

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



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

**TESIS**

**QUE PRESENTA: TRINIDAD EMMANUEL CASTELLANOS YAÑEZ**

Como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México.  
Octubre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

Por:

TRINIDAD EMMANUEL CASTELLANOS YAÑEZ

TESIS

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

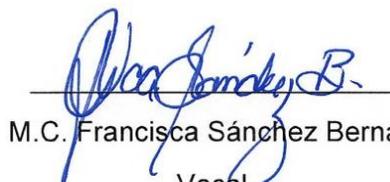
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por:



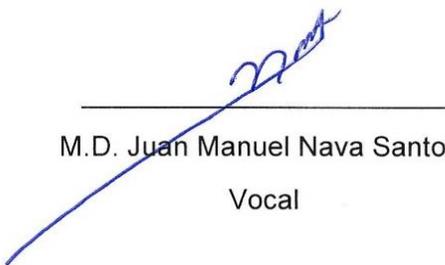
Dr. Rubén López Salazar.

Presidente



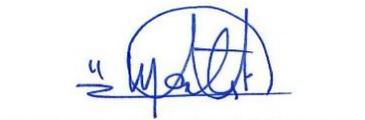
M.C. Francisca Sánchez Bernal.

Vocal



M.D. Juan Manuel Nava Santos.

Vocal



M.E. Víctor Martínez Cueto.

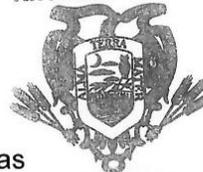
Vocal suplente



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México.

Octubre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

Por:

TRINIDAD EMMANUEL CASTELLANOS YAÑEZ

TESIS

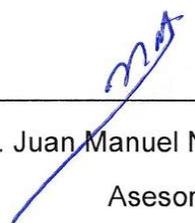
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

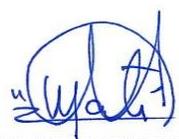
**ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ruben López Salazar.  
Asesor principal

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Francisca Sánchez Bernal.  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
M.D. Juan Manuel Nava Santos.  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
M.E. Víctor Martínez Cueto.  
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 sus puertas y poder lograr esta nueva meta en mi vida, por permitirme haberme formado en sus aulas ayudándome a ver el mundo de una forma diferente, abrir mi mente y enfoque.

### **A MI ASESOR DE TESIS**

DR. Rubén López Salazar por todo su apoyo mostrándome conocimiento, y paciencia, por adoptar un papel de amigo, por el respaldo que me brindo dentro y fuera de la universidad.

### **A MIS AMIGOS**

Gustavo castillo, Edson Fidel morales por estar conmigo desde preparatoria, porque a pesar de enojarnos por momentos siempre estábamos sin importar los problemas, porque juntos pasamos dificultades de todo tipo.

## **DEDICATORIA**

### **A MI MADRE**

A mi madre Yeni Isabel Yáñez por empujarme a ser alguien en la vida dándome el ejemplo que una persona consigue sus metas con esfuerzo y perseverancia porque a pesar de las dificultades que se presentaron a lo largo de estos años nunca me abandono.

### **A MI PADRE**

Por darme carácter fuerza y madurez por enseñarme que en la vida habrá lapsos de tiempo en los que estarás solo pero nunca abandonado.

### **A MIS HERMANOS**

Jaime castellanos, Israel castellanos por ser parte de mi vida y siempre estar pendiente de mí, por darme aliento y fuerzas para terminar esta meta.

## 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
1.2    Hipótesis.....	2
II REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Historia Y Origen. ....	3
1.2.    producción mundial.....	4
2.3 Producción nacional .....	4
2.4 Importancia de la producción de plántula de tomate.....	5
2.5 Comercialización.....	8
2.6 Descripción botánica .....	9
2.6.1 Planta.....	9
2.6.2 Sistema radical .....	10
2.6.3 Tallo principal .....	10
2.6.4 Hojas .....	10
2.6.5 Flor .....	11
2.6.6 Fruto .....	11
2.7 Hábito de crecimiento del tomate.....	12
2.7.1 Plantas de crecimiento determinado.....	12
2.7.2 Plantas de crecimiento indeterminado.....	12
2.7.3 Plantas de crecimiento semideterminado .....	12
2.8 Clasificación taxonómica .....	13
2.9 Distribución geográfica .....	14
2.9.1 Mundial .....	14
2.9.2 principales países productores:.....	14
2.9.3 Principales productores nacionales: .....	14

2.9.4 En menor escala: .....	15
2.10 Variedades.....	15
2.10.1 Las nuevas especies pertenecientes al género Lycopersicon son:.....	16
2.11 Importancia del Peat Moss .....	17
2.12 Fertilización.....	18
III MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
3.1 localización del experimento.....	26
3.2 Diseño experimental.....	26
3.3 Metodología .....	30
IV RESULTADOS Y DISCUSION .....	32
V CONCLUSIONES .....	39
VI BIBLIOGRAFÍAS .....	40

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1 (fechas de las diferentes aplicaciones).....	27
Cuadro 2 Datos del análisis foliar de Solanum Lycopersicum L. ....	32

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 (primera aplicación de magnesio 12 de marzo 2021) .....	28
Figura 2 (cuarta aplicación de magnesio 18 de marzo del 20219) .....	28
Figura 3 (octava aplicación de magnesio 26 de marzo del 2021) .....	29
Figura 4 (doceava aplicación de magnesio 3 de abril del 2021) .....	29
Figura 5 (dieciseisava aplicación 11 de abril del 2) .....	30
Figura 6 muestreo de plántulas .....	31
Figura 7 pesado de raíz y plántula .....	31
Figura 8 Datos del análisis foliar de Nitrógeno (N) .....	33
Figura 9 Datos del análisis foliar de Fosforo (P).....	33
Figura 10 Datos del análisis foliar de Potasio (K).....	34
Figura 11 Datos del análisis foliar de Azufre (S) .....	34
Figura 12 Datos del análisis foliar de Calcio (Ca).....	35
Figura 13 Datos del análisis foliar de Magnesio (Mg) .....	35
Figura 14 Datos del análisis foliar de Cobre (Cu) .....	36
Figura 15 Datos del análisis foliar de Zinc (Zn).....	36
Figura 16 Datos del análisis foliar de Manganeseo (Mn) .....	37
Figura 17 Datos del análisis foliar de Hierro (Fe) .....	37
Figura 18 Datos del análisis foliar de Boro (B).....	38
Figura 19 Datos del análisis foliar de Molibdeno (Mo) .....	38

## RESUMEN

En el siguiente proyecto de investigación se evaluó el efecto que tiene la aplicación de foliares a base de magnesio (Mg) en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L). Utilizando como base la fortificación. El proyecto de investigación se realizó en instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL, en el área de invernaderos perteneciente al departamento de Horticultura. Los datos se obtuvieron mediante un diseño experimental completamente al azar, donde aplicamos un compuesto químico a base de magnesio el cual se aplicaba con ayuda de un atomizador y contando con un blanco o testigo (T1) y con tres diferentes niveles de aplicación, T2 (magnesio 1%) T3 (magnesio 2%) y T4 (magnesio 3%) contando con 10 unidades experimentales por tratamiento, las aplicaciones se realizaron cada 3 días a partir del día 12 de marzo hasta el 11 de abril del 2021. Realizando un muestreo el día 12 de abril del mismo año, el cual consistió en tomar 10 plántulas de cada tratamiento procurando que fueran del mismo tamaño, los nutrimentos de las plántulas fueron analizadas por el método de absorción atómica, en el que los tratamientos con mayor índice de resultados fueron el tratamiento 4 donde las macronutrientes como él (Nitrógeno y Potasio) fueron superiores a los tratamientos 1 y 2. Siendo también en micronutrientes el tratamiento 4 superior en comparación con los tratamientos 1 o testigo y el tratamiento 2 (Manganeso, Hierro y Boro).

