



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE TITULACIÓN

**“EFECTO DE DIFERENTES REGULADORES DE CRECIMIENTO
VEGETAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO
DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autoras:

Cango Millingalle Yomaira Jazmín

Chusin Tigasi Deisy Jeaneth

Tutor:

Eduardo Fabian Quinatoa Lozada

LA MANÁ – ECUADOR

FEBRERO-2024

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Cango Millingalle Yomaira Jazmín, con cédula de ciudadanía No. 0504550211 y Chusin Tigasi Deisy Jeaneth con cédula de ciudadanía No. 0504067067, declaramos ser las autoras del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFECTO DE DIFERENTES REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**, siendo el Ing. Eduardo Fabian Quinatoa Lozada MSc., tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, febrero 23 del 2024

Cango Millingalle Yomaira Jazmín
C.C: 0504550211

Chusin Tigasi Deisy Jeaneth
C.C: 0504067067

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EFECTO DE DIFERENTES REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)” de Cango Millingalle Yomaira Jazmín y Chusin Tigasi Deisy Jeaneth, de la Carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 26 de febrero del 2024



Eduardo Fabian Quinatoa Lozada
C.C: 1804011839
TUTOR

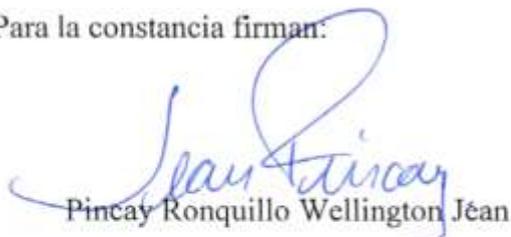
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribuna de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las especificaciones reglamentaria emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, por lo cuanto las postulantes: Cango Millingalle Yomaira Jazmín y Chusin Tigasi Deisy Jeaneth con el título de Proyecto de Investigación; **“EFECTO DE DIFERENTES REGULADORES DE CRECIMIENTO VEGETAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 26 de febrero del 2024

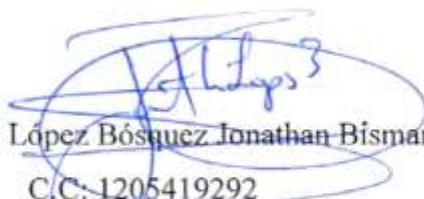
Para la constancia firman:



Pincay Ronquillo Wellington Jean

C.C: 1206384586

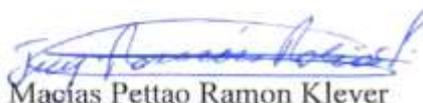
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



López Bósquez Jonathan Bismar

C.C: 1205419292

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Macías Pettao Ramon Klever

C.C: 0910743285

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A nuestra querida Universidad por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional agradecer a cada uno de los docentes por sus conocimientos y enseñanzas impartidas, especialmente a la carrera de Agronomía por habernos formado como profesionales humanistas.

A mí estimado tutor de tesis el MSc. Eduardo Quinatoa por su conocimiento impartido y apoyo brindado

Yomaira

Deisy

DEDICATORIA

La concepción de este trabajo de investigación está dedicado a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo en cada momento, guiándome, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres que, a lo largo de mi vida, has velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

Depositando su entera confianza, en cada reto que se ha presentado, sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que he podido ir avanzando y llegar a la meta realizando mis sueños.

Deisy

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es el camino crucial de estos ciclos de estudio, en él va impregnado todo mi esfuerzo, sacrificio, dedicación y responsabilidad.

El presente trabajo investigativo dedico con todo cariño a Dios, quien me dio sabiduría e iluminó mi camino para culminar con éxito mis estudios.

A mis padres por brindarme su cariño, comprensión y amor incondicional y por sus sabios consejos.

Yomaira

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

**TITULO: “EFECTO DE DIFERENTES REGULADORES DE CRECIMIENTO
VEGETAL SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y DESARROLLO DE
PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)”**

Autores:

Cango Millingalle Yomaira Jazmín

Chusin Tigasi Deisy Jeaneth

RESUMEN

La investigación se desarrolló en sector la Violeta, cantón Valencia, provincia de Los Ríos, la cual tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceae*), para el efecto se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 3 x 2, conformado por seis tratamientos y cuatro repeticiones, conformando un total de veinticuatro unidades experimentales, las variables evaluadas fueron las siguientes: porcentaje de emergencia, número de días a la emergencia, altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, largo de raíz, volumen de raíz. Los mejores resultados lo obtuvieron. Entre los resultados obtenidos en esta investigación sobresale el tratamiento Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C, presentando valores positivos en cada una de las variables evaluadas, en el caso del análisis económico el mismo tratamiento reporto un ingreso bruto de \$72, un beneficio neto de \$29,69 y una rentabilidad positiva de 70%.

Palabras claves: Indolacético, rentabilidad, tomate de árbol, variables

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

EXTENSION LA MANÁ

TITLE: “EFFECT OF DIFFERENT PLANT GROWTH REGULATORS ON SEED GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT OF TREE TOMATO (*Solanum betaceum*)”

Authors:

Cango Millingalle Yomaira Jazmín

Chusin Tigasi Deisy Jeaneth

ABSTRACT

The research was carried out in the Violeta sector, Valencia canton, province of Los Ríos, which aimed to evaluate the effect of different plant growth regulators on the germination of seeds and development of tree tomato seedlings (*Solanum betaceum*), to The effect was a completely randomized block design (DBCA), with a 3 x 2 factorial arrangement, consisting of six treatments and four repetitions, making up a total of twenty-four experimental units, the variables evaluated were the following: percentage of emergence, number of days to emergence, plant height, stem diameter, number of leaves, root length, root volume. They got the best results. Among the results obtained in this research, the treatment Indoleacetic acid + Low temperature 4°C stands out, presenting positive values in each of the variables evaluated. In the case of the economic analysis, the same treatment reported a gross income of \$72, a net benefit of \$29, 69 and a positive profitability of 70%.

Keywords: Indoleacetic, profitability, tree tomato, variables

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORIA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
ABSTRACT	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1. Beneficiarios indirectos	4
4.2. Beneficiarios directos	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	6
6.1. Objetivo General.....	6
6.2. Objetivos específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA	8
8.1. Producción de plántulas de tomate de árbol en el Ecuador	8
8.2. Historia y origen del tomate de árbol	9
8.3. Clasificación Taxonómica	10
8.4. Variedades	10

8.5. Requerimientos edafoclimáticos.....	11
8.6. Requerimientos nutricionales	14
8.7. Riego.....	15
8.8. Plagas y enfermedades.....	16
8.8.1. Plagas.....	16
8.8.2. Enfermedades	17
8.9. Reguladores de crecimiento	18
8.9.1. Tipos de reguladores de crecimiento	18
8.9.1.1. Auxinas.....	18
8.9.1.2. Ácido indol acético.....	19
8.9.1.3. Giberelinas.....	20
8.9.1.4. Citocininas.....	21
8.9.1.5. Etileno.....	22
8.10. Bioestimulantes	23
8.11. Germinación	24
8.12. Dormancia de semillas	24
8.13. Ácidos de germinación	25
8.14. Aplicación de bajas temperaturas en semillas	26
8.15. Investigaciones realizadas	27
9. HIPÓTESIS	28
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
10.1. Ubicación y duración del proyecto	29
10.2. Tipos de investigación.....	29
10.2.1. Investigación Cuantitativa	29
10.2.2. Investigación Experimental	29
10.2.3. Investigación Documental	29

10.3. Técnicas	29
10.4. Materiales y equipos	30
10.4.1. Material Vegetal	30
10.4.2. Otros equipos y materiales	31
10.5. Factores en estudio	31
10.6. Esquema del experimento.....	32
10.7. Diseño experimental	32
10.7.1. Esquema de análisis de varianza	32
10.8. Manejo del experimento	33
10.8.1. Almacenamiento de semillas de tomate de árbol a 4°C.....	33
10.8.2. Remojo de las semillas en los reguladores	33
10.8.3. Siembra de las semillas en bandejas.....	33
10.9. Variables evaluadas	34
10.9.1. Porcentaje de germinación.....	34
10.9.2. Número de días a la emergencia.....	34
10.9.3. Altura de plántula (cm).....	34
10.9.4. Diámetro del tallo (cm)	34
10.9.5. Número de hojas (unidad)	34
10.9.6. Largo de raíz.....	34
10.9.7. Volumen de raíz.....	35
10.9.8. Análisis Económico.....	35
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
11.1. Porcentaje de germinación.....	36
11.1.1. Efecto simple del porcentaje de germinación.....	37
11.1.2. Interacciones en el porcentaje de germinación.....	37
11.2. Número de días a la emergencia.....	38

11.2.1. Efecto simple de días a la emergencia.....	38
11.2.2. Interacciones días a la emergencia	39
11.3. Altura de planta	39
11.3.1. Efectos simples en la altura de planta.....	40
11.3.2. Interacciones en la altura de planta.....	41
11.4. Diámetro del tallo (mm)	41
11.4.1. Efectos simples en el diámetro de tallo	42
11.5. Número de hojas (unidad)	43
11.5.1. Efecto simple en el número de hojas	44
11.5.2. Interacciones en el número de hojas.....	44
11.6. Largo de raíz (cm)	45
11.6.1. Efecto simple del largo de raíz	45
11.6.2. Interacción del largo de raíz	46
11.7. Volumen de raíz (cm ³).....	46
11.7.1. Efectos simples del volumen de raíz	47
11.7.2. Interacciones del volumen de raíz	48
11.8. Análisis de costo de producción	48
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS).	49
13. PRESUPUESTO.....	50
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
15. BIBLIOGRAFÍA	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y tareas entorno a los objetivos determinados.....	7
Tabla 2. Clasificación taxonómica del tomate de árbol.....	10
Tabla 3. Material vegetal.....	30
Tabla 4. Materiales y equipos.....	31
Tabla 5. Esquema del experimento.....	32
Tabla 6. Esquema de análisis de varianza	33
Tabla 7. Porcentaje de germinación sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	36
Tabla 8. Efecto simple del porcentaje de germinación sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	37
Tabla 9. Número de días a la emergencia sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	38
Tabla 10. Efecto simple de días a la emergencia sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	39
Tabla 11. Altura de planta en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	40
Tabla 12. Efectos simples en la altura de planta sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	40
Tabla 13. Diámetro del tallo en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> .)	42
Tabla 14. Efectos simples en el diámetro de tallo sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	42

Tabla 15. Número de hojas en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	43
Tabla 16. Efecto simple en el número de hojas sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	44
Tabla 17. Largo de raíz en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> .) .	45
Tabla 18. Efecto simple del largo de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	46
Tabla 19. Volumen de raíz en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> .)	47
Tabla 20. Efectos simples del volumen de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	47
Tabla 21. Análisis de costo de producción de los tratamientos en estudio.	48
Tabla 22. Presupuesto de la investigación efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> .).....	50

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Interacción en el porcentaje de germinación sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	37
Gráfica 2. Interacción en días a la emergencia sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	39
Gráfica 3. Interacción en la altura de planta sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	41
Gráfica 4. Interacción en el diámetro del tallo sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	43
Gráfica 5. Interacción en el número de hojas sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	44
Gráfica 6. Interacción en el largo de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	46
Gráfica 7. Interacción en el volumen de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).....	48

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	“Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)”
Fecha de inicio:	Octubre del 2023
Fecha de finalización:	Febrero del 2024
Lugar de ejecución:	Cantón Valencia
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de Investigación:	Sector Agrícola Cango Millingalle Yomaira Jazmin
Equipo de Trabajo:	Chusin Tigasi Deisy Jeaneth Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Tutor del proyecto
Área de Conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca
Línea de Investigación:	Tecnologías agrícolas

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El tomate de árbol, conocido científicamente como *Solanum betaceum*, es una fruta ampliamente cultivada en áreas tropicales y subtropicales debido a su valor nutricional y su viabilidad comercial. A pesar de su popularidad, la producción de esta fruta puede enfrentar desafíos como el crecimiento desigual de las plantas y una baja productividad y calidad de la fruta. En este contexto, los reguladores de crecimiento se presentan como herramientas prometedoras para mejorar tanto el rendimiento como la calidad del cultivo del tomate de árbol (Flores *et al*, 2014). En el Ecuador, se desarrolla el cultivo de tomate de árbol en la serranía, en los climas templados correspondientemente, se cultiva principalmente en la provincia de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Loja.

Por otra parte, los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos que en pequeñas cantidades inducen a arreglar las moléculas inhibiendo el desarrollo de las plantas, siendo un fitorregulador que sintetiza todas las células estimulando los órganos e interactuando con los demás reguladores, estos se dividen en dos grupos, reguladores de crecimiento y hormonas nativas, es decir, naturales y sintéticos, los cuales se encargan de fomentar el crecimiento de los vegetales y procesos biológicos de las plantas, (Cossio, 2013).

El uso de reguladores de crecimiento en el cultivo de tomate de árbol no es nuevo, puesto que se han realizado en diversas investigaciones pruebas en germinación, debido que posee un gran potencial, ya que estas sustancias químicas que influyen de gran manera en el desarrollo de las plantas desde el proceso de germinación como tal (Revelo *et al*, 2004).

El proyecto de investigación se realizó en Valencia perteneciente a la provincia de Los Rios, con el objetivo evaluar el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceae*), con el estudio de las variables de porcentaje de germinación, viabilidad, altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo, se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con un diseño factorial 3 x 2 y tuvo como finalidad mostrar una alternativa de crecimiento desde el estímulo de las semillas para su óptimo desarrollo vegetativo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*) es un cultivo de gran importancia con climas templados, tanto desde el punto de vista económico como nutricional, esta fruta, conocida por su alto contenido de antioxidantes, vitaminas y minerales, desempeña un papel esencial en la seguridad alimentaria y en la generación de ingresos para quienes lo producen, sin embargo, el proceso de reproducción y desarrollo de las plantas de tomate de árbol puede presentar desafíos significativos, lo que puede afectar negativamente la producción y calidad de la fruta, donde la obtención de plantas vigorosa a partir de semillas de calidad con un buen porcentaje de germinación son fundamentales para una buena producción (Orrico *et al.* 2013).

Un factor importante dentro de la producción de plántulas, es la temperatura, mismas juega un papel fundamental en los procesos germinativos, influenciando en las enzimas, regulando la velocidad de las reacciones bioquímicas que llegan a ocurrir en las semillas, por lo tanto, el poder germinativo ocurre dentro de un margen de temperatura óptimas, siendo para los cultivos de zonas frías, una temperatura de 5 y 15 °C, en el caso que exista una temperaturas bajas o muy altas, la germinación no se realiza, así las otras condiciones sean las más favorables (Gastón, 2017).

