzo del 2021.	19
Figura 2 Cuarta aplicación de zinc 18 de marzo del 2021.....	19
Figura 3 Octava aplicación de zinc 26 de marzo del 2021.....	20
Figura 4 Doceava aplicación de zinc 3 de abril del 2021.....	20
Figura 5 Dieciseisava aplicación 11 de abril del 2021.....	21
Figura 6 Muestras de plántulas.....	22
Figura 7 Datos del análisis foliar de Nitrógeno (N)	24
Figura 8 Datos del análisis foliar de Fosforo (P).....	24
Figura 9 Datos del análisis foliar de Potasio (K).....	25
Figura 10 Datos del análisis foliar de Azufre (S).....	25
Figura 11 Datos del análisis foliar de Calcio (Ca).....	26
Figura 12 Datos del análisis foliar de Magnesio (Mg).....	26
Figura 13 Datos del análisis foliar de Cobre (Cu).....	27
Figura 14 Datos del análisis foliar de Zinc (Zn).....	27
Figura 15 Datos del análisis foliar de Manganeso (Mn)	28
Figura 16 Datos del análisis foliar de Hierro (Fe).....	28
Figura 17 Datos del análisis foliar de Boro (B).....	29
Figura 18 Datos del análisis foliar de Molibdeno (Mo)	29

RESUMEN

El presente proyecto de investigación consistió en evaluar el efecto de aplicaciones foliares de zinc en la planta de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) mediante la fortificación. El experimento se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL, en el área de invernaderos perteneciente al departamento de Horticultura, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde se aplicó un compuesto químico a base de zinc con un blanco o un testigo (T1) y tres diferentes niveles de aplicación, T2 (zinc 2%) T3 (zinc 4%) y T4 (zinc 6%) con 10 unidades experimentales por tratamiento, las aplicaciones se realizaron cada 3 días a partir del 12 de marzo hasta el 11 de abril del 2021; el muestreo se realizó el día 12 de abril del mismo año, que consistió en tomar 10 plántulas por tratamiento de aproximadamente el mismo tamaño, con ayuda de un atomizador; los nutrimentos de las plántulas fueron analizadas por el método de absorción atómica, en el que los tratamientos sobresalientes fueron el tratamiento 4 donde los macronutrientes (Nitrógeno y Potasio) fueron superiores a los tratamientos 1 y 2, también en micronutrientes (Manganeso, Hierro y Zinc).

Palabras clave: *Fortificación, nutrición inorgánica, Solanum lycopersicum L, plántula, zinc.*

I. INTRODUCCION

La producción de jitomate en México se basa en el uso de híbridos comerciales principalmente del tipo bola, saladette y cherry, provenientes de semilla mejorada con características de calidad alta de planta y de fruto (Macías, 2003). Sin embargo, en diversas regiones del país se identificaron poblaciones nativas con potencial alto para la adaptación, el desarrollo de planta, el rendimiento y la resistencia al ataque de algunas plagas y enfermedades; además, de la variación en tamaño, forma, color y composición química, así como en valor nutricional y nutracéutico (Álvarez-Hernández et al., 2009; San Martín-Hernández et al., 2012).

En México, la principal hortaliza para exportación es el tomate rojo o jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), que representa en el año 2001 el 16% del valor de las exportaciones agropecuarias, con alrededor de 600 mil ton, de las cuales el mayor volumen se destinó a EUA. De esas 600 mil ton, cerca del 15% fue tomate de invernadero. Durante los últimos años esta hortaliza ha incrementado su producción anual principalmente por el aumento en el rendimiento y en menor proporción por el incremento de la superficie cultivada. (SAGARPA, 2002). Ocupa un lugar preponderante dentro de los cultivos hortícolas que se producen en condiciones de agricultura protegida. El cultivo adquiere importancia tanto en el ámbito social como económico, debido a la gran cantidad de mano de obra que su explotación demanda; es considerado altamente redituable y generador de divisas El tomate puede cultivarse durante todo el año, pero hay que tener en cuenta que las heladas y el calor excesivo pueden dificultar su buen desarrollo en esas épocas. (Jasso et al., 2011a).

1.1 Objetivo general

Fortificación de plántula de tomate con una fuente de zinc (*Solanum lycopersicum L.*).

1.3 Hipótesis

Se fortificará la plántula de tomate con una fuente de zinc (*Solanum lycopersicum L.*).

II. REVISION DE LIERATURA

Origen

Esta especie es originaria de la región andina, donde se encuentran sus ancestros en forma silvestre en partes de Colombia, Ecuador, Bolivia, Perú, hasta la Región de Atacama en Chile, en ambas vertientes de la cordillera de Los Andes y en las islas Galápagos (Sims, 1980). A través del intercambio entre nativos de la región, semillas de especies de tomate silvestre fueron llevadas a Meso-América donde fueron domesticadas (Harvey y otros, 2002).

El tomate es una especie que pertenece a la familia de las solanáceas. El género *Lycopersicon* esta dividido en dos subgéneros. *Eulycopersicon* y *Eriopersicon*, donde el anterior contiene a las especies *Lycopersicon pimpinellifolium* y *Lycopersicon esculentum*. Probablemente se originó en Perú, Bolivia y la franja costera del Oeste de Sudamérica, desde el ecuador hasta cerca de los 30° de latitud sur; la mayor diversidad genética se encuentra en esa zona (Papadopoulos,2000).

Importancia económica

El tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie. Es cultivado en muchas zonas, con amplia variabilidad de condiciones de clima y suelo, aunque se cultiva principalmente en climas secos, tanto para producción en estado fresco como para uso agroindustrial.

México es un país productor y exportador de hortalizas a nivel mundial, ubicándose en el cuarto lugar. En el año 2012, la superficie total agrícola fue de 21, 901,600.26 hectáreas. La superficie destinada a la producción de hortalizas fue de 569,168.71 hectáreas, que represento el 2.6 % de la superficie total, aportando alrededor del 13 % del valor total de la producción (SIAP-SIACON, 2012).

En México 28 estados, incluido el Distrito Federal, cultivan regularmente tomate verde durante todo el año. La superficie sembrada de tomate de cáscara a nivel nacional fue de 43,505.33 hectáreas (7.8 %). La producción se da en dos ciclos, primavera-verano con 21,862.24 hectáreas (50.25 %) y otoño invierno con 21,643.09 hectáreas (49.74 %). En el ciclo primavera-verano se siembra tomate verde en dos modalidades, riego (58.30 %) y temporal (41.69 %). En el ciclo otoño-invierno, riego y temporal con 90.49 y 9.50 %. (SIAP-SIACON, 2012).

Importancia de la producción de plántula de tomate

La producción de plántulas es una de las primeras etapas en la producción de tomate bajo invernadero. Dicha etapa incluye la selección y propagación del material vegetal. Actualmente, los materiales más utilizados para cultivo bajo cubierta son híbridos de crecimiento indeterminado con alto potencial productivo. Los frutos son de larga vida postcosecha y de tamaño, forma y maduración uniformes. Una buena plántula para trasplante debe ser vigorosa, verde, libre de plagas y enfermedades, y con buen desarrollo radicular. Una vez trasplantada, debe tolerar los cambios ambientales y de manejo para lograr un óptimo desarrollo (Vavrina C., 2002)

El semillero puede ser establecido en recipientes (vasos y bandejas) adecuados para depositar las semillas, en condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de

obtener una mejor emergencia desde su primera etapa de desarrollo hasta su trasplante al campo. El monitoreo de las plántulas en el semillero es fundamental, por ser el periodo donde aparecen las primeras plagas y enfermedades. Los problemas más serios que se presentan son las enfermedades virales transmitidas por la mosca blanca, de ahí la importancia de obtener plántulas sanas (Hilje 2002).

