



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tlajomulco



## TESIS

CON EL TEMA:

**“COMPARACIÓN DE ENRAIZADORES EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*) BAJO INVERNADERO.”**

QUE PRESENTA:

**PAULA MARIANA ROBLES CERVANTES**

ASESOR:

**DRA. MARIA DE JESUS RAMIREZ RAMIREZ**

REVISORES:

**MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA  
MC. OSVALDO AMADOR CAMACHO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. MARZO, 2023.



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **01/marzo/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/410/2023  
ASUNTO: Autorización de impresión  
definitiva y digitalización

**C. PAULA MARIANA ROBLES CERVANTES  
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN  
INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE  
P R E S E N T E**

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL OPCIÓN I ( TESIS ), con el tema **"COMPARACIÓN DE ENRAIZADORES EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*) BAJO INVERNADERO."** y determinó que da cumplimiento con los requisitos establecidos, se le notifica que tiene la autorización para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®  
Educar para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro*

**C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ  
DIRECTORA DEL PLANTEL**



C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación. - Edificio  
C.c.p.- Minutario. -

MIBR/AIBR/ALCC/mjhc



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **27/FEBRERO/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/111/2023  
ASUNTO: Liberación de proyecto para la titulación integral.

**ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**P R E S E N T E**

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:</b>	PAULA MARIANA ROBLES CERVANTES
<b>NO. DE CONTROL:</b>	18940295
<b>PRODUCTO:</b>	OPCIÓN I ( TESIS )
<b>CARRERA:</b>	INGENIERÍA EN INNOVACION AGRICOLA SUSTENTABLE
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	<b>"COMPARACIÓN DE ENRAIZADORES EN TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i>) BAJO INVERNADERO."</b>

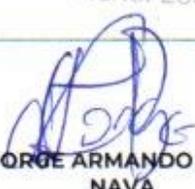
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**

Excelencia en Educación Tecnológica®  
Educativa para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro

  
**ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES**  
**RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



 <b>DRA. MARIA DE JESUS RAMIREZ RAMIREZ</b> Nombre y firma del asesor	 <b>MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA</b> Nombre y firma del revisor	 <b>MC. OSVALDO AMADOR CAMACHO</b> Nombre y firma del revisor
--	--	--

C.c.p.- Expediente.  
MHF/mjhc\*

## **AGRADECIMIENTOS**

A lo largo de esta tesis que ha requerido de gran esfuerzo y dedicación quiero agradecer primero que nada a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por siempre fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en tiempos de obscuridad.

Agradecer hoy y siempre a mi familia que fueron mi motivación día con día, por estar apoyándome en todo lo que estaba en sus posibilidades a pesar de las situaciones que se presentaron en el camino, porque siempre han procurado mi bienestar y con su experiencia de vida me han ayudado a cumplir todos mis objetivos. A mis padres Esther Cervantes y Carlos Robles que trabajan sin parar para que sus hijos tengan una profesión y no les faltara nada, por estar tan al pendiente de mis estudios y apoyarme en mis tareas, sin duda no pude ver tenido mejores padres que ustedes, soy muy afortunada de tenerlos en mi vida.

De igual manera mi más sincero agradecimiento a mi asesora la Dr. María de Jesús Ramírez Ramírez por ser parte fundamental de mi desarrollo como estudiante, por ser más que mi asesora una amiga incondicional, por siempre creer en mis capacidades incluso cuando ni si quiera yo lo hacía, por darme los mejores consejos de vida, por su paciencia durante este periodo en que llevé a cabo la tesis, por sus sugerencias y el tiempo que le dedico a mi investigación semana con semana. Me la llevo en el corazón como una profesional admirable, respetable e inteligente, espero algún día tener tantos reconocimientos y éxitos como usted, solo me resta decirle ¡Infinitas gracias por todo!

Gracias a mi hermanos Keiry Cristal y Carlos Alberto a mi mejor amiga Laura Judith que es una hermana más y amigos por motivarme a no rendirme, por su apoyo incondicional y amor que siempre me demostraron en este trayecto. Cada momento vivido son simplemente únicos, cada oportunidad de corregir un error y la oportunidad de que cada mañana puedo empezar de nuevo. Esta etapa que termina no es el final de lo que quiero llegar a ser, si no que aquí comienza.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, comparación de enraizadores en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero, fue realizado en el invernadero del Instituto Tecnológico de Tlajomulco. El objetivo fue comparar tres tipos de enraizadores con diferentes dosis recomendadas en su ficha técnica y un testigo sin aplicación en el cultivo de tomate, para lo cual se estableció un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y un testigo sin aplicación, con seis repeticiones cada uno, en el que se evaluó la efectividad de dichos enraizadores a través de la medición de diferentes variables para identificar cuál de ellos influyó de manera positiva en el crecimiento, desarrollo, Fito sanidad y optima producción del cultivo. Para el diseño, se utilizaron macetas de sustrato de fibra de coco. El mismo manejo agronómico se les dio a todos los tratamientos, incluyendo la nutrición, riego, control en plagas y enfermedades, mantenimiento, tutorio, polinización, deschuponada, monitoreo y evaluación de variables en las mismas fechas. Los diferentes tratamiento que se utilizaron fueron los siguientes: Tratamiento 1 “Alfa Min R” dosis: 10 ml/L, Tratamiento 2 “Alfa Min R” dosis: 20 ml/L, Tratamiento 3 “Root-Factor” dosis: 5 ml/L. Tratamiento 4 “Pro-Root” dosis: 10 gr/L, Tratamiento 5 (Testigo) sin producto. Tomando como variables de medición la cuantificación y medición de chupones(biomasa), cuantificación y longitud de raíces, medición de clorofila. Los resultados obtenidos en los tratamientos muestra que el uso de enraizadores comerciales en sus dosis recomendadas en la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate tiene efecto directo sobre el área foliar, longitud radicular, clorofila de las hojas y producción del cultivo. De acuerdo con los análisis estadísticos se observo que las distintas dosis de aplicación de enraizadores, Alfa Min R tuvo y su dosis en 20 ml/L al cual se le aplico a las plantas de tomate fue el que presento más influencia en el crecimiento y desarrollo de la plantación que el tratamiento 1 que también es producto Alfa Min R pero en una dosis de 10 ml/L así como en los otros 2 tratamientos con producto( Root-factor dosis de 5ml/L y Pro-root 10gr/L) y que el tratamiento 5 que fue nuestro testigo (sin producto) por lo que se llegó a concluir que la mejor dosis fue, de 20ml/L influyendo dicha dosis en todas las variables propuestas en el estudio, generando un mayor número de raíces, las cuales permitieron mejor absorción de agua y nutrientes, reflejado en el desarrollo de la planta y producción.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>2.1 Objetivo General</b> .....	4
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	4
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	5
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	6
<b>4.1. Producción de tomate</b> .....	6
<b>4.2 Problemas fitosanitarios</b> .....	6
<b>4.3 Reguladores de crecimientos</b> .....	7
<b>4.4 Enraizadores</b> .....	8
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
<b>5.1 Zona del estudio</b> .....	11
<b>5.2 Preparación del sustrato</b> .....	12
<b>5.3 Establecimiento del diseño experimental</b> .....	13
<b>5.4. Establecimiento del cultivo</b> .....	15
<b>5.5. Manejo agronómico</b> .....	16
<b>5.3.1 Fertirriego</b> .....	16
<b>5.3.2 Control de plagas y enfermedades</b> .....	18
<b>5.3.3 Mantenimiento</b> .....	20
<b>5.3.4 Tutorio</b> .....	20
<b>5.3.5 Polinización</b> .....	21
<b>5.3.6 Deschuponada</b> .....	21
<b>5.3.7 Monitoreo</b> .....	21
<b>5.4 Aplicaciones de los tratamientos</b> .....	23