Los reguladores de crecimiento representan una vía para mejorar la gestión de recursos agrícolas, como agua, nutrientes y espacio, al modular el crecimiento de las plantas de tomate, un análisis detallado sobre la efectividad de estos compuestos posibilitará la identificación de prácticas de producción más eficaces, lo que puede resultar en una agricultura más sostenible y económicamente viable, a pesar de los progresos en la agricultura, persisten áreas relacionadas con el crecimiento de las plantas y su reacción a los reguladores de crecimiento que aún no han sido totalmente comprendidas, estudios adicionales en este ámbito promoverán el desarrollo del conocimiento científico en fisiología vegetal y agronomía. (Calvo, 2009). La aplicación de reguladores de crecimiento se destaca como una herramienta valiosa para mejorar el cultivo del tomate de árbol, estos compuestos químicos tienen la capacidad de influir en varios aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, como la germinación de semillas, el enraizamiento de estacas, la floración y la formación de frutos. Por otra parte, los reguladores, al ser productos sintéticos se han convertido en una de las herramientas óptimas para el incremento del crecimiento, aumentando su uso en los últimos años (Alcantara *et al.*, 2019).

La aplicación de los reguladores de crecimiento en tomate de árbol juega un papel importante en la optimización de los procesos en el desarrollo de las plantas, conduciendo a una buena productividad y calidad de las frutas, teniendo la capacidad de influir en los aspectos fisiológicos de las plantas, incluyendo en la inducción a la floración y formación de frutos, además, ayudan a mantener un mejor equilibrio entre el desarrollo de la planta y su producción de sus frutos, permitiendo un rendimiento mucho más eficiente, mejorando la calidad y cantidad de sus producciones, lo que contribuye a una mejor rentabilidad para los distintos agricultores (Amaguaña, 2015).

Por tal razón, la presente investigación tuvo como finalidad ser una fuente de información crucial para los agricultores sobre el crecimiento vegetal en las semillas de tomate de árbol con el uso de reguladores de crecimiento hasta su desarrollo en el cantón Valencia, esto benefició a la comunidad productora, aportando conocimiento a la sociedad y proporcionando resultados gratificantes en torno al crecimiento y desarrollo de este cultivo.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes, mediante la investigación, podrán adquirir conocimientos reales, mismos que fortalecerán las bases teóricas impartidas en clases.

Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son los agricultores de la comunidad de La Violeta, donde se realizó la investigación, quienes podrán implementar estas recomendaciones de producción de plántulas de tomate de árbol, teniendo así más alternativas en la producción de plántulas.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el mundo, las plántulas de tomate de árbol pueden enfrentar dificultades durante su crecimiento debido a su tendencia a desarrollarse de manera rápida y vigorosa. Este crecimiento acelerado puede ocasionar problemas estructurales en las plántulas, volviéndolas más vulnerables durante el proceso de trasplante al campo, además, un crecimiento excesivo puede

impactar negativamente en la calidad general de la planta, por lo tanto, se reconoce la importancia de utilizar reguladores de crecimiento que permitan controlar este desarrollo desproporcionado, favoreciendo un crecimiento más equilibrado y saludable que beneficie tanto a la estructura de la planta como a su rendimiento futuro (Feican, 2016).

Por otro lado, La temperatura es un factor importante para la germinación de las semillas, ya que el no estar en la temperatura ideal las semillas no consiguen una buena germinación, por lo que si no se conoce la temperatura óptima para la germinación las semillas pueden alargar su periodo de germinación, alcanzando un punto donde ya no pueden germinar, lo que perjudicará a la producción de plántulas (Crespo, 2017).

En Ecuador la implementación de reguladores de crecimiento se ha propuesto como una posible estrategia para mejorar tanto la productividad como la calidad del tomate de árbol, sin embargo, persiste una falta de comprensión sobre cómo estos compuestos influyen específicamente en el crecimiento, la floración, la fructificación y la calidad de la fruta en el contexto agrícola del país, además, aún no se ha determinado cuáles son los métodos de aplicación más efectivos para maximizar sus beneficios en el cultivo del tomate de árbol en el país (Cossio, 2013).

En el cantón Valencia la producción de plántulas de tomate de árbol no es común, debido a esto se recomendó la utilización de temperatura, con el fin de comprobar su influencia en la germinación y desarrollo de las plántulas de tomate de árbol, con esto la investigación pretende brindar nuevos métodos en la producción de plántulas de tomate, con productos amigables con el medio ambiente como lo son los reguladores de crecimiento, con la finalidad de evaluar el efecto de los reguladores y la utilización de la temperatura en la germinación del cultivo de tomate de árbol.

6. OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal y temperaturas sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento y temperaturas en la germinación y producción de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).
- Establecer el mejor regulador de crecimiento en la producción de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).
- Determinar la temperatura más adecuada para la germinación semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).
- Realizar un análisis económico entorno a los tratamientos evaluados.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y tareas entorno a los objetivos determinados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	VERIFICACIÓN
Evaluar el efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento y temperaturas en la germinación y producción de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).	Evaluación mediante la observación y registro de datos de variables agronómicas en plántulas.	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de germinación - Número de días a la emergencia - Altura de plántula - Diámetro del tallo - Numero de hojas - Largo de raíz - Volumen de raíz 	Fotos, Excel, libro de campo
Establecer el mejor regulador de crecimiento en la producción de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).	Registro de variables agronómicas	<ul style="list-style-type: none"> - Altura de planta -Diámetro del tallo (mm) -Número de hojas 	Fotos, Excel, libro de campo
Determinar la temperatura más adecuada para la germinación semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>).	Registro de datos de germinación.	Temperatura que influyo en la emergencia y germinación de las plántulas de tomate de árbol	Libro de campo Fotografías, Excel
Realizar un análisis económico entorno a los tratamientos evaluados.	Registro de costos e insumos	Análisis de costo beneficio (Datos de gastos por tratamiento)	Información de los costos. Calculadoras, Excel, facturas.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA

8.1. Producción de plántulas de tomate de árbol en el Ecuador

En Ecuador, la producción de plántulas de tomate de árbol ha experimentado un notable incremento en los últimos años debido a la creciente demanda tanto a nivel local como internacional de esta fruta tropical, se han establecido viveros especializados en diferentes regiones del país, especialmente en áreas con climas cálidos y húmedos, para satisfacer las necesidades de los agricultores y exportadores, estos viveros emplean diversas técnicas de propagación, como la siembra directa de semillas y la utilización de esquejes, con el fin de asegurar la calidad y uniformidad de las plántulas, además, se aplican estrictas medidas de manejo integrado de plagas y enfermedades para garantizar la salud de las plántulas y maximizar su potencial de crecimiento, esta creciente industria de plántulas de tomate de árbol no solo contribuye al desarrollo económico del país, sino que también fortalece la seguridad alimentaria y promueve la agricultura sostenible en Ecuador (Lucas *et al*, 2011).

Feican (2016), menciona que en Ecuador, el cultivo de tomate de árbol abarca alrededor de 5 mil hectáreas tanto para uso comercial como total, principalmente situadas en el valle interandino de Carchi, Tungurahua y Cotopaxi, este cultivo se adapta a altitudes que van desde los 2 mil hasta los 2800 metros sobre el nivel del mar y puede tolerar temperaturas que oscilan entre los 13 y los 24 grados centígrados, constituye una de las áreas de cultivo más extensas en la región de la serranía ecuatoriana, en las zonas orientales, donde las altitudes varían entre los 10 y los 1500 metros sobre el nivel del mar, el tomate de árbol enfrenta graves problemas de plagas y enfermedades.

El cultivo del tomate de árbol ha sido practicado en Ecuador durante muchos años, destacándose especialmente en la provincia de Tungurahua, así como en las ciudades de Patate y Baños, donde se registra una notable producción, según los productores locales, las variedades más comunes son la morada y la amarilla, caracterizadas por tener pulpa mayormente roja, en la región serrana de Ecuador, el tomate de árbol se utiliza de diversas maneras, siendo su principal uso la preparación de jugos, se ha reconocido que el consumo de este alimento aporta beneficios para la salud humana, especialmente en el funcionamiento del tracto intestinal. Además, se destaca su alta demanda tanto en el mercado nacional como internacional (Torres, Efecto de la aplicación de yodo en la germinación de semilla de tomate de árbol, 2022).

El tomate de árbol, conocido científicamente como *Solanum betaceum Cav*, es una fruta nativa de Ecuador que goza de un alto valor y rentabilidad en el mercado. En condiciones óptimas, los rendimientos pueden oscilar entre 60 y 80 toneladas por hectárea al año, e incluso duplicarse en circunstancias favorables, este cultivo representa una importante fuente de ingresos en la economía ecuatoriana, sin embargo, desde la década de 1980, la rentabilidad del tomate de árbol se ha visto afectada por el incremento de plagas, lo que puede reducir hasta un 90% de la producción total, entre las principales plagas que afectan al cultivo se encuentran la antracnosis y el ojo de pollo, el abandono de los cultivos también representa una limitación significativa, ya que conlleva pérdidas económicas considerables tanto en la cosecha como en la postcosecha (Barriga, 2011).

8.2. Historia y origen del tomate de árbol

El tomate de palo, también conocido como tomate de árbol (*Solanum betaceum*), es un cultivo perteneciente a la familia de las solanáceas. Aunque su origen se sitúa en los Andes de Perú, ha sido ampliamente difundido en otros países como Ecuador, Brasil, Colombia y Chile, este fruto tiene una gran relevancia a nivel mundial, ya que se cultiva incluso en zonas montañosas de la India, África y Australia, es interesante destacar que el tomate de árbol ha ganado popularidad en Nueva Zelanda, llegando a superar en notoriedad al kiwi, lo que lo convierte en una fruta con potencial internacional (Villegas, 2009).

Vásquez (2013), la demanda de esta fruta, que combina perecederidad y exotismo, se atribuye a su delicioso sabor y aroma, se origina en los Andes de Ecuador y Perú, donde crece en arbustos con un frondoso follaje. Sus flores, de tono rosado y fragancia exquisita, son características distintivas, el fruto, de forma ovoide, puede alcanzar dimensiones de hasta 8 cm de largo y 5 cm de diámetro, con un peso que oscila entre 50 y 60 gramos, su cáscara, gruesa y amarga, puede presentar tonalidades que van desde el amarillo hasta el rojo, dependiendo de la variedad. El árbol se distingue por su tallo único, mientras que las hojas, de forma semicarnosa y en figura de corazón, son pubescentes en el envés

El género *betaceum* engloba al tomate de árbol y puede incluir en la actualidad entre 35 y 50 especies cultivadas, distribuidas desde latitudes de los 20° hasta los 30° N. Estas especies se encuentran ampliamente dispersas en Sudamérica, a diferencia de lo mencionado por autores anteriores, se plantea que el tomate de árbol tiene un complejo de materiales silvestres en

Bolivia, lo que sugiere que esta región podría ser el origen de esta fruta. Además, se destaca que es nativo de la región Andina. (Barriga, 2011).

8.3. Clasificación Taxonómica

En la tabla 2 se puede visualizar detalladamente la clasificación taxonómica del cultivo de tomate de árbol:

Tabla 2. Clasificación taxonómica del tomate de árbol

Reino:	Plantae
División:	Angiospermae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanum
Género:	Solanum
Especie:	Solanum betaceum
Nombre común:	Tomate árbol

Fuente: (Buono *et al*, 2018)

8.4. Variedades

Revelo *et al* (2004), indica que en Ecuador, no hay una clasificación oficial de los distintos genotipos de tomate de árbol cultivados y reconocidos. Esto ha llevado a confusiones en la denominación de las variedades. La excepción es el tomate Mora, introducido desde Nueva Zelanda, resultado de un cruce entre el Rojo punto y el negro silvestre lojano, ambos originarios de Ecuador. Este híbrido de tomate de árbol no produce semillas viables para su reproducción sexual y, por lo tanto, se propaga mediante estacas. Los genotipos mencionados son ecotipos, y el cruce entre ellos dio lugar al tomate Neozelandés de Ecuador, conocido como tomate Mora, que se cultiva ampliamente en la actualidad y se vende en viveros a gran y pequeña escala.

Buono *et al* (2018), menciona que en Ecuador, se ha llevado a cabo la recolección y prospección de alrededor de 31 poblaciones de tomate de árbol, abarcando diversas provincias y ciudades., esta investigación, que tuvo un enfoque científico, se centró en la variabilidad genética de las

especies de tomate de árbol en diferentes regiones, como resultado, se identificaron aproximadamente tres ecotipos de tomate de árbol en el país: uno de color naranja, otro de color amarillo y un tercero de color rojo, cada ecotipo se distingue por el tono de su piel o cáscara, y la pulpa tiende a ser más oscura en función del color de la piel.

La clasificación de las variedades o genotipos de tomate de árbol utilizados en la agricultura ecuatoriana no está del todo definida, a lo largo del tiempo, esta falta de claridad ha generado confusiones, ya que no se ha asignado un nombre específico a las variedades. En resumen, no se han establecido variedades de forma natural. (Barriga, 2011).

En la actualidad, se han identificado numerosas variedades de tomate de árbol que han sido desarrolladas a lo largo del tiempo, entre estas variedades, se han difundido híbridos indeterminados con el objetivo de aumentar los rendimientos en comparación con los genotipos naturales utilizados en la agricultura, esto permite una mayor duración de la cosecha y postcosecha, los agricultores tienen la libertad de elegir qué variedad cultivar, lo cual puede depender de factores como el clima, las condiciones del suelo y el clima, así como los precios del mercado, como resultado, los ecotipos de tomate de árbol se han expandido significativamente en Ecuador (Acosta, 2016).

8.5. Requerimientos edafoclimáticos

El tomate de árbol prospera en climas moderadamente fríos, con temperaturas que oscilan entre los 13 y 20 grados centígrados, las temperaturas más bajas pueden afectar negativamente la floración, este cultivo generalmente se encuentra entre los 1200 y 3000 metros sobre el nivel del mar, la humedad relativa óptima para su cultivo varía del 70 al 80%, lo que favorece la polinización, es sensible a la exposición constante a la radiación solar y prefiere desarrollarse en áreas con nubosidad, en Ecuador, se recomienda su cultivo especialmente en la región Andina (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Es fundamental destacar que el manejo irracional de las mal llamadas "malezas" tiene repercusiones negativas en el agroecosistema, causando un efecto perjudicial en las especies vegetales que son erróneamente consideradas como tales, esta práctica contradice los principios de una agricultura moderna, que busca ser sostenible y respetuosa con el medio ambiente, frente a este panorama, es necesario cambiar la forma en que se manejan las "malezas", adoptando

una visión holística que considere aspectos fundamentales como la dinámica espacial y temporal (Ramírez, 2017).