En ambientes protegidos el desarrollo de las plántulas es uniforme, se mejora la calidad de las plántulas, hay mejor drenaje, la presencia de malezas es nula o escasa, los tallos de las plántulas son más gruesos y fuertes, las hojas son más frondosas y de mayor tamaño y son menos propensas al ataque de enfermedades y plagas, se ahorra área en el cuidado de las plántulas y se acorta el ciclo del cultivo en el campo (FAO s.f.).

El éxito en la producción del almácigo lo determina el adobe obtenido. El adobe es el agregado que se forma de las raíces de la planta y el sustrato. Un sustrato es de calidad cuando permite un buen desarrollo radical, mantiene la integridad de las raíces, posibilita extraer la plántula de la celda con facilidad y sin dañarla, además de que adopta la forma y el tamaño del recipiente donde se coloca (Quesada y Méndez 2005).

Producción mundial

De acuerdo con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la superficie cosechada de tomate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.4 por ciento entre 2007 y 2017, para ubicarse en 4.8 millones de hectáreas. En ese período, los rendimientos crecieron a una tasa promedio anual de 1.5 por ciento, al ubicarse en 37.6 toneladas por hectárea en 2017.

El 57.4 por ciento de la superficie cosechada de tomate en 2017 se concentró en cinco países: China (21.2 por ciento), India (16.4 por ciento), Nigeria (12.2 por ciento), Turquía (3.9 por ciento) y Egipto (3.8 por ciento). México ocupó la onceava posición mundial, con una participación de 1.9 por ciento. En 2017, la producción mundial de tomate se ubicó en un máximo histórico de 182.3 millones de toneladas. Entre 2007 y 2017, creció a una tasa promedio anual de 2.9 por ciento. Lo anterior, impulsado principalmente por incrementos en la productividad promedio (FAO 2017).

Producción nacional

La producción nacional de tomates se ha incrementado durante los últimos años, incentivada principalmente por nuestras exportaciones al mercado estadounidense (aunque también se envía el producto a otros destinos), de 2 millones de toneladas en 1993 a un poco más de 4 millones de toneladas en 2017 (CEDRSSA 2018).

Históricamente Sinaloa ha sido el principal productor de tomates, sea rojo o verde, aunque ha perdido representatividad en cuanto al total nacional. En 1993 esa entidad contribuyó con el 46 por ciento del millón 698 mil toneladas de tomate rojo (jitomate) que se cosecharon en el territorio nacional; sin embargo, en 2017 fueron el 27 por ciento de 3 millones 470 mil toneladas, por lo que Sinaloa ha aumentado su producción, pero ha reducido su contribución al total nacional (CEDRSSA 2018).

Comercialización

Las plántulas de tomate son adquiridas por los productores a través de empresas especializadas en la producción de almácigos. Sus precios son similares en caso de que el productor elabore sus propios almácigos. La producción de plántulas tiene un costo de ¢20 y el valor de la semilla se encuentra en un rango de ¢78 a ¢120 (1 USD = ¢566,11) (Hilje 2002).

La comercialización del tomate exige gran número de operaciones para hacer llegar los frutos desde el campo de cultivo hasta la mesa del consumidor. Este proceso implica un importante valor agregado y exige una correcta realización de cada una de estas operaciones y una adecuada coordinación e integración de las mismas para mantener la calidad inicial al nivel más elevado posible (Nuez, 1995).

Dependiendo del mercado al cual vaya dirigido, el manejo postcosecha del tomate para consumo en fresco puede comprender una o más de las siguientes operaciones: carga, transporte, recepción, de igual manera el control de calidad, almacenamiento, conservación, preselección, limpieza, aplicación de ceras, selección, clasificación, calibrado, envasado, conservación y venta (Nuez, 1995).

La calidad, finalidad y destino del tomate influyen en el tipo de envase y modo de empaque. Una buena clasificación y presentación del producto favorece la comercialización. Asimismo, se obtienen mejores precios y da como resultado un mayor prestigio al productor proveedor (Nuez, 1995).

Descripción botánica

El tomate es una planta perenne anual de porte arbustivo; se desarrolla de forma rastrera semierecta o erecta. Según el hábito de crecimiento, las variedades se dividen en determinadas e indeterminadas. En las variedades determinadas el crecimiento es limitado, de tipo arbustivo, bajo, compacto y la producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las indeterminadas presentan inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo (CENTA, 1996).

Planta

El tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. La planta indeterminada es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En ella, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminando siempre con un ápice vegetativo. A diferencia de esta, la planta determinada tiene tallos con segmentos que presentan progresivamente menos hojas por inflorescencia y terminan en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado (Kader, 2002).

Tallo

Es grueso, pubescente, anguloso y de color verde. 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).

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

Hoja

Es pinnada y compuesta. Presenta de siete a nueve foliolos 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 ceniciento por el envés. Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuestos en posición alternada sobre el tallo (Monardes 2009).

La posición de las hojas en el tallo puede ser semierecta, horizontal o inclinada. Puede ser de tipo enana, hoja de papa, estándar, peruvianum, pimpinellifolium o hirsutum (IPGRI 1996).

Flor

Es perfecta y regular. Los sépalos, los pétalos y los estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos y de cinco pétalos de color amarillo, que se encuentran dispuestos de forma helicoidal. Poseen cinco o seis estambres que se alternan con los pétalos, formando los órganos reproductivos. El ovario tiene dos o más segmentos (Infoagro Systems S.L. 2016).

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo, en grupos de tres a diez en variedades comerciales de tomate medianas y grandes. Las inflorescencias se ubican en las axilas, cada dos o tres hojas (INTA 2014).

Es normal que se forme la primera flor en la yema apical, mientras que las demás aparecen en posición lateral y por debajo de la primera, siempre colocándose alrededor del eje principal, siendo el pedicelo el que une la flor al eje floral (Infoagro Systems S.L. 2016).

Fruto

Es una baya bilocular o plurilocular, subesférica globosa o alargada, que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 g. El fruto está constituido por el

pericarpio, el tejido placentario y las semillas. 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 contiene las semillas, que tienen un tamaño promedio de 5 x 4 x 2 mm. Son ovoides, comprimidas, lisas o muy velludas, parduzcas y están embebidas en una abundante masa mucilaginosa. Cada semilla está compuesta por el embrión, el endospermo y la cubierta seminal (Díaz y Hernández 2003).

Sistema radicular

Ayuda a la planta a anclarse al suelo o al sustrato, absorbe y transporta nutrientes y agua a la parte superior de la planta. Está constituido por la raíz principal y las raíces secundarias y adventicias; estas últimas son numerosas y potentes y no superan los 30 cm de profundidad (Monardes 2009, INTA 2014).

El interior de la raíz presenta tres partes: epidermis, córtex y cilindro vascular. La epidermis contiene pelos que absorben el agua y los nutrientes, mientras que el córtex y el cilindro vascular cumplen la función de transportar los nutrientes (Infoagro Systems S.L. 2016).

Habito de crecimiento

Plantas de crecimiento determinado

Son arbustos de porte bajo, compactos y con producción de frutos en corto tiempo. Las plantas crecen, florecen y dan frutos en etapas bien definidas.

Plantas de crecimiento indeterminado

Su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha son de períodos largos. Las plantas necesitan ser tutoradas. Son variedades de tomate para mesa y tipo chonto y Cherry. Este tipo de variedades se cultivan en el país principalmente bajo invernadero. Las variedades de tomate para agroindustria son de este hábito, con frutos en forma de pera o ciruela, redondos, alargados, acorazonados o cilíndricos.

Clasificación taxonómica

Taxonomía del cultivo

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	Solanum
Especie	Lycopersicum

(Semillaria 2015)

Distribución geográfica

Mundial

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las principales hortalizas en el mundo debido a las importantes ganancias económicas que genera su comercialización; sin embargo, a pesar de que la especie es ampliamente cultivada en el mundo, su diversidad genética se considera

restringida. Esto hace que su resistencia a plagas y enfermedades en las variedades actualmente cultivadas sea baja (Peralta, Knapp & Spooner 2005).