<b>5.7. Evaluación de variables de estudio.....</b>	<b>24</b>
<b>5.7.1. Biomasa.....</b>	<b>25</b>
<b>5.7.2. Clorofila.....</b>	<b>26</b>
<b>5.7.3. Raíces.....</b>	<b>27</b>
<b>5.8 Análisis estadístico.....</b>	<b>27</b>
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1 Biomasa.....</b>	<b>28</b>
<b>6.2. Número y longitud de raíces.....</b>	<b>29</b>
<b>6.3. Clorofila.....</b>	<b>30</b>
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>8. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>33</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>35</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación por medio de Google Earth zona donde se realizó el proyecto. ....	11
Figura 2. Preparación de solución madre para desinfección de sustrato. ....	12
Figura 3. Identificación de cada tratamiento y repetición .....	14
Figura 4. Croquis de identificación del diseño completamente al azar.....	14
Figura 5. Planta de tomate a los 25 días después de su germinación. ....	15
<b>Figura 6.</b> Trasplante de planta de tomate a macetas con sustrato de fibra de coco. ...	15
Figura 7. Aplicación de aminoácidos e imidacloprid para efecto de nutrición y protección del cultivo. ....	16
Figura 8. Estructura del sistema de riego automático. ....	17
Figura 9. Foto del tipo de material (piqueta) del sistema de riego por goteo.....	18
Figura 11. Síntoma de enchinamiento en hojas a causa de un virus. ....	19
Figura 12. Plantas de tomate con tutor. ....	20
Figura 13. Medición de pH y CE después de los 3 pulsos de riego. ....	21
Figura 14. Registro de cuantificación y peso de frutos por planta.....	22
Figura 15. Primera aplicación de enraizadores. ....	23
Figura 16. Segunda aplicación de enraizadores. ....	24
Figura 17. Cuantificación y medición de chupón por planta.....	25
Figura 18. Medición de clorofila de la 5ta hoja a partir del ápice.....	26
Figura 19. Retiro de planta de la maceta para medición de la variable raíz.....	27
Figura 20. Promedio de medición de raíces.....	30
Figura 21. Comparativa de mediciones de clorofila por cada tratamiento.....	31
Figura 22. Cuadro de Anova para cuantificación de chupones.....	35
Figura 23. Cuadro de Anova para medición de chupones. ....	35
Figura 24. Cuadro de Anova para longitud de raíces.....	36

Figura 25. Cuadro de Anova para cuantificación de raíces.....	36
Figura 26. Cuadro Anova de clorofila 1ra medición. ....	37
Figura 27. Cuadro Anova de clorofila 2da medición.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de las variable biomasa (número de chupones y tamaño). .....	28
Tabla 2. Resultados de las variables número y longitud de raíces. ....	29
Tabla 3. Resultados de medición de clorofila.....	31

## 1. INTRODUCCIÓN

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. El 90 % de la producción se realiza a campo abierto (época seca) o en un ambiente semiprotegido (época lluviosa), mientras que el 10 % restante se efectúa en un ambiente protegido. En 2015 la actividad generó ganancias cercanas a los USD 37 millones y el consumo per cápita fue de 17,3 kg (López 2016).

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 2012).

En los cultivos es indispensable brindar y hacer uso de algunas herramientas que beneficien la cosecha, uno de ellos es los enraizantes que son utilizados como un estimulante para la raíz con la finalidad de que crezca y pueda mejorar la absorción de nutrientes y agua para dar como resultado un producto alimenticio de buena calidad

Otro factor de gran importancia es el enraizamiento, es de vital importancia durante las primeras semanas del cultivo, ya que la raíz es la encargada de aportar a la planta soporte, agua y los nutrientes que tanto necesita desde el inicio. Aunque, un buen enraizamiento es importante en todas las fases del cultivo, la raíz, en todo momento, busca en el suelo el alimento que necesita la planta para nutrirse. Por este motivo, cuanto mayor sea la densidad radicular, mayor será el poder de alcance de la raíz y mejor se nutrirá la planta durante todas sus etapas fenológicas (Arebalo Madrigal, Escalante Gonzales, & Yañez Coutiño, 2019).

Un buen enraizamiento mejora el desarrollo de la planta, aumenta la protección frente a factores externos naturales, consigue una floración más abundante y, por consiguiente, un incremento en el número de frutos.

A pesar de que en las últimas décadas la información y conocimiento que se tiene acerca de las raíces ha incrementado a pasos agigantados, aún está lejos de igualar lo que se conoce del comportamiento de la parte aérea de los cultivos en las diferentes condiciones a las que pueden adaptarse. La formación de un buen sistema radicular depende de muchos factores, entre los cuales podemos mencionar tanto los propios de la genética de las plantas (especie, cultivar, producción de señales químicas internas o fitohormonas) como aquellos dados por el medio ambiente (características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, interacción con los microorganismos, entre otras). De igual manera influye el desarrollo que la misma planta tiene en relación con tales condiciones, lo que lleva a la formación de compuestos (fitohormonas, aminoácidos, etc.) en las hojas que la misma planta utiliza para estimular su sistema radical (Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 2022).

Un buen sistema radicular suele relacionarse con una alta capacidad de absorción de agua y nutrientes, sin embargo, algunos puntos de importancia como la formación de compuestos de defensa, tolerancia a condiciones adversas y formación de fitohormonas que estimulan parámetros en la parte aérea son dejados de lado, pese a que repercuten de forma directa en el rendimiento de las plantas; parámetro que recientemente se empezó a tomar en cuenta, ya que años atrás no se consideraba como tal. Hoy en día sabemos que estimular un buen sistema radicular es clave para obtener una planta que ofrezca calidad y rendimiento (Tarín, 2018).