Uno de los manejos indispensable es el manejo integrado de las arvenses, donde se puede usar herramientas tipo mecánico, manual, cultural o químico, estas prácticas son con el objetivo de reducir las poblaciones que pueden llegar a causar interferencias con los cultivos establecidos, con estas prácticas se busca favorecer a las especies menos agresivas, las que presentan un bajo riesgo en la competencia (Ramírez, 2017).

La condición edáfica óptima se encuentra en suelos ligeros y bien drenados, de textura franca a arenosa, profundos y con alto contenido en materia orgánica, el pH óptimo debe ser ligeramente ácido (de 6.0 a 6.5) (Buono *et al*, 2018).

Los mejores suelos para este cultivo son los de textura franca, permeables, profundos, con buen contenido de materia orgánica, que no sean muy arcillosos ni muy arenosos, son preferiblemente suelos ligeramente ácidos, con un pH de 5.5 a 6.5, en zonas muy lluviosas se prefieren terrenos inclinados, para favorecer el drenaje y en zonas menos lluviosas y escasas de agua se prefieren los suelos planos (Villalba *et al*, s.f.).

El tomate de árbol se adapta mejor a suelos con textura arenosa o limosa, que faciliten el drenaje y eviten la acumulación de agua excesiva, la cual puede ocasionar la pudrición de la raíz. En cuanto al pH, este debe ser ligeramente ácido, con un rango ideal entre 6,0 y 6,5. Un buen contenido de materia orgánica, entre 4% y 5%, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que beneficia el crecimiento y desarrollo del cultivo (Llundo, 2022).

En el suelo, existe una región conocida como rizosfera, que se extiende desde el sistema radicular de una planta hasta los microorganismos que la rodean. Esta área es crucial para la planta debido a las múltiples interacciones que tienen lugar con los organismos presentes. Estas interacciones benefician tanto a la planta como a los microorganismos involucrados. La actividad microbiana en la rizosfera constantemente altera las propiedades químicas del suelo, convirtiendo los nutrientes en formas más fácilmente asimilables para la planta. Además, algunos microorganismos secretan sustancias que influyen en el desarrollo de la planta. Asimismo, los microorganismos en la rizosfera interactúan entre sí, ya sea de manera beneficiosa o compitiendo por los mismos recursos. (Orrico, Ulloa, & Medina, 2013).

La temperatura óptima para esta planta oscila entre 14 °C y 20 °C. En este rango, el árbol inicia su proceso de fructificación entre los meses de octubre y diciembre. Sin embargo, en áreas con temperaturas continuamente altas y sombreadas, se observa un crecimiento excesivo del árbol debido a la elongación de los entrenudos. Además, estas condiciones favorecen la proliferación de enfermedades, lo que afecta negativamente la producción de frutos y su calidad. Por otro lado, en lugares con temperaturas medias más bajas, por debajo de los 14°C, las plantas tienden a crecer de forma más compacta y requieren un tiempo prolongado para la diferenciación de los cogollos de producción. En tales condiciones, la cosecha suele comenzar después de 15 meses de cultivo (Llundo, 2022).

El cultivo del tomate de árbol prefiere climas subtropicales en lugar de tropicales. Su rango de floración se extiende desde los 1520 hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), encontrando su hábitat principal en la cordillera de los Andes. Aunque puede adaptarse a climas más fríos, su temperatura óptima debe mantenerse por encima de los 10°C. Se desarrolla en arbustos con hojas grandes y produce flores rosadas con una fragancia exquisita. Originario de los valles interandinos, los tomates de árbol pueden alcanzar hasta 3 metros de longitud, especialmente en países como Ecuador (Lucas, 2011).

En Ecuador la región sierra posee varias zonas que se caracterizan por presentar un clima templado y fresco los suelos tiene un gran contenido de materia orgánica, siendo las provincias de Imbabura, Tungurahua y Pichincha, las que más presencia de tomate de árbol presentan (Lucas, 2011).

Presenta ciclo vegetativo perenne, se desarrolla bien en climas medios y fríos, en alturas entre 1700 a 2500 msnm, el clima óptimo está entre los 9°C y 20°C, por lo que no necesita de una gran humedad atmosférica, por esto son cultivadas en zonas altas que presenten un clima seco, la producción comienza entre los 12 y 14 meses después de la siembra, la fase productiva depende del manejo que se le dé al cultivo, bajo las condiciones actuales esta fase dura entre 17 y 44 meses de producción (Gil *et al*, 2009).

Los vientos fuertes suelen ocasionar daños a las flores y frutos, marchitar las hojas y romper fácilmente las ramas bajo el peso de la fruta, lo que resulta en pérdidas económicas considerables, para contrarrestar estos problemas, los agricultores en diversas regiones han

reducido la distancia de siembra a 1,0m x 1,0m, lo que permite que las ramas se apoyen mutuamente, sin embargo, esta práctica puede generar problemas como la falta de luz para las plantas, un mayor riesgo de enfermedades y una calidad de fruta inferior debido a la competencia entre ellas, para evitar estos inconvenientes, es crucial instalar árboles protectores como guadua o sarán a tiempo para proteger las plantas del viento, además, amarrar las ramas para sostenerlas y evitar que se separen excesivamente también es importante. (Llundo, 2022).

El tomate de árbol presenta hojas grandes y anchas, mismas que sufren el riesgo de ser afectadas por los vientos fuertes que producen su rotura y caída, las zonas que se encuentran en altitudes de 2600 msnm o más, son las más afectadas por los vientos llamados de verano que se presentan de Mayo a Octubre, también hay vientos en las zonas que tienen vertientes que dan al oriente (Viera, 2002).

En el Ecuador, el cultivo de tomate de árbol se localiza en altitudes que van entre 1000 a 3000 msnm, teóricamente el tomate de árbol se puede cultivar en todo el país, desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm, se han encontrado plantaciones que soportan accidentes climáticos, como viento, granizo, heladas y bajas de temperatura debajo de los 12 grados centígrados que se considera su límite inferior (Viera, 2002).

El tomate de árbol tiene una gran adaptabilidad, desde el clima caliente hasta muy frío. Se cultiva en zonas con temperaturas entre los 13° y 20°C, en climas fríos, se nota una tendencia a prolongar el inicio de la cosecha, pudiendo variar entre los 11 y 15 meses, su zona óptima está en climas templados, temperaturas prolongadas inferiores a 40 grados centígrados producen la quemazón del follaje e incluso pueden destruir las hojas (Viera, 2002).

8.6. Requerimientos nutricionales

La fertilización del tomate de árbol se debe realizar de acuerdo a sus requerimientos nutricionales y teniendo en cuenta el análisis de laboratorio del suelo en donde se establecerá el cultivo, de manera que se aporte la cantidad necesaria de fertilizantes, en un cultivo con un rendimiento promedio de 20 ton/ha, se requiere aproximadamente 312 kg/ha/año de Nitrógeno, 40 kg/ha/año de Potasio, 385 kg/ha/año de K, 188 kg/ha/año de Calcio, 60 kg/ha/año de Magnesio y 0,36 kg/ha/año de Zinc (Cámara de comercio de Bogotá, 2015).

El cultivo de tomate de árbol requiere cantidades que oscilan entre los 200 y 600 kg de nitrógeno al año por hectárea, de la misma forma el P₂O₅ desde los 130 hasta los 280 kg, el K₂O desde los 300 hasta los 900 kg, y Mg-S desde los 40 hasta los 100 kilogramos al año (Calapiña, 2022).

El tomate de árbol necesita una variedad de nutrientes para su adecuado crecimiento y desarrollo. Los nutrientes esenciales incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y zinc, los cuales desempeñan funciones vitales en procesos como la síntesis proteica, el desarrollo celular y la fotosíntesis. La cantidad requerida de cada nutriente puede variar dependiendo de factores como el tipo de suelo, el clima y la etapa de crecimiento de la planta. Por lo que es crucial realizar un análisis de suelo, para determinar las necesidades específicas de fertilización (Abarca, 2022).

8.7. Riego

Para establecer el riego en el cultivo de tomate de árbol, se hace necesario conocer los requerimientos hídricos de la planta y las condiciones de precipitación de la zona donde se va a implementar el cultivo, de esta forma, se garantiza que la planta disponga del agua que necesita, también se debe instaurar un sistema de riego adecuado para el cultivo, teniendo en cuenta el coeficiente del mismo, para relacionar la demanda de agua con la etapa de desarrollo de la planta, es necesario conocer estas variables, ya que el estrés hídrico puede ocasionar pérdidas significativas en la producción, bien sea por falta o por exceso (Cámara de comercio de Bogotá, 2015).

El riego es un factor crucial en el cultivo del tomate de árbol, dado que esta planta requiere una cantidad adecuada de agua para un crecimiento óptimo y el desarrollo de frutos de calidad. El tomate de árbol es sensible al estrés hídrico, por lo que es fundamental asegurar un suministro regular y adecuado de agua para prevenir la marchitez y mantener una producción óptima. La elección del sistema de riego y la frecuencia de riego deben adaptarse al tipo de suelo, las condiciones climáticas locales y la etapa de crecimiento de la planta, garantizando así un suministro de agua uniforme y controlado que satisfaga las necesidades hídricas de la planta en cada fase de su ciclo de vida (Acan, 2012).

8.8. Plagas y enfermedades

8.8.1. Plagas

Pulgones: Son insectos pequeños de color verde pálido, negro o pardo, vive en colonias, especialmente en el envés de las hojas tiernas y en los cogollos, son insectos chupadores, los cuales se alimentan de la savia de la planta, en el caso del ataque sea grave, sus hojas son perforadas y en algunas ocasiones pueden causar la muerte de la misma, siendo una fuente de transmisión de virus (Revelo *et al*, 2008).

Los pulgones son insectos diminutos y blandos que pueden afectar al tomate de árbol, se congregan por colonias, mismas que se encuentran en el envés de las hojas más tiernas y brotes, estos insectos se alimentan succionando la savia de la planta, lo que puede debilitarla y provocar daños significativos, las hojas pueden deformarse y, en casos graves, pueden causar la muerte de la planta, además, los pulgones actúan como vectores de virus, lo que agrava aún más el daño al cultivo, es fundamental realizar un monitoreo constante de las plantas y tomar medidas de control, como el uso de insecticidas específicos o la introducción de enemigos naturales de los pulgones, para prevenir daños severos en el cultivo (Acosta, 2016).

Chinche: Los chinches son ninfas que se alimentan en las etapas de floración del cultivo de tomate, y puede extenderse hasta la maduración del fruto, estas son las etapas en las que las plantas se vuelven más susceptibles a los ataques de estos insectos, inhiben el crecimiento de los frutos, ya que chupan los jugos de los mismos, causando un daño mecánico en la planta, promoviendo infección y por consiguiente colonización de diferentes hongos, bacterias y virus del medio ambiente, esto reduce el rendimiento y la germinación de su semilla como tal (Barreto, 2022).

Gusanos trozador: esta plaga tiene preferencia por el tomate de árbol, se lo denomina comúnmente como trozador o gusano ejército, afecta mayormente en zonas tropicales y subtropicales de América, se caracteriza por ocasionar daños entre el 60% de todo el cultivo si no es controlado de la forma adecuada, debe ser exterminado de la zona cultivada (Betancourt, 2019).

Cutzo: Es una nueva plaga y de incidencia esporádica, es una plaga que esta mayor en suelos donde existen un alto contenido de materia orgánica descomposición, daña las raíces más pequeñas, es una plaga que afecta al tomate de árbol, principalmente en áreas con alto contenido de materia orgánica en descomposición, este insecto daña las raíces más pequeñas, debilitando el sistema radicular y afectando el crecimiento de la planta, es crucial monitorear regularmente el cultivo para detectar la presencia de Cutzos y tomar medidas de control adecuadas, como el uso de insecticidas específicos o prácticas de manejo integrado de plagas, además, la eliminación del material orgánico en descomposición puede ayudar a reducir el hábitat para estos insectos y prevenir su propagación (Revelo *et al*, 2008).

8.8.2. Enfermedades

Ojo de pollo: Esta enfermedad es causada por *Colletotrichum sp.* afecta principalmente a las hojas y a los frutos, donde se genera una quemazón en forma de un círculo, como un ojo, que posteriormente termina en pudrición, causando una pérdida del fruto, este hongo transmite por espora en cualquier agente en movimiento, la mayor presencia de esporas se presenta en épocas lluviosas con temperaturas de 13-15 grados centígrados y humedad ambiental del 95% (Quinteros, 2010).

La mancha negra del tronco: es uno de los problemas fitosanitarios con mayor frecuencia en el cultivo de tomate de árbol, en un principio afecta el sistema radicular, extendiéndose hacia el cuello de la planta, es importante exterminar el nematodo del nudo de la raíz, y si no se lleva un control adecuado se puede perder el 70% de la plantación en total, en general es una planta que es susceptible a muchos problemas que tienen relación con el manejo, tal cual que es susceptible al ataque de plagas, enfermedades, desnutrición, manejo deficiente y el uso de pesticidas reduce estos problemas, pero aumenta los problemas de salud de los productores y consumidores (Camacho, 2011).

Pudrición radicular: Causada por el hongo *Fusarium solani*, se presenta en zonas que presentan una alta humedad con temperaturas de 11 a 15 °C, la humedad produce manchas necróticas de color pardo en los tallos, cuando ataca la base del tallo avanza hacia las raíces, provocando la descomposición del tejido que emana fuertes olores (Quinteros, 2010).

8.9. Reguladores de crecimiento

Son compuestos orgánicos, que al ser aplicados en pequeñas cantidades fomenta, inhiben el crecimiento de los vegetales, es decir, que influyen en los procesos fisiológicos, existen hormonas animales y vegetales, donde las hormonas animales ayudan a sintetizar los tejidos específicos, en el caso de las hormonas vegetales, son transportados para ejercer una mejor acción en las células, por lo que dicha acción dependerá del sistema nervioso central, donde se divide en dos grupos; tenemos a los reguladores de crecimiento, los cuales se encuentran en los vegetales y segundo los reguladores sintéticos, que son obtenidos por síntesis químicas (Cossio, 2013).

Los reguladores de crecimiento son sustancias químicas que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas al modificar procesos fisiológicos clave, como la división celular, la elongación del tallo y la floración. Estos compuestos pueden ser de origen natural o sintético y se utilizan en la agricultura para mejorar la producción y la calidad de los cultivos, así como para aumentar su resistencia a condiciones ambientales adversas (Alcantara, 2019).