De acuerdo con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la superficie cosechada de tomate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.7 por ciento entre 2004 y 2014, para ubicarse en 5.0 millones de hectáreas. En el mismo período, los rendimientos promedio crecieron a un ritmo menor, de 1.2 por ciento promedio anual, al ubicarse en 2014 en 34.0 toneladas por hectárea.

Principales países productores son:

- | | |
|-------------------|------------|
| 1. China | 6. Irán |
| 2. India | 7. Italia |
| 3. Estados Unidos | 8. España |
| 4. Turquía | 9. Brasil |
| 5. Egipto | 10. México |

Nacional

El cultivo del tomate rojo es el quinto en importancia por su contribución en el valor de la producción agrícola primaria en México. En 2016, participó con 4.6 por ciento del valor total, después del maíz grano (19.4 por ciento), la caña de azúcar (6.0 por ciento), el aguacate (5.9 por ciento) y el chile verde (4.7 por ciento).

De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de tomate rojo en México creció a una tasa promedio anual de 4.8 por

ciento entre 2006 y 2016, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 3.3 millones de toneladas.

Principales estados productores son:

- Sinaloa
- San Luis Potosí
- Michoacán
- Baja California
- Zacatecas

Variedades

En la actualidad, las variedades modernas de tomate han tenido introgresiones de germoplasma silvestre, de manera que se han introducido genes con diferentes características, debido a la angosta base genética que tiene este cultivo (Saavedra y Spoor, 2002). Por lo tanto, la falta de diversidad en tomate no es una barrera para progresar en el mejoramiento genético.

Las más utilizadas son chonto, cherry y milano:

Tomate tipo Milano

Es una de las variedades más grandes; de forma achatada o semiachatada. El peso promedio del fruto oscila entre 200 y 400 g. se utilizan principalmente en ensaladas, siendo consumidos maduros o verdes. Este tipo de tomate tiene un mayor valor comercial y mejor palatabilidad. Comercialmente se presenta con el cáliz adherido al fruto. La limitante es su baja productividad y susceptibilidad a enfermedades (Zeidan, 2005)

Tomate tipo Cherry

Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño (entre 18 a 30 mm de diámetro), con un peso promedio de 10 g y de piel fina, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Es sensible a los cambios bruscos de temperatura. Su forma es tipo pera, bombillo o redonda. Pueden ser de color amarillo, rojo, naranja o morado. Su consumo es preferentemente en fresco, como pasabocas, en cocteles y para decorar platos (Zeidan, 2005).

Tomate tipo Chonto

Estos tomates son de forma redonda u ovalada, levemente elongados u oblongos, con dos a cuatro cavidades; se consumen en fresco y son utilizados en la preparación de guisos, pastas, ensaladas y encurtidos. Los frutos tienen un peso promedio de 70 a 220 g (Zeidan, 2005).

Importancia del Peat Moss

Está formada por sustratos orgánicos naturales que son el resultado de la descomposición completa de musgos (género *Sphagnum*). Se produce en países de las zonas templadas, entre los que se incluyen Canadá y Alemania. La turba es el sustrato que ofrece las mejores condiciones para la germinación y el enraizamiento en semilleros, no contiene nutrientes y tiene una alta capacidad de intercambio de cationes, retención de humedad y porosidad. Es ácida, su contenido de materia orgánica es de 95 % y su costo es alto, por tratarse de un producto importado (FAO s.f.).

El peat moss es un ingrediente muy común en la formulación de mezclas para la producción orgánica ya que está disponible en una gran variedad, es relativamente económico, tiene las características físicas deseadas, se descompone lentamente y retiene una gran cantidad de retención de agua y aireación. La mayoría del peat moss utilizado en Norte América proviene

de Canadá y es cosechado en cantidades moderadas de manera renovable y sustentable. Se recomienda evitar el uso de corteza en mezclas de germinación ya que este material inmoviliza el nitrógeno.

Fertilización

Una fertilización eficiente es aquella que proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y en el momento en que el cultivo tiene la mayor demanda. A través de la fertilización se aplica el elemento faltante y se mantiene un equilibrio adecuado entre los elementos del suelo y la planta (Jaramillo et al. 2007).

Quesada y Méndez (2005) recomiendan que en la etapa de almácigo de tomate se aplique la fórmula completa 12-60-0, a razón de 2,5 g/l de agua a los cuatro, ocho y doce días después de la siembra, ya que esta contiene más fósforo para el desarrollo de las raíces. Seguidamente, sugieren aplicar la fórmula completa 20-20-20 a razón de 2,5 g/l a los diez, catorce, dieciséis, dieciocho, veinte y veintidós días posteriores a la siembra, que aporta durante el periodo del almácigo un contenido de macronutrientes de 4400 ppm de N, 3520 ppm de P y 2900 ppm de K.

El tomate requiere una alta disponibilidad de macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, S y micronutrientes como Fe, Mn, Cu, B y Zn. A partir del trasplante y hasta la floración, la relación de fertilización de nitrógeno y potasio debe ser 1:1. Al inicio del llenado del fruto la cantidad de K debe ser mayor (N/K 1:2 o 1:3) por su contribución en la maduración y el llenado de frutos (Jaramillo et al. 2013).

La absorción de macronutrientes se eleva a partir de la floración (45 días) y hasta el inicio de la maduración de los frutos (noventa días), donde se acumula la mayor cantidad de nutrientes

(Jaramillo et al. 2013). Rojas y Castillo (2007) recomiendan que en Costa Rica se aplique al cultivo de tomate 200 kg/ha de nitrógeno, 450 kg/ha de fósforo y 150 a 200 kg/ha de potasio, distribuidos durante el ciclo de cultivo. Cuando se aplica el fertilizante granulado, debe colocarse alrededor de la planta y taparse con tierra. También puede aplicarse en espeque a la par de la planta. Los micronutrientes se aplican al follaje para que sean absorbidos por las hojas. Las fuentes de fertilizantes foliares son sales o quelatos y compuestos orgánicos (Molina 2016).

El agricultor aplica al menos una vez por semana elementos menores al follaje, junto con insecticidas o fungicidas. La nutrición foliar brinda una nutrición rápida y asegura altos rendimientos cuando la absorción de nutrientes del suelo es ineficiente o cuando el ciclo de cultivo es corto. En épocas críticas los fertilizantes foliares son ideales para el tratamiento de deficiencias nutricionales. Si hay problemas de deficiencia de calcio o de un microelemento, se suplementa con aplicaciones dirigidas al follaje una vez por semana (Haifa Chemicals 2014).

Para realizar una fertilización adecuada durante el desarrollo del cultivo es conveniente llevar a cabo un muestreo de las hojas con pecíolos más recientes y totalmente abiertas, ubicadas debajo del racimo de la última flor abierta (Haifa Chemicals 2014). Se deben tomar de quince a veinte muestras a media floración, en el punto de crecimiento de la tercera y cuarta hoja de la planta, con el fin de complementar la fertilización del suelo (Aldana 2011).

El tomate industrial tiene altos requerimientos de nutrientes, pero además los agricultores suelen aplicar niveles de nitrógeno superiores a las necesidades del cultivo para evitar riesgos de menor rendimiento, con los perjudiciales efectos medioambientales que esto implica. Aplicaciones racionales debería ser un manejo común para los productores, usando la

cantidad que el cultivo extrae de acuerdo con el rendimiento esperado y a la eficiencia de uso del fertilizante. De esta manera se hace un manejo más amigable con el medio ambiente y se disminuyen pérdidas de material y económicas. Una aplicación racional de nutrientes parte del conocimiento de la extracción por unidad de peso de fruta a producir (Castilla, 2001).