Por lo que, en la presente investigación, surgió la necesidad de evaluar 3 tipos de enraizadores y uno de ellos con diferente dosis en el cultivo de tomate bajo invernadero, para así determinar la influencia de estos en su fitosanidad, desarrollo y producción.

En la investigación se buscó proporcionar información que será útil a toda la comunidad para mejorar el conocimiento sobre el uso ideal de enraizadores y su gran influencia en la ayuda del desarrollo de la biomasa, nutrición y asimilación de nutrientes obteniendo plantas menos susceptibles a enfermedades y con mayor producción.

Debido a que no se cuenta con suficientes estudios de alcance nacional sobre la influencia del desarrollo de raíces en la sanidad del cultivo de tomate, el presente trabajo es conveniente para afianzar el conocimiento de un buen manejo de enraizadores y un

buen método de control para mejores rendimientos en los cultivos protegidos, en este caso tomate.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Comparar tres tipos de enraizadores con las diferentes dosis recomendadas y un testigo sin aplicación para evaluar el desarrollo del cultivo de tomate bajo invernadero.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar la efectividad de tres enraizadores comerciales en las variables de biomasa, follaje, raíces y producción, comparado con el testigo en el cultivo de tomate.
- Determinar la dosis que proporcione mejores resultados en las variables evaluadas.

### **3. HIPÓTESIS**

Con la aplicación de tres enraizadores comerciales en cultivo de tomate, al menos uno de ellos promoverá el buen crecimiento y desarrollo vegetativo y el incremento de la producción.

## **4. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1. Producción de tomate**

En la actualidad, el tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Según datos de la FAO, en 2017 se produjeron 182,3 millones de toneladas en todo el mundo y la superficie dedicada a este cultivo fue de 4.848.384 hectáreas (FAO, 2017).

En el ámbito mundial constituye el tomate es 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. 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, 2014; Sánchez-López et al., 2012).

### **4.2 Problemas fitosanitarios**

Sus tipos y variedades, así como estructuras y técnicas de producción, pueden ser muy variadas, pero muchos de los problemas fitosanitarios más importantes son comunes a la mayoría de las zonas de producción. Los productores de tomate se enfrentan a nuevos desafíos relacionados con la fitosanidad: la globalización que, a pesar de los controles en frontera, incrementa los riesgos de expansión de fitopatologías; el calentamiento global, que no solo permite la colonización de nuevas zonas por las plagas, sino que modifica sus ciclos y número de generaciones que son capaces de completar o las interrelaciones con sus enemigos naturales, así como que sean reemergentes; reglamentaciones cada vez más restrictivas sobre la disponibilidad y uso de materias activas y, por tanto, productos fitosanitarios; o las nuevas exigencias comerciales que, a

veces, dificultan el mantener una adecuada Gestión Integrada de Plagas (R.Biurrun, 2016).

La producción de cultivos en invernaderos representa una ventaja sobre la producción a campo abierto porque crea un microclima que permite proteger el cultivo de condiciones adversas (viento, granizo, plagas, etc.) y controlar factores como la temperatura, radiación, concentración de CO<sub>2</sub>, humedad relativa, etc.

### **4.3 Reguladores de crecimientos**

Las auxinas estimulan la división celular; por ejemplo, fomentan el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces. Las auxinas son muy efectivas para iniciar la formación de raíces en varias especies vegetales, lo que constituyó la base de la primera aplicación práctica en agricultura de sustancias del crecimiento. Las auxinas pueden iniciar la floración e inducir el amarre de frutos y su desarrollo en algunas especies. La aplicación de éstas incrementa el tamaño de frutos jóvenes y en su desarrollo, adelanta también la maduración de algunos frutos. También desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleótilos (Saldívar, 1994).

Primo y Carrasco (1980), mencionan que las giberelinas son sustancias orgánicas cuyo efecto más característico sobre las plantas se da en el desarrollo del tallo y hojas, observándose un mayor crecimiento de los entrenudos, llegándose en algunos casos a alturas diez veces mayores que las plantas no tratadas. Además, sustituyen el efecto del frío y de la duración del día sobre la ruptura del letargo de los brotes y la diferenciación de brotes florales.

Rojas (1988), menciona que las citocininas, son un grupo de hormonas que más recientemente se han descubierto y, por lo tanto, el menos conocido en su acción y efectos. Además de fomentar la división celular, las citocininas influyen en la diferenciación de los cultivos; interactúan con las auxinas para mostrar expresiones

diferentes de crecimiento. Otro efecto de las citocininas es retrasar el envejecimiento (Weaver, 1996).

#### 4.4 Enraizadores

En los últimos años se ha incrementado intensamente el desarrollo de técnicas de cultivos de plántulas de invernadero; y el medio de cultivo ha evolucionado con la utilización de sustancias enraizadoras (Arriaga, 2013).

En la actualidad existe gran diversidad de sustancias que estimulan el enraizamiento en el mercado, las cuales, pueden ser utilizados en la mayoría de los cultivos; sin embargo, la respuesta del cultivo a cada uno de ellos es diferente, y por tanto es necesaria su evaluación para la toma de decisiones. Con base a lo anterior, se evaluó el desarrollo de plántula de tomate (*S. lycopersicum*) de hábito indeterminado bajo condiciones de invernadero, aplicando tres sustancias enraizadoras para aumentar la producción de este cultivo en la región de estudio. Últimamente se denomina también como enraizante a una serie de formulado que se aplican en cultivo tras el repicado o trasplante de plántulas para favorecer la rapidez y potencia del enraizado. Técnicamente se puede discutir esta variante de 'productos para el enraizado' pero ya que conviven simplemente debemos distinguirlos en función de la utilidad que les deseemos dar. (Copyright , 2020).

PHYTO ROOT®: se aplicó 5 ml/ L<sup>-1</sup> de agua, este producto es un biorregulador radical especialmente diseñado para inducir y estimular la emisión de nuevas raíces, así como su ramificación y crecimiento, también favorece el engrosamiento de tallos (Aldrete, 2010), y se compone de lo siguiente: Ácido indol butírico 2,500 mg kg<sup>-1</sup>, Ácido naftaleno acético 200 mg kg<sup>-1</sup>, Citocininas 10 mg kg<sup>-1</sup>, Aminoles 2.00%, Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 20%, Cianocobalamina 0.02%. Los análisis de varianza no mostraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables: diámetro de tallo, longitud de la raíz, peso del cepellón. En cuanto a la altura se obtuvieron diferencias significativas para la interacción entre tratamientos, mientras que para biomasa aérea hubo diferencia altamente

significativa. La diferencia en los resultados se debe probablemente a que Phyto Root, que es un biorregulador radical especialmente diseñado para inducir y estimular la emisión de nuevas raíces, así como su ramificación y crecimiento, también favorece el engrosamiento de tallos atribuido a su composición, y Rhizocell el cual es un promotor natural para el crecimiento de las raíces, con una composición a base de *Bacillus amyloliquefaciens* bacterias benéficas, en ello juega un papel importante la comunidad microbiana que participa activamente en la captación de nutrientes y mineralización de la materia orgánica, así también, la asociación benéfica entre plantas y microorganismos en la que bacterias y hongos aplicados a la semilla, al suelo o a la planta, colonizan la raíz, la rizosfera o ambos, y promueven el crecimiento de las plantas e incrementan la absorción y disponibilidad de nutrientes del suelo. Estos microorganismos son conocidos como promotores del crecimiento de las plantas (PGPR son bacterias que viven libres y, también pueden ser de ayuda en el control biológico de las enfermedades de las plantas (INIA, 2008).