**Palabras clave:** *fortificación, nutrición inorgánica, solanum lycopersicum L, plántula, magnesio.*

## I INTRODUCCION

El tomate es la hortaliza que más se siembra y consume en el ámbito nacional. Se caracteriza por ser un cultivo intensivo, realizado durante todo el año por pequeños y medianos productores y cuya producción se concentra en el Valle Central. La plántula es la primera fase y la más sensible en el proceso de producción de especies hortícolas y su crecimiento y el estado nutricional de la misma están directamente relacionados con precocidad, rendimiento, tamaño y número de frutos (*Klapwijk, 1986; Basoccu y Nicola, 1995; Marković et al., 1997*) Con la nutrición pueden modificarse las características morfológicas y el crecimiento de las plántulas. La mayoría de las soluciones nutritivas recomendadas se han obtenido mezclando los nutrientes en diferentes proporciones y al azar, y sembrando posteriormente un cultivo; la mezcla de nutrientes donde el cultivo se desarrolló mejor se recomienda como una solución nutritiva específica para dicho cultivo. Esta forma de recomendar una solución nutritiva como específica no garantiza que exista otra solución en la cual se desarrolle mejor el cultivo (*De Rijck y Schrevels, 1998*). El funcionamiento normal del organismo vegetal ocurre con una determinada relación de cationes y aniones en la solución nutritiva; el crecimiento de los órganos aéreos de las plantas y el desarrollo del sistema radical dependen del equilibrio fisiológico de la solución nutritiva (*Yágodin, 1986*) El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es uno de los cultivos vegetales más importante y más consumido en el mundo (*Hernández etl ., 2014 ; Xu et al ., 2014* ).

La facilidad de propagar el tomate por medio de semillas, hizo que la propagación vegetativa fuera poco explorada e investigada (*Nadai et al., 2015*). Las actividades de producción de plántulas deben ser supervisadas en todas las etapas del proceso, con el objetivo de entregar a los agricultores semillas ó plántulas con alta *calidad* (*Pinheiro et al.,*

2017). La producción de plántulas de tomate puede ser sobre el suelo, arena y con sustratos (Gómez *et al.* 2010). Estos últimos son muy utilizados en la actualidad porque incrementan el número de hojas y la masa seca del tallo y de la parte aérea (De Mendonça *et al.*, 2013).

### **1.1 Objetivo general**

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

### **1.2 Hipótesis**

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

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Historia Y Origen.

El tomate (*Solanum lycopersicum L*) es una planta originaria de las regiones tropicales de América latina cuyo centro de origen se localiza en la región de los andes integrado por los países de Chile, Ecuador, Colombia, Bolivia. Donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

Las investigaciones realizadas hasta el 2007 colocan a México como el centro más importante de domesticación. Iniciada por las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México. Antes de la llegada de los españoles.

(Arosamenta 1980). Posteriormente los europeos lo llevaron a Europa a mediados del siglo XVI donde fue aceptado y empleados para la gastronomía europea de ahí fue introducida a Italia en el siglo XVII en el año 1560 y fue donde se realizaron los primeros trabajos de mejoramiento.

(Anderlini 1976) un audaz experimento la llamo. “la manzana de oro” o la “manzana del Amor” ya que se les atribuyen propiedades excitantes.

(Flores 1980) coincide con el origen que asignan muchos investigadores, sin embargo, algunos creen que este centro no es idéntico con el punto de diversificación de las formas cultivadas y se opina que el área entre Puebla y Veracruz, es un centro de diversificación varietal que ha dado origen a formas cultivadas, según cuya hipótesis el tomate no es autóctono de México, si no que fue introducido a este país en tiempos antiguos

## **1.2.producción mundial**

En el ámbito mundial constituye la hortaliza más consumida y de mayor valor económico. Es cultivada en más de cien países, entre los cuales se destacan China, Estados Unidos, India, Turquía y Egipto (Cestoni et al. 2006).

La producción mundial de tomate está en constante crecimiento, no solo por el aumento de las áreas cultivadas, sino también porque los agricultores aplican tecnologías que les permiten elevar los rendimientos (Díaz, V 2014). En 2011 la producción mundial de tomate para consumo fresco superó las 211 021 843 t, lo que representa un incremento de 2,2 % con respecto al año anterior y demuestra que la producción sigue en ascenso. China ocupa el primer lugar con 50 125 055 t, seguido por la India con 17 500 000 t y Estados Unidos con 13 206 950 t (Horto.info c2011). El 75 % de la producción mundial de tomate se destina al consumo en fresco, mientras que el 25 % restante, a la industria, para la elaboración de pasta concentrada, salsas y tomate pelado, rebanado y deshidratado (Horto.info c2011).

## **2.3 Producción nacional**

Es la hortaliza que ocupa mayor superficie sembrada en todo el mundo, con alrededor de 3, 593,490 ha, con una producción de 53, 857,000 ton (FAO, 2001). En México se siembran alrededor de 80,000 ha con un rendimiento promedio de 28.7 ton/ha., por lo cual es la segunda hortaliza más importante por la superficie sembrada que ocupa; la más importante por su volumen en el mercado nacional, y la primera por su valor de producción (Nieto y Velasco, 2006).

Se cultivan alrededor de 70, 000 ha, siendo los estados de Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán los principales productores (Espinosa, 2004). Comercialmente se producen 45 millones de toneladas de tomate por año en 2.2 millones de hectáreas (Rojop 2008). La demanda mundial de tomate en el año 2003, fue de 3, 555,664 toneladas, los países que más demandan este producto son: Estados Unidos, Alemania y Francia (FAO, 2004). La demanda de tomate en México es de 2.1 millones de toneladas, y la superficie cosechada en México es de 121,688 ha (SAGARPA, 2004). La producción de jitomate a cielo abierto en el estado se lleva a cabo en dos temporadas al año: el ciclo primavera-verano y el otoño-invierno. En el 2006, en el primer ciclo se sembró y cosecho una superficie de 202 Ha, con un rendimiento total de 12,497 Ton (61.87 Ton/Ha), y en el segundo ciclo se sembró 24 Ha, con una producción total de 7,231 Ton, y el rendimiento fue de 301.29 Ton/Ha. Los municipios productores de tomate son: Cadereyta, Colón y Peñamiller (SEDEA, 2007)

#### **2.4 Importancia de la producción de plántula de tomate**

La producción de la plántula en invernadero, requiere de cuidados adicionales a los que demanda una plántula desarrollada al aire libre de manera tradicional; generalmente, se desarrollan las plántulas usando un medio de cultivo o sustrato, con el que se sustituye al suelo, con el propósito de que las condiciones de desarrollo de la plántula sean las óptimas. El manejo adecuado de los almácigos, ofrece la posibilidad de obtener plántula de calidad con características deseables como: sana, vigorosa con sistema radical bien desarrollado, sus hojas de buen tamaño y coloración, que esté disponible para replantar cuando se requiera,

confiable para arraigo en el campo, libre de plagas, tolerante a cambios ambientales y que su tamaño y desarrollo sea homogéneo (Vavrina, 2002)

La producción de plántulas de tomate en recipientes para trasplante se ha incrementado en los últimos años debido a las grandes ventajas que representa este sistema de producción con respecto a la producción de plántula a raíz desnuda, ya que se requiere planta sana con muy buen desarrollo tanto foliar como radicular ya que este es el punto más importante a la hora de producir plántulas de tomate, ya que un volumen de masa radicular bien desarrollado dará como resultado una planta con mayor área de absorción de agua y nutrientes y con una gran capacidad de adaptación al momento del trasplante en el invernadero (Tijera-Ramírez, 2005). Las actividades de producción de plántulas deben ser supervisadas en todas las etapas del proceso, con el objetivo de entregar a los agricultores semillas o plántulas con alta calidad (Pinheiro et al., 2017). La producción de plántulas de tomate puede ser sobre el suelo, arena y con sustratos (Gómez et al., 2010). Estos últimos son muy utilizados en la actualidad porque incrementan el número de hojas y la masa seca del tallo y de la parte aérea (De Mendonça et al., 2013). Se debe preferentemente utilizar sólo semillas de buena calidad y en lo posible, de calidad Certificada. Semillas de sanidad certificada o controlada, permitirán almácigos con plantas más sanas y vigorosas y en algunos casos con resistencia a algunas enfermedades, en especial provocadas por patógenos del suelo (CNBPA, 2008).

La práctica ha demostrado que, en la mayoría de los casos, en condiciones de invernadero, tanto la charola de la base de la pila o estiba, como la de la parte superior, tardan más tiempo en germinar, por lo que algunas veces cuando se dispone de material, se recomienda que éstas

dos charolas se dejen sin sembrar y se coloque sólo con sustrato regado, a fin de lograr una germinación homogénea (Bravo et al., 2002; Reveles, 2005). La germinación de tomate se ve afectada principalmente por la humedad y la temperatura, por lo que se recomienda mantener la humedad constante y la temperatura entre 20 y 25°C, con lo que se logra que germinen entre seis y ocho días (Lorenz and Maynard, 1980; Flynn et al., 2002, Samaniego-Cruz et al., 2002)

La plántula es la primera fase y la más sensible en el proceso de producción de especies hortícolas y su crecimiento y el estado nutrimental de la misma están directamente relacionados con precocidad, rendimiento, tamaño y número de frutos (Klapwijk, 1986; Basoccu y Nicola, 1995; Marković et al., 1997). Además, las plántulas con contenido mayor de materia seca son más resistentes al trasplante y se adaptan fácilmente (Cornillón, 1999).