Los reguladores de crecimiento son compuestos químicos que desempeñan un papel vital en el desarrollo y crecimiento de las plantas al influir en diversos procesos fisiológicos. Se clasifican en diferentes grupos según su función y estructura química. Entre ellos se encuentran donde encontramos auxinas, giberelinas, citoquininas. Cada uno de estos reguladores cumple funciones específicas en el ciclo de vida de las plantas, iniciando desde la germinación de semillas hasta la maduración de los frutos. Mantener un equilibrio adecuado de estos reguladores es crucial para asegurar un crecimiento óptimo y una respuesta apropiada a las condiciones ambientales (Ramirez, 2019).

8.9.1. Tipos de reguladores de crecimiento

8.9.1.1. Auxinas

Participan en los procesos de desarrollo de las plantas, interviniendo en los procesos de la división, elongación, siendo una de las características más importantes de estas fitohormonas, es que se encuentran distribuidas entre las células y los tejidos, en algunos casos están almacenadas en una célula o en un grupo de células, además, tiende a distribuirse entre los

tejidos vegetales, estas concentraciones de auxinas ayudan a los procesos morfogénicos, por lo que la hormona es considerada como un “morfógeno” (Arroyo *et al*, 2014).

Estas auxinas comprenden a una familia de sustancias que ayudan en la intervención de los procesos biológicos, como son el crecimiento, teniendo la capacidad de producción de un alargamiento y agrandamiento celular, donde existen varios tipos de auxinas como el ácido indol-3-acético (AIA), que son utilizadas como ácido naftalacético (ANA), sin embargo, existen auxinas aplicadas en menor cantidad como la indol-3-carboxialdehído, indol-3-acetaldehído, indol-3-, las auxinas ayudan en la intervención en el alargamiento de los tallos, aunque también ayudan en el crecimiento de la raíz y en el fruto de la planta (Díaz, 2018).

Es una hormona vegetal que regula el crecimiento y el desarrollo, interviniendo en numerosos procesos, esta hormona induce la organogénesis e influye sobre la arquitectura de la planta, en la generación y el mantenimiento de los primeros meristemas axilares, así como en la división inicial del cigoto, durante la embriogénesis interviene en la formación de las células en meristemas radiculares, conectividad vascular y, en general, en el desarrollo de todos los órganos, en las plantas maduras, la auxina activa la proliferación celular necesaria para promover el desarrollo del tejido vascular y la generación de órganos laterales, así como en la regulación de la polaridad de los órganos, también está implicada en el desarrollo foliar, el floral, en la asimetría, en la dominancia apical, en la expansión de la pared celular y en el desarrollo del sistema radicular (Sánchez, 2010).

8.9.1.2. Ácido indol acético

Es una auxina tipo natural que está presente en la mayoría de las plantas, siendo las auxinas hormonas vegetales que ayudan a la regulación de diversos procesos en el desarrollo vegetal, por lo que su aplicación dentro de la agricultura es más frecuente (Castillo, 2005).

Al grupo de reguladores de crecimiento vegetal pertenecen las auxinas, un grupo ampliamente reconocido y estudiado, en donde la más conocida es el ácido indol acético (AIA). Aunque muchos compuestos químicos de estructura similar pueden reemplazarlo para promover los fenómenos típicos del AIA. En plantas, las auxinas tienen que ver con la dominancia apical. La auxina natural más común es el ácido Indol-3- acético (AIA) (Ramírez, 2019).

El ácido indol acético (AIA) es una hormona vegetal esencial que desempeña múltiples funciones que ayudan en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Actuando principalmente en la elongación celular, tejidos y la respuesta a estímulos ambientales. Su síntesis ocurre en los meristemos apicales y jóvenes, desde donde se transporta a diferentes partes de la planta a través del floema. Además de su papel en el crecimiento de tallos y raíces, el AIA participa en la formación de hojas, flores y frutos, así como en respuestas a estrés y en interacciones con patógenos y simbiontes. Modificar los niveles de AIA puede tener implicaciones significativas en la agricultura, afectando el rendimiento del cultivo, la resistencia a enfermedades y la adaptación a condiciones ambientales adversas, lo que lo convierte en un objetivo importante para la investigación en biotecnología vegetal y mejoramiento genético (Amaguaña, 2015).

8.9.1.3. Giberelinas

Son hormonas tetracíclicas que están involucradas en varios procesos en el desarrollo vegetal. Su descubrimiento se remonta a la época de los 30, cuando un grupo de científicos asimilaron unas sustancias que son promotoras en el crecimiento de los hongos, que a su vez parasitaban a las plantaciones de arroz, causando la enfermedad del “bakanoe” o “subida de las plantas”, siendo el compuesto activo aislado del hongo *Gibberella fujikuroi* por Eichi Kurosawa en 1926 por lo que se denominó “giberelina”, presentando un efecto las plantas afectadas el cual consistía en un notable incremento en altura y en la producción de grano, el cual presentó un mayor crecimiento se debió al alto contenido de a la presencia de giberelina, factor de crecimiento producido por el ataque fúngico (Jordán y Casaretto, 2006).

Es tipo de hormonas ayudan a la división celular, lo que acorta la interfase del ciclo celular, también promueven la elongación celular, incrementando la plasticidad de la pared, aumentando el contenido de glucosa y fructosa, lo que provoca una disminución del potencial de agua, induciendo en ¿ la deposición transversal de microtúbulos, los cuales participan en el transporte de calcio, además, actúan a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos (Veliz, 2010).

Las giberelinas son una clase de hormonas vegetales esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, se han identificado numerosos tipos de giberelinas en diversas especies vegetales, aunque solo unas pocas de ellas muestran actividad biológica significativa. Su descubrimiento

se remonta a la década de 1930, cuando científicos japoneses aislaron una sustancia promotora del crecimiento de hongos que infectaban plantas de arroz, causando la enfermedad conocida como "bakanoe" o "subida de las plantas", esta sustancia activa se encontró en el hongo *Gibberella fujikuroi* y fue denominada "giberelina", se observó que este compuesto promovía un crecimiento notable en altura en las plantas afectadas, aunque con una reducción significativa en la producción de granos, desde entonces, se ha demostrado que las giberelinas tienen una amplia gama de funciones en las plantas, incluida la regulación del crecimiento del tallo, la floración, la germinación de las semillas y la formación de frutos. Además, actúan con otras hormonas vegetales, que sirven para coordinar el crecimiento y el desarrollo de la planta en respuesta a señales ambientales y endógenas, su papel en la agricultura es crucial, ya que pueden influir en la productividad de los cultivos al regular el rendimiento y la calidad de los productos agrícolas (Barcia, 2020).

8.9.1.4. Citocininas

Las citocininas (BAP) son hormonas que intervienen durante el ciclo de la planta, distribuyéndose dentro de los tejidos, provocando diferentes procesos morfogénicos (división celular y estimulación de las hojas), las citoquininas, derivadas de la adenina, estimulan fundamentalmente la citocinesis (división del citoplasma durante la mitosis o meiosis), previa cariocinesis (fenómeno involucrado en la división del núcleo, en la mitosis), de allí su nombre (Barcia, 2020).

El término citoquinina, se identificó como el nombre genérico, al ser una serie de sustancias naturales o sintéticas, capacitados para incitar la división celular en presencia de auxinas. Actualmente se sabe que al igual de las demás hormonas vegetales, intervienen en una multitud de efectos sobre el desarrollo de los vegetales, la idea que la división celular en las plantas está controlada por factores químicos endógenos data de 1892, y se debe al fisiólogo alemán Weisner, la citoquinina que está presente en los tallos, yemas, hojas, y frutas no son trasladables, es decir no se transportan de su sitio de síntesis, al contrario, tiene un efecto de movilizado de nutrientes hacia los órganos donde se localizan, es decir, captan recursos (efecto Mothes) (Terreros, 2017).

Las citocininas son un grupo de hormonas vegetales cruciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, estas sustancias, derivadas de la adenina, desempeñan un papel fundamental en diversos procesos morfogénicos, incluida la división celular y la estimulación de la formación de hojas, su capacidad para promover la citocinesis, que es la división del citoplasma durante la mitosis o meiosis, las convierte en reguladores clave del crecimiento y la proliferación celular en las plantas, además, las citocininas interactúan con otras hormonas vegetales, como las auxinas y las giberelinas, para coordinar el desarrollo y la respuesta de la planta a factores ambientales cambiantes, en la agricultura, las citocininas se utilizan para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos al estimular el crecimiento y la producción de tejidos vegetales (Bonilla, 2013).

8.9.1.5. Etileno

Es una hormona vegetal la cual es responsable de la regulación de los diferentes procesos en la maduración, a través del tiempo se han desarrollado diversos retardantes químicos con el fin de disminuir los efectos negativos del etileno en la postcosecha, los cuales actúan en las etapas de biosíntesis (aminoetoxi-vinil-glicina (AVG) y ácido aminooxiacético (AOA), acción/señalización (1-MCP)) y sales de plata como nitrato y tiosulfato de plata (STS) y compuestos que oxidan al etileno de la atmósfera (permanganato de potasio (KMnO₄)) (Balaguera *et al*, 2014).

El etileno es una hormona vegetal necesaria para el crecimiento y desarrollo de las plantas, en los frutos climatéricos la síntesis de etileno se incrementa al inicio de la maduración promoviendo los cambios fisiológicos y bioquímicos que le otorgarán al fruto sus características organolépticas de madurez, para ejercer su acción el etileno se une a sus receptores, proteínas de membrana con actividad de histidina cinasas que funcionan como reguladores negativos de la cascada de transducción de señales del etileno, en la actualidad se han clonado receptores de etileno de frutos climatéricos y no climatéricos, encontrando diferencias tanto en el número de receptores así como en su expresión (Camacho N. , 2007).

El etileno es el producto más consumido en todo el mundo, sin embargo, la producción de etileno a partir de etanol biobasado, es una alternativa sustentable a fuentes fósiles, por lo que es indispensable analizar la prefactibilidad de una planta en la producción de etileno bio-basado,

en el cual se usaron una serie de reactores adiabáticos que operan a 350 °C y 40 atm (Zurita, 2021).

El etileno regula la maduración y senescencia de productos a nivel molecular y fisiológico, debido a que estimula la expresión de genes, el etileno juega un papel doble en la postcosecha, por un lado ayuda a que los frutos adquieran características organolépticas óptimas, pero también es responsable de la senescencia de los tejidos, generando efectos desfavorables en la calidad, por tal razón deben ser aplicados en frutos que hayan comenzado su madurez fisiológica (Coro, 2017).

8.10. Bioestimulantes

El uso de los bioestimulantes de origen orgánico, puede considerarse como una excelente alternativa para aumentar el vigor de las plantas y lograr una mayor resistencia a plagas y enfermedades, los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas, enzimas, vitaminas, aminoácidos, azúcares y minerales; cuya actividad tiende a estimular el metabolismo general de las plantas, incrementando sus procesos Biológicos sin provocar la estimulación exagerada de determinada función, por lo que su uso puede constituirse en parte de una estrategia adecuada para el manejo de los cultivos (Sancan, 2018).

Los bioestimulantes son sustancias que ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas, además, mejoran el metabolismo y confiere a las plantas resistencia ante condiciones adversas, los bioestimulantes son utilizados cada vez más, por lo que pueden ayudar a resolver los problemas que se puedan presentar en la agricultura hoy en día, este concepto se aceptó en España en el año 2003, estableciéndose como una nueva categoría de productos fitosanitarios, los productos fitoestimulantes (Solís, 2018).

Los bioestimulantes son sustancias que hacen que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas, estrés abiótico, biótico, hídrico, plagas o enfermedades. Los bioestimulantes vegetales, independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos o microorganismos, cuando son aplicados en las plantas, mejoran el desarrollo del cultivo, vigor, rendimiento y la calidad, los bioestimulantes son utilizados cada vez más en la agricultura, los cuales ayudan a resolver los problemas que se mantienen en la agricultura(Solís, 2018).

8.11. Germinación

Para la obtención de una buena germinación, los agricultores en la actualidad deben tener el conocimiento adecuado sobre el índice de cosecha, la información de la variedad, el estado de maduración, y, por lo tanto, la escarificación de la propia semilla como tal, esto tiene un conjunto de relación con la viabilidad de la germinación, de las diversas semillas que existe, por lo tanto, el agricultor si desconoce las técnicas de propagación de forma sexual o asexual, influirá de gran manera en los resultados, con el fin de romper barreras y obtener plantas que sean sanas, con un alto índice de eficiencia y propagación como tal, para tener un impacto positivo en la obtención de ingresos económicos de los agricultores (Bonilla, 2013).

La germinación del tomate es un proceso crítico en su ciclo de vida, que marca el inicio del desarrollo de la planta desde la semilla hasta la plántula, durante este proceso, la semilla absorbe agua y nutrientes del suelo, lo que desencadena una serie de cambios bioquímicos y fisiológicos en su interior, un hito importante durante la germinación es la ruptura de la cubierta de la semilla, permitiendo que la radícula, la primera raíz de la plántula, emerja y comience a crecer hacia abajo en busca de agua y nutrientes, simultáneamente, la plúmula, el brote inicial de la plántula, emerge hacia arriba en busca de luz solar para iniciar la fotosíntesis, a medida que la plántula sigue creciendo, desarrolla hojas verdaderas y se establece como una planta independiente, la germinación del tomate está influenciada por varios factores ambientales, como la temperatura, la humedad y la calidad del suelo, que pueden afectar la velocidad y uniformidad del proceso, el manejo adecuado de estos factores es fundamental para garantizar una germinación exitosa y el desarrollo saludable de las plántulas de tomate (Calvo, 2009).

8.12. Dormancia de semillas

La dormancia de semillas, se debe a que existen muchas semillas que son viables y no germinan como tal en condiciones de humedad adecuadas, temperatura y oxígeno, demorándose días, semanas e incluso meses, por lo tanto, dichas semillas se encuentran en un estado al que se le determina como dormancia, existen varios tipos de dormancias, la dormancia primaria es aquella que aparece en el momento del desprendimiento de la planta madre e impide la germinación de la semilla como tal, mientras que la dormancia secundaria aparece luego de la germinación de la semilla, pudiendo ser un factor a influir el ambiente, lo que causa un estrés y esto perdura hasta la desaparición de estos factores (Acan, 2012).

La dormancia de las semillas es un fenómeno natural que impide la germinación incluso en condiciones ambientales favorable, este estado de latencia es crucial para asegurar la supervivencia y dispersión de las semillas en el tiempo y el espacio, la dormancia puede ser causada por factores internos, como inhibidores químicos o capas impermeables en la cubierta de la semilla, o factores externos, como condiciones ambientales desfavorables, la superación de la dormancia puede requerir procesos físicos, químicos o biológicos, como la exposición a temperaturas frías, la escarificación de la cubierta de la semilla o la acción de microorganismos del suelo, comprender los mecanismos de dormancia y cómo superarla es fundamental para la propagación exitosa de muchas especies vegetales en la agricultura y la restauración de ecosistemas naturales (Coro, 2017).