Resultados similares se encontraron en el trabajo de (Arriaga, 2013), el cual evaluó diferentes enraizadores comerciales en el cultivo de chile ancho (*Capsicum annum* L.) y chile serrano (*Capsicum frutescens* L.), ya que en el caso de algunos tratamientos no obtuvo diferencias significativas en relación con el testigo utilizado (Tarín, 2018).

Evaluación de sustratos, solución nutritiva y enraizador en producción de plántulas de jitomate, el objetivo fue comparar cuatro sustratos en dos concentraciones de la solución nutritiva Steiner y un enraizador en plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Se estableció un experimento factorial con 16 repeticiones en un diseño completamente al azar. Las variables fueron: días a emergencia y aparición de las primeras hojas verdaderas, altura de plántula, grosor del tallo, número de hojas, peso fresco y seco de biomasa y raíz. Los resultados mostraron que los sustratos que propiciaron las mejores características de calidad de plántula fueron: peat moss y tezontle, aunque no se presentaron diferencias significativas entre 50% y 100%, a la solución nutritiva, la concentración al 100% mostró plantas con mayor calidad y el enraizador no presentó efecto positivo sobre la calidad de las plántulas. Con base en lo

anterior, se recomienda el tezontle como sustrato para producir plántulas de jitomate por ser bajo costo, con una solución nutritiva Steiner del 100%, sin aplicar enraizador (Lazcano Bello, Sandoval Castro, Tornero Campante, Ocampo Fletes , & Diaz, 2021).

En la evaluación de tres enraizadores comerciales en la producción de plántulas de tomate indeterminado (*Solanum lycopersicum* L). Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar, el cual consistió en cuatro tratamientos correspondiendo a cada uno de los bloques, donde cada bloque pertenecía a cuatro charolas de unigel de 200 cavidades con sustrato de BM2, con cuatro repeticiones cada uno, teniendo 15 unidades experimentales por tratamiento, sumando un total de 60 unidades experimentales, teniendo un total de 240 plántulas de tomate por todo el experimento. Como resultado se obtuvo que el enraizador de Phyto Root tuvo un gran efecto en cuanto al desarrollo de altura, grosor de tallo, número de hojas, biomasa aérea y peso del cepellón, parámetros importantes que debe tener una plántula para su desarrollo y crecimiento al momento de trasplante a campo (Arebalo Madrigal, Escalante Gonzales, & Yañez Coutiño, 2019).

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Zona del estudio

El presente trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco ubicado en las coordenadas: Latitud 20°26'33.74" N Y 103°25'15.42" O, Km 10 carretera Tlajomulco, Cto. Metropolitano Sur, 45640 Tlajomulco de Zuñiga Jalisco (Figura1). Se encuentra a una altura de 1,585 metros sobre el nivel del mar. Dando inicio el 18 de marzo del 2022, partiendo desde el día de hidratación y desinfección de sustrato, trasplante de plántula a macetas en invernadero, hasta la etapa de producción.

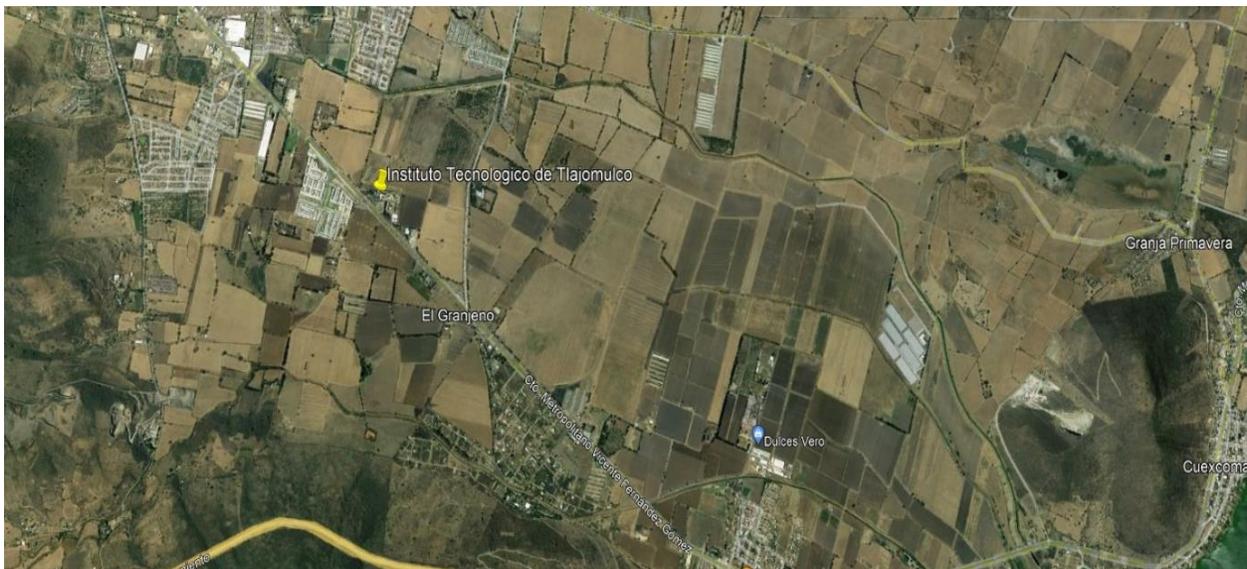


Figura 1. Ubicación por medio de Google Earth zona donde se realizó el proyecto.

## 5.2 Preparación del sustrato

Se implementó un sistema de riego por goteo en las macetas, en el que se realizaron tres pulsos de riego de 10 minutos durante 1 día, esta actividad se desarrolló para la hidratación en cada una de las macetas las cuales contenían como sustrato fibra de coco.

Una vez transcurrido el tiempo de aproximadamente de 24 horas, se procedió a realizar la desinfección de sustrato, mediante una solución de Peroxiacético, la cual se preparó de la siguiente forma. En una probeta se midieron 50 ml de agua destilada la cual se depositó en un matraz de 500ml más 50ml de ácido acético y por último 50ml de peróxido, quedando ésta como solución madre y/o buffer (Figura 2).