Las ventajas de la producción de plántula en contenedores y bajo condiciones de invernadero son múltiples; las más relevantes son: la obtención de plántula oportuna para el trasplante de acuerdo a oportunidades estacionales de mercado de las cosechas, control estricto de semilla, siembra y manejo del cultivo para obtener plántula libre de virosis y fungosis<sup>8</sup> y un ahorro de 45 días respecto a la plántula obtenida en almácigos tradicionales al piso (Macías, 2007). Para el establecimiento de un cultivo se deben producir plántulas de buena calidad en almácigos provistos de tecnología que permitan tener plántula en tiempo y condiciones requeridas para lograr la sobrevivencia al trasplante. La producción de plántulas en charolas de propagación, es el método más apropiado de obtener plántulas sanas, vigorosas, uniformes y con un sistema radicular muy bien desarrollado, además de que este sistema de producción permite establecer controles ambientales, de fertilización y sanidad muy eficientes o bien, se

puede optar por adquirir plántulas con productores que se dediquen a dicha actividad y que garanticen el vigor y sanidad de la planta (León-Gallegos, 2006).

## **2.5 Comercialización**

La plántula es la primera fase y la más sensible en el proceso de producción de especies hortícolas y su crecimiento y el estado nutrimental de la misma están directamente relacionados con precocidad, rendimiento, tamaño y número de frutos (Klapwijk, 1986; Basoccu y Nicola, 1995; Marković et al., 1997). Las ventajas que ofrece la compra (comercialización) de plántulas son múltiples; las más relevantes son: la obtención de plántula oportuna para el trasplante de acuerdo a oportunidades estacionales de mercado de las cosechas, control estricto de semilla, siembra y manejo del cultivo para obtener plántula libre de virosis y fungosis y un ahorro de 45 días respecto a la plántula obtenida en almácigos tradicionales al piso (Macías, 2007). 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 (Ibídem). 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 (Ibídem).

Son pocos los casos en los que el productor o empresario agrícola cuenta con un canal de comercialización directo con supermercados o consumidores finales. En el caso del mercado nacional existen dos canales de comercialización del tomate: 1) El productor destina su

producción empacada a centrales de abasto y tiendas de autoservicio para finalmente distribuirlo a los consumidores; 2) Los intermediarios recogen la producción del agricultor y la envían a los mercados locales y a bodegas. Por otro lado, en el plano internacional los productores mexicanos de tomate envían su producción empacada a un broker y éste se encarga de ponerlo en tiendas de autoservicio y distribuidores al menudeo para hacerlo llegar al consumidor extranjero. Esta situación sucede en el comercio entre Estados Unidos de América y México (Lucero et al., 2012).

## **2.6 Descripción botánica**

El tomate pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta dicotiledónea (Cestoni et al. 2006) y herbácea perenne, que se cultiva en forma anual para el consumo de sus frutos (Semillaria 2015).

### **2.6.1 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. (Giaconi M, V. y Escaff G., M. 2004.)

### **2.6.2 Sistema radical**

El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de cultivo, se daña la raíz pivotante y la planta desarrolla resulta en un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil. (Giacconi M, V. y Escaff G., M. 2004.)

### **2.6.3 Tallo principal**

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Giacconi M, V. y Escaff G., M. 2004.)

### **2.6.4 Hojas**

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo (Giacconi M, V. y Escaff G., M. 2004.)

### **2.6.5 Flor**

La flor del tomate es perfecta. Consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”, La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas. (Giaconi M, V. y Escaff G., M. 2004.)

### **2.6.6 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 (figura 5) 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).

## **2.7 Hábito de crecimiento del tomate.**

### **2.7.1 Plantas de crecimiento determinado**

Son plantas cuyos tallos principales y lateral detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias, según la variedad. Son de porte bajo y compacto y producen frutos durante un periodo relativamente corto. Su crecimiento se detiene después de la aparición de varios racimos de flor con la formación de un último racimo apical. La cosecha puede realizarse de una a tres veces durante el ciclo de cultivo.

### **2.7.2 Plantas de crecimiento indeterminado**

Son plantas cuyos tallos principales y lateral crecen en un patrón continuo, siendo la yema terminal del tallo la que desarrolla el siguiente tallo. La floración, el fructificación y la cosecha se extienden por periodos muy largos, por lo que son usualmente cultivadas en invernaderos o casas sombra con tutoreo. Poseen condiciones adecuadas para un crecimiento continuo, dado que forman hojas y flores de manera ilimitada. La aparición de flores en los racimos y su grado de desarrollo son escalonados: las primeras flores del racimo pueden estar totalmente abiertas, mientras que las últimas aún no se abren.

### **2.7.3 Plantas de crecimiento semideterminado**

Se caracterizan por la interrupción del crecimiento de sus tallos después de un determinado número de inflorescencias, usualmente en una etapa muy avanzada del ciclo del cultivo (*Haifa Chemicals 2014*).

## 2.8 Clasificación taxonómica

### Taxonomía del cultivo

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>División</b>	<b>Magnoliophyta</b>
<b>CLASE</b>	<b>Magnoliopsida</b>
<b>ORDEN</b>	<b>Solanales</b>
<b>FAMILIA</b>	<b>Solanaceae</b>
<b>SUBFAMILIA</b>	<b>Solanoideae</b>
<b>TRIBU</b>	<b>Solaneae</b>
<b>GENERO</b>	<b>Lycopersicon</b>
<b>ESPECIE</b>	<b>Lycopersicon esculentum</b>

(Semillaria 2015)

## **2.9 Distribución geográfica**

### **2.9.1 Mundial**

El tomate es la hortaliza más importante en varios países del mundo. Su producción y calidad aumenta constantemente. El tomate tiene una amplia distribución debido a los parámetros que exige. Puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1800msnm. Se cultiva bajo climas cálidos y templados. En los países desarrollados como lo son estados unidos y Canadá y la unión europea utilizan la tecnología en invernaderos de alta calidad.

### **2.9.2 principales países productores:**

- Estado
- Unidos
- Canadá
- Grecia
- México
- Italia

### **2.9.3 Principales productores nacionales:**

En México se cultiva en la mayor parte del territorio nacional. Los siguientes estados destacan por su alta producción.

- Sinaloa
- Baja California
- San Luis Potosí

- Sonora
- Nayarit
- Morelos
- Michoacán

#### **2.9.4 En menor escala:**

- Jalisco
- Guanajuato
- Tamaulipas
- Hidalgo
- Puebla

#### **2.10 Variedades**

A. Valádez, (1996) Generalmente se clasifican de acuerdo con el tiempo en que los frutos necesitan para llegar a la madurez

George, (1998). Las modernas variedades de tomate descenden de plantas que producen fruto grande, aplanado, áspero, cada año aparecen variedades nuevas que dejan en el olvido a otras surgidas muy pocos años antes, variando ampliamente en tamaño, forma, color, precoces, intermedios y tardíos.

- 1) Precoces: 90 a 100 días con rendimientos bajos.
- 2) Intermedias: 100 a 130 días con rendimientos medios.
- 3) Tardíos: 140 a 160 días con rendimientos altos

**2.10.1 Las nuevas especies pertenecientes al género *Lycopersicon* son:**

1. *Lycopersicon esculentum* Mill.
2. *Lycopersicon peruvianum* Mill.
3. *Lycopersicon chilense* Dun.
4. *Lycopersicon pennelli*(cor).
5. *Lycopersicon parviflorum* (Rick).
6. *Lycopersicon cheesmanii* Riley.

### 2.11 Importancia del Peat Moss

El **Peat Moss** también conocido como turba es un sustrato que se forma a través de la descomposición de la materia orgánica que se encuentra principalmente en zonas pantanosas; éste se caracteriza por ser una masa ligera y esponjosa fácil de manipular, la cual permite que los cultivos cuenten con las condiciones adecuadas para su desarrollo, cualidad que ayuda a obtener mayores rendimientos a la hora de cultivar

Este tipo de turba aporta una cantidad importante de beneficios a la hora de cultivar, ya que además de tener la capacidad de retener los nutrientes, cuenta con un grado de aireación que favorece la propagación de diferentes especies vegetales; además presenta una composición porosa que permite que el sistema radicular de las plantas se expanda sin ningún problema mientras absorbe los nutrientes y todos los elementos requeridos para su crecimiento. Es importante mencionar que sus propiedades físicas y químicas van a depender de los componentes que la integran y de los rasgos del lugar donde se genere, por esta razón se recomienda mezclarla con otros sustratos que ayuden a potenciar mejor sus características, esto no sólo asegurará el éxito en la producción, sino también ayudará a obtener mejores resultados y productos con mejor calidad en cualquier espacio.