En el cultivo de tomate para industria, las aplicaciones de fertilizantes sólidos se parcializan con el 20% del nitrógeno, todo el fósforo, potasio, calcio y magnesio en preplantación incorporado al suelo; 40% del nitrógeno a inicio de floración y el 40% restante a inicio de fructificación (Saavedra y Ried, 2003).

Materiales y Métodos

Localización del experimento

El presente proyecto se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL, en el área de invernaderos perteneciente al departamento de Horticultura.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar en el que se usó un blanco o testigo y tres niveles de aplicación con un compuesto químico a base de zinc. Los niveles de aplicación son dos, cuatro y seis por ciento de zinc con 10 unidades experimentales por tratamiento.

Las aplicaciones se llevaron a cabo cada tercer día a partir del día 12 de marzo del 2021 hasta el día 11 de abril del 2021. Las cuales consistieron en aplicar atomizaciones con la dosis correspondiente a cada tratamiento con el compuesto químico y con la ayuda de un atomizador.

Fecha	Aplicación
12 de marzo del 2021	1er aplicación
14 de marzo del 2021	2da aplicación
16 de marzo del 2021	3ra aplicación
18 de marzo del 2021	4ta aplicación
20 de marzo del 2021	5ta aplicación
22 de marzo del 2021	6ta aplicación
24 de marzo del 2021	7ta aplicación
26 de marzo del 2021	8va aplicación
28 de marzo del 2021	9na aplicación
30 de marzo del 2021	10ma aplicación
1 de abril del 2021	11va aplicación
3 de abril del 2021	12va aplicación
5 de abril del 2021	13va aplicación
7 de abril del 2021	14va aplicación
9 de abril del 2021	15va aplicación
11 de abril del 2021	16va aplicación

Cuadro 1 Fechas de aplicación de zinc.



Figura 1 Primer aplicación de zinc 12 de marzo del 2021.



Figura 2 Cuarta aplicación de zinc 18 de marzo del 2021.



Figura 3 Octava aplicación de zinc 26 de marzo del 2021.



Figura 4 Doceava aplicación de zinc 3 de abril del 2021.



Figura 5 Dieciseisava aplicación 11 de abril del 2021.

Metodología

La recolección de las muestras se llevó a cabo el día 12 de abril del 2021, se analizó el elemento por el método de absorción atómica en calcio. Se eligieron 10 plántulas por tratamiento considerando que fueran del mismo tamaño, a las cuales se les quito la raíz con ayuda de tijeras de poda que fueron previamente desinfectadas. El día 12 de abril se llevó a cabo el pesado de plántula en forma de peso fresco, posteriormente a esto el día 15 de abril se llevó a cabo el pesado de peso seco.



Figura 6 Muestras de plántulas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los datos obtenidos de los análisis foliares hechos a las plántulas de *Solanum Lycopersicum L*, el único micro nutrimento que se presentó como deficiente fue el (Molibdeno), sin embargo, los macronutrientes (Fosforo y Magnesio) también presentaron deficiencias.

Cuadro 2 Datos del análisis foliar de *Solanum Lycopersicum L*.

	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Mo
T1	2	0.2	1.9	0.25	0.4	0.27	2	10	20	53	28	0.32
T2	2.8	0.5	2.7	0.4	0.8	0.45	3.5	18	32	65	36	0.49
T3	3.5	0.9	3.4	0.75	1.2	0.6	4	25	40	80	44	0.57
T4	4	1.2	4	1.25	1.5	0.8	5	30	50	100	51	0.68

En la figura 7 muestra que el tratamiento 4 supero en un 100 % al tratamiento 1 o testigo, así mismo el T4 fue mayor al T2 en un 48%.

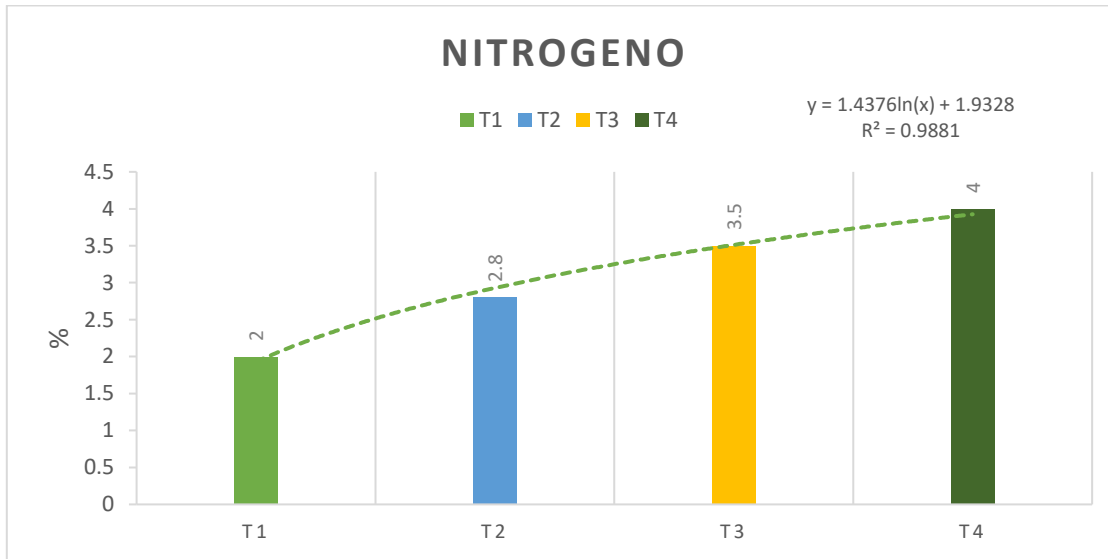


Figura 7 Datos del análisis foliar de Nitrógeno (N)

Los datos de la figura 8 indican que el tratamiento 4 fue mayor en 500% al tratamiento 1 o testigo, además el tratamiento 4 fue superior en 140 % al tratamiento 2.

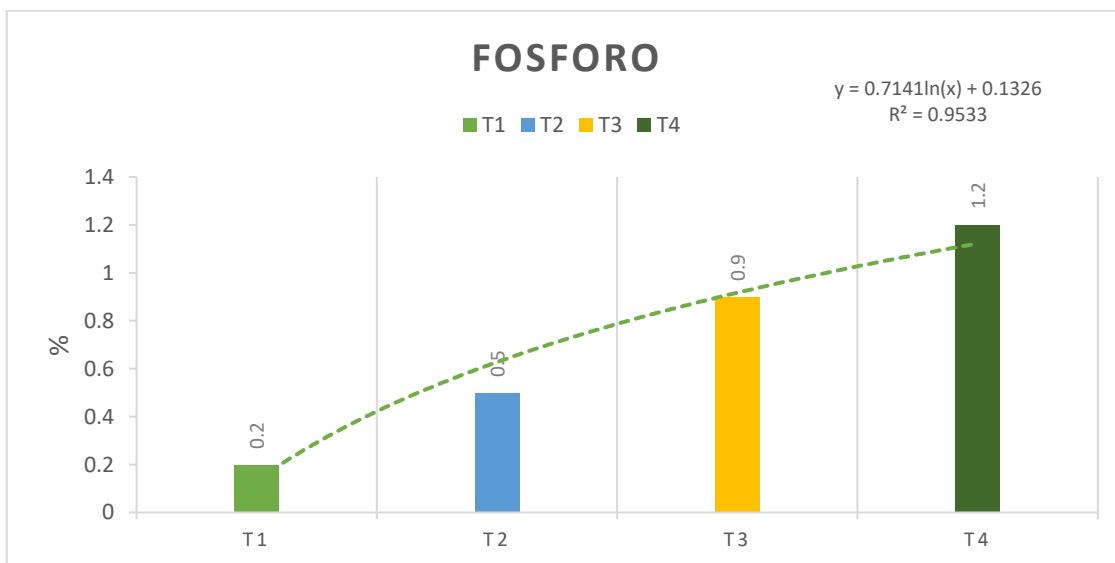


Figura 8 Datos del análisis foliar de Fosforo (P)

La figura 9 demuestra que el tratamiento 4 supero en 110% al tratamiento 1 o testigo, igualmente el tratamiento 4 sobresalió en un 48% al tratamiento 2.