Figura 2. Preparación de solución madre para desinfección de sustrato.

Continuando con la metodología de desinfección, la solución de peroxiacético al 10% se preparó en un tambo de agua con capacidad de 200 L. se mezcló y esta fue aplicada vía riego, con una dosis de: 1L/ maceta. Transcurridas 72 hrs, se procedió al establecimiento de las plántulas de tomate.

### **5.3 Establecimiento del diseño experimental**

Se estableció un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y diferentes dosis más el testigo sin aplicación, con 6 repeticiones por tratamiento, como se indica a continuación.

1. Tratamiento "Alfa Min R" dosis: 10 ml/L
2. Tratamiento "Alfa Min R" dosis: 20 ml/L
3. Tratamiento "Root-Factor" dosis: 5 ml/L
4. Tratamiento "Pro-Root" dosis: 10 gr/L
5. Tratamiento (Testigo)

Teniendo marcadas todas las macetas de sustrato (Figura 3) se generó un croquis con la finalidad de tener mejor identificadas tratamiento tenía cada planta y donde estaba posicionadas (Figura 4).



Figura 3. Identificación de cada tratamiento y repetición

FILA 1		FILA 2		
T2,R3-AL2	1	T5,R3-T	1	<b>Tratamientos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tratamiento 1 “Alfa Min R” dosis: 10 ml/L</li> <li>● Tratamiento 2 “Alfa Min R dosis: 20 ml/L</li> <li>● Tratamiento 3 “Root-Factor” dosis: 5ml/L</li> <li>● Tratamiento 4 “Pro-Root” dosis: 10gr/L</li> <li>● Tratamiento 5 “Testigo”</li> </ul>
T5,R4-T	2	T5,R1-T	2	
T1,R5-AL1	3	T1,R6-AL1	3	
T5,R2-T	4	T2,R1-AL2	4	
T2,R4-AL2	5	T3,R6-Root	5	
T4,R2-Pro R	6	T2,R5-AL2	6	
T2,R6-AL2	7	T4,R3-Pro R	7	
T1,R1-AL1	8	T2,R2- AL2	8	
T4,R1-Pro R	9	T3,R4-Root	9	
T3,R3-Root	10	T5,R6-T	10	
T4,R4-Pro R	11	T1,R2-AL1	11	
T1,R4-AL1	12	T5,R5-T	12	
T3,R2-Root	13	T3,R1-Root	13	
T3,R5-Root	14	T4,R6-Pro R	14	
T1,R3-AL1	15	T4,R5-Pro R	15	

Figura 4. Croquis de identificación del diseño completamente al azar.

#### 5.4. Establecimiento del cultivo

Para el establecimiento del cultivo, se preparó una solución con fungicida benomilo (Promy1) al 10 %, posteriormente se colocó la solución en una cubeta para sumergir las raíces de la planta de tomate y estas estuvieran tratadas con la finalidad de prevenir enfermedades, una vez tratadas todas las plantas con aproximadamente 25 días (Figura 5) de crecimiento, se realizó el trasplante en cada una de las macetas (Figura 6).



Figura 5. Planta de tomate a los 25 días después de su germinación.



**Figura 6.** Trasplante de planta de tomate a macetas con sustrato de fibra de coco.

## 5.5. Manejo agronómico

### 5.3.1 Fertirriego

Una vez establecido el cultivo de tomate, se realizaron diversas aplicaciones vía riego, el primer día se hizo una aplicación de aminoácidos 2ml/L de agua y 5ml/L de Imidacloprid (Figura 7).



Figura 7. Aplicación de aminoácidos e imidacloprid para efecto de nutrición y protección del cultivo.

Posteriormente, se programaron a través del sistema de riego automático (Figura 8) nutrición y riego en tiempos de pulsos de riego de la manera siguiente: Riego sin fertilización desde el día 1 de trasplante 1er: 9:30 am-6 min, 2do 1:00 pm-8 min y 3er pulso 6:30 pm-4 min, a los 30 días de establecido el cultivo, se aumentaron los pulsos de riego: 1er pulso a 10min, 2do a 9min y 3er a 7min, pues las plantas de tomate empezaron a demandar un mayor requerimiento de agua.

La fertilización se inició con las siguientes soluciones aplicándose cada 3er día

- Solución A: 10ml/L de Nitrato de calcio (1.778Kg),
- Solución B: 10ml/L de Nitrato de Potasio (1.010 kg), Fosfato Mono potásico (544 gr), Sulfato de Magnesio Tetra Hidratado (860 gr), Quelatos (66 gr).
- Solución C: Ácido fosfórico 1 ml/L. Tambo C.

Los días sin fertilización, solo preparó la Solución C en ambos tambos (A y B).

Las tres soluciones fueron aplicadas a través del sistema de riego por goteo (Figura 9), después de unos días, se aumentó la fertilización a 20 ml/L: agregando extras de Hierro con una dosis de 22 grs. en la solución, por un lapso de 20 días.

Después de los 20 días, se aplicó la fertilización inicial de 25 ml/L, cabe mencionar que, en todas las fertilizaciones realizadas, de implementó el método de solución de Steiner.



Figura 8. Estructura del sistema de riego automático.



Figura 9. Foto del tipo de material (piqueta) del sistema de riego por goteo.

### **5.3.2 Control de plagas y enfermedades**

Una vez establecido el cultivo de tomate, se realizaron diversas aplicaciones vía riego, el primer día se hizo una aplicación de aminoácidos 2 ml/L y vía foliar se aplicó silicio 5ml/L y Apichi 10 ml/L. Las aplicaciones vía foliar, fueron necesarias con el objetivo de prevenir y controlar tanto plagas como de enfermedades, así como contribuir en el buen crecimiento de las plantas y en la aportación de nutrientes, para lo cual se utilizaron los siguientes productos y dosis:

Terramicina 2ml/L, Cloruro de Calcio 2gr/L, Plagas Crisflor (insecticida) 5ml/L, Aminoácidos 5ml/L, CarboxyFe 2gr/L Terramicina 2gr/L, Confidor 5ml/L, Soya Cinnamomum plus 5m/L, Cloruro de Calcio 2gr/L, APICHI 10 ml/L. todos fueron aplicados de forma foliar con una bomba manual (Figura10) en las diferentes etapas del cultivo como preventivos, aun así se presentaron problemas de plagas y enfermedades como mosquita blanca, ácaros, virus (Figura 11), entre otros y la deficiencia de calcio en frutos, como observación podemos mencionar que, al ser el cultivo una de las hortalizas con mayor manejo agronómico y susceptible a plagas y enfermedades, los problemas que se presentaron en el ciclo fueron mínimos .



Figura 10. Modo de aplicación en forma foliar para control de plagas y enfermedades.



Figura 11. Síntoma de enchinamiento en hojas a causa de un virus.

### **5.3.3 Mantenimiento**

En el tomate hay una premisa que se debe de tener en cuenta, el tomate requiere de varias actividades agrícolas para asegurar un rendimiento de calidad y desarrollo óptimo, para cumplir el objetivo de la producción deseada se consideraron las siguientes actividades:

### **5.3.4 Tutoreo**

Se le colocaron tutores a cada planta de tomate en etapa de desarrollo vegetativo para un crecimiento recto (Figura 12) ya que este facilita las aplicaciones y cosecha, para ello se tuvo que cambiar la rafia de los tutores que ya no estaba en condiciones y algunos ya no tenían la altura suficiente para guiar la planta del tomate.



Figura 12. Plantas de tomate con tutor.

### 5.3.5 Polinización

El cultivo requirió una polinización manual que se realizaba todos los días en un horario de 10 a 11 de la mañana, después de unos días se establecieron abejorros, pero por las altas temperaturas del invernadero no se obtuvieron buenos resultados, pues los abejorros no trabajaron de manera óptima por las altas temperaturas dentro del invernadero y se optó por seguir realizando la polinización manual.

### 5.3.6 Deschuponada

Como otra actividad demandante en el cultivo fue el deschuponar para que la planta dirigiera mejor los nutrientes a partes productivas que darían mayor flor y como consecuencia frutos de mejor calidad.

### 5.3.7 Monitoreo

Se realizaron monitoreos continuos de pH y C.E (Figura 13), así como drenajes para lo cual se destinaron los lunes, martes, miércoles y viernes para un mejor control y seguimiento.



Figura 13. Medición de pH y CE después de los 3 pulsos de riego.

En el monitoreo se obtuvo un promedio de los siguientes datos:

- Drenaje: 20% a 30%
- PH: 6.2 a 6.9
- C.E sin fertilización: 0.4 a 0.6 ms,
- C.E: con fertilización: 2 a 2.5ms

Con los datos obtenidos en el monitoreo, se diagnosticó el estado agronómico del cultivo para determinar un buen control de manejo y proporcionarle al cultivo las condiciones más favorables para su desarrollo, para esta actividad se utilizaron equipos de medición como combo HANNA, equipo de laquatwin, bandejas y probetas.

### 5.5.8 Cosecha

En la etapa de producción, se realizó la cosecha del tomate programando días de corte de aproximadamente 72 horas cuantificándose por planta los frutos obtenidos y el peso de cada fruto (Figura 14), desde las primeras cosechas hasta las últimas.



Figura 14. Registro de cuantificación y peso de frutos por planta.

## 5.4 Aplicaciones de los tratamientos

La aplicación de los enraizadores, se llevaron a cabo dos aplicaciones de cada producto a utilizar, con sus diferentes dosis:

1. Tratamiento “Alfa Min R” dosis: 10 ml/L
2. Tratamiento “Alfa Min R” dosis: 20 ml/L
3. Tratamiento “Root-Factor” dosis: 5 ml/L
4. Tratamiento “Pro-Root” dosis: 10 gr/L
5. Tratamiento (Testigo) sin producto

La primera dosis se aplicó a la planta el día 8 de abril del 2022 los 40 días después de su germinación, con ayuda de una probeta para su correcta dosificación (Figura 15) y la segunda el 24 de mayo del 2022 a los 96 días de crecimiento de la planta de tomate (Figura 16).



Figura 15. Primera aplicación de enraizadores.



Figura 16. Segunda aplicación de enraizadores.

### **5.7. Evaluación de variables de estudio**

Se evaluó el comportamiento de 30 plantas durante 15 semanas en los diferentes tratamientos de enraizadores, todas bajo invernadero, en sustrato de fibra de coco y recibiendo los mismos tiempos de riego, nutrición, aplicaciones de control y manejo agronómico. Para su posterior cuantificación y de esta manera poder determinar las aportaciones de cada uno de los tratamientos de enraizadores, para ello se evaluaron diferentes variables.

### 5.7.1. Biomasa

Biomasa (cantidad de chupones) que se desarrollaron en cada planta, realizando una cuantificación y medición de largo de cada uno de ellos por planta a los 10 días posteriores a la primera aplicación (Figura 17).



Figura 17. Cuantificación y medición de chupón por planta.

### 5.7.2. Clorofila

Para la medición de la variable clorofila, se tomó la 5ta hoja de la planta, contando a partir del ápice de la planta (Figura18). La primera medición se realizó el día 18 de abril del 2022 y una segunda 15 días después.



Figura 18. Medición de clorofila de la 5ta hoja a partir del ápice.

### 5.7.3. Raíces

En esta última variable se llevo acabo a finales de la etapa del cultivo, para ello fue necesario extraer la planta de la maceta del sustrato y con la precaución de ir retirando la mayor cantidad de sustrato de las raíces de planta, con la finalidad de obtener mayor visibilidad para su cuantificación y medición (Figura 19).



Figura 19. Retiro de planta de la maceta para medición de la variable raíz.

### 5.8 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos, se procedió a su tabulación y ordenamiento, se capturaron los datos utilizando la hoja electrónica de Excel de acuerdo con el diseño experimental completamente al azar. Posteriormente, se utilizó el software estadístico InfoStat en su versión 3.4.4 del 2022.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Biomasa

El Anova realizado mostro qué no existe una diferencia significativa ( $P>0.51$ ) respecto al número de chupones y que todos entran en mismo grupo, no obstante en tamaño de chupones (TCH), las medias nos indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos 2(Alfa Min en dosis de 20ml/L) y 1( Alfa min R 10ml/litro), pero sí presentan diferencias significativas con los tratamientos T3 ( Root-Factor en dosis de 5ml/L ), T4( Pro-Root dosis de 10 gr/L) y T5 ( sin producto), al registra mayor tamaño en chupones.

Tabla 1. Resultados de las variable biomasa (número de chupones y tamaño).

TRATAMIENTOS	# CHUPONES		TCH	
	MED	GPO	MED	GPO
T1	7.5	A	12.35	A
T2	7.83	A	12.62	A
T3	7.83	A	11.68	A/B
T4	6.17	A	8.45	A/B
T5	7.17	A	10.72	A/B

## 6.2. Número y longitud de raíces

El Anova nos indica que existe diferencia significativa en cuantificación de raíces, ya que el T2 de “Alfa min R” en dosis de 20ml/L, fue el que presentó un mayor número de raíces (25.33), le sigue el T1” Alfa min R, en dosis de 10 ml/L” obteniendo el 23.33 y con un menor número de raíces fue el Tratamiento Testigo(sin producto) con 9.67. En relación con la variable longitud de raíces, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 2). Por su parte, (Miranda Ramos, 2016) observó mejores resultados con el enraizador Root-Factor en dosis de 5 ml con un tiempo de sumersión de 60 minutos, lo cual difiere con nuestros resultados, al presentar el T3 (Roo-Factor) una media de 15.33

Tabla 2. Resultados de las variables número y longitud de raíces.