Gracias a que es un sustrato muy versátil se puede emplear en diferentes cultivos, ya sea a campo abierto, bajo agricultura protegida y en hidroponía; incluso debido a sus características se puede emplear en la producción de productos hortícolas, cultivos en contenedor, para la

germinación y para la propagación de diferentes tipos de plantas, así como para el trasplante de las plántulas. (hidroponia.mx, www.plantacarnivora)

## **2.12 Fertilización**

El propósito de cualquier programa de nutrición mineral en tomate es suministrar los elementos minerales o nutrientes que son absorbidos por la planta en la dosis y momento oportuno para optimizar su utilización. El tomate, como cualquier planta, requiere elementos nutritivos imprescindibles o esenciales, aquellos que no deben faltar para el funcionamiento fisiológico y el desarrollo completo del ciclo vegetativo. Los criterios de esencialidad de un elemento nutritivo más relevante son: la deficiencia del elemento impide a la planta completar su ciclo vegetativo, la deficiencia es exclusiva del elemento en cuestión, y la falta del elemento no puede ser reemplazada por otro. Son 17 los elementos considerados esenciales para el crecimiento y producción de todas las especies cultivadas incluidos los tomates. Los tres elementos esenciales con mayor requerimiento por parte de la biomasa del cultivo de tomate (raíces, tallo, hojas y fruta) son el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O). Estos elementos representan el 90% de la materia seca de la planta. De ellos, el C es suministrado desde la atmósfera, el cual es transformado en carbohidratos a través del proceso de la fotosíntesis. El H y el O son proporcionados por el agua. De los nutrientes minerales esenciales para la planta se distinguen los de mayor requerimiento y se encuentran en mayor proporción en ella, denominados macro-nutrientes (Marschner, 2012). Entre los macro-nutrientes se consideran nitrógeno (N), potasio (K), Calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg) y azufre (S)

La nutrición de las plántulas influye tanto en su desarrollo como en el arraigo y productividad en campo (Delgado, 2004), se requiere que el balance entre nutrientes se considere al momento de programar la fertilización, aunque son necesarios otros elementos; los tres más importantes son: nitrógeno, fósforo y potasio (FAO, 2004); se ha demostrado, que el nitrógeno es el elemento que mayor impacto tiene sobre el crecimiento de la 19 plántula en condiciones de invernadero (Preciado et al., 2005), sin embargo para balancear la fórmula de fertilización y lograr mejores resultados en la calidad de la plántula de Chile, se recomienda aplicar otros nutrientes (Maynard and Hochmuth, 2007; Reveles et al., 2009). El inicio del programa de nutrición se podrá realizar a partir de la aparición de las primeras hojas verdaderas y continuarse con aplicaciones semanales (FAO, 2004). La nutrición de la plántula, ayuda a lograr plantas vigorosas que favorecen su arraigo y buen desarrollo en el campo definitivo (Preciado et al., 2002); la fertilización se puede realizar al mezclar el material fertilizante con el sustrato en el momento de la siembra; se ha demostrado que la aplicación de 420 gr de sulfato de amonio por m<sup>3</sup> de sustrato favorece el desarrollo de la plántula (Gülser, et al., 1999); sin embargo, se sugiere que la aplicación del fertilizante se inicie a partir del surgimiento del primer par de hojas verdaderas; es conveniente realizar dos aplicaciones por semana (Chávez, 2001; Reveles, 2005). Para fertilizar se recomienda preparar una solución nutritiva para realizar la fertilización, para lo que se sugiere disolver 30 g de urea, 20 g de ácido fosfórico y 60 g de la fórmula 14-00-40 en 100 L de agua. Para elaborar la solución se recomienda disolver por separado cada uno de los fertilizantes y posteriormente verterlos en la solución (Castañeda, 2001). 20 Cuando las cantidades de fertilizante a disolver son pequeñas, es relativamente fácil hacerlo por medios mecánicos para agitar hasta disolver el material a usar; sin embargo, el uso de agua tibia puede disminuir el

tiempo de disolución (Hochmuth, 2001). Chávez (2001), recomienda una proporción de: 4: 1: 4: 3: 1, entre los siguientes nutrimentos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, respectivamente; si se aplican proporciones diferentes a las señaladas, tendrán problemas de desbalance, lo que puede originar deficiencias y antagonismos, que repercuten en un deficiente desarrollo de las plántulas, más susceptibilidad a enfermedades, reducido desarrollo y desproporción entre raíz y follaje Sin embargo el factor más importante a la hora de producir plántulas es el control de la fertilización ya que generalmente se utilizan sustratos inertes que no aportan ningún nutriente a las plántulas, por ello se requiere de un programa de aplicación de fertilizantes que se inicia a partir del 10º día después de la siembra, es decir, al momento de la aparición de las primeras hojas verdaderas y en el caso de plántulas se requiere de un programa especial de fertilizantes en cuanto a las dosis, ya que son tejidos muy tiernos que responden rápidamente a su estimulación y el exceso reducirá su calidad. León-Gallegos (2006),

Los fertilizantes orgánicos tienen como principal desventaja la baja tasa de asimilación, ya que llevan a cabo todo un proceso para llegar a manifestar sus efectos, pero la ventaja es que tiene menos efectos secundarios en el caso de excederse en su uso y contienen una mayor cantidad de macro y micro elementos, lo que proporciona mayor cantidad de nutrientes a los cultivos. Además de mantener los nutrientes del suelo también retienen una mayor cantidad de humedad tan necesaria para el desarrollo adecuado de las plantas. Es así que los fertilizantes orgánicos reconstituyen los niveles de materia orgánica del suelo y con esto se incrementa la capacidad para retención de nutrientes minerales que se le aplican, mejorando su textura y estructura y la capacidad de retención de agua a diferencia de los fertilizantes inorgánicos que solo aportan los nutrientes que se necesitan para solucionar el problema

inmediatamente (Villa et al., 2005), La mezcla de micro nutrientes contiene: 25.6 gramos de sulfato de hierro, 2.86 de ácido bórico, 1.7 de sulfato de manganeso, 140 de sulfato de zinc y 80 miligramos de sulfato de cobre.

Las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de sales solubles en agua, de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo. Los nutrimentos penetran en las hojas a través de las estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios su microscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrimentos. Los nutrimentos se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno se destaca por su rapidez de absorción necesitando de 0,5 a 2 horas para que el 50% de lo aplicado penetre en la planta. Los demás elementos requieren tiempos diferentes y se destaca el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50% sea absorbido. En el Cuadro 4, se detallan tiempos de absorción de algunos nutrimentos importantes. Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías: a) la corriente de transpiración vía xilema, b) las paredes celulares, c) el floema y otras células vivas y d) los espacios intercelulares. La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema. El movimiento de célula a célula ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema se inicia desde la hoja donde se absorben y sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares donde se utilizan o almacenan dichos compuestos. En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto no se produzca movimiento de sustancias orgánicas producto de la fotosíntesis. El magnesio es un

elemento esencial para la planta, dado que participa en la fotosíntesis, síntesis de proteínas y activación de numerosos sistemas de enzimas (Marschner, 2012). Varios estudios señalan que incrementos en la tasa de aplicación de Mg mejoran el rendimiento de plantas estresadas por sales. Por ejemplo, el crecimiento y el rendimiento de las plantas de tomate aumentaron con el incremento de Mg (Carvajal, 1999). Algunos criterios de calidad de plántula que pueden considerarse son el área foliar, porque determina el potencial de la actividad fotosintética (Klapwijk, 1986) y la producción de biomasa, como un indicador del crecimiento vegetal.

