

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**Producción en invernadero de tomate cherry bajo conducción
alternativa**

Por

Adán Martínez Miranda

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón Coahuila, México

Noviembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción en invernadero de tomate cherry bajo conducción
alternativa

Por:

ADAN MARTINEZ MIRANDA

TESIS

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

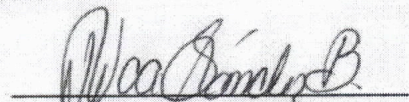
ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:



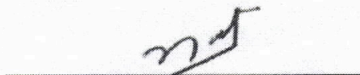
Dr. Rubén López Salazar.

Presidente



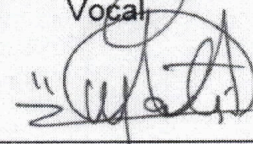
M.C. Francisca Sánchez Bernal

Vocal



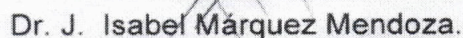
M.D. Juan Manuel Nava Santos

Vocal



M. Víctor Martínez Cebal
ANTONIO NARRO

Vocal suplente



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza.

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Noviembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción en invernadero de tomate cherry bajo conducción alternativa

Por:

ADAN MARTINEZ MIRANDA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

ING. AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



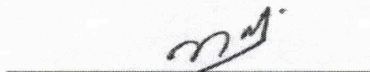
Dr. Rubén López Salazar.

Asesor principal



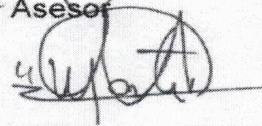
M.C. Francisca Sánchez Bernal

Asesor



M.D. Juan Manuel Nava Santos

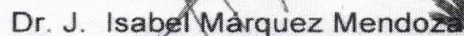
Asesor



M.E Víctor Martínez Cueto

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO

Asesor estudiantil



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México.

Noviembre 2022

AGRADECIMIENTOS

A mis **padres** Adán Martínez Sosa y Juliana Miranda Gómez por haberme dado su apoyo incondicional durante todos estos años y por ser esa razón el más grande aliente para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.

A mis **hermanos** Lilian, Aracely, Dominica y Silverio por su paciencia, ejemplo, apoyo y cariño.

A la **familia** Martínez Gómez por aconsejarme, apoyarme moralmente y económicamente en todos estos años.

A Anahí Albores Díaz por apoyarme durante toda la carrera e impulsarme ser mejor persona y a no rendirme.

A mi **asesor** el Dr. Rubén López Salazar por su infinita paciencia y profesionalismo durante la investigación y la redacción de mi tesis.

DEDICATORIA

A mis **padres** Adán Martínez sosa y juliana miranda Gómez por darme la vida y sus buenos ejemplos para que yo sea una persona de bien. Por darme su amor incondicionalmente y por siempre estar presentes en los momentos más importantes de mi vida

A mis **hermanos** Lilian, Araceli, dominica y Silverio que en el día a día con su ejemplo, respaldo y cariño me impulsaron para salir adelante y no darme por vencido, además de saber que mis logros también son los suyos.

A mis **primos** Ariadna Janette, Daniella, ma. De Lourdes y Joan Sebastián que los considero hermanos, han estado presentes siempre que los necesito con consejos cariño y económicamente les quiero agradecer en esta ocasión tan especial, les agradezco de corazón. Que dios los bendiga.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
INDICE GENERAL	III
INDICE DE TABLAS	V
INDICICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	3
1.3. HIPOTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Origen.....	4
2.2. Producción mundial	6
2.3. Producción nacional.....	7
2.4. Vitaminas	9
2.5. Variedades de tomate	9
2.6. Variedades de tomate cherry.....	10
2.7. Clasificación taxonómica	10
2.8. Hierro.....	11
2.8.1. Función del Hierro en la Planta	11
2.8.2. Absorción de Hierro por las Plantas.....	12
2.9. Calcio.....	12
2.9.1 Funciones biológicas del calcio en las plantas	12
2.9.2. Movilidad y absorción del calcio.....	13
2.9.3. Síntomas de deficiencia de calcio.....	13
2.10. GERMINACION DE SEMILLAS	14
2.10.1. Ácidos fulvicos.	14
2.10.2. Ácido salicílico	15
2.10.3. Acido glutámico.....	16
2.11. El movimiento de las plantas.....	17

2.11.1. Fototropismo y hormonas -----	18
2.11.2. Geotropismo -----	18
2.11.3. Geotropismo positivo -----	18
2.11.4. Geotropismo negativo -----	19
III. Materiales y métodos-----	19
3.1. Localización del experimento-----	19
3.2. Características del invernadero-----	19
3.3. Materiales para la estructura-----	19
3.4. Siembra en charolas-----	20
3.5. Trasplante-----	20
3.6. Diseño experimental-----	20
3.7. Solución del tomate cherry-----	20
3.8. Manejo del cultivo-----	21
3.8.1 Ventajas del cultivo -----	21
3.8.2. Desventajas del cultivo -----	21
3.9. Variedades de tomates invertidos-----	22
3.10. Estructura-----	22
3.11. Fertirriego-----	23
3.12. Poda-----	23
3.13. Entutorado-----	23
3.14. Control de plagas y enfermedades-----	23
3.15. Datos trasplante de planta de tomate cherry-----	23
3.16. Datos planta tomate cherry-----	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	27
V. DISCUSIONES-----	40
5.1. Macronutrientes-----	40
5.2. Micronutrientes-----	41
VI. CONCLUSIONES-----	42
VII. BIBLIOGRAFÍA-----	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: CITRULINA %	23
Tabla 2 : citrulina 2%.	24
Tabla 3: arginina 1%.	24
Tabla 4: arginina 2%.	24
Tabla 5: acido glutámico 1%	24
Tabla 6: acido glutámico 2%.	25
Tabla 7: Fe 2%.	25
Tabla 8: Ca 2%.	25
Tabla 9: Fe 4%- Ca 2%.	26
Tabla 10: Fe 2%- Ca 4%.	26
Tabla 11: resultados de elementos en la planta de tomate cherry.	27
Tabla 12. Cantidad de Nitrógeno (N) en la planta de tomate cherry.	28
Tabla 13. Cantidad de fosforo (P) en la planta de tomate cherry.	29
Tabla 14. Cantidad de potasio (K) en la planta de tomate cherry.	30
Tabla 15. Cantidad de calcio (Ca) en la planta de tomate cherry.	31
Tabla 16. Cantidad de Magnesio (Mg) en la planta de tomate cherry.	32
Tabla 17. Cantidad de azufre (S) en la planta de tomate cherry.	33
Tabla 18. Cantidad de Fierro (Fe) en la planta de tomate cherry.	34
Tabla 19. Cantidad de Zinc (Zn) en la planta de tomate cherry.	35
Tabla 20. Cantidad de Molibdeno (Mo) en la planta de tomate cherry.	36
Tabla 21. Cantidad de Cobre (Cu) en la planta de tomate cherry.	37
Tabla 22. Cantidad de Boro (B) en la planta de tomate cherry.	38
Tabla 23. Cantidad de Manganeso (Mn) en la planta de tomate cherry.	39

INDICICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Datos del análisis de nitrógeno (N) en la planta de tomate cherry	28
FIGURA 2. Datos del análisis de fosforo (P) en la planta de tomate cherry. .	29
FIGURA 3. Datos del análisis de potasio (K) en la planta de tomate cherry. 	30
FIGURA 4. Datos del análisis de Calcio (Ca) en la planta de tomate cherry. 	31
FIGURA 5. Datos del análisis del magnesio (Mg) en la planta de tomate cherry.	32
FIGURA 6. Datos del análisis de azufre (S) en la planta de tomate cherry.	33
FIGURA 7. Datos del análisis del Fierro (Fe) en la planta de tomate cherry. 	34
FIGURA 8. Datos del análisis del Zinc (Zn) en la planta de tomate cherry.	35
FIGURA 9. Datos de análisis de molibdeno (Mo) en la planta de tomate cherry.	36
FIGURA 10. Datos del análisis de Cobre (Cu) en la planta de tomate cherry.	37
FIGURA 11. Datos del análisis del Boro (B) en la planta de tomate cherry. ...	38
FIGURA 12 Datos del análisis del manganeso (Mn) en la planta de tomate cherry.	39

RESUMEN

El presente proyecto de investigación consistió en evaluar el efecto de la planta de tomate cherry bajo conducción alternativa. El experimento se llevó a cabo en instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro unidad laguna (U A A A N -UL) ubicada en periférico y carretera a Santa Fe s/n Torreón Coahuila; se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde se aplicó un compuesto orgánico-mineral a base de calcio y fierro. Se crearon cinco tratamientos usando un testigo con cinco plantas por tratamiento T1 (fierro 2%), T2 (calcio 2%), T3 (fierro 2% calcio 4%), T4 (calcio 2%, fierro 4%) T5 (testigo). También se usó una solución madre con (Ácido fosfórico, nitrato de calcio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio). El riego se realizaba todas las tardes aplicando $\frac{1}{2}$ de solución con el tratamiento.

Palabras clave: *Lycopersicum var cerasiforme*, *aminoácidos*, *geotropismos*, *nutrición organomineral*, *conducción alternativa*.

I. INTRODUCCIÓN.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Es una de las hortalizas más cultivadas a nivel mundial (Zanin et al., 2018). Entre los cultivares de tomate, el tomate cherry (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme*) destaca por su alto valor agregado y por servir como alternativa de ingresos para pequeños y medianos agricultores (Soldateli et al., 2020).

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas, es originario del oeste de América del Sur, entre el norte de Chile y Ecuador y posteriormente fue distribuido hacia el trópico y subtropico de México, país considerado centro de domesticación (Peralta et al., 2006).

El consumo per cápita se ha incrementado constantemente, de 15.4 kg en 2001 a 20.2 kg en 2011 a nivel mundial; en Estados Unidos de América se ubica en 41 kg. En México, el consumo per cápita es de 15 kg por año y las variedades más consumidas son saladette, bola y cereza o cherry (FIRA, 2016).

Las variedades de tomate presentan una amplia diversidad de tamaños, formas y colores de frutos, los cuales se han clasificado en grupos llamados riñón, cereza, ojo de venado (OV), chino criollo (CC) o cuadrado, pera, bola, saladette, los cuales presentan amplia variabilidad genética (Bonilla-Barrientos et al., 2014).

Este tipo de tomate, de acuerdo con Rodríguez et al. (2009) y Ramya et al. (2016), es una variedad similar pero no idéntica a los ancestros silvestres del tomate domesticado, por lo que la mayoría de los investigadores la consideran la variedad precursora de las formas domesticadas (Ranc et al., 2008), que se cultivan en zonas con diferentes condiciones climáticas (Carrillo-Rodríguez et al., 2012).

En México se puede encontrar gran variedad de genotipos silvestres y semidomesticados de tomate cherry, los cuales se consumen más como fruto que como hortaliza (Rodríguez et al., 2009), sin embargo, por sus características de forma, tamaño, color y sabor, pueden ser ideales en la elaboración de salsa, puré, entre otros tipos de preparaciones (Ramya et al., 2016).

Existen varios reportes donde se indica que el tomate cherry presenta concentraciones elevadas de una serie de compuestos bioactivos (licopeno, luteína, β -caroteno, flavonoides, ácido ascórbico, α -tocoferol y vitaminas) (Ranc et al., 2008; Boches et al. 2011;), que en algunos casos supera a los tipos saladette y bola (Carrillo-Rodríguez et al., 2012), lo que le confiere un carácter de alimento neutracéutico (Beckles, 2012).

1.1. OBJETIVO GENERAL

Producción de planta de tomate cherry con conducción alternativa

1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Nutrición de tomate cherry con Fierro (Fe) y calcio (Ca).

1.3. HIPOTESIS

Conducción alternativa de tomate cherry con Fierro (Fe) y Calcio (Ca).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

Durante muchos siglos, el tomate ha recorrido grandes distancias convirtiéndose en la fruta más popular en todo el continente americano. Es originario de los Andes del Perú, donde apareció silvestre con una fruta redonda de color rojo. Gradualmente se esparció a lo largo de Suramérica desde donde continuó su viaje hasta América Central. Allí, ya hace miles de años, lo llamaron “xitomatl” en el lenguaje Náhuatl, que era el idioma que hablaba la nación azteca; fue allí adonde fue cosechado, cultivado y mejorado – produciendo una mayor diversidad de frutos. Por muchos siglos, el tomate detuvo su camino en esa área (Harris, Marzo 2006).

Poco después de que Colón descubriera al Nuevo Mundo, el tomate continuó su viaje y ya para mediados del siglo XVI acompañó a los exploradores españoles en su retorno a Europa. En España se le adjudicó el nombre de “Pomo de Moro” o “Manzana Morisca;” éste fue el primero de muchos nombres que asignaron. Su más antigua mención tuvo origen en Italia en 1544 en donde se le conoció como “Pomo doro” o “Manzana Dorada,” lo que sugiere que tal vez el primer tomate que llegó al antiguo continente fue el de una variedad de color amarillo (Harris, Marzo 2006).