8.13. Ácidos de germinación

El ácido abscísico, es un regulador de crecimiento, que directamente controla la maduración de las semillas, y generalmente es el responsable de la inducción y mantenimiento de las dormancias primarias de las semillas, y es la que impide que el embrión de las semillas, pase por el proceso de embriogénesis, y es considerado supresor de la germinación, el ácido giberélico es de gran importancia en la fisiología de las semillas, por lo que es considerado indispensable para la germinación, es el precursor del etileno como tal y tiene más de una acción antagónica (Alain y Delva, 2016).

El ácido abscísico (ABA) es una hormona vegetal clave que regula una variedad de procesos fisiológicos en las plantas, incluida la respuesta al estrés abiótico, la regulación del crecimiento y el desarrollo, y la maduración de las semillas, una de las funciones principales del ABA es su papel en la respuesta de las plantas al estrés ambiental, como la sequía, la salinidad y las temperaturas extremas, durante condiciones de estrés, los niveles de ABA aumentan en las células vegetales, lo que desencadena una serie de respuestas que ayudan a la planta a sobrevivir en condiciones adversas, además, el ABA está involucrado en la regulación del desarrollo de las semillas, especialmente durante la maduración y la dormancia, el ABA inhibe la germinación de las semillas y promueve la formación de estructuras de almacenamiento de nutrientes en las semillas maduras, en general, el ácido abscísico desempeña un papel crucial en la adaptación de las plantas a su entorno cambiante y en la coordinación de respuestas para garantizar su supervivencia y reproducción (Camacho, 2011).

8.14. Aplicación de bajas temperaturas en semillas

La aplicación de bajas temperaturas en semillas es un tipo de compensador, para poder suplir las horas que las semillas necesitan de frío en zonas cálidas, esto promueve la brotación, el desarrollo vegetativo y la propia cosecha, por lo que también tiene influencia en mantener uniforme la brotación del desarrollo vegetativo, mejorando eficazmente el uso de labores culturales, y poder así aplicar diferentes productos fitosanitarios, de acuerdo a la diversidad climática en la que se desarrolle, adaptándose a la localidad (Palacios, 2022).

La aplicación de bajas temperaturas en semillas es una práctica agrícola ampliamente utilizada para promover la germinación y el desarrollo de cultivos en regiones con climas cálidos. Este método, conocido como estratificación en frío, implica exponer las semillas a temperaturas bajas durante un período de tiempo específico antes de la siembra. La estratificación en frío ayuda a romper la dormancia de las semillas, un estado de latencia que impide la germinación incluso en condiciones ambientales favorables. Al someter las semillas al frío, se imita el proceso natural que experimentan durante el invierno, lo que estimula la germinación al eliminar los inhibidores internos que retrasan este proceso. Además de promover la germinación, la estratificación en frío puede mejorar la uniformidad de la emergencia de plántulas y aumentar la resistencia de las plantas a factores estresantes ambientales. Esta técnica se adapta a una variedad de cultivos y condiciones climáticas, permitiendo a los agricultores optimizar la producción y el rendimiento de sus cultivos (Estévez, 2019).

La aplicación de frío en semillas es una técnica que se utiliza para superar la dormancia y promover la germinación en condiciones óptimas. Durante este proceso, las semillas se exponen a temperaturas bajas y constantes, simulando así las condiciones ambientales del invierno. La estratificación en frío ayuda a romper los mecanismos internos de latencia de las semillas, permitiendo que germinen cuando se les proporcionan condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Esta práctica es especialmente beneficiosa para las especies que requieren un período de frío para iniciar su crecimiento, y es comúnmente utilizada en la propagación de una amplia gama de plantas, desde árboles frutales hasta plantas ornamentales (Molina, 2020).

8.15. Investigaciones realizadas

Para la germinación de semilla de tomate en un experimento completamente al azar en donde se evaluaron 9 tratamientos y un testigo con 3 repeticiones, cada tratamiento tenía distintas concentraciones de yodo 1%, 5% y 10% sumergidas en 6, 12 y 24 horas. La mayor altura de planta se obtuvo en los tratamientos A3B1 (Yodo al 10%, 6 horas de inmersión) con una altura promedio de planta de 13.18 cm y A2 B1 (Yodo al 5%, 6 horas de inmersión) con altura de 12,94 cm. El mayor volumen de raíz se obtuvo con el tratamiento A2B1 (5%, 6 horas de inmersión) y A3B1 (10 %, 6 horas de inmersión) con 0.27 cm³ para los dos tratamientos. La mayor longitud de la raíz presentó los tratamientos A3B1(yodo al 10%, 6 horas de inmersión) con una longitud de raíz 24,25 cm de promedio. El tratamiento A1B1 (yodo al 1% y 6 horas de inmersión) presenta 0.6 ug/g de concentración de clorofila, estos datos se obtuvieron desde la siembra (Torres, 2022).

La investigación consistió en determinar el efecto de la mezcla de compost, humus de lombriz y arena de río en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) variedad amarillo en el Distrito de Vilcabamba, Provincia de Grau, como resultados diferencias significativas entre los tratamientos estudiados siendo la mezcla 30% humus de lombriz + 70% tierra agrícola la que mayor efecto tienen en los parámetros germinativos de semillas de tomate de árbol con 89.67% de porcentaje de germinación, velocidad de germinación de 3.03 semillas día y un índice de germinación de 26 días. 2) Crecimiento inicial de plántulas de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*) variedad amarilla La utilización de 100% humus de lombriz tiene como efecto mayor diámetro de tallo de plántulas de tomate de árbol con el valor de 5.66 cm y mayor altura de planta con un promedio de 20.93 cm, la utilización de 100% compost tiene como efecto el promedio de 7.56 hojas por planta (Vargas, 2019).

Establece en su investigación la determinación del mejor segregante de *Solanum betaceum* a partir del porcentaje de viabilidad y germinación del polen de cinco segregantes, previamente seleccionados, siendo evaluados en las instalaciones de la Granja Experimental INIAP-Tumbaco, se evaluó el porcentaje de germinación del polen empleando un medio de germinación compuesto de ácido bórico, sacarosa cristal y tween 20, valorando su capacidad germinativa y crecimiento del tubo polínico a las 24 horas. Además, se evaluó la viabilidad del

polen empleando tinte de acetocarmín, determinando el porcentaje de viabilidad mediante la tinción del polen a partir de 24 horas. El polen obtenido del segregante GT33P2 del día previo a la anthesis, sometido a 0 días de almacenamiento y temperatura de 22 °C generó la mayor diferencia significativa con los demás tratamientos evaluados, haciendo de este el mejor tratamiento (Alminate, 2017).

9. HIPÓTESIS

Ho: Ninguno de los reguladores de crecimiento aplicados presenta variaciones en la germinación y crecimiento del tomate de árbol.

Ha: Al menos uno de los reguladores de crecimiento aplicados presenta variaciones en la germinación y crecimiento del tomate de árbol.

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación y duración del proyecto

Este proyecto fue realizado en el Cantón Valencia provincia de Los Ríos, que consta de su ubicación geográfica con una latitud de $S0^{\circ} 57' 09''$, Longitud $W 79^{\circ} 21' 11''$, y una altitud de 220 msnm, en el que el proyecto tuvo una duración de 70 días.

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Investigación Cuantitativa

La investigación realizada fue carácter cuantitativo, debido a que la información en disposición del estudio fue obtenida mediante fuentes primarias, de observación y el registro de datos en el cuaderno de campo y tabulado en el programa de Microsoft Excel 2024, además, para la realización de la prueba de Tukey al 5% se utilizó el programa Infostat, para el correcto análisis de los datos y tener una idea generalizada de los resultados obtenidos en torno a la aplicación de los reguladores de crecimiento aplicados en el tomate de árbol.

10.2.2. Investigación Experimental

Esta investigación fue experimental, ya que estudió el uso de reguladores de crecimiento en la germinación y crecimiento de tomate de árbol mediante un trabajo práctico, se establecieron tratamientos, repeticiones y variables que fueron evaluadas en el tiempo establecido en el estudio.

10.2.3. Investigación Documental

La investigación fue documental debido a que se enfocó en realizar comparaciones de los resultados obtenidos con otras investigaciones con similitudes entorno al tomate de árbol, y la aplicación de reguladores de crecimiento, usando libros y diferentes autores de tesis de grado, posgrado y artículos científicos.

10.3. Técnicas

Observación de campo: Esta actividad permitió un mejor control del proyecto, por lo que se determinó los factores que pueden afectar los resultados de los mismos.

10.4. Materiales y equipos

10.4.1. Material Vegetal

En la tabla 3 se describe las principales características del material vegetal usado en la investigación

Tabla 3. Material vegetal

Descripción	Características
Variedad	Anaranjado Gigante
Color	Anaranjado opaco
Germinación	6-12 días
Densidad de siembra	3-4 metros
Genotipo	<i>C betacea.</i>
Altura	1.40 m
Tiempo de cosecha	368 días
Forma de fruto	Ovalado
Tamaño de fruto	Grande 118 g
Ciclo	Perenne
pH	6-6.5
Altitud	1800-2800 msnm
Clima	Templado seco y sub cálido

Fuente: (Zapata, 2014)

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

10.4.2. Otros equipos y materiales

Tabla 4. Materiales y equipos

Materiales y equipos	Cantidad
Machete	2
Flexómetro	1
Semillas de tomate de árbol	1
Banda germinadora	4
Bomba de fumigar	1
Regadora de agua	1
Balanza	1
Libreta de campo	1
Ácido giberelico	1
Ácido Indolacético	1

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

10.5. Factores en estudio

En la investigación fueron utilizados dos factores:

Factor A: Reguladores

- **A1:** Ácido giberélico
- **A2:** Ácido indolacético
- **A3:** Sin regulador

Factor B: Temperatura

- **B1:** Baja temperatura a 4 °C
- **B2:** Temperatura ambiente

Las aplicaciones de frio fueron evaluadas a 4 °C

10.6. Esquema del experimento

En la tabla 5 se muestran los tratamientos empleados en la investigación

Tabla 5. Esquema del experimento

	Tratamientos	Dosis/planta	Repeticiones	U.E	Total
T1	Sin regulador + Temperatura ambiente		4	20	80
T2	Ácido giberelico + Baja temperatura a 4 °C	100 ml	4	20	80
T3	Ácido giberelico + Temperatura ambiente	100 ml	4	20	80
T4	Ácido indolacético + Baja temperatura a 4 °C	100 ml	4	20	80
T5	Ácido indolacético + Temperatura ambiente	100 ml	4	20	80
T6	Sin regulador + Baja temperatura a 4 °C		4	20	80
Total					480

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

10.7. Diseño experimental

En este proyecto de investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de A x B (3 x 2), seis tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de veinticuatro unidades experimentales.

10.7.1. Esquema de análisis de varianza

Los resultados de las variables estudiadas fueron sometidos a un análisis de varianza, representando las fuentes de variación con sus respectivos grados de libertad, como se detalla a continuación

Tabla 6. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Bloques	(r-1)	3
Factor A	(a-1)	2
Factor B	(b-1)	1
Factor A * B	(a-1) (b-1)	2
Error experimental	(r -1) (ab-1)	15
Total	(rab-1)	23

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

10.8. Manejo del experimento

10.8.1. Tratamiento de semillas de tomate de árbol a 4°C

Para cumplir el periodo de frío de las semillas de tomate de árbol, se guardó las semillas en bolsas herméticas, cada una debidamente puesta sus etiquetas, para posterior ser ubicadas al frío a 4 °C, durante 24 horas.

10.8.2. Remojo de las semillas en los reguladores

Una vez que transcurrió las horas de frío se procedió a la preparación de los reguladores de crecimiento, mezclando 100 ml de producto en 100 ml de agua, posterior a esto se procedió a sumergir las semillas por 24 horas.

10.8.3. Siembra de las semillas en bandejas

Cumplido el tiempo de remojo se procedió a sembrar las semillas en bandejas, a una profundidad de 0,5 cm con un total de 80 semillas por tratamiento.

10.8.4. Trasplante de las plántulas a fundas

A los 15 días después de la siembra se procedió a realizar el trasplante de las plántulas a las fundas en donde cumplieron su ciclo de desarrollo y crecimiento durante los 45 días que fueron evaluadas.

10.9. Variables evaluadas

10.9.1. Porcentaje de germinación

Se registró el número de semillas sembradas en cada tratamiento y réplica, calculando el porcentaje de germinación de las semillas puestas a germinar, hasta los dieciocho días y posteriormente se calculó con una regla de tres.

10.9.2. Número de días a la emergencia

Se registró el día de la fecha de siembra de cada semilla, y el día de la emergencia de las mismas, considerándose la aparición del epicótilo. Se contabilizó el número de días transcurridos entre estos dos episodios.

10.9.3. Altura de plántula (cm)

Se evaluaron 15 unidades experimentales de cada tratamiento al azar, para el registro de esta variable, esos datos se expresaron en centímetros desde la base hasta el ápice de la planta con una cinta métrica. Esta variable se evaluó a los 15, 30, y 45 días después del trasplante.

10.9.4. Diámetro del tallo (cm)

Se realizó la respectiva medición con un calibrador a una altura de 6 cm del suelo, antes de la primera hoja y se procedió a medir el diámetro del tallo. Esta variable se va a evaluar a los 15, 30, y 45 días después del trasplante.

10.9.5. Número de hojas (unidad)

Esta variable se tomó a los 15, 30 y 45 días posteriores al trasplante a las 4 unidades experimentales, contabilizando las hojas desde la base hasta el ápice.

10.9.6. Largo de raíz

De las mismas plántulas etiquetadas y cuando presentaron la cuarta hoja, se procedió a extraerlas del suelo para medir la longitud de su raíz principal con una cinta métrica, registrando estos valores en centímetros (cm).

10.9.7. Volumen de raíz

Se procedió a establecer su volumen empleando el principio de Arquímedes, esto se realizó con la ayuda de una probeta graduada en mm, considerando la relación $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$.

10.9.8. Análisis Económico

Se realizó un análisis económico con los datos de los gastos y los datos de ingresos económicos que generó cada tratamiento con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y * PY}$$

En donde:

IB: Ingreso Bruto

Y= Producto

PY= Precio del producto

Los costos totales se obtendrán a partir de la suma de los costos fijos (semillas, insumos, jornales, etc) y los costos variables mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = X + PX}$$

En donde:

CT= Costos totales

X= Costos fijos

PX= Costos variables

Para calcular el beneficio neto de los tratamientos se resta el beneficio bruto de los costos totales de cada uno de los tratamientos usando la fórmula:

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

En donde:

R= Relación

B= Beneficio

C= Costo

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Porcentaje de germinación

En la tabla 7 muestra la efectividad de los reguladores de crecimiento en el proceso de germinación en las semillas de tomate de árbol.

El mejor promedio en el porcentaje de germinación lo obtuvo el tratamiento Ácido indolacético + Baja temperatura 4 °C, con un valor de 90% resultado estadísticamente alto en comparación al tratamiento Sin regulador + Baja temperatura 4 °C y Sin regulador + Temperatura ambiente, quienes obtuvieron los resultados más bajos. De acuerdo a Barrera (2021), al aplicar reguladores de crecimiento se puede llegar a obtener un alto índice de germinación, datos que concuerdan con nuestra investigación, demostrando la efectividad de los reguladores en la germinación de semillas de tomate de árbol. Por otra parte, Estévez (2019), menciona que al aplicar productos orgánicos no presentan un alto índice de germinación, esto se puede deber a que los aspectos metabólicos de las semillas influyen en su germinación, aspecto que se debe considerar de acuerdo al cultivar utilizado.

Tabla 7. Porcentaje de germinación sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Tratamientos	Porcentaje de germinación
T1 Sin regulador + Temperatura ambiente	56,25 c
T2 Ácido giberelico + Baja temperatura 4°C	75,00 b
T3 Ácido giberelico + Temperatura ambiente	71,25 b
T4 Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C	90,00 a
T5 Ácido indolacético + Temperatura ambiente	78,75 b
T6 Sin regulador + Baja temperatura 4°C	56,25 c
CV: 6,41	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.1.1. Efecto simple del porcentaje de germinación

Como se puede observar la tabla 8, se muestra el efecto simple del porcentaje de emergencia, donde el factor A existen diferencias estadísticas significativas entre los reguladores, siendo ácido indolacético el que presento un mayor porcentaje de germinación, en lo que respecta al factor B existen diferencias significativas siendo proceso de Baja temperatura 4 °C, quien mostró un mejor valor con 73,75%.

Tabla 8. Efecto simple del porcentaje de germinación sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Porcentaje de Germinación			
Factor A: Reguladores	Factor B: Procesos de frio		
Ácido giberélico	73,13 b	Baja temperatura 4°C	73,75 a
Ácido indolacético	84,38 a	Temperatura ambiente	68,75 b
Sin regulador	56,25 c		
CV: 6,69			

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.1.2. Interacciones en el porcentaje de germinación

Como se observa en el gráfico 1, existen diferencias significativas entre los reguladores, siendo ácido indolacético + Baja temperatura 4 °C, quien obtuvo un mejor porcentaje de germinación, demostrando la efectividad de los productos utilizados. Los datos concuerdan con los resultados publicados por Jiménez (2022), donde menciona que obtuvo un promedio de 91,2 % de germinación en semillas de tomate de árbol con la aplicación de ácido indolacético, esto podría deberse a la base genética la cual determina las características germinativas de las semillas.

Gráfica 1. Interacción en el porcentaje de germinación sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).



11.2. Número de días a la emergencia

En la tabla 9 se muestra los resultados obtenidos de los días a la emergencia, siendo los tratamientos ácido indolacético + Temperatura ambiente y ácido indolacético + Baja temperatura 4°C, quienes obtuvieron los menores días en la presente variables, mostrando que existen diferencias estadísticas entre ellos. En la investigación realizada por Molina (2020), quien probó la eficacia del carbon vegetal con una inmersión de las semillas en un producto sintético, obteniendo un promedio de 23,5 días, valor muy superior presentado en nuestra investigación, es decir, que los reguladores de crecimiento tienen un efecto positivo en la germinación de semillas de tomate de árbol. Por otro lado, en la investigación de Salazar (2020), quien probó diferentes concentraciones de ácido 1-naftalenacético en una imbibición por 24 horas, obteniendo una media de 12 días en su germinación, un valor un poco superior a nuestra investigación, por lo tanto, se comprueba la efectividad de los reguladores de crecimiento en la germinación de las semillas de tomate de árbol.

Tabla 9. Número de días a la emergencia sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Tratamientos	Días a la emergencia
T1 Sin regulador + Temperatura ambiente	11,00 ab
T2 Ácido giberelico + Baja temperatura 4°C	10,75 b
T3 Ácido giberelico + Temperatura ambiente	10,75 ab
T4 Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C	9,50 c
T5 Ácido indolacético + Temperatura ambiente	9,75 c
T6 Sin regulador + Baja temperatura 4°C	11,75 a

CV: 4,00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.2.1. Efecto simple de días a la emergencia

Una vez analizados los efectos simples de los factores estudiados, se muestra que existen diferencias significativas entre el factor A, siendo el ácido giberelico quien presento los valores más altos, con una media de 10,88 días, en lo que respecta al factor B se muestra que tuvo una mayor tendencia el proceso de Baja temperatura 4°C con un valor de 10,83 días.

Tabla 10. Efecto simple de días a la emergencia sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Días a la emergencia			
Factor A: Reguladores	Factor B: Procesos de frío		
Ácido giberélico	10,88 a	Baja temperatura 4°C	10,83 a
Ácido indolacético	9,63 c	Temperatura ambiente	10,42 b
Sin regulador	11,38 a		
CV: 3,89			

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.2.2. Interacciones días a la emergencia

El gráfico 2, muestra la interacción que existe entre los reguladores utilizados en la investigación, donde se observa que no existen diferencias significativas entre Baja temperatura 4 °C y Temperatura ambiente, mostrando valores similares en los días a la germinación. Mientras que con los tratamientos con mayor tiempo de frío la emergencia tuvo una duración de 6 días, esto se puede deber a la latencia que presenta el embrión, la cual le llevo más tiempo en la activación de su metabolismo (Hernández *et al.* 2021).

Gráfica 2. Interacción en días a la emergencia sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).



11.3. Altura de planta

En la tabla 11, se muestra que existe una gran diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados, siendo los mejores tratamientos el ácido indolacético + Baja temperatura 4°C y ácido indolacético + Temperatura ambiente con 24,69 y 24,58 cm en la altura de planta, mostrando resultados estadísticamente similares, en la altura de planta, en lo que respecta el menor valor se lo obtuvo con el testigo con un promedio 22,41 cm. Según Sánchez (2019), quien probó a un grupo de proteínas a una concentración de 0,25 mgL⁻¹ mediante el

cual obtuvo valores similares a nuestra investigación, esto se da porque las fitohormonas ayudan a la estimulación de las plantas y en la estimulación de los nutrientes. Por otro lado, en la investigación de Calapiña (2022), quien probó microorganismos obtuvo una altura de 34 cm valores muy superiores a nuestra investigación, esto se debe a que ayuda a la mejor absorción de los nutrientes y por ende beneficia su crecimiento.

Tabla 11. Altura de planta en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Tratamientos	Altura de planta (cm)					
	15 días		30 días		45 días	
T1 Sin regulador + Temperatura ambiente	7,45	d	14,28	d	22,84	d
T2 Ácido giberelico + Baja temperatura 4°C	8,45	c	15,58	c	24,14	c
T3 Ácido giberelico+ Temperatura ambiente	8,73	b	15,86	b	24,42	b
T4 Ácido indolacético +Baja temperatura 4°C	9,00	a	16,13	a	24,69	a
T5 Ácido indolacético+Temperatura ambiente	8,89	a	16,02	a	24,58	a
T6 Sin regulador + Baja temperatura 4°C	6,72	e	13,85	e	22,41	e
CV	2,78		1,48		0,95	

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.3.1. Efectos simples en la altura de planta

Al analizar el efecto simple de los factores en estudio, muestran diferencias estadísticas significativas en los reguladores, siendo ácido indolacético el que presento un valor mayor con 24,64 cm, con el proceso de Baja temperatura 4°C

Tabla 12. Efectos simples en la altura de planta sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Altura de Planta			
Factor A: Reguladores	Factor B: Procesos de frío		
Ácido giberélico	24,28 b	Baja temperatura 4°C	23,89 a
Ácido indolacético	24,64 a	Temperatura ambiente	23,80 a
Sin regulador	22,63 c		
CV:	1.42		

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.3.2. Interacciones en la altura de planta

Según los datos obtenidos en la interacción de los reguladores, se observa que el ácido indolacético + baja temperatura 4 °C, tiene una tendencia mejor en lo que respecta a la altura de planta en tomate de árbol. Según Sánchez *et al.* (2011), la temperatura de refrigeración para algunas especies puede causar congelamiento en el embrión, pudiendo ocasionar la muerte el periodo de crecimiento.

Gráfica 3. Interacción en la altura de planta sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).



11.4. Diámetro del tallo (mm)

En la tabla 13, se muestra que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el mejor el tratamiento de Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C, seguido por Ácido indolacético + Temperatura ambiente con un valor de 7,29 y 7,24 mm, en lo que respecta al menor valor se lo obtuvo con los tratamientos Sin regulador + Temperatura ambiente y Sin regulador + Baja temperatura 4°C, con un resultado de 6,92 y 6,85 mm, valores muy inferiores en comparación a los demás tratamientos evaluados. Calapiña (2022), menciona en su investigación que al aplicar sustancias micro orgánicas se obtiene valores superiores en un periodo de 41 días, esto se da porque la composición de los bioestimulantes es más amplia, lo que brinda los nutrientes necesarios para que la planta tenga un mejor desarrollo. Por otra parte, Amaguaña (2015), en su investigación evaluó el bioma de la planta, obteniendo valores inferiores a los presentados en nuestra investigación, es decir, que la aplicación de los reguladores de crecimiento son efectivos en el diámetro del tallo.

Tabla 13. Diámetro del tallo en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*.)

Tratamientos	Diámetro de tallo		
	15 días	30 días	45 días
T1 Sin regulador + Temperatura ambiente	3,53 d	4,80 d	6,92 d
T2 Ácido giberelico + Baja temperatura 4°C	3,68 c	4,95 c	7,07 c
T3 Ácido giberelico + Temperatura ambiente	3,77 bc	5,04 bc	7,16 bc
T4 Ácido indolacético+ Baja temperatura 4°C	3,90 a	5,17 a	7,29 a
T5 Ácido indolacético+Temperatura ambiente	3,85 ab	5,12 ab	7,24 ab
T6 Sin regulador + Baja temperatura 4°C	3,46 d	4,73 d	6,85 d
CV	4,09	3,05	2,14

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.4.1. Efectos simples en el diámetro de tallo

La tabla 14, muestra que el mayor en el diámetro del tallo, lo obtuvo el regulador ácido indolacético con un valor de 7,27 mm, existiendo diferencias estadísticas entre el ácido giberelico, en el caso del factor B no hubo diferencias significativas, siendo los procesos de Baja temperatura 4°C y Temperatura ambiente quienes obtuvieron los mejores resultados.

Tabla 14. Efectos simples en el diámetro de tallo sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Diámetro del tallo			
Factor A: Reguladores	Factor B: Procesos de frio		
Ácido giberélico	7,12 b	Baja temperatura 4°C	7,10 a
Ácido indolacético	7,27 a	Temperatura ambiente	7,09 a
Sin regulador	6,89 c		
CV:	3,42		

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.4.2. Interacciones en el diámetro del tallo

Los resultados de la interacción entre los reguladores y los procesos de Baja temperatura 4°C y Temperatura ambiente, muestra que el ácido indolacético con el proceso + Baja temperatura 4°C, obtuvo valores superiores en lo que respecta al diámetro del tallo. Para Domínguez & Espinosa, (2021), menciona que cuando ninguno de los factores de crecimiento está presente en las necesidades requeridas, dichos factores influyen en las características físicas y químicas del suelo, afectando el crecimiento de las plantas.

Gráfica 4. Interacción en el diámetro del tallo sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).



11.5. Número de hojas (unidad)

En la tabla 15, se observa que existe una gran diferencia estadística significativa entre los tratamientos, siendo el mejor a los 45 días el Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C, con un valor 9,25 hojas, seguido por los tratamientos Ácido indolacético + Temperatura ambiente, quienes presentaron valores estadísticamente similares de 8,80 hojas, el menor valor se lo obtuvo con el tratamiento Sin regulador + Baja temperatura 4°C con 7,40 hojas, demostrando que la aplicación de los reguladores ayuda en el número de hojas. Estévez (2019), en su investigación, menciona que al probar sustancias orgánicas con una concentración de 0,15 mgL⁻¹ obtuvo un valor de 5,47 hojas, valor inferior a la presente investigación, por otro lado, Guato (2013), en su investigación evaluó tres patrones en el cultivo de tomate de árbol, obteniendo valores inferiores a los presentados en la presente investigación, dando a entender que los reguladores de crecimiento son efectivos en el desarrollo de las hojas.

Tabla 15. Número de hojas en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Tratamientos	Número de hojas		
	15 días	30 días	45 días
T1 Sin regulador + Temperatura ambiente	2,93 c	4,93 c	7,93 c
T2 Ácido giberélico + Baja temperatura 4°C	3,15 c	5,15 c	8,15 c
T3 Ácido giberélico + Temperatura ambiente	3,68 b	5,68 b	8,68 b
T4 Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C	4,25 a	6,25 a	9,25 a
T5 Ácido indolacético + Temperatura ambiente	3,80 b	5,80 b	8,80 b
T6 Sin regulador + Baja temperatura 4°C	2,40 d	4,40 d	7,40 d
CV	13,64	8,56	5,49

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.5.1. Efecto simple en el número de hojas

Según el efecto simple en los dos factores evaluados, presentaron diferencias estadísticas significativas, en lo que respecta el factor A, el mejor resultado lo obtuvo ácido indolacético con el proceso de Baja temperatura 4°C, indicando que los reguladores ayudan en el desarrollo vegetativo.

Tabla 16. Efecto simple en el número de hojas sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Número de hojas			
Factor A: Reguladores	Factor B: Procesos de frío		
Ácido giberélico	8,41 b	Baja temperatura 4°C	8,44 a
Ácido indolacético	9,03 a	Temperatura ambiente	8,29 b
Sin regulador	7,66 c		
CV: 5,92			

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.5.2. Interacciones en el número de hojas

El gráfico 5, permite observar el comportamiento que existe entre los reguladores, donde se muestra que existen diferencias estadísticas, siendo el regulador ácido indolacético más el proceso Baja temperatura 4°C, fueron quienes presentaron un mayor número de hojas. Según Barranza *et al.* (2015), mencionan que la cantidad de fotosíntesis que realiza la planta depende en su mayoría de la cantidad de hojas, siendo los resultados obtenidos favorables en el número de hojas.