El magnesio (Mg) es el elemento central de la clorofila, la cual juega un rol esencial en la fotosíntesis, siendo una de las funciones más importante Las hojas y sus partes (peciolos, láminas, fluidos) representan la inversión de los recursos nutricionales de las plantas en procesos fisiológicos directamente ligados a las tasas de intercambio gaseoso (asimilación fotosintética del CO<sub>2</sub>, transpiración). La composición química típica de la materia seca de una hoja puede ser: 60% carbohidratos, 25% proteínas, 5% lípidos y 10% minerales. La demanda de nutrimentos por parte de las hojas cambia durante el ciclo de vida, y muestra una relación estrecha con la tasa y las características del crecimiento. La longevidad de las hojas está fuertemente determinada por el estado fisiológico de las plantas en el momento de su producción. La aplicación de nutrimentos en función de la demanda (una consecuencia del ciclo fenológico) debería constituir la base de la fertilización científica de los cultivos. Por ejemplo, del total de nitrógeno de una hoja C<sub>3</sub>, solo el 23% es no-cloroplástico, 19% es invertido en la captura de luz, 26% en la fijación enzimática de CO<sub>2</sub>, 23% en procesos biosintéticos y energéticos, y solo un 7% es nitrógeno estructural. Por lo tanto, la tasa fotosintética y su expresión final, el crecimiento de las plantas, es altamente dependiente de

la concentración de nitrógeno en las hojas. Las especies C3 y C4 difieren sustancialmente en la respuesta de la fotosíntesis a la concentración de nitrógeno foliar. Existe abundante evidencia de que las células parenquimáticas situadas a lo largo y en las terminaciones de los vasos del xilema, y de los tubos cribosos del floema (células compañeras) gobiernan la translocación de solutos en las venas, los peciolos, los tallos, y las raíces principales. Las variaciones en el metabolismo celular y en la organización intercelular del parénquima asociado a estos canales de translocación, conduce a diferentes estrategias de distribución del carbono y del nitrógeno, que a su vez parecen estar relacionadas con la forma de crecimiento y su ámbito de adaptación. Desde el punto de vista del diagnóstico nutricional de las plantas, las hojas son de enorme utilidad. Por un lado, la relación entre el contenido de nutrimentos en los tejidos (foliares) y el rendimiento es clara. Representa el fundamento científico del análisis químico de los tejidos para diagnosticar el estado nutricional de las plantas, pero requiere de investigación previa para determinar la reacción del rendimiento ante cambios en la concentración de nutrimentos en los tejidos para la planta (Marschner, 2012). El déficit de Mg es muy común en suelos de pH alcalino, mostrando clorosis intervenal en hojas basales y medias de la planta. Esta deficiencia puede ser acentuada con excesos en fertilización de N y K de acuerdo a lo reportado por Adams et al. (1978). En casos más avanzados aparece necrosis marginal e intervenal, afectando negativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. El nivel límite descrito para empezar a manifestar la sintomatología de deficiencia de Mg es 0,3%, acentuándose con contenidos inferiores (Ward y Miller, 1969). La fertilización foliar por lo general se realiza para corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de macronutrimentos tales como el nitrógeno, fósforo y el potasio, se reconoce que la fertilización foliar solo puede complementar, pero en ningún momento

sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que las dosis a aplicar vía foliar son muy pequeñas en comparación con las dosis aplicadas al suelo para obtener buenos rendimientos. Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas. (Kovacs, 1986). A continuación, se desglosa la importancia de algunos de ellos. áctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica. La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos

a los lugares de la planta de mayor demanda. El abastecimiento de los nutrimentos a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades (Bear, 1965; Plancarte, 1971; Trinidad et al., 1971). Por consiguiente, habrá casos en que la fertilización foliar sea más ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo, y casos en que simple y sencillamente no sea recomendable el uso de la fertilización foliar. La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersión (Tisdale et al., 1985); sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo. La hoja es un tejido laminar formada en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que irrigan la hoja de savia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis del medio (Bidwell, 1979). Desde el punto de vista de su estructura, las partes más importantes de una hoja del haz al envés son: La cutícula, epidermis superior, parénquima de empalizada, parénquima esponjoso, tejido vascular (integrado por células perimetrales, xilema, floema y fibras esclerenquimatosas), epidermis inferior y cutícula inferior. En el envés, en muchos casos existe una capa espesa de vellos, que dificulta el acceso de soluciones nutritivas, hasta la epidermis como ocurre en la hoja de aguacate. Fisiológicamente la hoja es la principal fábrica de fotosintatos. De aquí la gran importancia de poner al alcance de la fábrica los nutrimentos necesarios que se incorporan de inmediato a los metabolitos, al ser aplicados por aspersión en el follaje. Pero la fertilización foliar no puede cubrir aquellos nutrimentos que se requieren en cantidades elevadas. La fertilización foliar, entonces, debe

utilizarse como una práctica especial para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de aquellos nutrimentos que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo. Enfermedades (Bear, 1965; Planca).

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 localización del experimento**

El presente experimento se llevó a cabo dentro de las instalaciones en áreas de invernaderos correspondientes al departamento de horticultura ubicado en la universidad autónoma agraria Antonio Narro UL.

#### **3.2 Diseño experimental**

El diseño experimental con el que se trabajo fue un completamente al azar en el que utilizamos un testigo o blanco y tres tratamientos aplicados de un compuesto químico a base de magnesio. Los niveles de aplicación son uno, dos y tres por ciento de magnesio con 10 unidades experimentales por tratamiento.

Las aplicaciones se realizaron cada tercer día, iniciando el día 12 de marzo del 2021 y culminado el 11 de abril del 2021, Las actividades consistieron en aplicar atomizaciones con las dosis correspondientes 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 las diferentes aplicaciones)**



Figura 1 (primera aplicación de magnesio 12 de marzo 2021)



Figura 2 (cuarta aplicación de magnesio 18 de marzo del 2021)



Figura 3 (octava aplicación de magnesio 26 de marzo del 2021)



Figura 4 (doceava aplicación de magnesio 3 de abril del 2021)



Figura 5 (dieciseisava aplicación 11 de abril del 2)

### 3.3 Metodología

El día 12 de abril del 2021 se realizó la recolección de las muestras, posteriormente se analizó el elemento por el método de absorción atómica en calcio. Así mismo Se eligieron exactamente 10 plántulas por cada uno de los tratamientos tomando en cuenta que fueran del mismo tamaño, como siguiente paso se extrajo la raíz con ayuda de unas tijeras de poda las cuales se desinfectaron antes de realizar cualquier actividad esto para evitar la contaminación de nuestro material vegetativo, para el día 12 de abril se realizó el pesado de la plántula en forma de peso fresco y el pesado del peso seco hasta el día 15 de abril 2021.



Figura 6 muestreo de plántulas



Figura 7 pesado de raíz y plántula

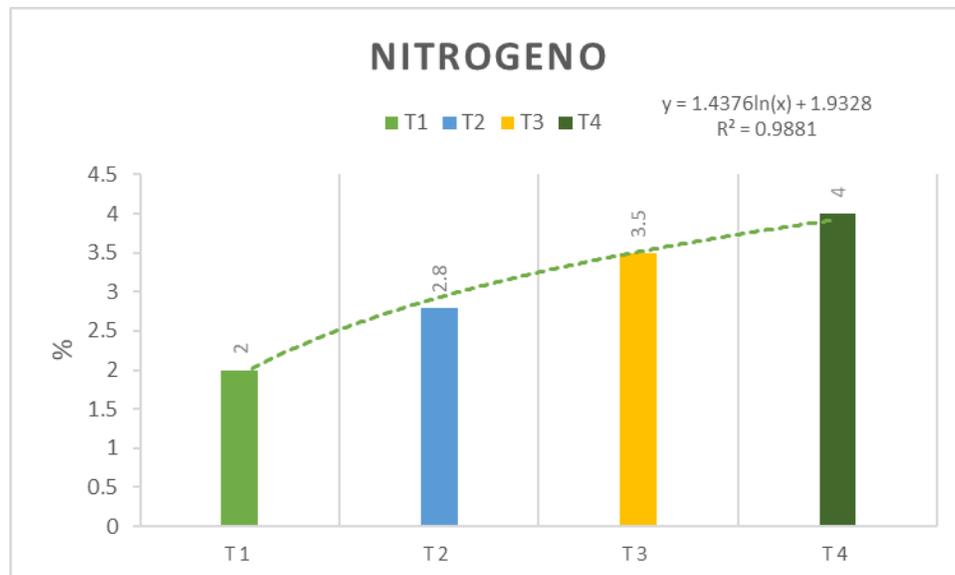
#### IV RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los datos obtenidos de los análisis foliares hechos a las plántulas de *Solanum Lycopersicum L.*, el único micronutriente que se presentó como deficiente fue el (Mo), sin embargo, los macronutrientes (P), (Mg) también presentaron deficiencias.