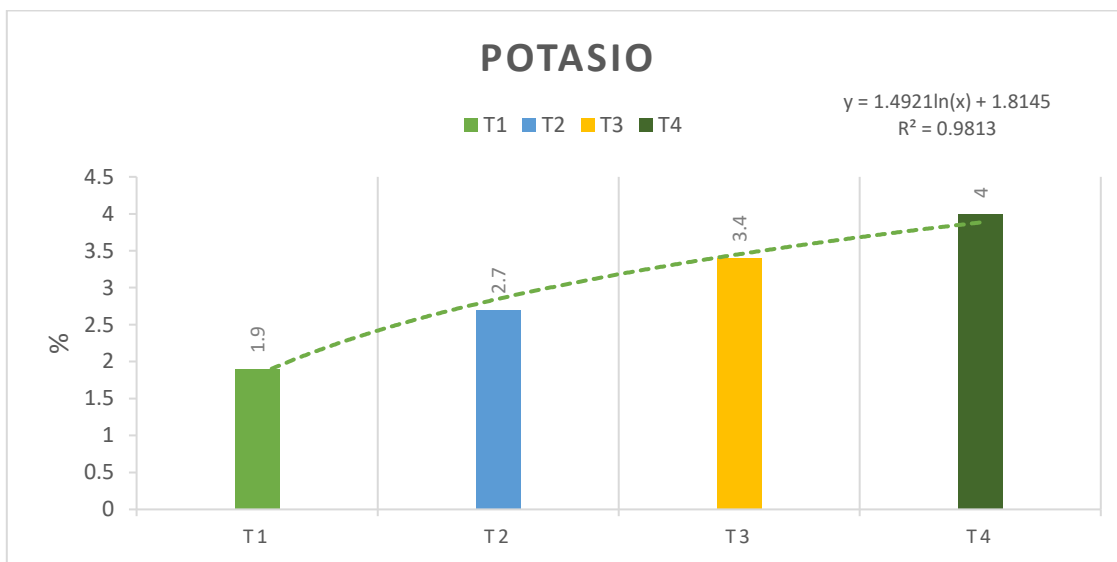


Figura 9 Datos del análisis foliar de Potasio (K)

En la figura 10 podemos observar que el tratamiento 4 es mayor en un 400%, así mismo nuestro tratamiento 4 fue superior en un 212% al tratamiento 2.

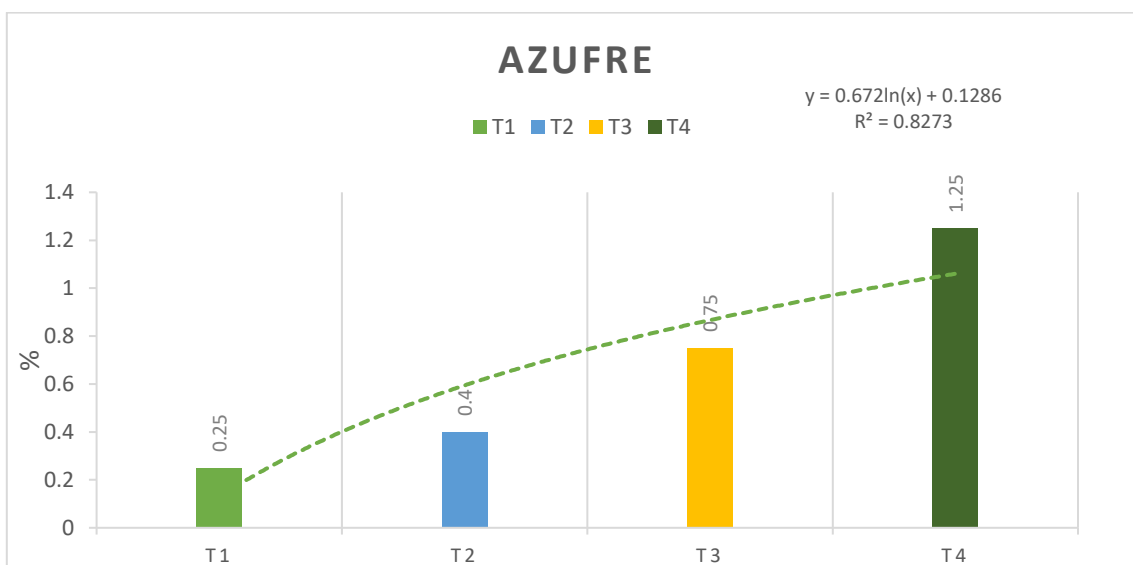


Figura 10 Datos del análisis foliar de Azufre (S)

En la figura 11 muestra que el tratamiento 4 supero en un 275 % al tratamiento 1 o testigo, así mismo el T4 fue mayor al T2 en un 87%.

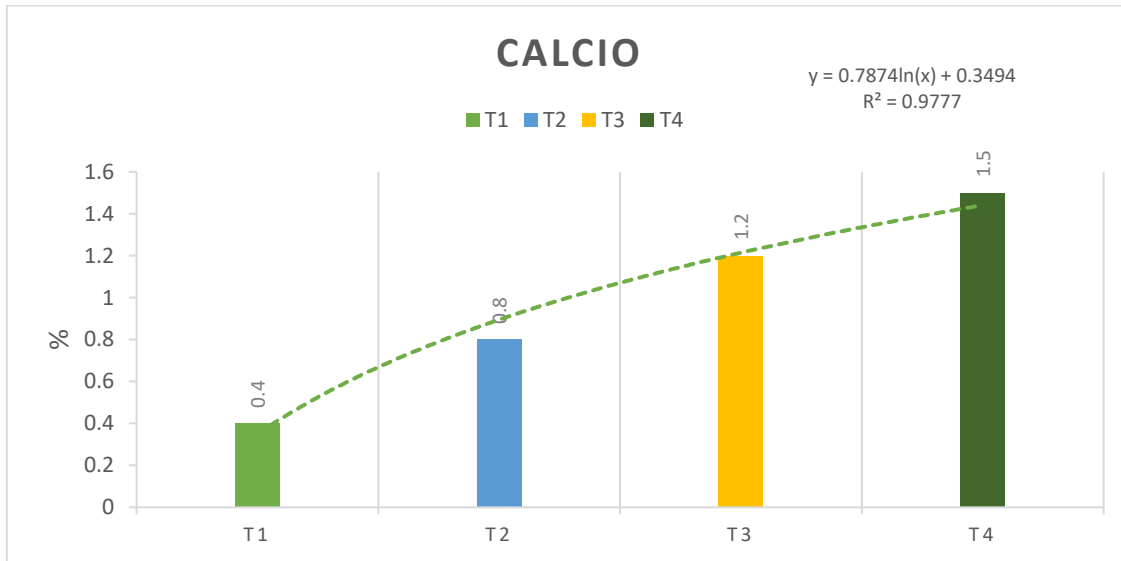


Figura 11 Datos del análisis foliar de Calcio (Ca)

Los datos de la figura 12 indican que el tratamiento 4 fue mayor en 196% al tratamiento 1 o testigo, además el tratamiento 4 fue superior en 77% al tratamiento 2.

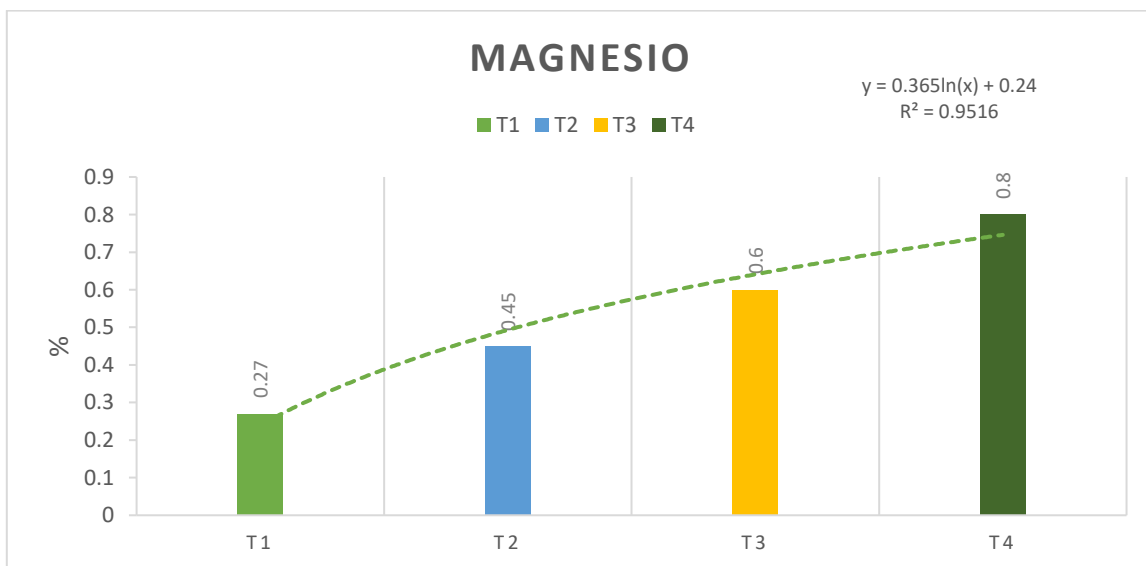


Figura 12 Datos del análisis foliar de Magnesio (Mg)

La figura 13 demuestra que el tratamiento 4 supero en 150ppm al tratamiento 1 o testigo, igualmente el tratamiento 4 sobresalió en un 42ppm al tratamiento 2.

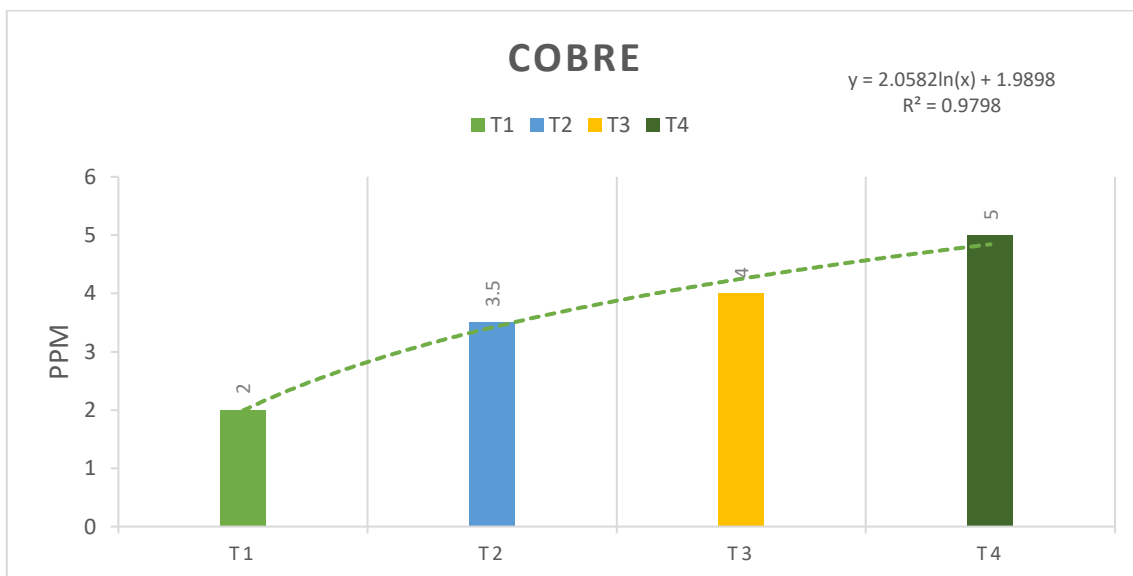


Figura 13 Datos del análisis foliar de Cobre (Cu)

En la figura 14 podemos observar que el tratamiento 4 es mayor en 200ppm al tratamiento 1, así mismo nuestro tratamiento 4 fue superior en 66ppm al tratamiento 2.

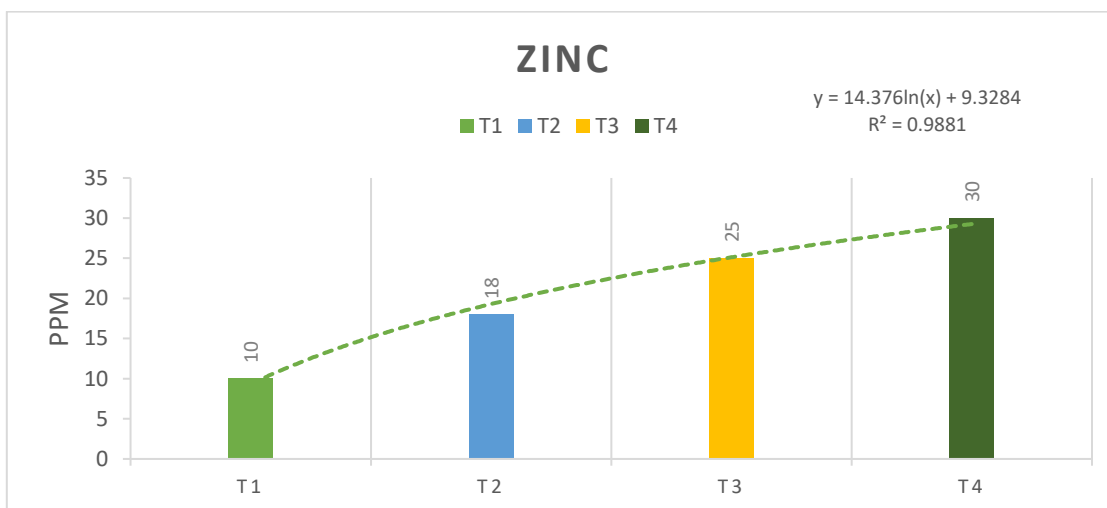


Figura 14 Datos del análisis foliar de Zinc (Zn)

En la figura 15 muestra que el tratamiento 4 supero en 150ppm al tratamiento 1 o testigo, así mismo el T4 fue mayor al T2 en 56ppm.

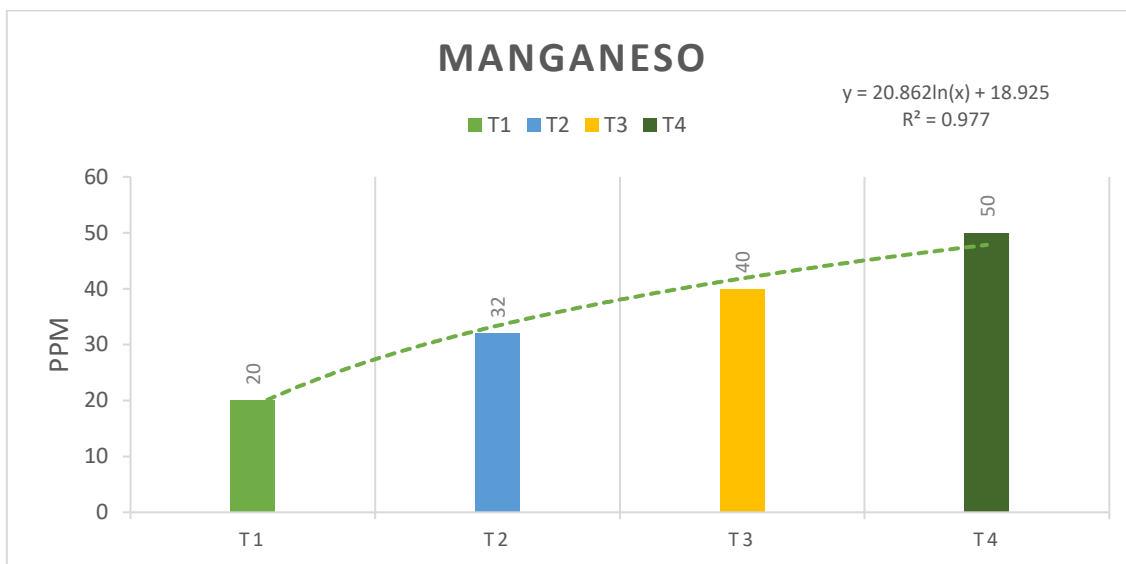


Figura 15 Datos del análisis foliar de Manganeso (Mn)

Los datos de la figura 16 indican que el tratamiento 4 fue mayor en 88ppm al tratamiento 1 o testigo, además el tratamiento 4 fue superior en 153ppm al tratamiento 2.

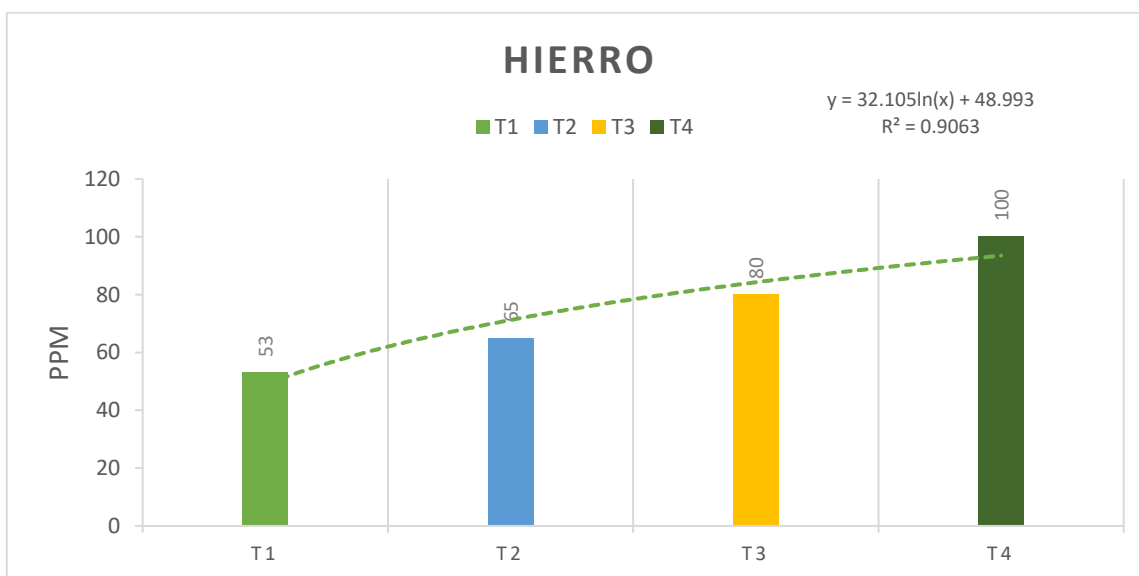


Figura 16 Datos del análisis foliar de Hierro (Fe)

La figura 17 demuestra que el tratamiento 4 supero en 82ppm al tratamiento 1 o testigo, igualmente el tratamiento 4 sobresalió en 41ppm al tratamiento 2.

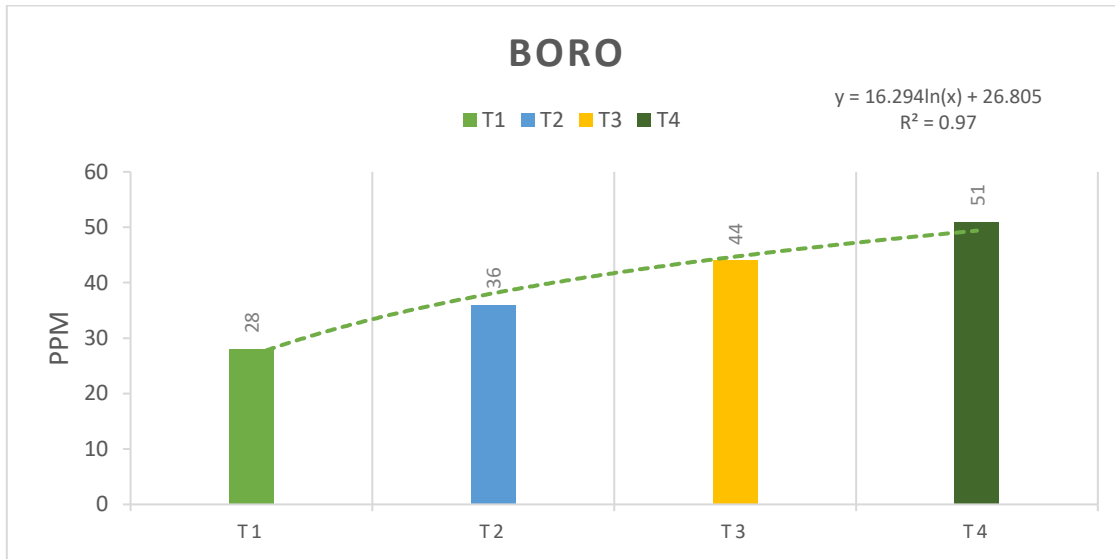


Figura 17 Datos del análisis foliar de Boro (B)

En la figura 18 podemos observar que el tratamiento 4 es mayor en 112ppm, así mismo nuestro tratamiento 4 fue superior en 38ppm al tratamiento 2.

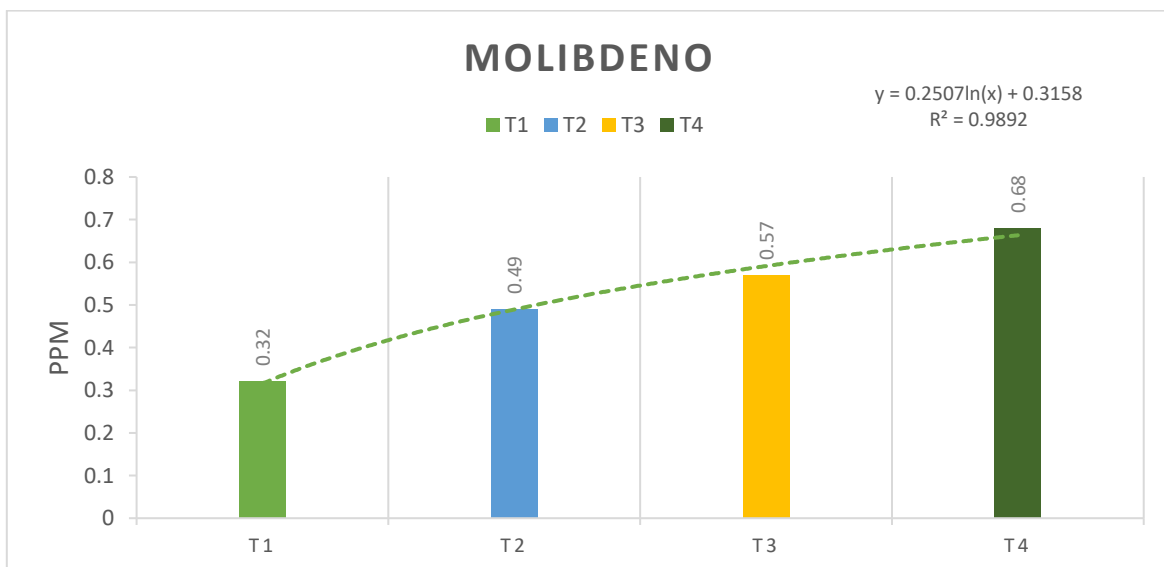


Figura 18 Datos del análisis foliar de Molibdeno (Mo)

De acuerdo con los resultados obtenidos en el proyecto y en comparación con los siguientes autores Villar (2006) comenta que el resultado en plántula de tomate de los siguientes elementos fue: N (5.05%), P (0.30%), K (7.70%), Ca (1.46%), Mg (0.81%), Fe (69.66ppm), Cu (24.88ppm), Mn (25.59ppm), B (44.59ppm), Zn (34.66ppm), el resultado obtenido de zinc fue de (30ppm) es semejante al del experimento realizado.

Gemes (2008) obtuvo resultados adecuados en la plántula de tomate los cuales son: N (2.73%), P (3.25%), K (28.08%), Ca (105%), Mg (9.03%), Fe (283ppm), Mn (35.5ppm), Cu (6.75ppm), Zn (57.5ppm), así como el zinc (30ppm) está dentro de un valor adecuado.

Reséndez (2014) menciona que los resultados que obtuvo en la plántula de tomate fueron: N (17.04%), P (4.4%), K (42.5%), Ca (1.8%) Mg (1.9%), Fe (54.8ppm), Mn (10.8ppm), Zn (19.2ppm), el resultado obtenido de zinc fue de (30ppm) es semejante al del experimento realizado.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la investigación, se concluye que la aplicación superior y eficiente fue el tratamiento 4 zinc al 6%; ya que en los resultados del muestreo resultó en cantidad dentro del parámetro al establecido por otros autores, considerado óptimo, de igual manera que los otros elementos; es importante mencionar que el zinc en las plantas testigo y tratamientos 2 y 3 se mostró en menor cantidad durante la etapa de plántula, por lo que se deduce que las aplicaciones influyeron de manera positiva en una etapa fenológica, donde el aprovechamiento de tal elemento es crucial.

VI. BIBLIOGRAFIA

Aldana, JM. 2011. Análisis foliares (en línea). Guadalajara, México. Laboratorios A-L de México de C.V. 21 p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <https://fuentesdeinformacioniapb.files.wordpress.com/2013/11/analisis-foliar.pdf>

Álvarez-Hernández, J. C., H. Cortez-Madrigal, e I. García-Ruiz. 2009. Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de tomate (Solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México. *Polibotánica* 28: 139-159.

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA).

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 1996 Guía Técnica

Castilla, N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. En Nuez, F. [ed.], *El Cultivo del Tomate*, 189-225. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España.

Díaz, V. 2014. Perfil comercial tomate (en línea). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala. 11 p. Consultado 21 feb. 2015. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20tomate.pdf>

Díaz, T. y Hernández, DA. 2003. Comportamiento de la germinación de las semillas tratadas con cloro (Cl) (en línea). Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Cuba. 63-66 p. Consultado 18 ene. 2016. Disponible en <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/nota4t19.pdf>

EDIFORM. 2006. VADIAGRO: Principales problemas fitosanitarios. Tomo I. Curridabat, Costa Rica, Edifarm Internacional Costa Rica. 3 ed. 89-92, 193-212 p.

Escobar, H; Lee, R. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero (en línea). v.2. 2 ed. Bogotá, Colombia. 180 p. Consultado 22 de jul. 2016. Disponible en [pdf-manual_produccion_de_tomate_-_pag.-_web-11-15.pdf](#)

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). s.f. Preparación de semilleros (en línea). Roma, Italia. 56 p. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a1374s/a1374s03.pdf>

FAOSTAT. *FAO statistical program of work (2016) country indicators, crop statistic*. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Gemes 2008. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342015001002331&script=sci_arttext

Harvey, M., Quilley, S., and Beynon, H. 2002. *Exploring the tomato. Transformations of nature, society and economy*. Edgar Publishing, Cheltenham, UK. 304 pp.

Hilje, L. 2002. *Semilleros para el manejo de la mosca blanca*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 18 p.

Infoagro Systems S.L. 2016. *El cultivo de tomate: Parte I*. (en línea). Madrid, España. s.p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp

IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1996. *Descriptores para tomate (Lycopersicon spp L.)* (en línea). 47 p. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/73043/Descriptores_tomate_489.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2014. *Manejo integrado de plagas. Cultivo de tomate: Guía MIP* (en línea). Managua, Nicaragua. 66 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MIP%20tomate%202014.pdf>

Jaramillo, J; Rodríguez, V; Guzmán, M; Zapata, M; Rengifo; T. 2007. *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas* (en línea). Manual técnico. CORPOICA-FAO-MAMA. Antioquia, Colombia. 314 p. Consultado 31 oct. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/co/manualtomate.pdf>

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](https://es.scribd.com/doc/200000905/Tecnologia-para-el-cultivo-del-Tomate-CLIENTE-pdf)

Jasso Ch., C. M.A. Martínez G., A.G. Alpuche S., y E. Garza U. 2011a. Guía para cultivar jitomate en condiciones hidropónicas de invernadero en San Luis Potosí. Folleto técnico No. 41. INIFAP-CIRNE- Campo Experimental San Luis. San Luis Potosí, México. 39 pág.

Kader, A. 2002. Tecnologías de productos hortofrutícolas. 3ª Edición. Publicación 3311. Universidad de California. 580 p.

López, L; Quirós, Y. 2016. Estadísticas de áreas de siembra y rendimientos por región para tomate período 2015-2016. Comisión estadísticas de tomate. San José, Costa Rica. MAG. 9 p.

López, L. 2016. Rendición de cuentas de la agrocadena de tomate (Power point). (San José, Costa Rica). Programa Nacional Sectorial de tomate. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 16 p.

Monardes, H. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill): Características botánicas. Origen (en línea). Chile. Universidad de Chile 13 p. Consultado 8 oct. 2016. Disponible en http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf

Molina, E. 2016. Fertilización de tomate (en línea). Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 51 p. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/FERTILIZACION%20TOMATE%202016.pdf>

Nuez, F. (1995). El Cultivo del Tomate. Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). FAOSTAT

Peralta, I. E., Knapp, S., & Spooner, D. M. (2005). New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. *Systematic Botany*, 30, 424-434.

Quesada, G; Méndez, C. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. San José, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16(2):171-183

Reséndez A.M. (2014) efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladett Rev. Información técnica agraria itea, vol. 110.1.

Rojas, J; Castillo, M. 2007. Diagnóstico de la Agro Cadena del cultivo de tomate de la Región Central Sur (en línea). MAG. San José, Costa Rica. 72 p. Consultado 20 mar. 2015. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00063.pdf>

Saavedra, G. y Ried, A. 2003. Producción moderna de tomate industrial. Revista Tierra Adentro 52: 16-17.

(SAGARPA). México. Internet: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacion/SIACON.html>. SNIEG (Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica) 2009 Banco de información económica. Consultada en diversas ocasiones durante el 2009. México. Internet: <http://www.snieg.mx/>

SAGARPA, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avances y cierres de la Producción Agrícola.

SIAP-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SAGARPA - Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. Consultado Febrero 23, 2014. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350

Sims, W. L. 1980. History of tomato production for industry around the world. Acta Horti 100: 25-26. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1980.100.1>

Semillaria. 2015. Clasificación taxonómica de tomate (en línea). s.p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en <http://semillaria.es/index.php/cultivos-ok/29-cultivos/94-taxonomia>

VAVRINA C. 2002. An Introduction to the Production of Containerized Vegetable Transplant. HS849. Horticultural Sciences Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida: University of Florida

Villar J. (2006). Efectos de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Rev. Chapingo serie horticultura, vol. 12.

Zeidan O. 2005. Tomato production under protected conditions. Israel, Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service, 99 p.