Gráfica 5. Interacción en el número de hojas sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).



11.6. Largo de raíz (cm)

En la tabla 17, se muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, donde el mejor tratamiento fue el de Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C con un largo de raíz de 27,18 cm, en comparación al tratamiento Sin regulador + Baja temperatura 4°C, que fue el que menor valor se obtuvo con 22,09 cm. Según Torres (2022), en su investigación al aplicar un micronutriente al 5% en un tiempo de remojo de 6 horas, obtuvo valores inferiores con un promedio de 24,25 cm, demostrando así que los reguladores son efectivos en el desarrollo radicular del tomate de árbol. Mientras que los autores Ramos & Rea (2022), en su investigación, no tuvieron resultados positivos al aplicar productos orgánicos en el cultivo *in vitro*, obteniendo valores muy inferiores a nuestra investigación, por lo que los reguladores de crecimiento resultaron ser efectivos en el largo de raíz.

Tabla 17. Largo de raíz en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*.)

Tratamientos	Largo de Raíz
T1 Sin regulador + Temperatura ambiente	22,28 d
T2 Ácido giberelico + Baja temperatura 4°C	23,36 c
T3 Ácido giberelico + Temperatura ambiente	22,65 cd
T4 Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C	27,18 a
T5 Ácido indolacético + Temperatura ambiente	25,06 b
T6 Sin regulador + Baja temperatura 4°C	22,09 d
CV: 6,26	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.6.1. Efecto simple del largo de raíz

La tabla 18 muestra que, el regulador que presentó un mayor largo de raíz fue ácido indolacético con el proceso Baja temperatura 4°C con un valor de 26,12 y 24,27 cm, demostrando que los reguladores son de gran importancia en la producción de las plantas de tomate de árbol.

Tabla 18. Efecto simple del largo de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Largo de raíz			
Factor A: Aplicaciones	Factor B: Frío		
Ácido giberélico	23,01 b	Baja temperatura 4°C	24,27 a
Ácido indolacético	26,12 a	Temperatura ambiente	23,27 b
Sin regulador	22,19 c		
CV: 7,22			

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.6.2. Interacción del largo de raíz

Según el gráfico 6 se muestra el largo de raíz, donde se observa que con la aplicación de ácido indolacético y el proceso de Baja temperatura 4°C se obtiene buenos resultados en el largo de la raíz, valores estadísticamente altos en comparación al otro regulador evaluado, estos valores no concuerdan con los reportados por Pincay *et al.* (2021), quien menciona que al evaluar en un periodo de 30 días, se obtiene 20 cm en el largo de la raíz, esto puede deberse a las diferencias que está relacionado el desarrollo radicular.

Gráfica 6. Interacción en el largo de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).



11.7. Volumen de raíz (cm³)

En la tabla 19, se muestra que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados, siendo el mejor tratamiento el Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C con un valor de 7,62 cm³, seguido por el Ácido indolacético + Temperatura ambiente con un valor de 6,63 cm³, valores estadísticamente diferentes en comparación con el tratamiento Sin regulador + Baja temperatura 4°C presentando un menor valor de 2,38 cm³. Valores superiores reporto

Padilla (2013), en su investigación evaluó diferentes sustratos obteniendo un volumen de raíz de 14,27 cm³, debido a que el sustrato le brinda a la planta los nutrientes necesarios para que pueda desarrollarse de la mejor manera. Por otro lado, Monge (2007), al evaluar diferentes sustratos mediante fertirriego obtuvo valores similares a nuestra investigación, esto se debe a que la planta puede absorber de una mejor manera todos los nutrientes disponibles.

Tabla 19. Volumen de raíz en el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*.)

Tratamientos	Volumen de Raíz
T1 Sin regulador + Temperatura ambiente	3,63 e
T2 Ácido giberelico + Baja temperatura 4°C	5,63 c
T3 Ácido giberelico + Temperatura ambiente	4,63 d
T4 Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C	7,62 a
T5 Ácido indolacético + Temperatura ambiente	6,63 b
T6 Sin regulador + Baja temperatura 4°C	2,38 f
CV: 16,57	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.7.1. Efectos simples del volumen de raíz

Al analizar los efectos por separado, muestra en el factor A que existen diferencias estadísticas entre los distintos reguladores, siendo el ácido indolacético quien presento un mayor volumen de raíz, en el caso del factor B igual existen diferencias estadísticas siendo el proceso de Baja temperatura 4°C la que dio un mayor resultado.

Tabla 20. Efectos simples del volumen de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Volumen de raíz			
Factor A: Reguladores		Factor B: Procesos de frío	
Ácido giberélico	5,13 b	Baja temperatura 4°C	5,63 a
Ácido indolacético	7,13 a	Temperatura ambiente	4,54 b
Sin regulador	3,00 c		
CV: 17,61			

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

11.7.2. Interacciones del volumen de raíz

Las variaciones mostradas en el gráfico 7, demuestran que los reguladores presentaron un alto valor en el desarrollo del volumen de raíz, siendo el ácido indolacético con el proceso Baja temperatura 4 °C, quienes presentaron un mejor valor en el volumen de la raíz. Los datos reportados por Padilla (2013), concuerdan con los de nuestra investigación, demostrando la efectividad que tiene los reguladores, por lo que la utilización de sustratos ayuda a que las plántulas de tomate de árbol, mejorando el enraizamiento vegetal, ayudando a obtener buenos resultados en lo que respecta al volumen de raíz.

Gráfica 7. Interacción en el volumen de raíz sobre el efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*).



11.8. Análisis de costo de producción

Tabla 21. Análisis de costo de producción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Unidad	Precio unidad \$	IB \$	CT \$	BN \$	C/B	Rentabilidad (%)
Sin regulador + Baja temperatura 4°C	45	1	45	39,16	5,84	0,14	14
Ácido giberelico + Baja temperatura 4°C	60	1	60	43,06	16,94	0,39	39
Ácido giberelico + Temperatura ambiente	57	1	57	43,06	13,94	0,32	32
Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C	72	1	72	42,31	29,69	0,70	70
Ácido indolacético + Temperatura ambiente	63	1	63	42,31	20,69	0,48	48
Sin regulador + Temperatura ambiente	45	1	45	39,16	5,84	0,14	14

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

En la evaluación del análisis económico del proyecto de investigación de los tratamientos en estudio se estableció que todos los tratamientos son rentables, siendo el tratamiento de Ácido indolacético + frío el que mayor rentabilidad genera dentro de la investigación con un 70% de rentabilidad, demostrando así la importancia de la aplicación del producto puesto que es muy notorio la diferencia de rentabilidad obtenida por el testigo tratamiento que no se aplicó el producto obteniendo 14% de rentabilidad, por lo cual se puede deducir que es una gran opción económica para los agricultores dedicados a trabajar con este cultivo.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS).

Impacto técnico: Los impactos que genera la presente investigación son de gran importancia, ya que permiten obtener nuevas alternativas sobre el desarrollo y germinación de las plántulas de tomate de árbol, mejorando la calidad y cantidad de las cosechas.

Impacto social: Los agricultores tendrán nuevas alternativas sobre el uso de los reguladores de crecimiento, al utilizar este método tendrán nuevos beneficios, así como la obtención de plántulas más resistentes y más saludables.

Impacto ambiental: La investigación tiene efectos positivos en relación al medio ambiente, ya que ofrece alternativas de producción de plántulas sin la presencia de productos químicos, que pueden ocasionar graves daños en el ambiente, además, ayudara a mejorar la salud de los productores y consumidores.

Impacto económico: El objetivo de la investigación es ofrecer resultados favorables a los agricultores, al generar un resultado positivo económico, los agricultores podrán reducir sus costos de producción, lo que significa que podrán mejorar la economía de los productores progresivamente, generando mayor rentabilidad en sus negocios.

12. PRESUPUESTO

En la siguiente tabla se detalla los materiales y precios utilizados en esta investigación:

Tabla 22. Presupuesto de la investigación efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum.*)

Descripción	Cantidad	Costo unitario USD	Costo total USD
Sustrato	4 kg	\$ 3,00	\$12,00
Bandeja germinadora	4 unidades	\$4,00	\$16,00
Tablas	37 unidades	\$3,50	\$129,50
Cañas	28 unidades	\$2,00	\$56,00
Clavos	1 kg	\$3,50	\$3,50
Fundas	5 cientos	\$0,60	\$3,00
Ácido giberélico	100ml	\$7,80	\$7,80
Ácido indolacético	100 ml	\$6,30	\$6,30
Semillas	500 unidades	\$0,03	\$15,00
Total		30,73	249,10

Elaborado por: Cango & Chusin (2024)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ Se estableció que el regulador de crecimiento ácido indolacético presento los mejores resultados es porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro del tallo, numero de hojas largo de raíz y volumen de raíz.
- ❖ Se determinó que la temperatura baja a 4°C fue la que obtuvo mayor efecto en todas las variables evaluadas en esta investigación.
- ❖ Se evaluó el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en dos temperaturas siendo el Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C quien obtuvo los mejores resultados en el porcentaje de emergencia, altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, largo de raíz y volumen de raíz.
- ❖ Se realizó el análisis de costo de producción de los diferentes reguladores de crecimiento utilizados en la investigación, se determinó que los reguladores son recomendables en lo que respecta al factor económico, por lo que nos dan un beneficio neto positivo, cabe mencionar que el Ácido indolacético + Baja temperatura 4°C obtuvo el mejor beneficio neto de \$29,69 con una rentabilidad del 70%.

- ❖ Se acepta la hipótesis alternativa que dice Al menos uno de los reguladores de crecimiento aplicados presenta variaciones en la germinación y crecimiento del tomate de árbol.

Recomendaciones

- ❖ Realizar más investigaciones con las dosis implementadas en la investigación en diferentes cultivos, para comprobar si los resultados pueden ser aún mayores.
- ❖ Evaluar el desarrollo del cultivo de tomate de árbol en diferentes climas del Ecuador, para determinar si la aplicación de los reguladores de crecimiento tiene un mayor efecto en diferentes pisos climáticos.
- ❖ Se recomienda probar diferentes tiempos de frío y remojo a los usados en la presente investigación, con la finalidad de verificar la influencia en el desarrollo vegetativo de las plántulas de tomate de árbol.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, Z. (2022). Efecto de los reguladores de crecimiento Ácido naftalenacético y Ácido indolbutírico para el enraizamiento de tres especies de crassulaceae. Mocache: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6955/1/T-UTEQ-550.pdf>
- Acan, M. (2012). Germinación de semilla de rampur lima (*Citrus aurantifolia*) con estimulación hormonal utilizando diferentes tiempos de inmersión. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ab55962f-801a-418f-b1d2-97a9336c99f3/content>
- Acosta, J. (2016). Evaluación del comportamiento agronómico de nuevos híbridos de tomate hortícola "*Lycopersicum esculentum*" bajo cubierta plástica. Cevallos-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Tesis-122%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20381.pdf>
- Aguiar, R. (2013). Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y *psudomonas fluorescens* en el control de *Meloidogyne* spp. en plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Revista Ciencia, 15(1). Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46684846/Articulos_latindex_2013-libre.pdf?1466538329=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRevista_CIENCIA_EDITOR_COMITE_EDITORIAL.pdf&Expires=1706684238&Signature=Glxq~sM5PyDGVd87BF77ZJtfKBN58RCWNmG3cOi
- Alain, J., & Delva, J. (2016). Respuesta germinativa de cuatro especies forestales nativas del macizo del cajas. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26131/1/Tesis.pdf>
- Alcantara, J., Acero, G., Alcántara, C., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. NOVA, 17(32), 109-129. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>

- Alminate, G. (2017). Evaluación In Vitro de la germinación y viabilidad del polen de segregantes de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), en función del tiempo de almacenamiento. INDIA. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8038/1/UDLA-EC-TIAG-2017-34.pdf>
- Amaguaña, C. (2015). Cuantificación y logística de la biomasa disponible del cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10400/1/Tesis-96%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20319.pdf>
- Arroyo, A., Sánchez, M., Ponce, B., Buylla, E., & Gutiérrez, C. (2014). La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis Thaliana*. *SciELO*, 33(1), 13-22. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/reb/v33n1/v33n1a3.pdf>
- Balaguera, H., Salamanca, F., García, J., & Arévalo, A. (2014). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. *Revista Colombiana de ciencias hortícolas*, 8(2), 302-313. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n2/v8n2a12.pdf>
- Barcia, B. (2020). Evualación de diferentes dosis de la citocinina BAP en la propagación in vitro de vainilla tahitensis. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50326/1/Barcia%20Jalca%20Bryan%20Stalin.pdf>
- Barranza, F., Fischer, G., & Cardona, C. (2015). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portuga*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317823011.pdf>
- Barrera, M. (2021). Optimización de medios de cultivo para la obtención de plántulas in vitro de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) a partir de semillas y explantes. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32465/1/Tesis-275%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Barrera%20N%C3%BA%20Marcelo%20Inicio.pdf>

- Barreto, P. (2022). Influencia de la temperatura y humedad relativa en estado de guevo del chinchorro *Leptoglossus zonatus* Dallas plaga de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Cuenca-Ecuador: Tesis Ing. Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/37724/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- Barriga, L. (2011). Evaluación de la resistencia a *Colletotrichum acutatum* de poblaciones de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en estado de plántula. Cutuglahua-Pichincha. Quito: Tesis ing. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3752/6/UPS-YT00216.pdf>
- Betancourt, C. (2019). Evaluación de la tolerancia del cultivo de tomate, al ataque de gusano, sometido a diferentes frecuencias de control químico durante la ñepoca seca en la zona de Mocache. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/493ca518-ebfa-4302-84e7-dca0f8252fdb/content>
- Bonilla, W. (2013). Escarificación química de la semilla de mora de castilla. Cevallos-Ecuador: Tesis ing. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3946/1/Tesis-40agr.pdf>
- Borjas, V., Otiniano, J., & Huamán, L. (2020). Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva andina Biosphere*, 8(2). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592020000200007
- Buono, S., Aguirre, C., Abdo, G., Perondi, H., & Ansonnaud, G. (2018). Tomate de arbol. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de https://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854_e-arbol-PROCISUR.pdf
- Caballero, K., & Muylema, L. (2023). Efecto de Biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespita (*Lactuca sativa*). La Maná: Tesis Ing. Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11554/1/UTC-PIM-000727.pdf>
- Caicedo, J. (2020). Análisis de cultivos hortícolas como alternativa en la producción agrícola en la región costa del Ecuador. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido

- de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8429/E-UTB-FACIAGING%20AGRON-000275.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calapiña, R. (2022). Evaluación de bio estimulantes en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). en el cantón mejía, provincia de pichincha. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8979/1/UTC-PIM-000527.pdf>
- Calapiña, R. (2022). Evaluación de bioestimulantes en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum Betaceum*), en el cantón Mejía, provincia de Pichincha. La Maná: Tesis Ing. Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8979/1/UTC-PIM-000527.pdf>
- Calvo, I. (2009). Cultivo de tomate de Arbol (*Cyphomandra betaceae*). San José: INTA. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0982.pdf>
- Camacho, N. (2007). Caracterización y expresión del gen del receptor de etileno ERS1 en distintas etapas de desarrollo del mango (*Mangifera indica* L.). Hermosillo: Centro de Investigación en alimentación y desarrollo. Obtenido de https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/618/1/Stephens-Camacho%20N%20A_MC_2007.pdf
- Camacho, V. (2011). Influencia del porta injerto en la calidad del fruto de tomate de arbol y su incidencia comercial. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1777/1/MSc.10.pdf>
- Cámara de comercio de Bogotá. (2015). MAnnual Tomate de árbol. Núcleo Ambientas S.A.S.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Tomate de árbol. Bogotá: Núcleo Ambiental S.A.S. Obtenido de <https://sacaba.gob.bo/images/wsacaba/pdf/libros/agronomia/TomateDeArbol.pdf>
- Cantaro, H. (2019). Reguladores de crecimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) cv. rondo en la molina. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3893/cantaro-segura-hector-baroni.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, G., Altuna, B., Michelena, G., Bravo, J., & Acosta, M. (2005). Cuantificación del contenido de ácido indolacético (AIA) en un caldo de fermentación microbiana. Anales

- de biología(27), 6. Obtenido de [https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/2255/1/AB27%20\(2005\)%20p%20137-142.pdf](https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/2255/1/AB27%20(2005)%20p%20137-142.pdf)
- Celis, L., & Gallardo, I. (2008). Estandarización de métodos de detección para promotores de crecimiento vegetal (ácido indol acético y giberelinas) en cultivos microbianos. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8948/tesis95.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chicaiza, R. (2014). Sustratos y reguladores de crecimiento para la propagación por estaca de morochillo o uvilla de árbol. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8221/1/Tesis-84%20%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20293.pdf>
- Coro, H. (2017). Evaluación del etileno como agente madurador en Babaco (*Vasconcellea x heilbornii* var. pentagona) Tumbaco. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10016/1/T-UCE-0004-19.pdf>
- Cossio, L. (2013). Reguladores de crecimiento. UNNE. Obtenido de <https://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20de%20Crecimiento%20en%20las%20plantas.pdf>
- Cossio, L. (2013). Reguladores de crecimiento. UNNE. Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20de%20Crecimiento%20en%20las%20plantas.pdf>
- Crespo, C. (2017). Temperaturas y tiempos para la germinación de las semillas. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/11/02/temperaturas-tiempos-la-germinacion-las-semillas/>
- Díaz, Á. (2018). Evaluación de la actividad fitorreguladora de auxinas obtenidas a partir de un extracto de tallos de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en cultivos de plantas in vitro. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27503/1/BQ%20144.pdf>

- Domínguez, A., & Espinosa, S. (2021). Evaluación de sustratos alternativos en la germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea courbaril* L. en condiciones de vivero. Obtenido de <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1707>
- Estévez, M. (2019). Evaluación de diferentes medios de cultivo para la germinación in - vitro de semilla de cultivares de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/30b88111-d6c4-401d-b2ab-b56f4232a991/content>
- Feican, C. (2016). Descripción Agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312938646_DESCRIPCION_AGRONOMICA_DEL_CULTIVO_DE_TOMATE_DE_ARBOL_Solanum_betaceum_Cav
- Flores, D., Chacón, R., Schmidt, A., & Alvarado, C. (2014). cultivo in vitro del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt, (Fenotipo naranja) proveniente de Costa Rica. Tecnología en marcha.
- García, L. (2022). Efecto de reguladores de crecimiento para la propagación vegetativas de guayusa. Ecuador: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/63699/1/Proyecto%20de%20titulacio%20c3%20acn.pdf>
- Gastón, C. (2017). Estudio de la germinación de dos especies de *Teucrium* protegidas en la Región de Murcia. Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/7353/tfg-gas-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20temperatura%20es%20un%20factor,semilla%20despu%C3%A9s%20de%20la%20rehidrataci%C3%B3n>.
- Gil, J., Ayala, M., Marín, M., & González, E. (2009). Identificación de potyvirus en cultivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en Antioquia mediante detección serológica. Revista Politécnica(8). Obtenido de <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/131/107>
- Guato, M. (2013). Evaluación de tres patrones en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendtn). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de

- <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6492/1/Tesis-62%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20201.pdf>
- Hernández , S., Rodríguez, D., Granados , D., & Cadena , J. (2021). Latencia física, morfoanatomía y análisis proximal de la semilla de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Obtenido de <https://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias/article/view/79675>
- Izquierdo, J. (2017). Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf>
- Jiménez, L. (2022). Establecimiento y conservación de accesiones nativas de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en la Quinta Experimental Docente la “Argelia” Loja, Ecuador. Loja: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24757/1/LauraAlexandra_JimenezVicente.pdf
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). Hormonas y reguladores del crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Chile: Universidad de La Serena. Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>
- Lagos, T., Benavides, C., Paredes, R., & Lagos, L. (2011). Distribución del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. y caracterización eco-climática en las zonas del cultivo de Nariño. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(1), 11-19. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Tulio-Lagos-Burbano-2/publication/275257591_Distribucion_del_tomate_de_arbol_Cyphomandra_betacea_Cav_Sendt_y_caracterizacion_eco-climatica_en_las_zonas_del_cultivo_de_Narino/links/59599dd30f7e9ba95e1267ae/Distribucion-
- León, J., Viteri, P., & Cevallos, G. (2004). Manual del cultivo de tomate de árbol. Quito: INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/827/4/iniapscm61.pdf>
- Llundo, M. (2022). Diagnóstico del manejo de la producción del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en cantón Pelileo. Cevallos: Universidad Técnica de ambato facultad de

- ciencias agropecuarias. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36526/1/Tesis-329%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Llundo%20Telenchana%20Margarita%20Abigail.pdf>
- Lopez, H. (2013). Comportamiento de frutos de chile (*Capsicum annuum*) tipo jalapeño a la desinfección con diferentes sanitizantes en Poscosecha. Saltillo: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/526/62620s.pdf?sequence=1>
- Lucas, K., Maggi, J., & Yagual, M. (2011). Creación de una empresa de producción, comercialización y exportación de tomate de árbol en el área de sangolquí. Guayaquil-Ecuador: Tesis Ing. Escuela Superior Politecnica del Litoral Facultad de Economía y negocios. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10688/2/TOMATE%20DE%20ARBOL.pdf>
- Lucas, K., Maggi, J., & Yagual, M. (2011). Creación de una empresa de producción, comercialización y exportación de tomate de árbol en el área de sangolquí, provincia de pichincha. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral Facultad de Economía y Negocios. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10688/2/TOMATE%20DE%20ARBOL.pdf>
- Moguel, J. (2021). Fortalecimiento de la cadena Chile jalapeño en quintana roo, desde la sustentabilidad y red de conocimiento. Merida: Secretaria de Educación Pública Tecnólogo Nacional de México Instituto Tecnológico de Mérida. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4521/1/SOBRINO-21-FORTALECIMIENTO%20DE%20LA%20CADENA%20CHILE%20JALAPE%C3%91O%20EN%20QUINTANA%20ROO.pdf>
- Molina, D. (2020). Germinación de *Solanum betaceum*: evaluación in vitro y ex vitro de factores físicos y químicos. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19527/1/UPS-TTQ171.pdf>

- Monge, A. (2007). Evaluación del crecimiento y desarrollo de plantulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) mill y chile dulce (*Capsicum annuum*) linn, mediante la utilización de seis sustratos y tres metodos de fertilización en el Cantón De San Carlos, Costa Rica. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/60991235.pdf>
- Mosquera, B. (Septiembre de 2010). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. (N. Puente Figueroa, Ed.) FONAG, 5-6. Obtenido de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Padilla, V. (2013). Evaluación de sustratos para la obtención de plantas de tomate de arbol (*Solanum Betaceum*) con la utilización de bandejas. Cevallos - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29040/1/Tesis-217%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20613.pdf>
- Palacios, E. (2022). Evaluación de dos compensadores de horas frio en tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad unica pera en el cantón Mocha. Cevallos, Ecuador: Tesis Ing. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36333/1/Tesis-323%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Palacios%20Naranjo%20Roger%20Estuardo.pdf>
- Pincay , R., Luna, R., Augusto, K., Cunuhay, E., & Suárez , E. (2021). Escarificación química y biológica en la emergencia y crecimiento de *Clitoria ternatea* .
- Quinteros, W. (2010). Impacto de las principales enfermedades del cultivo de tomate de árbol (*Solanum Betaceum Cav*) y su incidencia socio económica y ambiental en tres parroquias del cantón Paute. Azogues: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4873/1/T-UTEQ-031.pdf>
- Ramírez, J. (2017). Arvenses en cultivos de aguacate, tomate de árbol, pastos y forrajes y su relación con el rendimiento y costos de producción. *Cultivos tropicales*, 38(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000300010&script=sci_arttext&tlng=pt

- Ramirez, O. (2019). Optimización de las condiciones de operación de un biorreactor para la producción de ácido indolacético. Mexicali: Tesis Ing. Autónoma de Baja California. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/f1a1362f-9fc6-4fb8-99f3-98af7ca56bb6/content>
- Ramos, D., & Rea, T. (2022). establecimiento de un protocolo de propagación in vitro a partir de explantes apicales de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), en el Cantón Cevallos. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8972/1/UTC-PIM-000519.pdf>
- Revelo, J., Mora, E., Gallegos, P., & Garcés, S. (2008). Enfermedades, nematodos e insectos plaga del tomate de árbol. Quito: INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/513/5/iniapscbt115.pdf>
- Revelo, J., Pérez, E., & Maila, M. (2004). Cultivo Ecológico del tomate de árbol en Ecuador. Quito: INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2750/1/iniapscm65.pdf>
- Revelo, J., Pérez, E., & Maila, M. (2004). Manual Guía de capacitación del cultivo Ecológico de tomate de árbol en Ecuador. Quito: INIAP Estación Experimental Santa Catalina. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2753/1/iniapscm65S3.pdf>
- Salazar, K. (2020). Establecimiento de un protocolo de propagación in vitro a partir de dos explantes de *Solanum betaceum*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18955/1/UPS-TTQ064.pdf>
- Sancan, C. (2018). Aplicación de tres bioestimulantes orgánicos para acelerar la germinación de la semilla de *Carica papaya*. Manabí: Universidad Estatal del sur de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1047/1/TESIS%20PAPAYA%20pdf%20.pdf>
- Sánchez, J., Parra, M., Silva, M., & Pedroza, D. (2011). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la viabilidad en semillas de zámota (*Coursetia glandulosa*, Gray). Universidad de Sonora. Obtenido de <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/99>

- Sánchez, D. (2017). Caracterización de la sustentabilidad, eficiencia energética y rentabilidad económica de los sistemas de producción hortícola de la parroquia San Joaquín Azuay Ecuador. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28218/1/Tesis.pdf>
- Sánchez, J. (2010). Estudio de la proteína F-box SKP2A de Arabidopsis thaliana en la división celular y en la respuesta a auxina. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/19713789.pdf>
- Sánchez, L. (2019). Evaluación de diferentes medios de cultivo para la introducción in-vitro de semilla de segregantes de tomate de árbol. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d9e50302-5534-431f-9728-9f17207d627d/content>
- Solís, E. (2018). Estudio comparativo de la aplicación de varios bioestimulantes en el cultivo de Cucumis sativus (pepino) bajo riego por goteo. Jipijapa: Universidad Estatal del sur de Manabí.
- Suarez, J. (2020). Análisis de cultivos hortícolas como alternativa en la producción agrícola en la región costa del Ecuador. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8429/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000275.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Terreros, E. (2017). Fitohormonas citoquininas y giberelinas en el crecimiento vegetativo de los rebrotes axilares y retoños del híbrido de piña. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2721/1/T-UTEQ-129.pdf>
- Toledo. (2003). Guía de proceso de pepino.
- Torres, F. (2022). Efecto de la aplicación de yodo en la germinación de semilla de tomate de árbol. Cevallos: Carrera de Ingeniería Agronómica. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36384/1/Tesis-325%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Torres%20Guato%20Freddy%20Alexander.pdf>
- Torres, F. (2022). Efecto de la aplicación de yodo en la germinación de semilla de tomate de árbol. Cevallos: Tesis Ing. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36384/1/Tesis-325%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-%20Torres%20Guato%20Freddy%20Alexander.pdf>

- Vargas, J. (2019). Germinación y crecimiento de plántulas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) variedad amarillo, utilizando el compost, humus de lombriz y arena de río Vilcabamba. Vilcabamba-Perú: Tesis Ing. Universidad Nacional Micaela Nastidas de Apurímac. Obtenido de https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/831/T_0521.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vásquez, H. (2013). Proyecto de prefactibilidad para la producción y comercialización de tomate de árbol en el Cantón Pujilí. Sangolquí: ESPE. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7571/1/T-ESPE-047549.pdf>
- Veliz, G. (2010). Evaluación a la aplicación de giberelina (New Gibb 10%), para inducir a la brotación en tubérculos de la papa (*Solanum tuberosum*). Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4323/1/Tesis-46agr.pdf>
- Viera, W. (2002). Evaluación de fungicidas in vitro y pruebas de resistencia de cinco variedades de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) para antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Cutuglagua. Cutuglagua-Pichincha: Tesis Ing. Universidad Central del Ecuador.
- Villalba, R., Eduardo, G., & Parra, M. (s.f.). Producción limpia cultivo de tomate de arbol (*Solanum betaceae*) en el departamento del huila. Neiva: Huilaunido.
- Villegas, I. (2009). Cultivo de tomate de árbol. Costa Rica: INTA. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0982.pdf>
- Zapata, A. (2014). Evaluación de tres sistemas de tutorado con la aplicación de dos fertilizantes foliares a base de Ca y B, para disminuir el aborto de flores y frutos en el cultivo de tomate de árbol (*solanum betaceum*) en isinche- Pujilí. Latacunga-Ecuador: Tesis Ing. Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2559/1/T-UTC-00096.pdf>

Zurita, M. (2021). Estudio de prefactibilidad para una planta de etileno a partir de bioetanol de caña de azúcar en el Ecuador. Quito: Universidad San Francisco de Quito USFQ. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11320/1/201160.PDF>