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

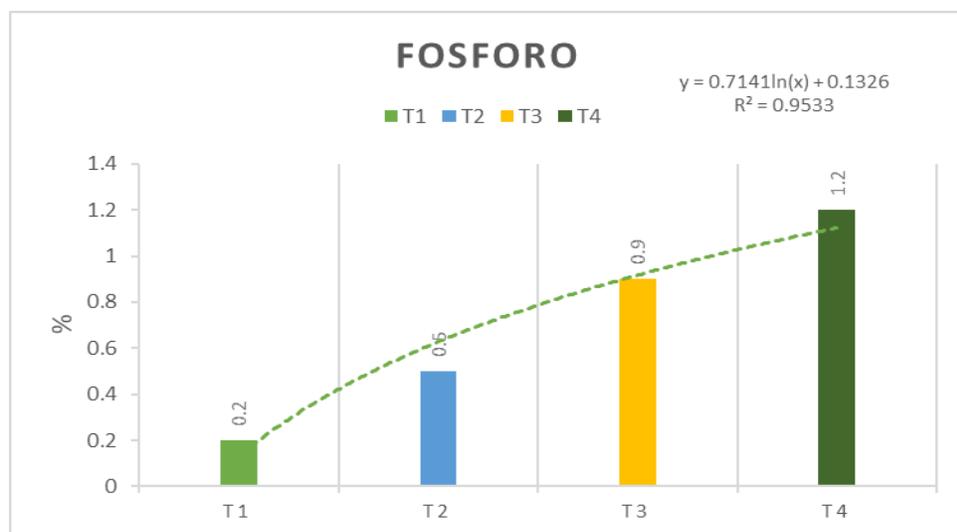
	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>S</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>B</b>	<b>Mo</b>
<b>T1</b>	2	0.2	1.9	0.25	0.4	0.6	2	10	20	53	28	0.32
<b>T2</b>	2.8	0.5	2.7	0.4	0.8	0.8	3.5	18	32	65	36	0.49
<b>T3</b>	3.5	0.9	3.4	0.75	1.2	1.2	4	25	40	80	44	0.57
<b>T4</b>	4	1.2	4	1.25	1.5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

La figura 8 nos muestra que el tratamiento 4 supero en un 100% a nuestro tratamiento 1 o testigo, así mismo el T4 fue mayor al T2 en un 48%



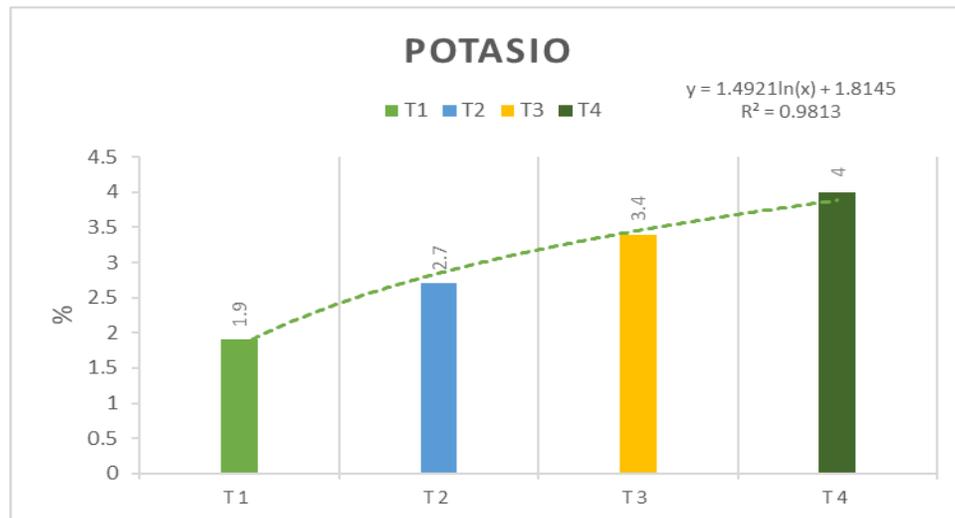
**Figura 8**

En la figura 9 podemos observar que el tratamiento 4 es mayor en un 500% a nuestro tratamiento 1 o testigo, además de que el tratamiento 4 fue superior en 140% a nuestro tratamiento 2.



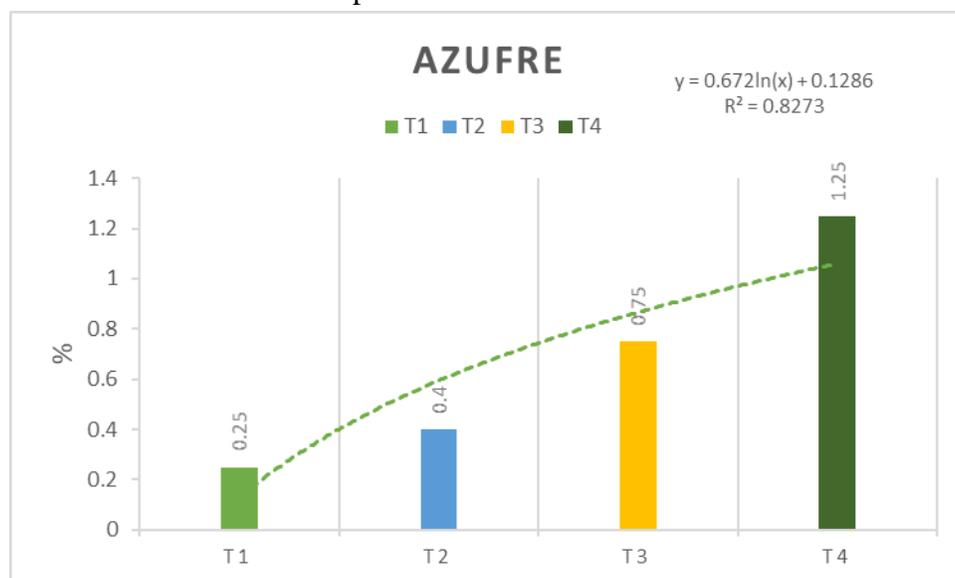
**Figura 9**

La imagen numero 10 nos indica que el tratamiento 4 fue mayor en un 110% al tratamiento 1 o testigo, así mismo el tratamiento 4 sobresalió en un 48% al tratamiento 2.



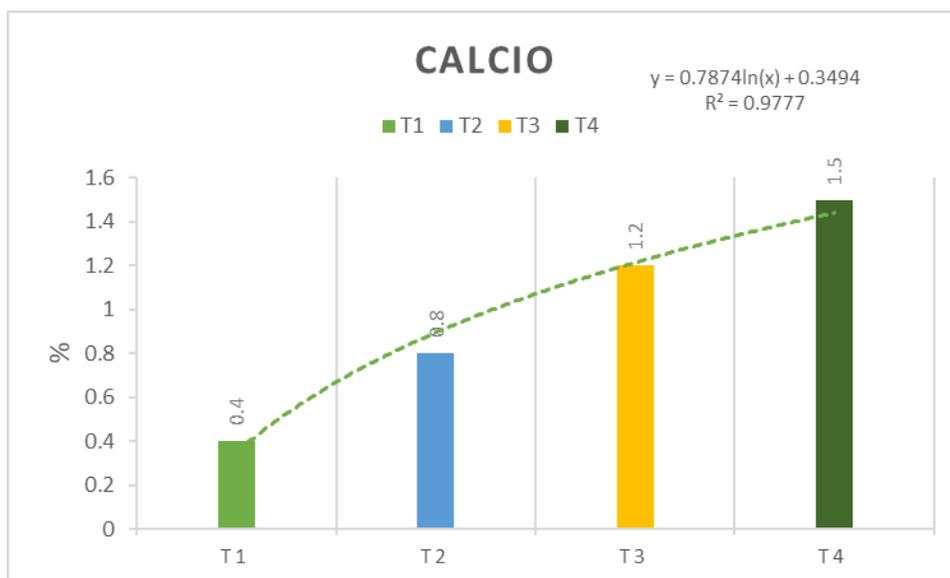
**Figura 10**

En la figura 11 se demuestra que el tratamiento 4 es mayor en un 400% al tratamiento 1, así mismo nuestro tratamiento 4 fue superior en un 212% al tratamiento 2



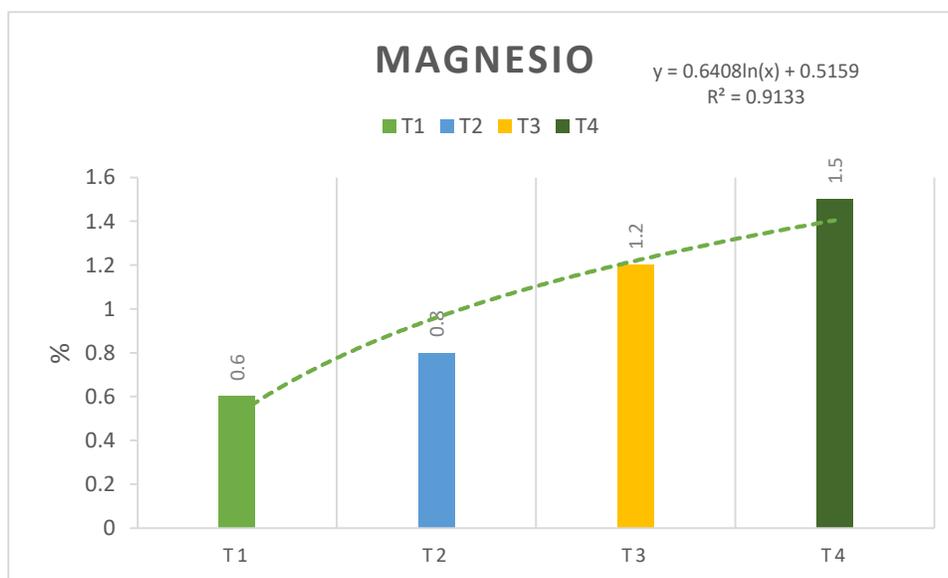
**Figura 11**

La figura 12 observamos que el tratamiento 4 estuvo por encima del tratamiento 1 o testigo con un 275% lo que indica que es mayor, de igual forma el tratamiento 4 fue superior a nuestro tratamiento 2 con un 87%.