Durante las décadas siguientes, el cultivo de las diferentes variedades de tomates se esparció por España, Italia y Francia donde fue llamado “Pomo d’amore” o “Manzana del Amor,” lo que vulgarmente podría haber sido una corrupción del nombre originalmente asignado en España. Éste fue aceptado muy pronto en la región del Mediterráneo como un comestible, pero durante su viaje hacia el norte y el este de Europa le tenían gran desconfianza y la mejor clasificación que obtuvo por más de un siglo fue la de una planta ornamental. Durante la época Elizabetiana, gran parte del pueblo inglés creían que su hermoso color rojo era una señal de alerta de que era una fruta venenosa. Este razonamiento abarcaba muchos factores: por su calidad de miembro en la familia solanácea, por lo punzante de sus hojas y también simplemente por pura superstición de la gente debido a que el folclor alemán se identifica altamente con las plantas de la familia solanácea, con las brujas y con las personas que fácilmente se convierten en lobos, reconoció la semejanza

entre los tomates y estas supersticiones y terminó asignándole el nombre de “Melocotón de Lobo.” En 1753, el naturalista Kart Linnaeus en honor a esta nota del folclor popular alemán, le asignó al tomate el nombre científico de *Solanum Lycopersicum* por tratarse de un melocotón de lobo de la familia solanácea. En el año de 1768, los botánicos adoptaron para el tomate el nombre científico de *Lycopersicum esculentum* lo que se traduce literalmente como melocotón de lobo que se puede comer (Harris, Marzo 2006).

A pesar de haber sido confirmado científicamente que el tomate era comestible, todavía existía un gran temor a lo contrario. A pesar de que en las postrimerías de 1700 éste se cultivaba en algunas huertas caseras en Norteamérica – entre las que estaba incluida la de Thomas Jefferson – la gran mayoría de la gente tenía grandes reservas al respecto. Ya en 1812 el tomate era un ingrediente común en el aderezo de los “gumbos” criollos, así como de las “jambalayas” en la cocina sureña de la Unión Americana y en otras regiones de este país. Muchas personas, entre ellas el coronel Robert Johnson, trataban de persuadir a la gente de que el tomate no los mataría. Consecuentemente, en 1820 el coronel Johnson, en las gradas del tribunal de la ciudad de Salem del estado de Nueva Jersey, abiertamente trató de persuadir a un público muy dudoso de que el tomate no los mataría y frente a todos ingirió un tomate crudo. Es bien sabido que la multitud allí presente se impresionó cuando el coronel Johnson no cayó muerto al instante. Para el año de 1850 el tomate se encontraba ubicado en los mayores mercados urbanos de Norteamérica; tanto los campesinos como los hortelanos urbanos ya cultivaban el tomate. Sin embargo, en algunos libros de cocina aún se recomendaba que el tomate debía cocinarse por lo menos unas tres horas porque de esa forma “perdería su sabor de fruta cruda (Harris, Marzo 2006).

A finales de los 1800's, el tomate junto con la botánica en general sufrió un revés en su disponibilidad. En una ley tributaria en el año de 1883 con un impuesto de un 10% fueron gravados “todos los vegetales en su estado natural” pero exceptuando a toda fruta “verde, madura o seca” las que sí podían entrar al país libre de impuestos. El Sr. Edgard L. Hedden, tesorero del Puerto de Nueva York declaró que

el tomate era un vegetal y por consiguiente estaba sujeto al impuesto. A pesar de que los importadores iniciaron los correspondientes trámites legales argumentando correctamente que el tomate botánicamente hablando era una fruta, en 1893, la Corte Suprema ordenó que a pesar de su naturaleza botánica y para fines tributarios, el tomate se clasificara arancelario como un vegetal (Harris, Marzo 2006).

Luego, ya en el siglo XIX, tanto los científicos en Inglaterra, como en los Estados Unidos de América, creían que el tomate causaba cáncer. Finalmente, esta teoría fue descartada y como consecuencia las propiedades anticancerosas del tomate recientemente han sido bien reconocidas. Estudios demuestran que los altos niveles de licopenos y antioxidantes encontrados en el tomate están muy correlacionados con el descenso en riesgo de cánceres del sistema digestivo, cerviz, próstata y páncreas en los seres humanos. El tomate es una fuente natural muy rica en licopenos, una sustancia que también se encuentra en las sandías así como en las naranjas y toronjas de color rosado (Harris, Marzo 2006).

2.2. Producción mundial

A nivel mundial la producción de tomate fresco alcanza a 160 millones de toneladas, comparativamente, se cultiva tres veces más tomates que papas y seis veces más que arroz en todo el mundo (FAO, 2016). De ello, aproximadamente, un cuarto de la producción está destinada a la industria procesadora, lo cual deja al tomate como líder indiscutido entre los vegetales procesados. Aproximadamente 35 millones de toneladas de tomate se procesan anualmente. Las principales regiones productoras corresponden a zonas templadas, concentrando el hemisferio norte el 91% de la producción. En esa zona el producto es procesado entre los meses de julio y diciembre. El hemisferio sur procesa el restante 9% entre los meses de enero y junio. (Valenzuela M, diciembre 2018).

La producción a nivel mundial tiene un alto grado de concentración. Aun cuando hay muchos países que tienen empresas procesadoras, los diez más importantes en el rubro concentran el 84% de la producción mundial. Los principales productores-

procesadores a nivel mundial son Estados Unidos (California), China, Italia y España (Valenzuela M, diciembre 2018).

El país que lidera la industria procesadora de tomate en el mundo es Estados Unidos, específicamente el estado de California, con más de 10 millones de toneladas de tomate procesadas en el año 2018. Lo sigue Italia, con 4,9 millones de toneladas, y, en tercer lugar, China con 3,8 millones de toneladas.

A nivel mundial, hay 17 compañías que concentran el 50% de la producción y tres de ellas tienen plantas de proceso en diferentes países, buscando así optimizar la logística y ser más competitivos. Al respecto, hay que destacar el caso de la empresa portuguesa Sugal Group (Valenzuela M, diciembre 2018).

Esta compañía es la cuarta con mayor capacidad de proceso en el mundo, y cuenta con dos plantas en Chile, que le aportan el 40% de su producción anual, volumen que se destina, principalmente, a las exportaciones de pasta de tomate hacia Latinoamérica. El consumo de productos de tomate está concentrado en Europa, Estados Unidos y la región de Asia Pacífico (Valenzuela M, diciembre 2018).

El primer exportador es China, que destina sus envíos a los países de Asia y luego Italia, que dirige sus exportaciones al resto de Europa, siendo Alemania el destino más importante. En tercer lugar, figura Estados Unidos, que tiene una matriz exportadora más amplia, con un tercio de su exportación a Norteamérica (México y Canadá), y diversificando a Europa y Japón, entre otros destinos. Las salsas y el ketchup tienen un comportamiento diferente, ya que son productos de segundo ciclo, es decir, se producen a partir de pasta de tomate, y pueden tener otros componentes para llegar como un producto final a consumidor. (Valenzuela M, diciembre 2018).

2.3. Producción nacional

El tomate es uno de los cultivos más importantes para México, ya que económicamente representa el cuarto producto agroalimentario que más dinero deja al país por concepto de exportaciones, con 1,980 millones de dólares y solo

por detrás de la cerveza, el aguacate y las berries, según el Panorama Agroalimentario (2020 del SIAP).

Además, se trata de un cultivo que requiere mucha mano de obra durante todo su ciclo productivo, por lo que socialmente también tiene un gran impacto en la creación de fuentes de empleo en las principales zonas productoras del país (2020 del SIAP).

México se ha vuelto el principal proveedor de Estados Unidos para el tomate Cherry y Roma durante finales del otoño, todo el invierno y principios de la primavera, aunque gracias a la producción en invernadero muchos agricultores mexicanos pueden producir y exportar durante todo el año, por lo que en algún momento compiten directamente con los agricultores estadounidenses, que ven como sus precios de venta caen por la cantidad disponible en el mercado de tomate mexicano. Según el cierre agrícola, la producción de tomate en México se realiza de la siguiente manera: 40.0% en invernadero, 32.8% a cielo abierto, 26.4% con malla sombra y 0.8% en macro túnel, datos que indican que la tecnificación de este cultivo está equilibrada entre: producción tecnificada, semitecnificada y sin tecnificación. (2020 del SIAP).

De hecho, en México el tomate es el cultivo que más ha impulsado la adopción de invernaderos como una herramienta para incrementar la producción; sin embargo, tener todavía una tercera parte de la producción a cielo abierto genera bastante incertidumbre al mercado, además de que el rendimiento promedio nacional para la producción en invernadero es 5 veces superior al rendimiento a cielo abierto, 184.9 t/ha contra 37.3 t/ha, de modo que existe mucho margen para la mejora (2020 del SIAP).

Actualmente el 50% de la producción se concentra en los estados de Sinaloa, San Luis Potosí, Michoacán, Zacatecas y Jalisco, donde la producción es mayoritariamente a cielo abierto durante otoño-invierno, por lo que las plantaciones

están a expensas de una temporada invernal adversa, que suele generar pérdidas importantes (2020 del SIAP).

Ahora bien, los estados con mayor rendimiento promedio son Querétaro, Nuevo León, Coahuila y Puebla, todos con un rendimiento que supera las 300 t/ha, debido principalmente a las inversiones realizadas en agricultura protegida y que tienen como objetivo la exportación a mercados donde se obtengan mejores precios de venta (2020 del SIAP).

2.4. Vitaminas

Las vitaminas A y C se encuentran en abundancia, al comer tomates crudos y cocidos. Otros de los beneficios, incluyen la capacidad de regular el azúcar en la sangre, la reducción de los efectos del estrés, cura el dolor de cabeza e incluso la protección contra la vesícula y los cálculos renales (<https://dietalibre.net/1193-prevenir-el-cancerlos-beneficios-para-la-salud-del-tomate.html>, 2016).

El valor nutricional de los tomates es increíble, contiene sólo 15 calorías y 0,3 g de grasa. Es recomendable comer un refrigerio de tomates cherry, en lugar de patatas fritas, cuando el hambre ataca o componen un lote de sopa de tomate hecha en casa para ayudar a saciar el hambre (<https://dietalibre.net/1193-prevenir-el-cancerlos-beneficios-para-la-salud-del-tomate.html>, 2016).

2.5. Variedades de tomate

Raf

Cherry

Patio

Romano

White

Beauty

2.6. Variedades de tomate cherry

Tomate Cherry Pera: por su sabor dulce y textura agradable, es uno de los más apreciados.

Tomate Cherry redondo: Son tomates grandes, consistentes y de gusto exquisito.

Tomate Cherry Garden Berry: rojo con forma de corazón de aroma y gusto espectacular.

Tomate Yellow Pear Cherry: de producción arracimada de pequeños tomates con forma de pera o bombilla de color amarillo, tienen un sabor dulce y textura crujiente.

Tomate Zebra Cherry: muy llamativo por sus rayas negras sobre piel marrón. Tomate crujiente de gran sabor y pulpa de color oscuro.

Tomate Zebra Pear Cherry: de forma alargada muy llamativo por sus rayas negras sobre piel marrón, el tomate tiene gran sabor y pulpa de color oscuro.

Tomate Black Cherry: muy productivo, sus frutos son de color rojo muy oscuro, tiene muy buen sabor y textura.

2.7. Clasificación taxonómica

Dominio: Eukaryota

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida (= Dicotyledoneae)

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Solanum

Especie: lycopersicum

Subespecie: var. Cerasiforme

2.8. Fierro

2.8.1. Función del Fierro en la Planta

El Fierro (Fe) en la planta es importante para la formación de la clorofila y proteínas, en la fotosíntesis, la respiración, fijación de nitrógeno, entre otros. Los metales como el Fe, Cu y Mn se pueden encontrar en distintos estado de valencia y en combinación con enzimas proteicas pueden servir como transmisores de electrones en una cadena de procesos metabólicos gracias a la cual se oxidan los substratos orgánicos (André, 1988). Por su parte Jones et al. (1991) comenta que el Fe existe en suelo como catión férrico (Fe^{+3}) y ferroso (Fe^{+2}). Esta es la forma activa que toma las plantas y su disponibilidad es afectada por el grado de aireación de suelo. Además, comentan que las plantas con suficiente hierro acidifican la rizósfera cuando se descargan compuestas de hierro y mejoran su disponibilidad de extracción. (Gonzalez, 2007)

Las raíces lo toman como Fe^{+2} o en forma de quelato. La absorción de hierro inorgánico está ligada a la capacidad de raíces para reducir el pH y reducir el Fe^{+3} en Fe^{+2} en la rizósfera. Dentro de los procesos fisiológicos, participa en la cadena de transporte de electrones en la fotosíntesis así como el metabolismo de las proteínas (André, 1988). Como un transportador de electrones, está involucrado en las reacciones de óxido-reducción es también un componente de las hemo-proteínas como los citocromos, que son constituyente de los sistemas de óxido-reducción en los cloroplastos, en las mitocondrias, y también es un componente de óxido-reducción en la nitrato-reductasa. Otras hemo-enzimas son la catalasa y las peroxidasas. En condiciones de deficiencia de hierro, la actividad de ambas disminuye. La catalasa juega un papel en la fotorrespiración y en el ciclo de Calvin. Las peroxidasas son necesarias en la biosíntesis de lignina y suberina (Marshner, 1995).