TRATAMIENTOS	RAICES		LONGUITUD DE RACIES(CM )	
	MED	GPO	MED	GPO
T1	23.33	A/B	38.17	A
T2	25.33	A	40.5	A
T3	15.33	B/C	33.5	A
T4	18	B/C	29.33	A
T5	9.67	C	26.83	A

El

coeficiente de variabilidad de 19.85% es considerado según Calzada (1981) y Osorio (2000), como coeficiente bueno, lo que nos indica que el crecimiento radicular de los tratamientos 1 y 2 con un promedio del 23.33 y 25.33 son buenos y se encuentran por encima de los demás tratamientos, con una diferencia del 3.48(Tratamiento 1) y 5.48(Tratamiento 2) mientras que los tratamiento 3, 4 y 5 se encuentra por debajo del coeficiente de variabilidad (Figura 20).

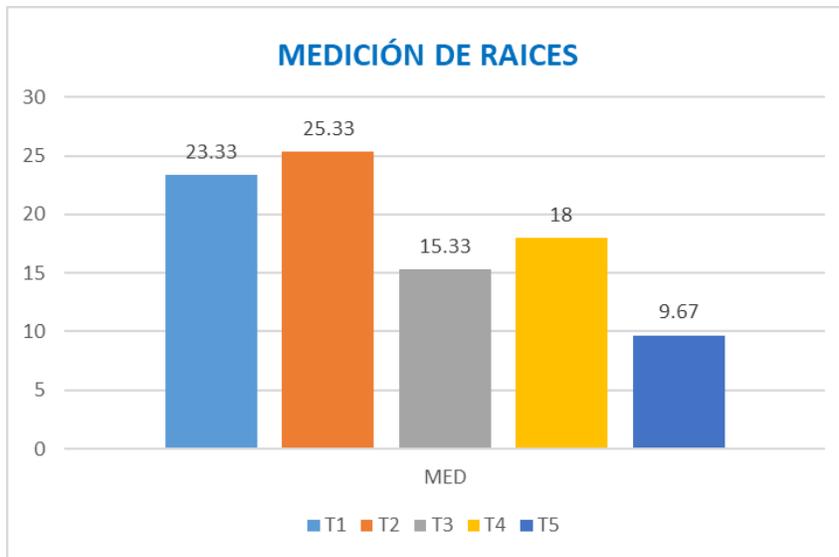


Figura 20. Promedio de medición de raíces

### 6.3. Clorofila

La empresa (Kosmos Scientific, 2007) nos menciona que la medición de clorofila es un parámetro importante en todo tipo de cultivo, puesto que la clorofila absorbe la luz del sol y usa esa energía para sintetizar carbohidratos del CO<sub>2</sub> y el agua. Este proceso se conoce como fotosíntesis y es la base para el proceso vital de las plantas.

Para esta variable, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, ya que mostraron un comportamiento similar (Tabla3). Pero con respecto a la primera y segunda medición, sí existe una diferencia significativa en unidades Spad de clorofila en los tratamientos T1 y T4, mientras que en los tratamientos 2,3 y 5 se mantuvieron los datos muy similar en ambas mediciones (Figura 21).

Tabla 3. Resultados de medición de clorofila

TRATAMIENTOS	CLOROFILA 1RA MED		CLOROFILA 2DA MED	
	MED	GPO	MED	GPO
T1	51.16	B	54.65	A/B/C
T2	51.5	B	52.75	B/C
T3	52.03	B	52.06	C
T4	50.5	A	56.7	A
T5	54.22	A/B	55.45	A/B

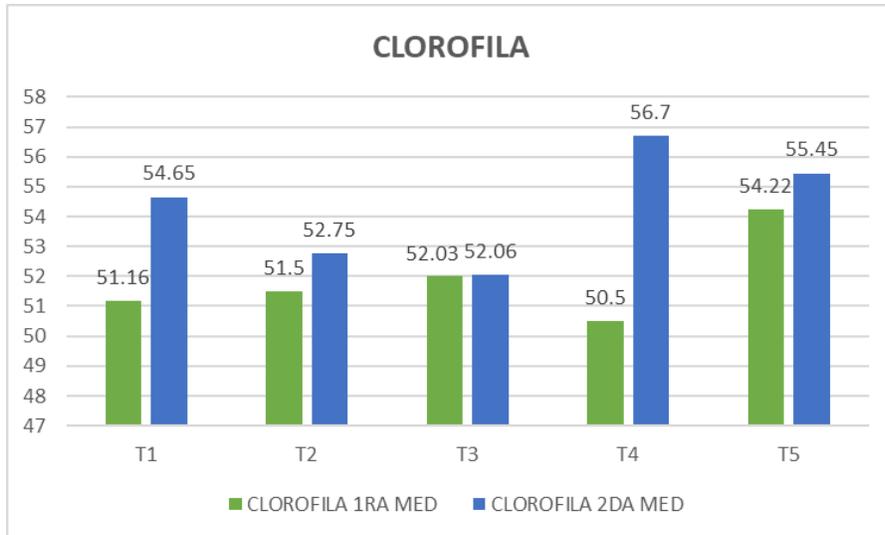


Figura 21. Comparativa de mediciones de clorofila por cada tratamiento.

## 7. CONCLUSIONES

- Existe una significancia similar en la comparación de los tres tipos de enraizadores con las diferentes concentraciones de acuerdo con su ficha técnica y respecto al testigo en el cultivo de tomate bajo invernadero.
- La aplicación de enraizadores en cultivo de tomate tuvo un resultado de bajo impacto respecto a los parámetros de evaluación.
- De acuerdo con los análisis estadísticos que se observó en las distintas dosis de aplicación de enraizadores, Alfa Min R tuvo mayor influencia en el crecimiento y desarrollo de la plantación con una dosis, de 20ml/L influyendo dicha dosis en todas las variables propuestas en el estudio, brindando un mayor número de raíces los cuales permitieron mejor absorción de nutrientes, reflejado en el desarrollo de la planta y producción.
- El uso de enraizadores en las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) tiene efecto directo sobre el área foliar, longitud radicular, clorofila de las hojas y producción del cultivo.