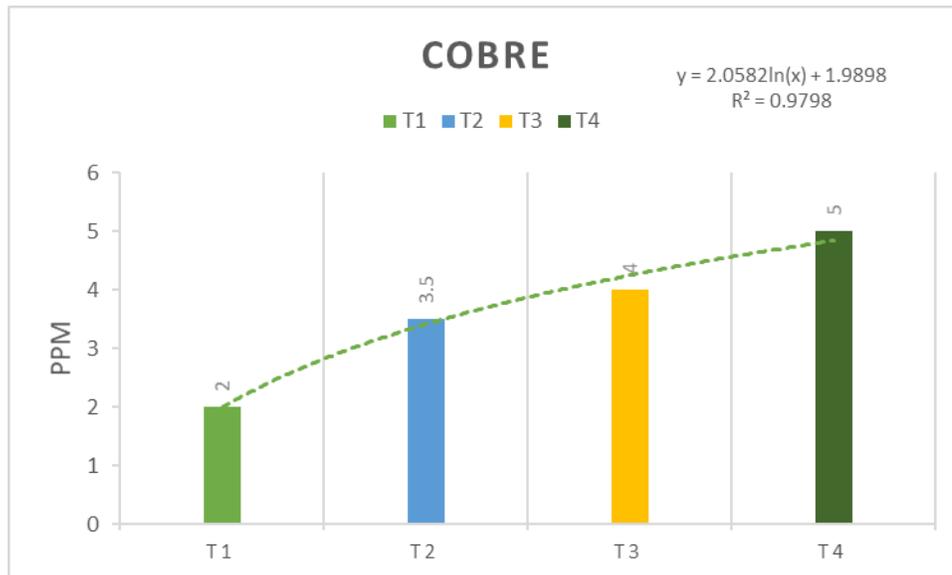
**Figura 12**

Con ayuda de la imagen 13 observamos que el tratamiento 4 es más alto con un 150% y de la misma forma mayor al tratamiento 2 con un 87%.



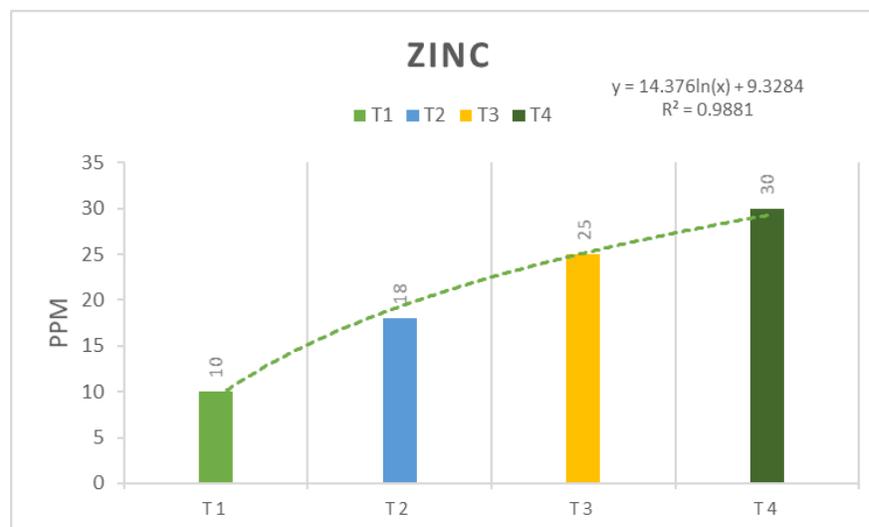
**Figura 13**

La figura numero 14 representa la diferencia que tuvo el tratamiento 4 sobre el tratamiento 1 o testigo con 150ppm de igual manera con el tratamiento 2, arrojando 42ppm de diferencia.



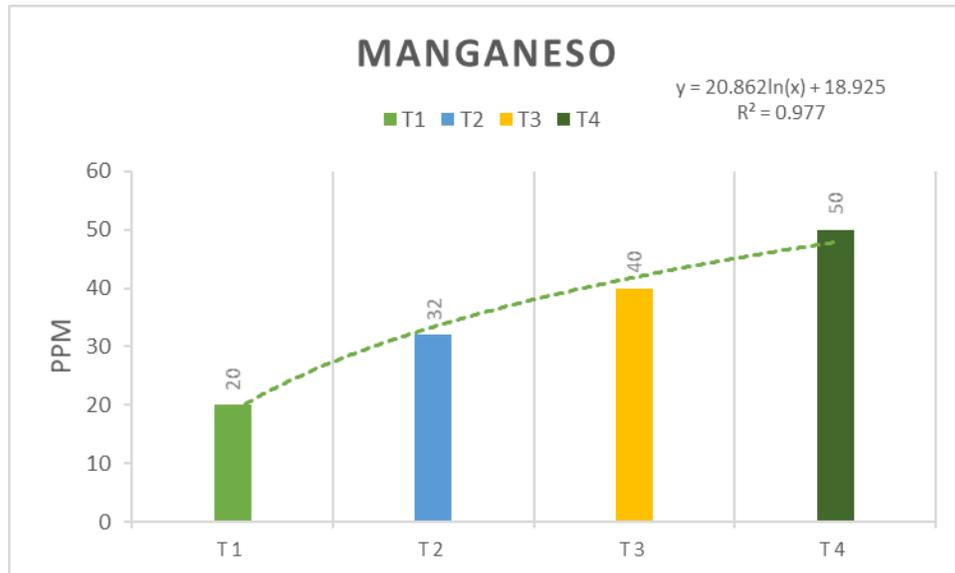
**Figura 14**

En la figura 15 se refleja la disimilitud del tratamiento 1 y 2 que son más bajos al tratamiento 4 el cual fue de 200ppm en el caso del tratamiento 1 menor al tratamiento 4 y 66 del tratamiento 2 menor al tratamiento 4.



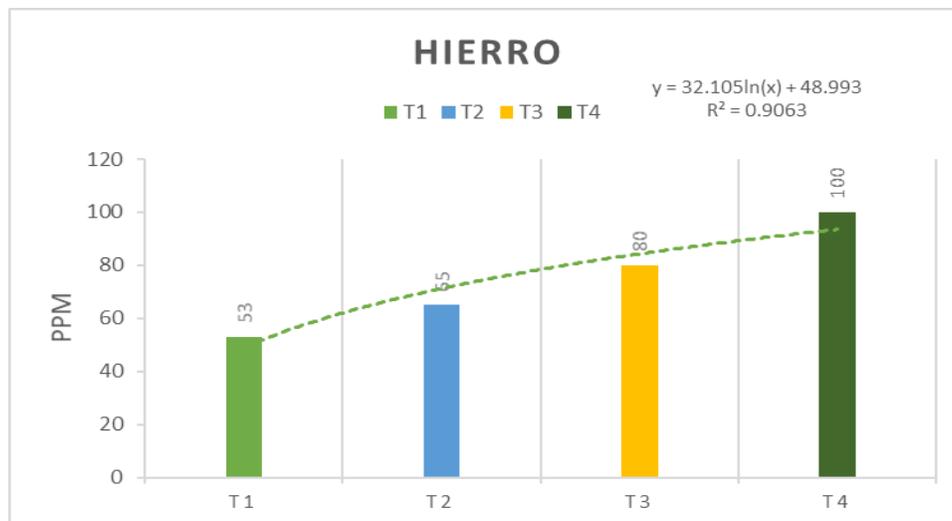
**Figura 15**

En la figura 16 podemos apreciar que el tratamiento 4 es más alto que el tratamiento 1 o testigo con una diferencia de 150ppm de igual manera fue mayor al tratamiento 2 arrojando 56ppm.