Jones et al. (1991) Reportaron que el hierro es un componente de la proteína ferredoxina y se requiere para la reducción de sulfatos y nitratos, en la asimilación de nitrógeno, en la producción de energía (NADP) y funciona como catalizador de un sistema enzimático asociado con la formación de clorofila y mencionan que, en

general, la cantidad de hierro requerida por un cultivo por temporada de crecimiento es de 5-10 kg ha⁻¹. (Gonzalez, 2007)

2.8.2. Absorción de Hierro por las Plantas

Las plantas tienen dos diferentes vías o estrategias por medio de las cuales son capaces de aumentar la disponibilidad de Fe⁺³ en la solución del suelo. Estrategia I. Las monocotiledóneas no gramíneas y las dicotiledóneas disponen de varias formas de extraer el Fe⁺³ del suelo, y que 1) disminuyen el pH de la rizosfera al bombear protones al suelo; 2) secretan fenoles y ácidos orgánicos que funcionan como agentes quelatantes del Fe, y 3) las plantas con estrategia 1 son capaces de realizar la reducción de Fe⁺³ a Fe⁺² por medio de una reductasa de Fe, asociada a la membrana plasmática, dicha reductasa es inducible por la baja concentración de Fe. (Gonzalez, 2007)

Estrategia II. Las gramíneas excretan fitosideróforos, aminoácidos no proteínicos, que solubilizan los iones Fe⁺³ formando un complejo Fe⁺³-fitosideróforos, la liberación de fitosideróforos se correlaciona positivamente con la resistencia a la clorosis férrica. Los fitosideróforos también acarrean otros cationes como el Zn⁺², Mn⁺² y Cu⁺² (Marschner y Romheld, 1994).

2.9. Calcio

2.9.1 Funciones biológicas del calcio en las plantas

El calcio se encuentra en los suelos cultivados bajo forma de carbonato o sulfato y desempeña un papel fundamental en la estabilidad de la membrana y la integridad celular (Kass, 1996). Es muy importante en las relaciones hídricas de la planta pues regula la apertura y cierre de los estomas. Además es importante en el descongelamiento de los tejidos en época de heladas ya que determina la permeabilidad de la membrana celular (Littke y Zabowaki, 2007) y tiene otras funciones como la regulación de la germinación, el crecimiento y la senescencia (Taiz y Zeiger, 2006).

El calcio se une a varias proteínas receptoras que activan diferentes enzimas regulando actividades metabólicas como la mitosis, crecimiento de ápices, corriente citoplasmática, germinación de esporas, formación de yemas, secreción de la enzima alfa-amilasa y transporte de auxinas. También regula la absorción de nitrógeno y contrarresta el exceso de K y Na (Kass, 1996); adicionalmente es mensajero secundario en la conducción de señales entre factores ambientales y respuestas de las plantas (Taiz y Zeiger, 2006). También es importante en el mantenimiento de la condición fitosanitaria del cultivo al ejercer una acción protectora contra algunos patógenos (Taiz y Zeiger, 2006).

2.9.2. Movilidad y absorción del calcio

En las plantas es el elemento menos móvil; se mueve a través del simplasto y vía floemática (Kass, 1996). La absorción de calcio se hace a través de los ápices de las raíces vía xilema y el movimiento ocurre junto con el agua. Su absorción está directamente relacionada con la transpiración de la planta que es totalmente pasiva y no requiere energía (Arias, 2003). En este sentido, la aparición de nuevas raíces es esencial para la absorción, y corrección de deficiencias (Taiz y Zeiger, 2006). Este elemento es absorbido pasivamente por la transpiración es decir por la pérdida de agua vía xilema y traslocado en sentido acropétalo, es decir, de las raíces hacia todos los órganos y tejidos. Esta translocación es muy lenta y necesita la presencia de Boro dada la poca movilidad (Marschner, 1995).

2.9.3. Síntomas de deficiencia de calcio

La planta puede mostrar la falta de este elemento en follaje y tejidos jóvenes. El crecimiento se inhibe y las plantas presentan la apariencia de un arbusto. Las hojas más jóvenes se observan más pequeñas y deformes, con la presencia de clorosis en el margen de las mismas (*Blossom End Rot*).

En ocasiones se detectan las nervaduras de color café y el follaje puede llegar a necrosarse. Puede haber una partidura de las hojas y el crecimiento de la raíz se detiene en plantas deficientes (*Blossom End Rot*).

A esta deficiencia se le conoce también como: Pudrición apical. Se observa como una cicatriz de color oscuro en la base del fruto. Cuando se presentan estos síntomas, ya es muy avanzado y difícil de corregir. (*Blossom End Rot*).

Otros factores como: estrés hídrico, exceso de amonio pueden influir en provocar los síntomas anteriores. La deficiencia de calcio puede ser transitoria y causa una pudrición apical interna en el fruto, y ocurre cuando las semillas y paredes del tomate se tornan grises o negras, pero la superficie no se daña. (*Blossom End Rot*).

2.10. GERMINACION DE SEMILLAS

2.10.1. Ácidos fulvicos.

Los ácidos fúlvicos son la mezcla de ácidos orgánicos alifáticos débiles y aromáticos los cuales son solubles en todas las condiciones de pH ya sea ácido, neutro u alcalino. La composición y forma es muy variable, en comparación con los ácidos húmicos, los ácidos fúlvicos son más pequeños, con un peso molecular que va desde 1000 a 10000 (Rodríguez 2009). Además, contienen una cantidad de oxígeno que es dos veces mayor a que contienen los ácidos húmicos, también contienen muchos más grupos hidroxilos (COH) y carboxílicos (COOH). En consecuencia, a esto son compuestos químicamente más reactivos. La capacidad de intercambio aniónico y catiónico es el doble que la que presentan los ácidos húmicos, esta capacidad tan alta de intercambio es debido al número total de grupos carboxilos que se encuentran presentes (Ron 2004).

El número de carboxilos presentes en los ácidos fúlvicos se encuentra entre 520 a 1120 cmol (H⁺)/kg. Estos son colectados de diferentes lugares y que son sometidos a diferentes procesos de análisis, no muestran presencia de grupos de metoxi (CH₃). Estos ácidos tienen una carga menor de fenoles y compuestos aromáticos al ser comparados con los ácidos húmicos los cuales son extraídos del mismo lugar (<biblio>). Debido al tamaño menor que tienen son capaces de permeabilizar más rápido las membranas de los tallos hojas y raíces de las plantas. Una vez son

aplicados de manera foliar permiten que los minerales traza se transporten directamente a lugares metabólicos dentro de las células de las plantas. Además, son el compuesto quelatante el cual contiene el carbón más efectivo que se conoce. Son muy compatibles con las plantas no son tóxicos, al ser aplicados en concentraciones bajas (Sánchez y Juárez 2000).

Apariencia física de los ácidos fúlvicos y húmicos. Los ácidos fúlvicos son excelentes motores para activar e incrementar el metabolismo de las plantas, además de proveer mayor respiración, actividad enzimática y síntesis proteica. Podemos decir que los ácidos fúlvicos son bioestimulantes que catalizan procesos bioquímicos de las plantas e impactan fuertemente en muchos procesos para lograr mejores respuestas en las plantas (Sánchez y Juárez 2000).

2.10.2. Ácido salicílico

El ácido salicílico forma parte de un amplio grupo de compuestos sintetizados en plantas denominados fenólicos, los cuales poseen en su estructura química un grupo hidroxilo unido a un anillo aromático. Los compuestos fenólicos participan en muchas funciones metabólicas en plantas, como son la síntesis de lignina, actividad alelopática, y en algunos casos en la biosíntesis de compuestos relacionados a la defensa como las fitoalexinas. El AS participa en procesos como la germinación de semillas, crecimiento celular, respiración, cierre de estomas, expresión de genes asociados a senescencia, repuesta a estrés abiótico y de forma esencial en la termogénesis, así como en la resistencia a enfermedades (Raskin, 1992; Métraux y Raskin, 1993; Humphreys y Chapple, 2002; Vlot et al., 2009). Adicionalmente, se ha descrito que en algunos casos el efecto del AS dentro del metabolismo de las plantas puede ser de forma indirecta ya que altera la síntesis y/o señalización de otras hormonas que incluyen la vía del ácido jasmónico (AJ), etileno (ET), y auxinas (Lorenzo y Solano 2005).

2.10.3. Acido glutámico

Las plantas asimilan N inorgánico (principalmente como NH_4^+ y NO_3^-) y N orgánico proveniente de los aminoácidos, péptidos y proteínas (Guo et al., 2020). Por ello, las plantas pueden absorber aminoácidos exógenos, como el ácido glutámico, a través de sus raíces y hojas, incorporándolos a su metabolismo (Arjona et al., 2004). Aunque el ácido glutámico no es un nutriente, en su estructura posee elementos esenciales como el N, por lo que puede ser una fuente de reserva de N (Teixeira et al., 2017). Este aminoácido es precursor de otros aminoácidos tales como el ácido aspártico, serina, alanina, lisina y prolina, entre otros (Alfosea-Simón et al., 2021). La glicina y el ácido glutámico son los principales sustratos para la formación de tejido y síntesis de clorofila (Kan et al., 2017), lo cual incrementa la cantidad de azúcares formados durante la fotosíntesis (Takeuchi et al., 2008). El ácido glutámico también contribuye a la polinización, ya que estimula la germinación de los granos de polen y activa el crecimiento del tubo polínico (Cao et al., 2010a). Recientemente, las prácticas de manejo que incluyen la aplicación exógena de algunos bioestimulantes como aminoácidos (Mohammadipour y Souri, 2019b; Souri y Hatamian, 2019) u otros compuestos orgánicos (Souri y Bakhtiarizade, 2019) han mostrado estimular el crecimiento vegetal, facilitar la asimilación, la translocación y el uso de nutrientes, lo que favorece el rendimiento. El contenido de azúcar y la acidez del fruto de tomate determinan la calidad de su sabor. (Rouphael et al., 2018).

2.10.4. Arginina

La arginina es un aminoácido de símbolo R y abreviatura arg, que posee naturaleza de carga positiva en un pH de 7, se almacena principalmente en las raíces, troncos y tallos, en el caso de herbáceas y frutales, la arginina se concentra en la época de maduración de fruto y caída de hojas. Al ser un compuesto nitrogenado, la arginina es un aminoácido utilizado para medir la concentración de nitrógeno, relacionado directamente con reservas almacenadas en épocas de invierno, para la renovación de follaje en épocas cálidas. Además la arginina es un

índice utilizado para medir la tasa de fertilización en la planta, debido a una alta nutrición nitrogenada. Los rangos o niveles normales de arginina fueron estudiados a partir de la actividad enzimática de argininosuccinato, donde la única vía conocida de síntesis ocurre a partir de ornitina. El óxido nítrico y la producción de poliaminas son las rutas para la regulación frente a estrés de arginina.

2.11. El movimiento de las plantas

Muchos de los aspectos que diferencian a las plantas de los animales; uno de los más destacados es su aparente inmovilidad. La mayoría de las plantas están fijadas al suelo, y no pueden escapar cuando las condiciones ambientales son adversas. Sin embargo sorprende comprobar cómo han desarrollado sofisticados sistemas de percepción y respuesta a los cambios ambientales; y estas respuestas suelen implicar “movimiento”.

Muchos movimientos de vegetales son inducidos por variados estímulos ambientales: entre ellos uno fundamental es la luz, condicionante absoluto del normal desarrollo de la planta. Existen, sin embargo, movimientos autónomos que están bajo el control de señales internas, aun cuando pueden ser modificados por estímulos externos. Tal es el caso de los movimientos rítmicos y de la circumnutación o movimiento elíptico que describen los ápices de tallos y zarcillos al crecer.

Las respuestas de movimiento pueden afectar a órganos de la planta (hojas, brotes, raíces, etc.) que, desplazándose cambian su orientación en el espacio, o producirse a nivel celular.

La planta posee sensores o receptores específicos capaces de percibir el estímulo externo. Se produce una respuesta específica como consecuencia de acontecimientos bioquímicos desencadenados por la percepción, en los cuales intervienen gravireceptores, fotoreceptores, termoreceptores y otros, que perciben

las señales gravitacionales, luminosas, térmicas, etc. Y cada movimiento tiene su particular sistema de respuesta.

2.11.1. Fototropismo y hormonas

Un tropismo es una respuesta de crecimiento que implica la curvatura de una parte de la planta hacia o en sentido contrario de un estímulo externo que determina la acción del movimiento. El fototropismo es la respuesta de crecimiento de las plantas a la luz. Si es hacia la misma se denomina fototropismo positivo (por ejemplo, las ramas) y si es en contra se denomina fototropismo negativo (por ejemplo, las raíces).

Una de las respuestas más obvias y útiles de las plantas es su fototropismo positivo. Es decir, su curvatura hacia la luz. Esta respuesta de «ir hacia la luz» tiene un alto valor para la supervivencia de las plantas jóvenes.

Pero el estímulo externo no es suficiente. Debe generar unos cambios en el interior de la planta que la hagan reaccionar de esta manera: las hormonas. Una hormona es una sustancia química producida en un tejido y transportada a otro, en el que ejerce uno o más efectos altamente específicos.

2.11.2. Geotropismo

El geotropismo o gravitropismo es el movimiento de las estructuras vegetales en su desarrollo respecto al suelo, pudiendo ser positivo o negativo. En el primer caso la estructura tiende a desarrollarse en dirección al suelo, mientras que cuando es negativo la estructura crece en sentido contrario al suelo.

2.11.3. Geotropismo positivo

Se denomina geotropismo positivo al movimiento que realiza un órgano vegetal en dirección hacia el centro de la tierra. Por tanto, el órgano en cuestión no ofrece resistencia a la gravedad terrestre y crece apoyado en dicha fuerza.

2.11.4. Geotropismo negativo

En el geotropismo negativo, el órgano vegetal desarrolla un movimiento de crecimiento en dirección contraria al centro de la tierra. Por tanto, dicho órgano debe vencer a la gravedad terrestre que por naturaleza atrae a su masa hacia el suelo. Es el caso más común en tallos, ya que estos órganos requieren elevarse del suelo para exponer las hojas a la luz solar. Al observar el crecimiento de cualquier árbol se percibe como su ápice va dirigiendo el crecimiento en sentido vertical, alejándose del suelo.

III. Materiales y métodos

3.1. Localización del experimento

El presente proyecto se llevó a cabo en instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro unidad laguna (U A A A N -UL) ubicada en periférico y carretera a Santa Fe s/n Torreón Coahuila. El experimento se desarrolló en el invernadero perteneciente al departamento de horticultura durante los meses de Junio-Noviembre.

3.2. Características del invernadero

El invernadero donde se realizó el presente trabajo es de paredes rectas y techo en forma de arco, estructura galvanizada cubierto de polietileno y con maya sombra en el techo. El sistema de enfriamiento consta de un par de extractores de aire y una pared húmeda. Tiene piso recubierto de graba para evitar posibles encharcamientos.

3.3. Materiales para la estructura

Madera polines

Tubos galvanizados

Cavadora para hacer hoyos

Barreta

Machetes

Alambre

Botes de 20/L.

3.4. Siembra en charolas

En el mes de septiembre se llevó a cabo la siembra de semillas, esto se realizó en botes de 20/L. Se les hizo un holló por la parte de abajo y se le puso plástico para así poder agarrar la plántula que quedo a la inversa y se relleno a $\frac{3}{4}$ del bote. Utilizando para el llenado peat moss al 80% y arena al 20%, lo cual se humedeció lo suficiente para poder brindarle las condiciones adecuadas a la semilla.

3.5. Trasplante

Se realizó el trasplante en el mes de septiembre, un mes después de su siembra en charola, las plantas ya portaban de tres a cuatro hojas verdaderas. Se llevó a cabo de forma manual colocando una planta en cada bote.

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar en el que se usó un blanco o testigo y cuatro niveles de aplicación de un compuesto orgánico-mineral a base de zinc y fierro. Los niveles de aplicación son cero, dos y cuatro por ciento usando 25 muestras cinco de cada nivel.

3.7. Solución del tomate cherry

Ácido fosfórico 12 gr.

Nitrato de calcio 2 gr.

Sulfato de potasio 7 gr.

Sulfato de magnesio 18 gr.

Conductividad eléctrica no pasar de 4.

Se rebajó con vinagre 4 litros de vinagre en 100 litros de agua

PH

El PH es de 5 se debe fertilizar por la tarde cuando la temperatura baje utilizando siempre la solución.

3.8. Manejo del cultivo

3.8.1 Ventajas del cultivo

3.8.1.1. La teoría detrás de cultivar tomates al revés

Los cerebros detrás de las macetas de tomate al revés afirman que estos contenedores utilizan la gravedad como una ventaja de crecimiento vertical. El agua se vierte en la parte superior de la bolsa o maceta. La gravedad atrae el agua y los nutrientes directamente a las raíces. Los defensores también argumentan que las versiones estilo bolsa calientan la planta de tomate como lo hace un invernadero, lo que permite que el sistema de raíces se expanda.

Las macetas invertidas ahorran espacio. Las personas que viven en casas o apartamentos pequeños, así como las que tienen mucho espacio en el jardín, pueden cultivar tomates en macetas invertidas, que se pueden colgar en balcones, porches y cocheras.

Las macetas invertidas reducen los problemas del suelo. Las plantas colgantes tienen poco o ningún contacto con el suelo, lo que significa que las babosas, otras plagas y enfermedades transmitidas por el suelo tienen menos oportunidad de actuar.

Las macetas al revés tienen menos malezas. Las malas hierbas no echan raíces en una sembradora de tomates al revés porque apenas hay tierra expuesta.

3.8.2. Desventajas del cultivo

Riego. Los tomates de contenedor se secan fácilmente y requieren riego frecuente (a menudo diario). Algunas sembradoras de tomate al revés tienen una esponja de retención de agua en el medio de la unidad o un depósito en la parte superior para aliviar ese problema. Sin embargo, los jardineros luchan por lograr el equilibrio de humedad correcto en las macetas invertidas, a menudo regando en exceso (lo que provoca la pudrición del tomate, enfermedades y deficiencias de nutrientes) o riego insuficiente (lo que provoca un retraso en el crecimiento).

Enfermedades de transmisión por agua. Los jardineros dicen que esto, junto con mantener las plantas regadas, es el mayor inconveniente de cultivar tomates al

revés. La humedad se vierte por el fondo del recipiente y cae sobre las hojas, los tallos y las frutas, lo que propaga enfermedades como la marchitez, el tizón y otros hongos.

Baja producción. Los productores afirman tener un rendimiento sobresaliente, pero los jardineros reportan regularmente una baja producción de frutos por el esfuerzo invertido.

3.9. Variedades de tomates invertidos

Algunas variedades de tomates crecen mejor al revés que otras. En general, encontrará que las variedades de tomates para patio y macetas funcionan mejor ya que estas plantas pueden prosperar con un espacio de cultivo y tierra limitados. En general, las variedades de patio y las que tienen fruta pequeña son una excelente opción. Aquí hay algunas variedades para probar.

Tumbling Tom:

Esta planta de tomate es una excelente opción para crecer boca abajo, ya que está específicamente diseñada para crecer en macetas colgantes y macetas. Puede encontrar los tomates Tumbling Tom en rojo y amarillo. Producirá fruta en unos 70 días.

Canario amarillo:

Esta planta produce una deliciosa fruta amarilla en aproximadamente 55 días. Una razón por la que esta es una opción ideal para crecer al revés es que puede producir fruta con un poco menos de luz que otras variedades. Colgar sus plantas al revés puede reducir la luz disponible.

3.10. Estructura

Para la estructura se ocuparon cuatro polines de dos metros y medio se enterraron 50 cm en el suelo arriba se clavó un polín atravesado de 40 cm para que la estructura quedara en forma de T y se puso uno cada 5 metros ya que arriba se pusieron dos tubos galvanizados de 6 metros de largo y se amarraron con alambre para que quedaran ajustados y así poner los botes arriba.9.7. Siembra o trasplante

Se usó un taladro para hacerle un hoyo a cada bote y se cortaron pedazos de bolsa para retener el suelo y que la planta tenga un mejor agarre ya que este de cabeza.

3.11. Fertirriego

El riego se dio de forma manual aplicando medio litro en la mañana y medio litro en la tarde como correspondía a cada tratamiento.

3.12. Poda

Se realizó a los veinte días del trasplante ya que empezaron a crecer brotes y chupones a las plantas también se eliminaron hojas enfermas.

3.13. Entutorado

El tutorado no fue tan necesario debido a que las plantas se habían puesto para abajo, solas buscaban el sol y se doblaban hacia arriba y por el peso que ganaban debido a que iban creciendo solas bajaban solo haciendo que las hojas se voltearan el envés para abajo.

3.14. Control de plagas y enfermedades

Para la identificación de plagas y enfermedades se realizaban constantemente revisiones visuales en las plantas y posteriormente se realizaron las aplicaciones en caso necesario.

En la primera presencia de plagas fue la mosquita blanca (*bemisia tabaci*) en la cual se aplicó muralla Max para combatirla. Datos trasplante de planta de tomate cherry

3.15. Datos trasplante de planta de tomate cherry

Citrulina 1

Tabla 1: citrulina 1%

tallo/ longitud	tallo/peso	diámetro tallo	hoja/peso	raíz/peso
18	1.066	0.3	0.973	0.466
17	1.194	0.25	1.062	0.63
15	1.094	0.1	1.039	0.737

Citrulina 2

Tabla 2 : citrulina 2%.

tallo/ longitud	tallo/peso	diámetro tallo	hoja/peso	raíz/peso
16.5	0.993	0.1	0.436	0.264
19.5	1.212	0.15	1.122	0.919
19	1.233	0.1	1.265	0.626

Arginina 1

Tabla 3: arginina 1%.

tallo/ longitud	tallo/peso	diámetro tallo	hoja/peso	raíz/peso
14	0.964	0.75	0.85	0.395
21	1.449	0.1	1.271	0.666
20.5	1.862	0.1	1.757	0.991

Arginina 2

Tabla 4: arginina 2%.

tallo/ longitud	tallo/peso	diámetro tallo	hoja/peso	raíz/peso
19	1.32	0.1	1.174	0.093
18	1.449	0.75	1.32	0.745
19	1.466	0.9	1.197	0.991

Acido glutámico 1

Tabla 5: acido glutámico 1%

tallo/ longitud	tallo/peso	diámetro tallo	hoja/peso	raíz/peso
21.5	1.864	0.2	0.861	2.023
18.5	1.333	0.5	1.846	0.921
21	1.36	0.1	1.666	1.033

Acido glutámico 2

Tabla 6: acido glutámico 2%.

tallo/ longitud	tallo/peso	diámetro tallo	hoja/peso	raíz/peso
16.7	1.042	0.1	0.982	0.588
19	1.54	0.1	1.331	0.696
17.5	1.278	0.1	0.985	0.541

3.16. Datos planta tomate cherry

Tabla 7: Fe 2%.

peso fresco de hoja	peso fresco de tallo	longitud del tallo	diámetro de tallo
7.03	11.7172	68	0.6
4.1159	8.2347	61	0.5
0.2645	2.0312	10	0.4
1.0692	3.2886	36	0.4

Tabla 8: Ca 2%.

Calcio 2 %

peso fresco de hoja	peso fresco de tallo	longitud del tallo	diámetro de tallo
15.93	23.8536	78	0.6
11.0964	17.449	55	0.6
5.8709	11.0845	63	0.5
5.9284	11.063	57	0.6

Tabla 9: Fe 4%- Ca 2%.

Fe 4 % Ca 2 %

peso fresco de hoja	peso fresco de tallo	longitud del tallo	diámetro de tallo
2.9036	3.3764	16	0.6
3.711	8.856	55	0.7
4.177	8.924	54.5	0.5
8.9347	15.203	65	0.6

Tabla 10: Fe 2%- Ca 4%.

Fe 2 % Ca 4 %

peso fresco de hoja	peso fresco de tallo	longitud del tallo	diámetro de tallo
7.3406	12.816	67	0.8
18.9337	26.9092	67	0.9
5.6128	11.1176	50	0.5
2.1858	2.8393	20	0.4
5.2291	10.0773	40	0.6

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos del análisis de la planta de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme).

Tabla 11: resultados de elementos en la planta de tomate cherry.

elementos	T1 Fe 2%	T2 Ca2%	T3 Fe 2% Ca 4%	T4 Fe 4% Ca 2%	T5 Testigo
N %	1.9	5	5.14	4.8	3
P %	0.2	0.8	0.9	0.6	0.4
K %	2.9	4	4.1	3.7	3.2
Ca %	2	5.35	5.35	5	4
Mg %	0.1	0.8	0.8	0.5	0.3
S %	0.1	0.2	0.23	0.18	0.14
Fe ppm	225	250	254	240	235
Zn ppm	0.9	19	21	15	15
Mo ppm	0.2	0.4	0.6	2	0.2
Cu ppm	1	4	5	3	2
B ppm	36	55	60	50	47
Mn ppm	16	19	21	19	16

Con respecto al análisis de varianza la figura 1 y cuadro 12, en la variable de cantidad de Nitrógeno (N) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al testigo (T5) en un 71.33%, al tratamiento (T4) en un 7.08%, al tratamiento (T2) en un 2.8% y al tratamiento (T1) lo supero en un 70.52%.

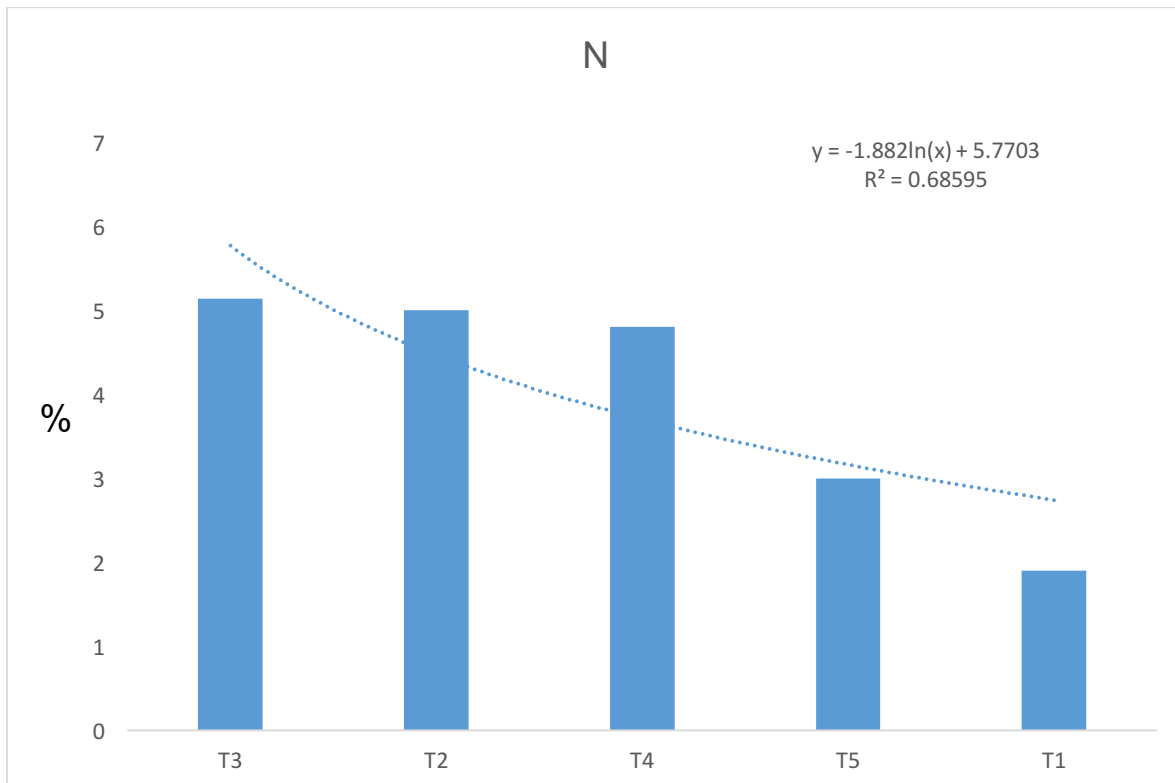


Figura 1. Datos del análisis de nitrógeno (N) en la planta de tomate cherry

Tabla 12. Cantidad de Nitrógeno (N) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
1.9	5	5.14	4.8	3

Con respecto al análisis de varianza la figura 2 y cuadro 13, en la variable de cantidad de Fosforo (P) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al testigo (T5) en un 25%, al tratamiento (T2) en un 12.5%, al tratamiento (T4) en un 50% y al tratamiento (T1) en un 50%.

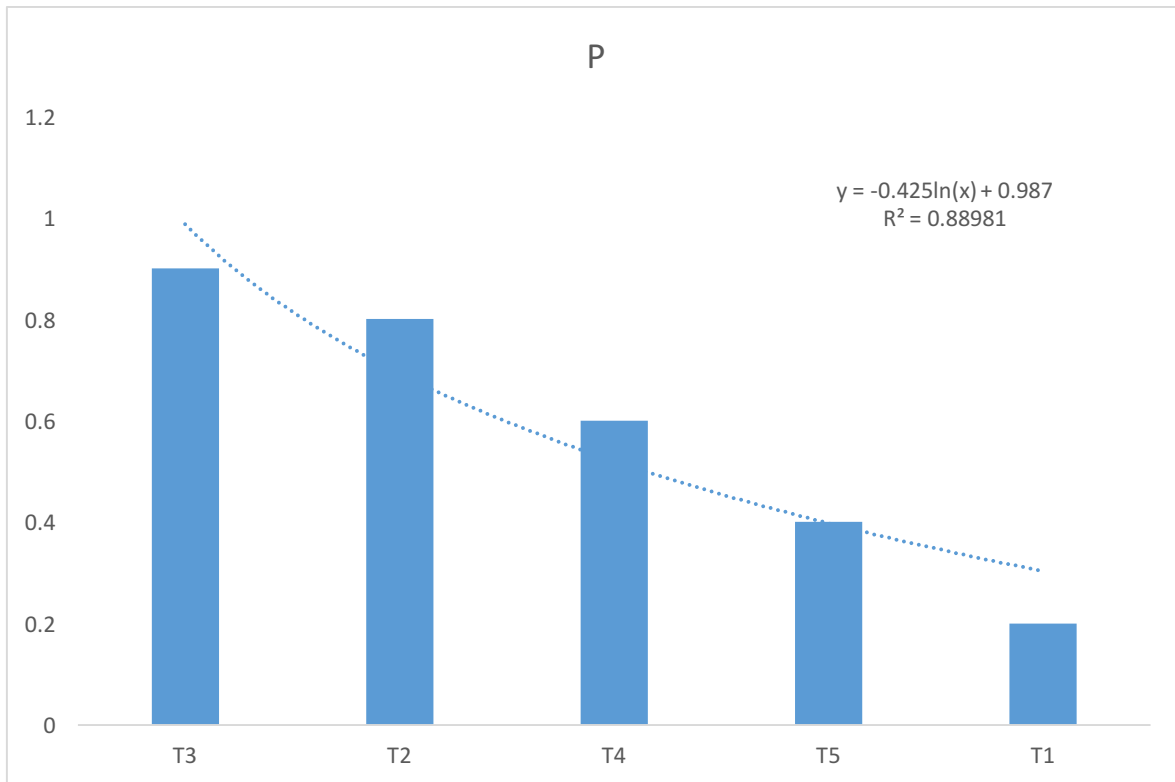


Figura 2. Datos del análisis de fosforo (P) en la planta de tomate cherry.

Tabla 13. Cantidad de fosforo (P) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
0.2	0.8	0.9	0.6	0.4

Con respecto al análisis de varianza la figura 3 y cuadro 14 en la variable de cantidad de Potasio (K) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al tratamiento (T5) en un 28.12% al tratamiento (4) en un 10.81%, al tratamiento (T2) en un 2.5% y el tratamiento (T1) en un 41.37%.

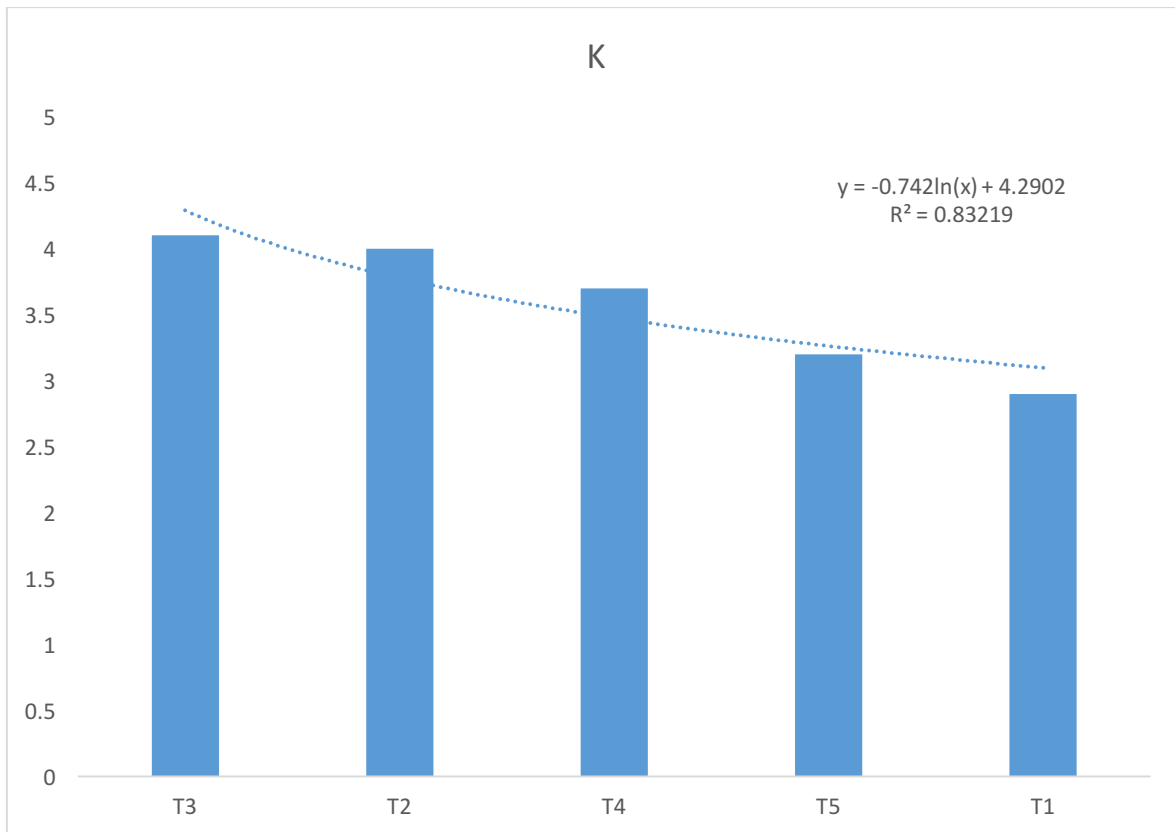


Figura 3. Datos del análisis de potasio (K) en la planta de tomate cherry.

Tabla 14. Cantidad de potasio (K) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
2.9	4.0	4.1	3.7	3.2

Con respecto al análisis de varianza la figura 4 y cuadro 15 en la variable cantidad de Calcio (Ca) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al tratamiento (T1) en un 67.6% con tratamiento (T2) fueron los mismos resultados dando un 0.0% al tratamiento (T4) lo supero en un 0.7% y al (T5) lo supero con un 33.75%.

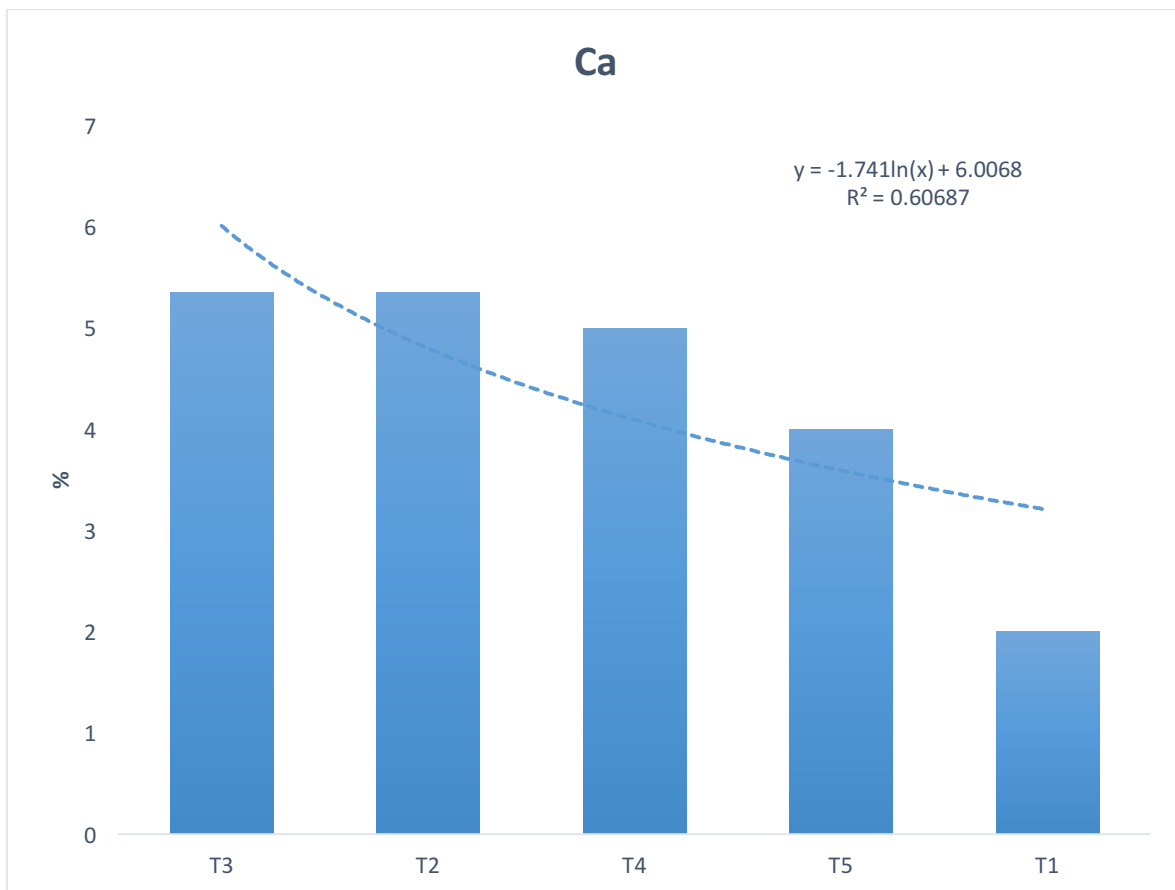


Figura 4. Datos del análisis de Calcio (Ca) en la planta de tomate cherry.

Tabla 15. Cantidad de calcio (Ca) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
2	5.35	5.35	5	4

Con respecto al análisis de varianza la figura 5 y cuadro 16 en la variable cantidad de magnesio (Mg) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 0.8%, al tratamiento (T2) tuvieron los mismos resultados dando un 0%, al tratamiento (T4) lo supero en un 60% y al tratamiento (T5) en un 66.66%.

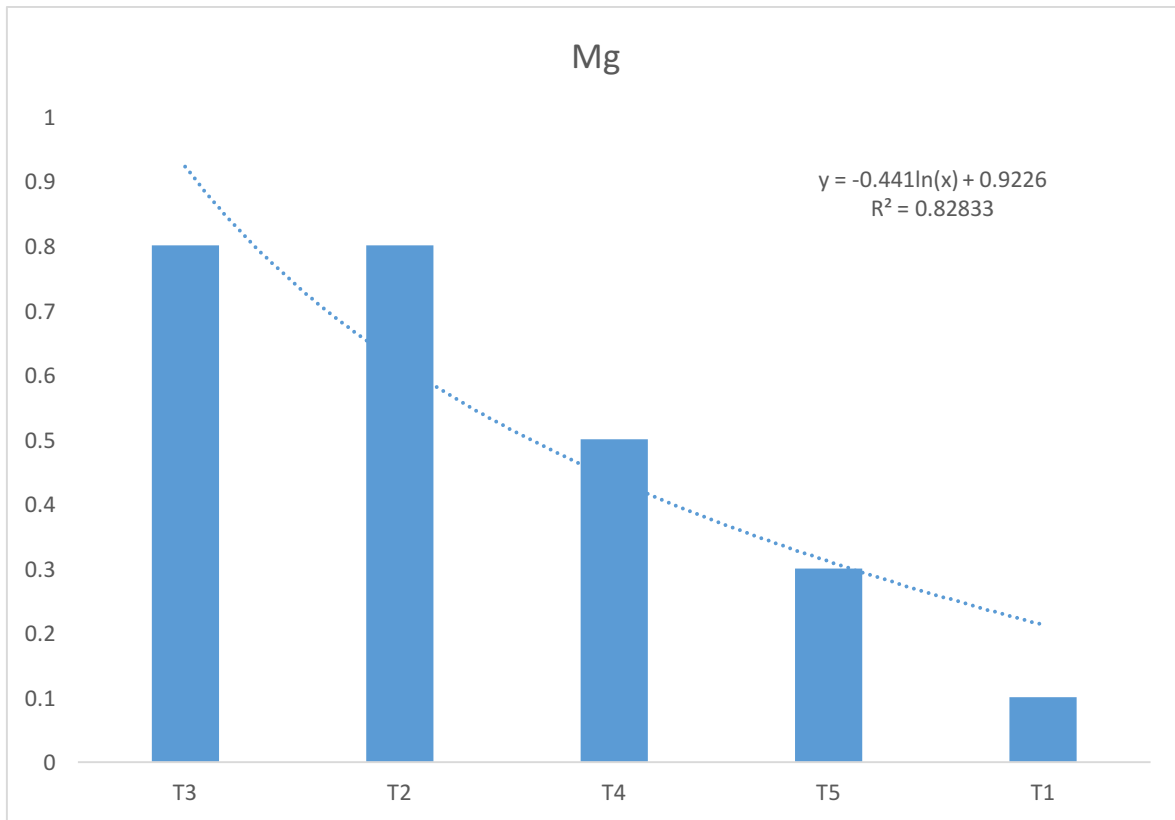


Figura 5. Datos del análisis del magnesio (Mg) en la planta de tomate cherry.

Tabla 16. Cantidad de Magnesio (Mg) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
0.1	0.8	0.8	0.5	0.3

Con respecto al análisis de varianza la figura 6 y cuadro 17 en la variable cantidad de Azufre (S) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 30%, al tratamiento (T2) en un 15%, al tratamiento (T4) lo supero en un 27.77% y al tratamiento (T5) en un 62.28%.

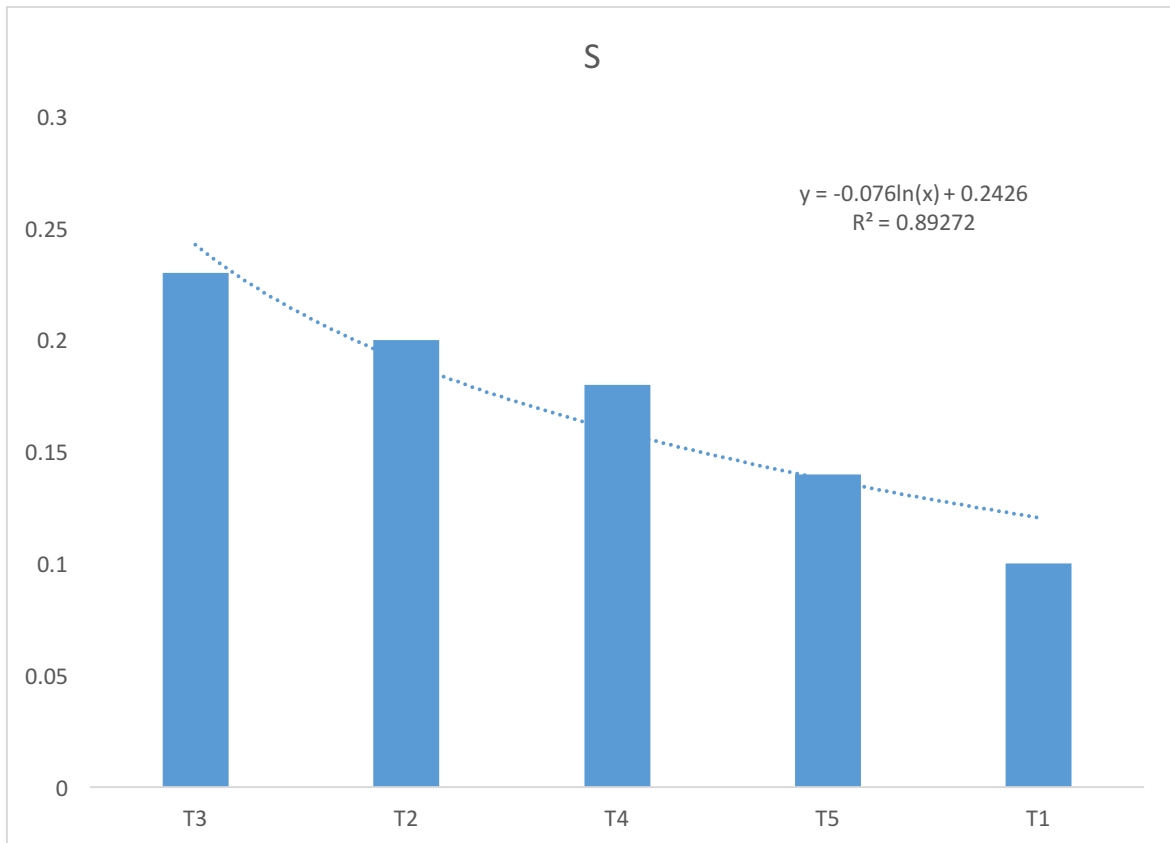


Figura 6. Datos del análisis de azufre (S) en la planta de tomate cherry.

Tabla 17. Cantidad de azufre (S) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
0.10	0.20	0.23	0.18	0.14

Con respecto al análisis de varianza la figura 7 y cuadro 18 en la variable cantidad de Hierro (Fe) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 12.88%, al tratamiento (T2) en un 1.6%, al tratamiento (T4) lo supero en un 5.38% y al tratamiento (T5) en un 8.08%.

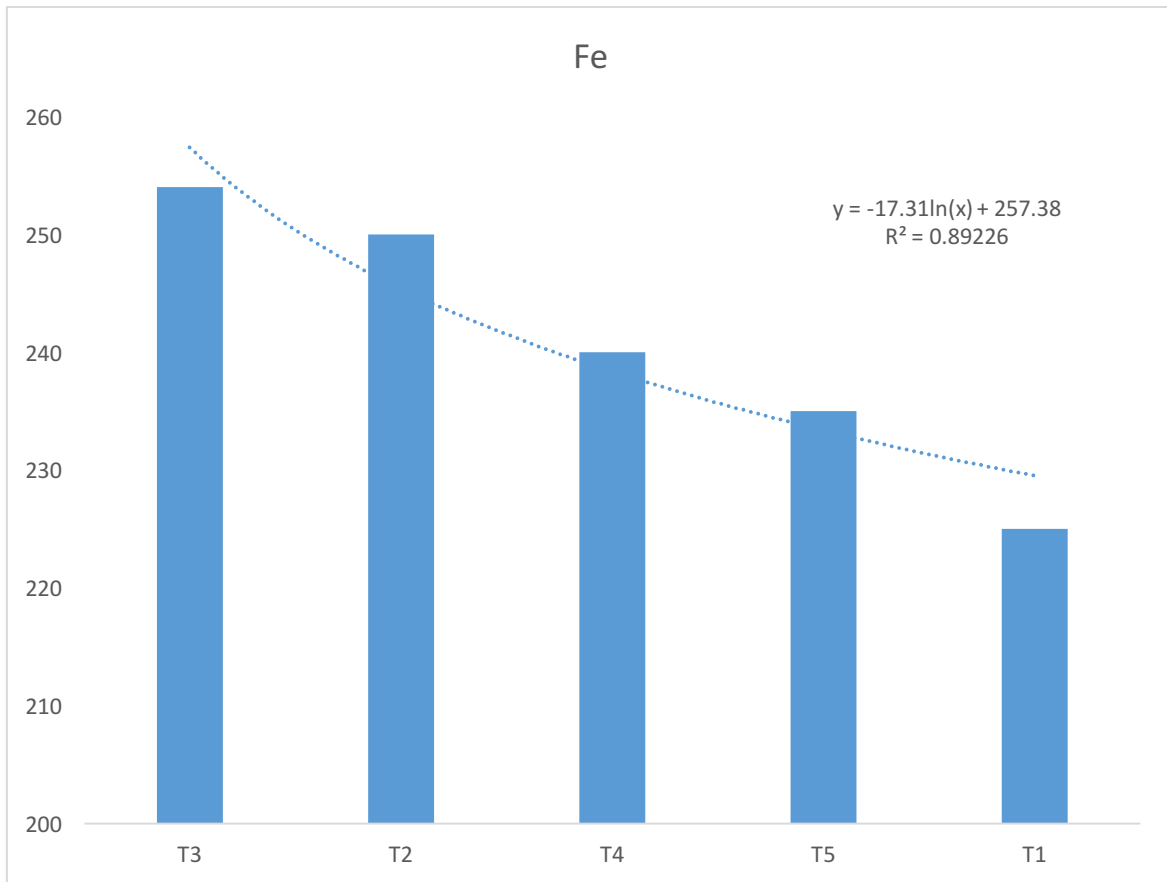


Figura 7. Datos del análisis del Hierro (Fe) en la planta de tomate cherry.

Tabla 18. Cantidad de Hierro (Fe) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
225	250	254	240	235

Con respecto al análisis de varianza la figura 8 y cuadro 19 en la variable cantidad de Zinc (Zn) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 33.33%, al tratamiento (T2) en un 10.52%, al tratamiento (T4) lo supero en un 40% y al tratamiento (T5) en un 40%.

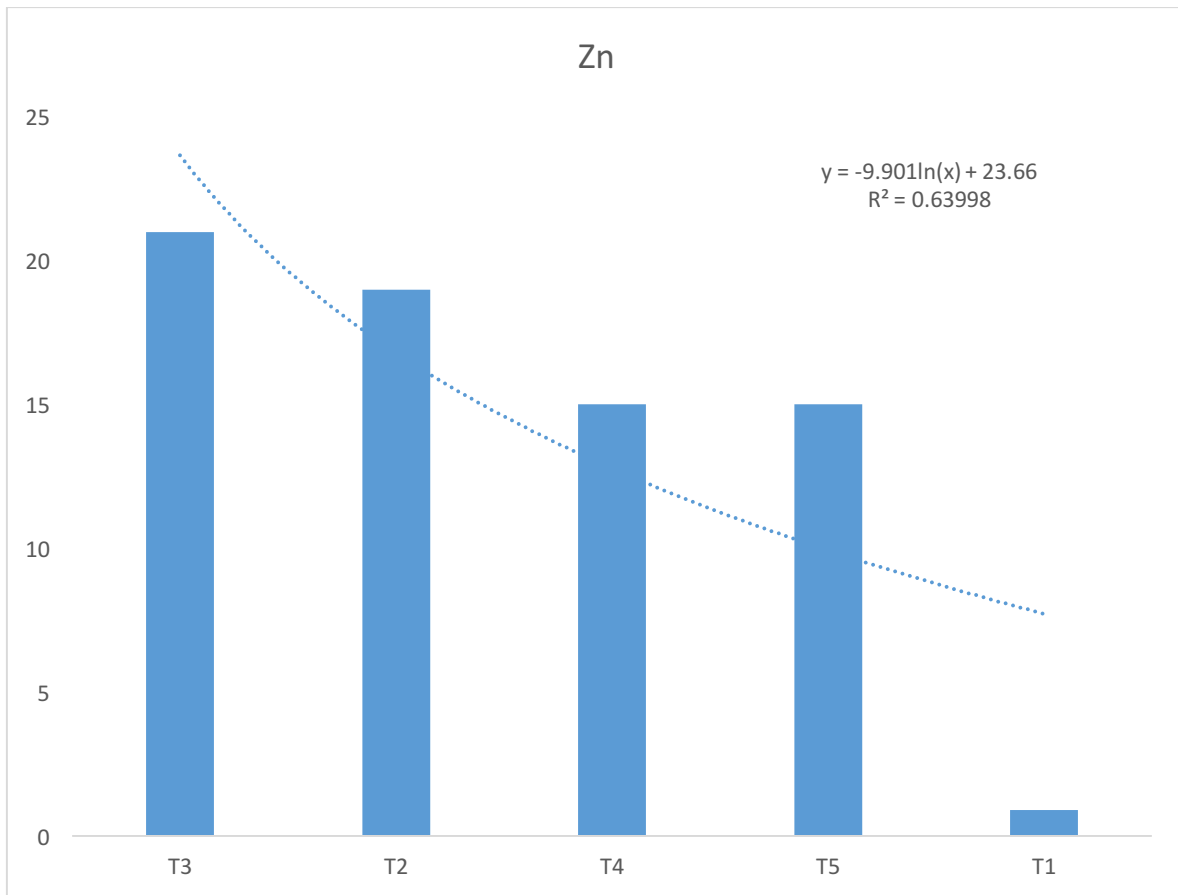


Figura 8. Datos del análisis del zinc (zn) en la planta de tomate cherry.

Tabla 19. Cantidad de zinc (zn) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
0.9	19	21	15	15

Con respecto al análisis de varianza la figura 9 y cuadro 20 en la variable cantidad de Molibdeno (Mo) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 00%, al tratamiento (T2) en un 50%, al tratamiento (T4) lo supero en un 00% y al tratamiento (T5) en un 00%.

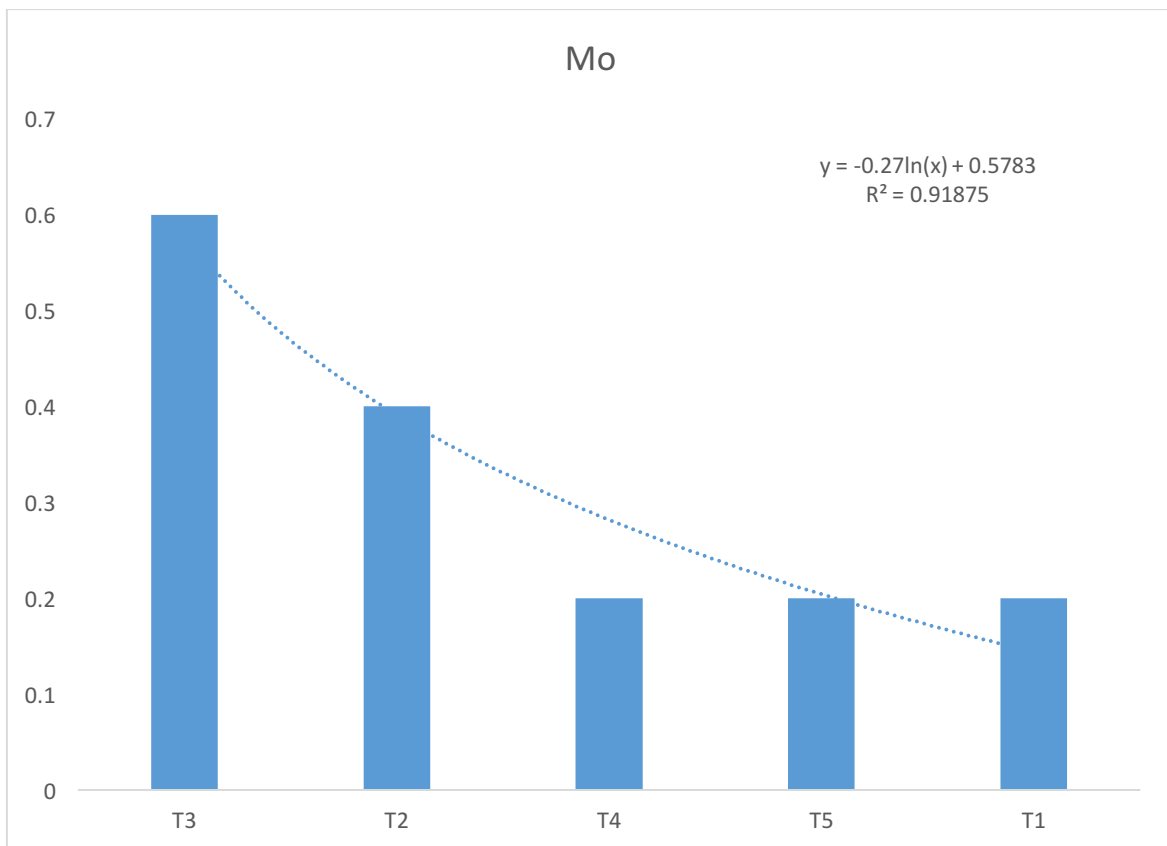


Figura 9. Datos de análisis de molibdeno (Mo) en la planta de tomate cherry.

Tabla 20. Cantidad de Molibdeno (Mo) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
0.2	0.4	0.6	0.2	0.2

Con respecto al análisis de varianza la figura 10 y cuadro 21 en la variable cantidad de Cobre (Cu) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 00%, al tratamiento (T2) en un 25%, al tratamiento (T4) lo supero en un 66.66% y al tratamiento (T5) en un 50%.

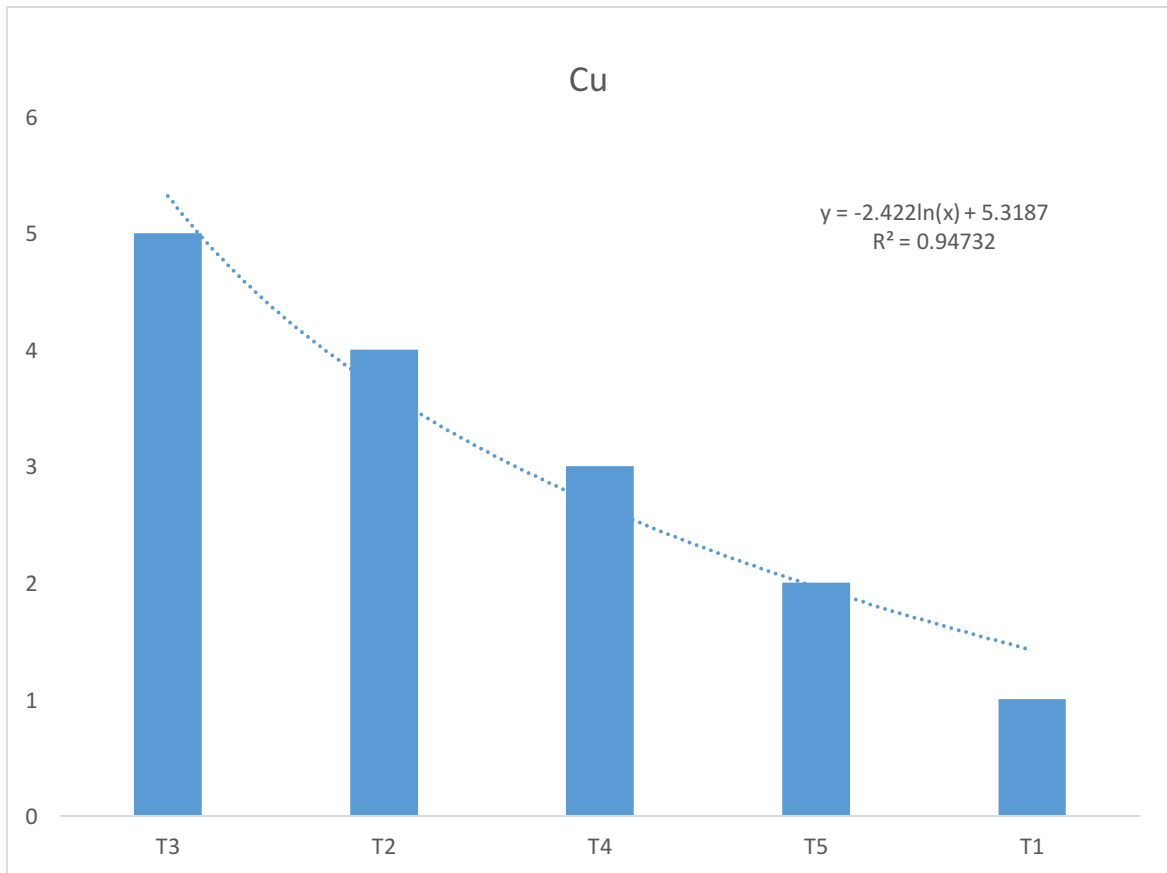


Figura 10. Datos del análisis de Cobre (Cu) en la planta de tomate cherry.

Tabla 21. Cantidad de Cobre (Cu) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
1	4	5	3	2

Con respecto al análisis de varianza la figura 11 y cuadro 21 en la variable cantidad de Boro (B) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 66.66%, al tratamiento (T2) en un 9.09%, al tratamiento (T4) lo supero en un 20% y al tratamiento (T5) en un 27.65%.

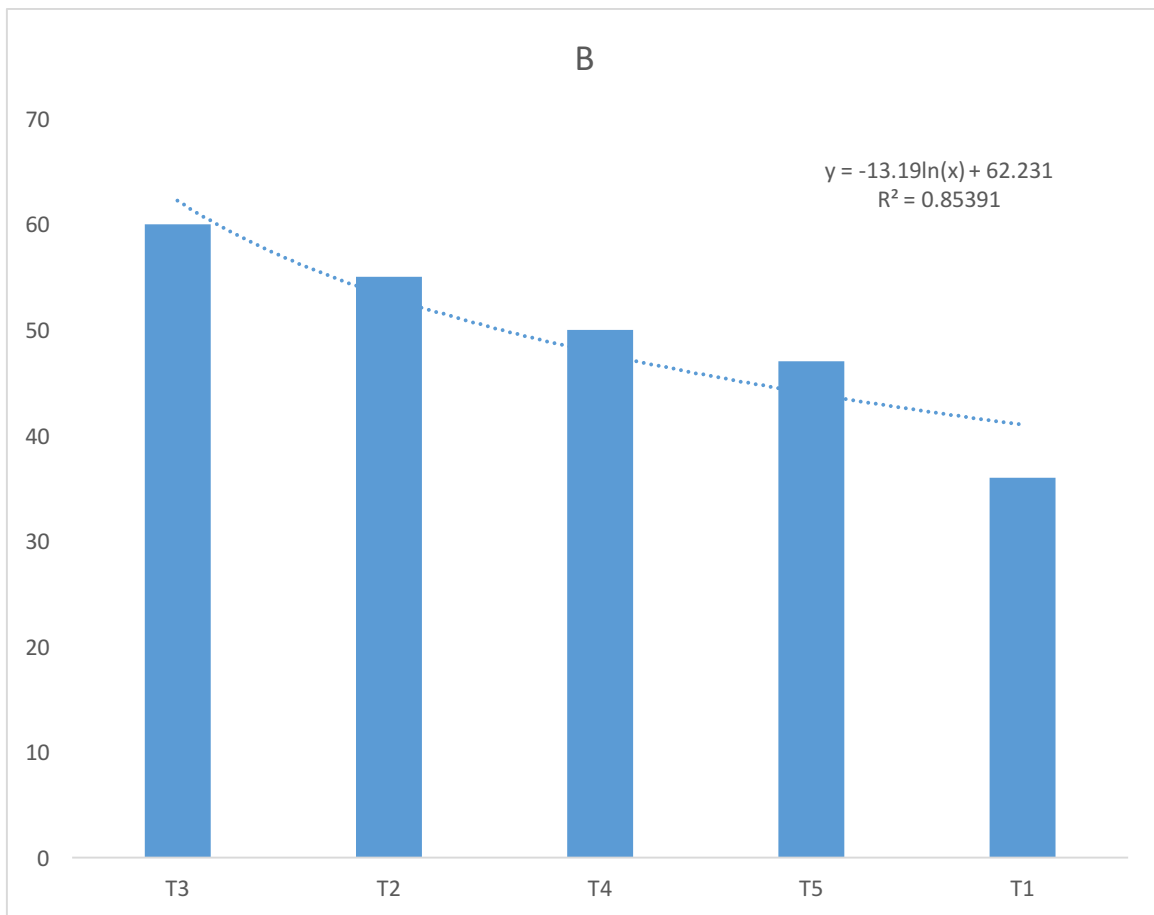


Figura 11. Datos del análisis del Boro (B) en la planta de tomate cherry.

Tabla 22. Cantidad de Boro (B) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
36	55	60	50	47

Con respecto al análisis de varianza la figura 12 y cuadro 22 en la variable cantidad de Manganeso (Mn) muestra un efecto estadístico significativo, el tratamiento (T3) supero al (T1) en un 31.25%, al tratamiento (T2) en un 10.52%, al tratamiento (T4) lo supero en un 16.66% y al tratamiento (T5) en un 31.25%.

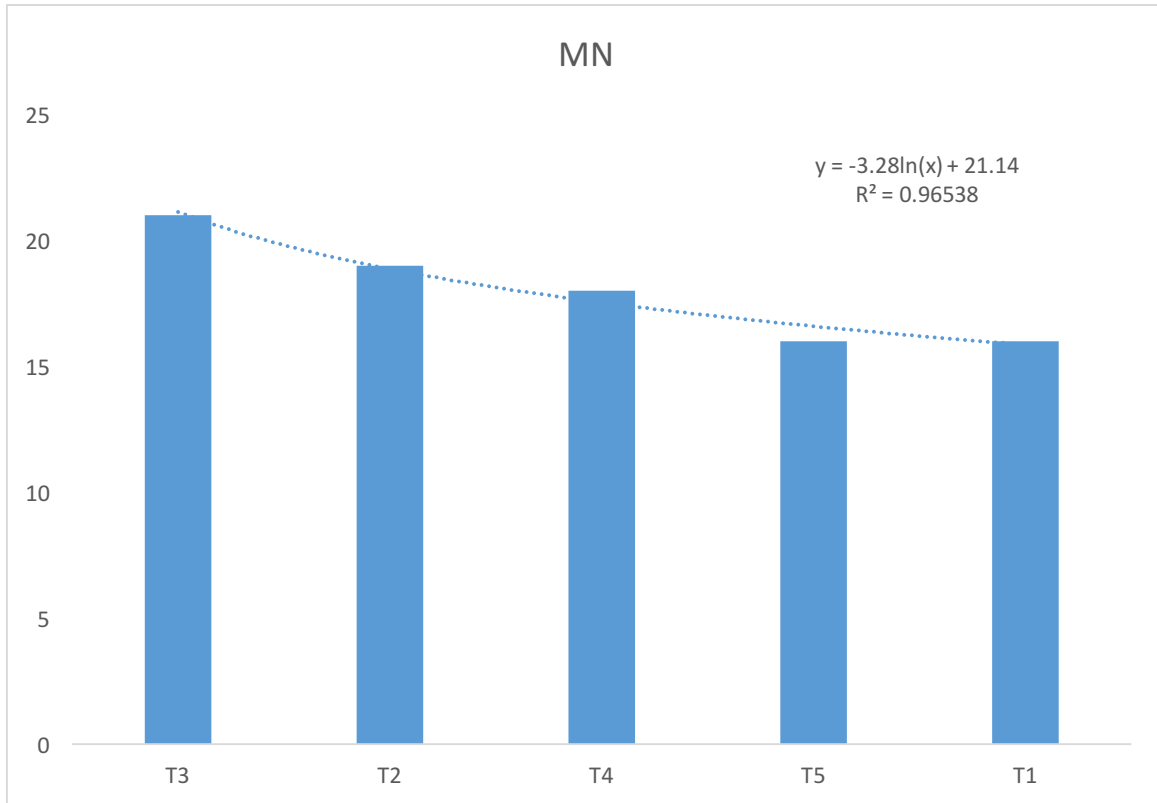


Figura 12 Datos del análisis del manganeso (Mn) en la planta de tomate cherry.

Tabla 23. Cantidad de Manganeso (Mn) en la planta de tomate cherry.

T1	T2	T3	T4	T5
16	19	21	18	16

V. DISCUSIONES

De acuerdo con la cita Recomendaciones Nutricionales para Tomate. (Smadar). Los valores reportados en el área foliar de la planta de tomate. Son parecidos a los experimentos realizados.

5.1. Macronutrientes

Conforme a los resultados adquiridos y graficados el porcentaje de Nitrógeno (N) en los tratamientos fue (T1) 1.9%, (T2) 5%, (T3) 5.14%, (T4) 4.8 y el testigo (T5) 3%. El T3 supero el citado, el T2, T4 y T5 estuvieron dentro del rango citado. Mientras que el T5 Y T1 estuvieron por debajo del rango del citado.

En Fosforo (P) los resultados citados dieron un porcentaje de 0.5-0.8% mientras que los resultados adquiridos en los experimentos fueron los siguientes. (T1) 0.2%, (T2) 0.8%, (T3) 0.9%, (T4) 0.6% y el (T5) 0.4%. El (T3) supero al citado. Mientras que el (T2), (T4) estuvieron dentro del rango citado. Y el (T1) Y (T5) estuvieron debajo del rango citado.

En Potasio (K) los resultados citados dieron un porcentaje de 3.5-4.5% mientras que los resultados adquiridos en los experimentos fueron los siguientes (T1) 2.9%, (T2) 4.0%, (T3) 4.1%, (T4) 3.7% y el (T5) 3.2%. Los experimentos (T2), (T3) Y (T4) estuvieron dentro del rango citado y el (T1) y (T5) estuvieron debajo del citado.

En Calcio (Ca) los resultados citados dieron un porcentaje de 0.9- 1.8% mientras que los resultados adquiridos en los experimentos fueron los siguientes (T1) 2%, (T2) 5.35%, (T3) 5.35%, (T4) 5% y el (T5) 4%. Todos los experimentos superaron el rango citado.

Magnesio (Mg) los resultados citados dieron un porcentaje de 0.5-0.8% mientras que los resultados adquiridos en los experimentos fueron los siguientes (T1) 0.1%, (T2) 0.8%, (T3) 0.8%, T4) 0.5% y el (T5) 0.3%. Los experimentos (T2), (T3) Y (T4) estuvieron dentro del rango citado, mientras que los tratamientos (T1) y (T5) estuvieron abajo del rango citado. Azufre (S) los resultados citados dieron un porcentaje de 0.4-0.8% mientras que los resultados adquiridos en los experimentos

fueron los siguientes (T1) 0.10%, (T2) 0.20%, (T3) 0.23%, (T4) 0.18 y el (T5) 0.14%. los experimentos no alcanzaron el rango citado.

5.2. Micronutrientes

Fierro (Fe) los resultados citados dieron un porcentaje de 50-200 ppm mientras que los resultados adquiridos en los experimentos fueron los siguientes (T1) 225ppm, (T2) 250ppm, (T3) 254ppm, (T4) 240ppm y el (T5) 353ppm. todos los experimentos estuvieron arriba del rango citado.

Zinc (Zn) los resultados citados dieron un porcentaje de 25-60 ppm mientras que los resultados adquiridos en los siguientes experimentos fueron los siguientes (T1) 0.9ppm, (T2) 19ppm, (T3) 21ppm, (T4) 15ppm y el (T5) 15ppm. Los resultados adquiridos no alcanzaron el resultado citado.

Molibdeno (Mo) los resultados citados dieron un porcentaje de 1-5 ppm mientras que los resultados adquiridos en los siguientes experimentos fueron los siguientes (T1) 0.2ppm, (T2) 0.4ppm, (T3) 0.6ppm, (T4) 0.2ppm y el (T5) 0.2ppm. Los resultados adquiridos no alcanzaron el resultado citado.

Cobre (Cu) los resultados citados dieron un porcentaje de 8-20 ppm mientras que los resultados adquiridos en los siguientes experimentos fueron los siguientes (T1) 1ppm, (T2) 4ppm, (T3) 6ppm, (T4) 0,2ppm, (T5) 0.2ppm. Los resultados adquiridos no alcanzaron el rango citado.

Boro (B) los resultados citados dieron un porcentaje de 35-60 ppm mientras que los resultados adquiridos en los siguientes experimentos fueron los siguientes (T1) 36ppm, (T2) 55ppm, (T3) 60ppm, (T4) 50ppm y el (T5) 47ppm. Todos los resultados adquiridos están dentro del rango citado.

Manganeso (Mn) los resultados citados dieron un porcentaje de 50-125 ppm mientras que los resultados adquiridos en los siguientes experimentos fueron los siguientes (T1) 16 ppm, (T2) 19ppm, (T3) 21ppm, (T4) 18ppm y el (T5) 16ppm. Todos los resultados adquiridos estuvieron debajo del rango citado.

VI. CONCLUSIONES

Con respecto a los tratamientos aplicados en el experimento, el tratamiento (T3), Fe 2%-Ca 4%. Tuvo un efecto significativo en el área foliar a los demás seguido del tratamiento (T2) Ca 2%, (T4) Fe 4%-Ca 2%, (T5) testigo y el (T1) Fe 2%.

Se pudieron notar cambios en la planta debido a que la planta estaba con el tallo así abajo buscaba el sol continuamente asiendo que el tallo se enrollara y se volteara hacia arriba enroscando el tallo y las hojas para que así las hojas no estuvieran con el envés hacia arriba.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Angel, L.. ((22 de octubre 2019)). Cultivo de tomates invertidos Ventajas y desventajas. (febrero 2020), de Huertos y Mas Sitio web: <https://huertosymas.com/cultivo-de-tomates-invertidos-ventajas-y-desventajas/>
- Barragán, C. (Noviembre, 2017). Efecto de la aplicación de sustancias húmicas, fulvicas y fertilización en el desarrollo de plántulas de plátano en vivero. Tesis de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras
- Castro, M. (2021). Geotropismo: concepto, positivo, negativo, ejemplos. (Julio 9, 2020), de LIFEDER Sitio web: <https://www.lifeder.com/geotropismo/>.
- Consejos para una vida sostenible y ecológica (fresana cultiva tu salud). (26/02/2008) <https://www.fresanas.com/blog/author/admin/>
- Curtis & Barnes. (25, julio,2018). Luz y plantas una relacion de amor. (2018), de Blog del COBCM Sitio web: <https://cobcm.net/blogcobcm/2018/07/25/luz-y-plantas-una-relacion-de-amor/#:~:text=El%20fototropismo%20es%20la%20respuesta,plantas%20es%20su%20fototropismo%20positivo.>
- Gonzalez, D. d. (2007). Efectividad biologica de un fulvato de fierro en la calidad y produccion de Tomate cherry (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Var. Red Cherry. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Autònoma Agraria "Antonio Narro"., Saltillo, Coahuila.
- Guerrero, J.(Septiembre 27, 2012). Aprende a manejar el calcio en los cultivos. (2012), de Hortalizas Sitio web: <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/aprende-a-manejar-el-calcio-en-tus-cultivos/>.

<https://es.producepay.com/los-retos-de-la-produccion-y-exportacion-de-tomate-en-mexico/>

Kathy B., South Riding, VA. ((10, 2010)). Does Growing Tomatoes Upside Down Produce a Good Crop?. (2020), de Tomato Dirt Sitio web: As an Amazon Associate and Rakuten Advertising affiliate I earn from qualifying purchases.

Kleyton C, R. N. (june 2022). Irrigation strategies in production of cherry tomatoes under water scarcity conditions. *Engenharia Agricola e Ambiental*, p26.

Littke., Zabowaki. (septiembre, 22, 2018). El calcio en las plantas). (2018), de Metroflor-agro Sitio web: <https://www.metroflorcolombia.com/el-calcio-en-las-plantas/>

Lujàn, L. (2018). Producción de tomates cherry por organoponia con aplicacion de sustrato y extracto de Stevia rebudiana Bertoni bajo cobertor de cultivo en la estacion experimental El Mantero jauja. <https://dietalibre.net/1193-prevenir-el-cancer-losbeneficios-para-la-salud-del-tomate.html>, 2016). UNCP, Universidad Nacional del Centro del Peru, Jauja, Peru.

Nuñez, J.. (agosto, 2016). BIOSÍNTESIS Y REGULACIÓN FISIOLÓGICA DE ARGININA EN PLANTAS. (2016), de Programa de Biología Universidad de Tolima Sitio web: https://www.researchgate.net/publication/305905202_BIOSINTESIS_Y_REGULACION_FISIOLOGICA_DE_ARGININA_EN_PLANTAS

Pedroso, R. I.; Domínguez, A. F.J. 2006. Ácidos Húmicos, Formas de Extracción y Usos. Dpto. de Química e Ing. Química. Universidad de Matanzas. Cuba. 22 p. Pettit, R. E. 2012. Organic Matter, Humus, Humate, Humic Acid, Fulvic Acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. Texas A&M University. 17 p. Masso. s/f. Introducción a la Química de las Sustancias Húmicas. España. 19 p.

- Pérez, F., Arévalo, MA., & Pérez, L., (Noviembre, 6, 2019). Crecimiento y características postcosecha de frutos de genotipos nativos de tomate. (Solanum lycopersicum L.). (mayo, 25, 2018), de Rev. Fitotec. Mex. Vol. 43
Sitio web: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v43n1/0187-7380-rfm-43-01-89.pdf>
- Ramirez, M., Cruz, A., & Baes, A. ((Febrero 04, 2022)). LA APLICACIÓN FOLIAR DE ÁCIDO GLUTÁMICO MEJORA EL RENDIMIENTO Y ALGUNOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL FRUTO DE TOMATE (Solanum lycopersicum L.). (Junio 08, 2021), de INTERCIENCIA
Sitio web: https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2022/03/04_6831_Com_Bautista_v47n1_2.pdf
- Rangel, G., Castro, E., & Beltrán, E. ((Diciembre 2010)). El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. (Diciembre 2010), de Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Edif. B1, Ciudad Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México
Sitio web: https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Elacidosalic%C3%A9lico_y_su_participaci%C3%B3n_en_la_resistencia_a_pat%C3%B3genos_en_plantas.pdf
- smadar., 2014, Recomendaciones nutricionales para el tomate. https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Tomate_2014_1.pdf.
- Sotelo A., 2015. El Movimiento de las Plantas- Tropismos y Nastias. Tesis. Maestria. FACENNA-UNNE. Fisiología vegetal.
file:///C:/Users/Documents/Movimientodelaplantas%20libro%20tesis.pdf
- Valenzuela, M. (Diciembre, 2018). Caracterización Económica de la cadena Agroalimentaria del Tomate de uso Industrial. (Diciembre, 2018), de (ODEPA, ministerio de agricultura) Sitio web: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/TomateIndustrial_2018.pdf