## 8. LITERATURA CITADA

- Arebalo Madrigal, M., Escalante Gonzales, J. L., & Yañez Coutiño, M. E. (Diciembre de 2019). *AGROPRODUCTIVIDAD*. Obtenido de Evaluación de tres enraizadores comerciales en la producción de plántulas de tomate indeterminado (*Solanum lycopersicum* (L.) Lam): <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1491>
- Caluguillin Caluguillin, R. E. (JULIO de 2022). *ESPAMMLF*. Obtenido de Evaluación de Organihum y Rootex para desarrollo y mantenimiento radicular en el cultivo de tomate bajo invernadero: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1862>
- Copyright . (09 de 10 de 2020). *INFOAGRO*. Obtenido de BENEFICIOS DE ENRAIZADORES APLICADOS EN LA AGRICULTURA: <https://mexico.infoagro.com/beneficios-de-enraizadores-aplicados-en-la-agricultura/>
- Kosmos Scientific*. (2007). Obtenido de La Importancia de Medir la Clorofila por Kosmos Scientific: <https://www.kosmos.com.mx/analizadores-de-clorofila/>
- Lazcano Bello, M. I., Sandoval Castro, E., Tornero Campante, M. A., Ocampo Fletes , I., & Diaz, R. R. (FEBRERO de 2021). *REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS*. Obtenido de Evaluación de sustratos, solución nutritiva y enraizador en producción de plántulas de jitomate: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000100061&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000100061&script=sci_arttext)
- Marín, L. M. (2016). *INTA* . Obtenido de MANUAL TECNICO DE CULTIVO DE TOMATE : <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Miranda Ramos, V. M. (2016). *Repositorio Institucional (Universidad mayor de San Andres* . Obtenido de Evaluacion de cultivo de oregano (*Origanum Vulgare* L.) propagado por esquejes bajo diferentes dosis del enraizador root - hor y tiempos en la localidad de Ventilla La Paz: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10376>

- R. Biurrun, A. M. (2016). CONTROL DE PLAGAS EN TOMATE. *PROTECCION CULTIVO*, 21-25. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/artompla.pdf
- Ramiro Eleazar RUIZ NÁJERA, J. A. (ENERO de 2010). *Universidad Autonoma de Chiapas*. Obtenido de MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS DEL CULTIVO DE TOMATE EN CINTALAPA,: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/v27n2a4.pdf
- Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. (21 de Febrero de 2022). *Scielo*. Obtenido de Scielo: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000100061&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000100061&script=sci_arttext)
- SAGARPA . (2017). *Planeacion agricola Nacional*. Obtenido de Jitomate Mexicano : file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Potencial-Jitomate.pdf
- Tarín, S. B. (31 de Mayo de 2018). *Tesis*. Obtenido de Nutricion equilibrada en plantulas de hortalizas en el norte de Sinaloa: <http://fmvz.uas.edu.mx/images/posgrado/Tesis/COHORTE%202015-2017/Salomon%20Buelna%20Tarin.pdf>
- Zavala, C. L. (Marzo de 2018). *Tesis*. Obtenido de Universidad Rafael Landivar: <http://biblio3.url.edu.gt/publiircifuentes/TESIS/2018/06/14/Zavala-Carlos.pdf>

## 9. ANEXOS

Figura 22. Cuadro de Anova para cuantificación de chupones.

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.17	9	2.02	1.18	0.3573
TRAT	11.47	4	2.87	1.68	0.1941
REP	6.70	5	1.34	0.79	0.5724
Error	34.13	20	1.71		
Total	52.30	29			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.25699

Error: 1.7067 gl: 20

TRAT	Medias	n	E.E.	
T3	7.83	6	0.53	A
T2	7.83	6	0.53	A
T1	7.50	6	0.53	A
T5	7.17	6	0.53	A
T4	6.17	6	0.53	A

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

Figura 23. Cuadro de Anova para medición de chupones.

### MED

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MED	30	0.51	0.29	19.61

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99.52	9	11.06	2.31	0.0571
TRAT	68.26	4	17.07	3.56	0.0238
REP	31.26	5	6.25	1.31	0.3012
Error	95.77	20	4.79		
Total	195.30	29			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.78057

Error: 4.7886 gl: 20

TRAT	Medias	n	E.E.	
T2	12.62	6	0.89	A
T1	12.35	6	0.89	A
T3	11.68	6	0.89	A B
T5	10.72	6	0.89	A B
T4	8.45	6	0.89	B

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

Figura 24. Cuadro de Anova para longitud de raíces.

MED

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MED	30	0.51	0.29	19.61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99.52	9	11.06	2.31	0.0571
TRAT	68.26	4	17.07	3.56	0.0238
REP	31.26	5	6.25	1.31	0.3012
Error	95.77	20	4.79		
Total	195.30	29			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.78057**

Error: 4.7886 gl: 20

TRAT	Medias	n	E.E.	
T2	12.62	6	0.89	A
T1	12.35	6	0.89	A
T3	11.68	6	0.89	A B
T5	10.72	6	0.89	A B
T4	8.45	6	0.89	B

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

Figura 25. Cuadro de Anova para cuantificación de raíces.

Modelo	1278.00	9	142.00	4.43	0.0027
TRAT	949.33	4	237.33	7.41	0.0008
REP	328.67	5	65.73	2.05	0.1146
Error	640.67	20	32.03		
Total	1918.67	29			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.77814**

Error: 32.0333 gl: 20

TRAT	Medias	n	E.E.	
T2	25.33	6	2.31	A
T1	23.33	6	2.31	A B
T4	18.00	6	2.31	A B C
T3	15.33	6	2.31	B C
T5	9.67	6	2.31	C

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

Figura 26. Cuadro Anova de clorofila 1ra medición.

**Clorofila F1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Clorofila F1	30	0.57	0.37	7.33

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	406.23	9	45.14	2.91	0.0225
TRAT	316.77	4	79.19	5.10	0.0054
REP	89.46	5	17.89	1.15	0.3664
Error	310.59	20	15.53		
Total	716.82	29			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.80819**

Error: 15.5293 gl: 20

TRAT	Medias	n	E.E.	
T4	59.90	6	1.61	A
T5	54.22	6	1.61	A B
T3	52.03	6	1.61	B
T2	51.50	6	1.61	B

Figura 27. Cuadro Anova de clorofila 2da medición.

**Clorofila F2**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Clorofila F2	30	0.69	0.54	2.95

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	111.69	9	12.41	4.84	0.0016
TRAT	87.67	4	21.92	8.54	0.0003
REP	24.02	5	4.80	1.87	0.1446
Error	51.33	20	2.57		
Total	163.02	29			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.76771**

Error: 2.5664 gl: 20

TRAT	Medias	n	E.E.	
T4	56.70	6	0.65	A
T5	55.45	6	0.65	A B
T1	54.65	6	0.65	A B C
T2	52.75	6	0.65	B C
T3	52.06	6	0.65	C

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