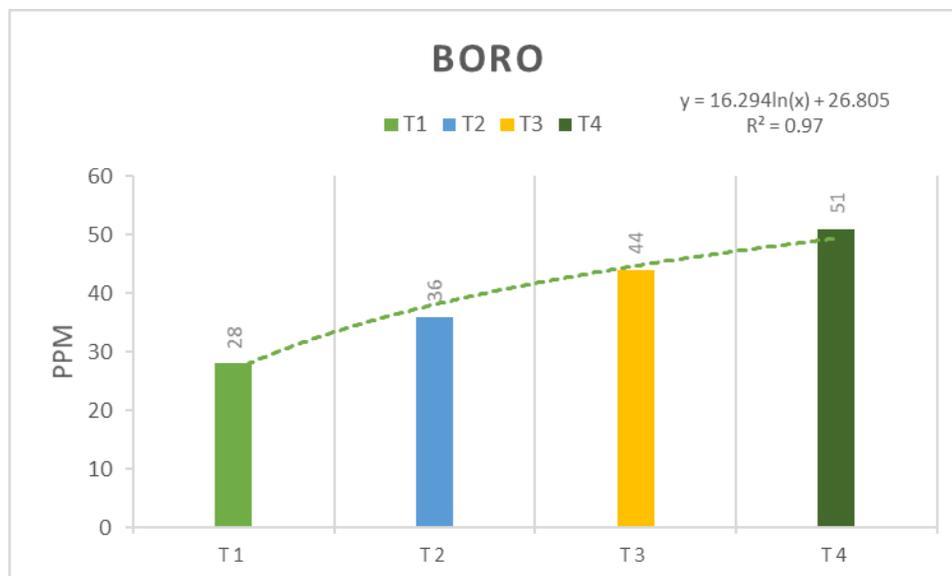
**Figura 16**

La figura numero 17 da a conocer que el tratamiento 4 es superior al tratamiento 1 con la diferencia de 88PPM Y además de que el tratamiento 4 fue mayor que el tratamiento 2 con 153ppm de diferencia.



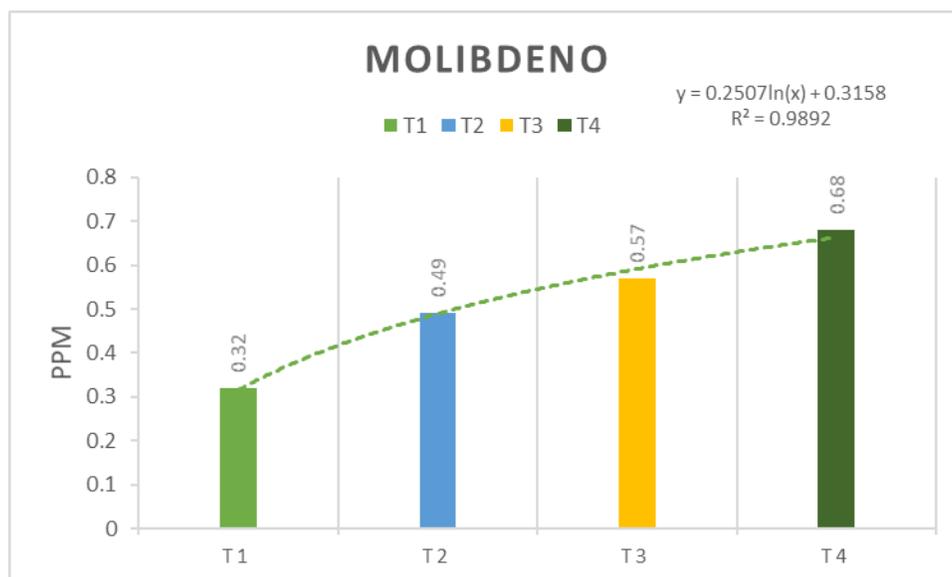
**Figura 17**

La imagen 18 nos muestra que el tratamiento 4 es mayor al tratamiento 1 o testigo con 82ppm de diferencia y más alto que el tratamiento 2 arrojando 41 ppm de diferencia.



**Figura 18**

Podemos observar que en la imagen 19 el tratamiento 4 fue superior al tratamiento 1 o testigo con una diferencia de 112ppm y más alto que el tratamiento 2 con 38ppm.



**Figura 19**

De acuerdo con datos obtenidos en el proyecto y en comparación con los siguientes autores. Velazco A. (206) menciona que los resultados obtenidos en plántula de tomate de los siguientes autores fue N (2.9 %), P (0.50%), Ca (1.56%), K (0.88%), Mg (1.04%) el resultado del magnesio (Mg) 1.04% obtenido es similar al de este proyecto realizado

Reséndez (2014) menciona que los resultados que obtuvo fueron N (17.0%), P (4.4%) K, (42.5%), Ca (1.8%), Mg (1.9%) Na (1.0%) Fe (54.8ppm) Zn (19.0ppm) Mn (10.8ppm) siendo el resultado del magnesio que se obtuvo similar al de este proyecto.

Gemes (208) 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 (6.7ppm) Zn (57.5ppm) así como el magnesio (Mg) (1.5) está dentro de un valor adecuado.

## **V CONCLUSIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la investigación se concluye que la aplicación superior y eficiente es el tratamiento 4 magnesios 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 magnesio en las plantas testigo y tratamientos 2 y 3 se mostró en menor cantidad durante la etapa de plántula, por lo que en una etapa fenológica, donde el aprovechamiento de tal elemento es crucial.

## VI BIBLIOGRAFÍAS

Alvarado, P. 2009. Manual del cultivo de tomate: Riego en tomate (en línea). (Chile, Nodo Hortícola). Universidad de Chile. 25-29 p. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en <http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/ManualCultivotomate.pdf>

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>

Bermejo, J. 2011b. Deficiencias y excesos nutricionales en tomate: síntomas y corrección (en línea). Agrológica. s.p. Consultado 30 oct. 2016. Disponible en <http://blog.agrologica.es/deficiencias-y-excesos-nutricionales-en-cultivo-tomate-sintomas-y-correccion-fertilizantes-nitrogeno-fosforo-potasio-magnesio-calcio-azufre-hierro-zinc-manganeso-boro-molibd>

Bertsch, F. 2005. Estudios de Absorción de Nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización. *Informaciones Agronómica* 57: 1-10.

Chávez, S., N. 2001. Producción de plántula de hortalizas en invernadero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Delicias. México. Folleto Técnico Num. 7

Delgado M., A. 2004. Nitrógeno en la producción de plántulas de chile y su efecto después del trasplante. Tesis licenciatura. Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, México 54p.

Gavande. S.A. 1976. Física de suelos. Editorial LIMUSA. México. Hochmuth, G. 1995. Maneje mejor el nitrógeno con acolchados plásticos. Productores de hortalizas

Gemes.2008.[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342015001002331&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342015001002331&script=sci_arttext)

Hernández M., M. C. (2011). Caracterización del crecimiento y la absorción de macronutrientes en el cultivo protegido del tomate. Centro Agrícola, 34-4

López, L. 2012. Importancia del cultivo de tomate. Informe técnico Programa Nacional Sectorial de tomate. MAG. San Ramón. Alajuela, Costa Rica. 29 p.

Mengel, K. (1987). Principios de Nutrición vegetal. Suiza: International Potash Institute.

Díaz, C; López, L. 2010. Boletín Manejo Integrado del Cultivo de Tomate y el Combate Químico de las Principales Plagas y Enfermedades. Dirección Regional Central Occidental. Agrocadena Regional de Tomate. MAG. Grecia, Costa Rica. Boletín 2010-02.

MAG. Grecia, Costa Rica. Boletín 2010-02.

Hernández C.A. (2019) Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Rev. Cienc. Agr. vol.36 no.1

Hernández C.A. (2019) Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Rev. Cienc. Agr. vol.36 no.1

Juárez-Maldonado,A.(2005) Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 6, núm.5

Reveles-Hernández M.; Huchín-Alarcón, S.; Velásquez-Valle, R.; Trejo-Calzada, R.; y Ruiz-Torres, J. 2010. Producción de Plántula de Chile en Invernadero. Folleto Técnico Núm. 41. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC-INIFAP, 40p

S. Parra-Terraza (20010) Relaciones nitrato/amonio/urea y concentraciones de potasio en la producción de plántulas de tomate Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa. 354

Juárez-Maldonado,A.(2005) Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 6, núm.5

López G. E, 2001, comparación de tres reacciones de N K en tomate con acolchado y fertirrigación, UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila, México. M. León G. INIA. SARH México, 1980

Resendes A.M. (2014) efecto de la fertilización organica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladett Rev. Información técnica agraria itea. vol110.1

S. Parra-Terraza (20010) Relaciones nitrato/amonio/urea y concentraciones de potasio en la producción de plántulas de tomate Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa.