



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**EXTESIÓN LA MANÁ**  
**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**MICROPROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L*) CON  
DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA  
TUNGURAHUA**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a Agrónomo/a

**AUTORES:**

González Albarracín Hermes Adán

Lema Shucad Jorge Luis

**TUTOR:**

Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto MSc.

**LA MANÁ – ECUADOR**  
**AGOSTO - 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Gonzales Albarracín Hermes Adán y Lema Shucad Jorge Luis, declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación “MICROPROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L*) CON DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA TUNGURAHUA”, siendo el MS.c. Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay 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, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de nuestra exclusiva responsabilidad



González Albarracín Hermes Adán  
C.I:050454634-2



Lema Shucad Jorge Luis  
C.I:050371429-7

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte, González Albarracín Hermes Adán identificada/o con C.C. N° 050454634-2 y Lema Shucad Jorge Luis identificada/o con C.C. N° 050371429-7 de estado civil solteros y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y de otra parte, el Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Micropropagación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes medios de cultivos en el Cantón Cevallos Provincia Tungurahua”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- Octubre\_2016 – Agosto\_2021

Aprobación HCA.-

Tutor.- Ing. MSc. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

Tema.- **“Micropropagación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes medios de cultivos en el Cantón Cevallos Provincia Tungurahua”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por la presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir.

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación a territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SEPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.-** **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 06 días del mes de Agosto del 2021



González Albarracín Hermes Adán  
**EL CEDENTE**



Lema Shucad Jorge Luis  
**EL CEDENTE**

Ph.D. Tinajero Jiménez Cristian Fabricio  
**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En la calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título.

“MICROPROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L*) CON DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA TUNGURAHUA”, de los señores Gonzales Albarracín Hermes Adán y Lema Shucad Jorge Luis, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con las requisitos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 23 de Julio del 2021



Firmado electrónicamente por:

**KLEBER AUGUSTO ESPINOSA  
CUNUHAY**

Ing. Mg. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay  
CI: 0502612740  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: por cuenta de los postulantes Gonzales Albarracín Hermes Adán y Lema Shucad Jorge Luis, con el Título de proyecto de Investigación, “MICROPROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L*) CON DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA TUNGURAHUA” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficiente para ser sometido al acto Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 19 de Agosto del 2021

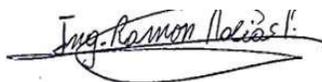
Para constancia firman:



Ing. Luna Murillo Ricardo Augusto  
C.I: 091296922-7  
**LECTOR 1 PRESIDENTE**



Ing. Tapia Ramirez Cristian Santiago  
C.I: 050278441-6  
**LECTOR 2 MIEMBRO**



Ing. Macías Pettao Klever Ramon  
C.I: 120638458-6  
**LECTOR 3 SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTO**

*Queremos expresar nuestras más sincera gratitud a Dios, quien con su bendición nos permitió salir de los infortunios que se presentado en nuestras vidas. A nuestros padres por el gran esfuerzo que tuvieron con nosotros apoyándonos hasta cumplir nuestra meta profesional*

*De igual manera nuestro agradecimiento a nuestra Universidad Técnica de Cotopaxi, a toda la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, a nuestros Docente, en especial al Ing. Kleber Espinosa, Ing. Ricardo Luna, Ing. Darwin Zambrano quienes con la enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que podamos crecer y formarnos día a día como profesionales, gracias a cada uno de ustedes por su dedicación, paciencia, apoyo incondicional y su amistad.*

*Finalmente queremos expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento al Ing. Eduardo Quinatoa por su apoyo incondicional ya que fue nuestro pilar principal durante todo este proceso, quien con su conocimiento, dirección, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo investigativo.*

**Hermes  
Jorge**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo investigativo está dedicada.*

*A Dios quien ha sido nuestro pilar, guía, fortaleza, mano fiel y su amor que nos ha permitido culminar con responsabilidad, humildad y sabiduría una etapa más de nuestras vidas.*

*A nuestros padres quienes con su sacrificio, paciencia, amor y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir en este día una meta más, gracias por inculcarnos en nosotros el ejemplo del esfuerzo y valentía, de no temer a las infortunios que se presenta en nuestras vidas porque Dios esta nosotros siempre guiándonos día a día*

*Gracias Padres Queridos, por medio de esta dedicatoria dejamos demostrado nuestro compromiso y gratitud por su apoyo incondicional hasta esta instancia de la vida.*

*Dios me lo bendiga.*

**Hermes  
Jorge**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** MICROPROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L*)  
CON DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA  
TUNGURAHUA

**Autores:**

González Albarracín Hermes Adán

Lema Shucad Jorge Luis

### RESUMEN

La investigación se realizó en el laboratorio de biotecnología “VITRO PLANTA” que se encuentra ubicado en el Barrio San Fernando, en el Cantón Cevallos Provincia de Tungurahua, el tomate (*Solanum lycopersicum L.*), es uno de los cultivos de gran importancia y además el impacto social y económico dentro de las familias de los productores ha ido mermando en la economía de estas, por la proliferación de enfermedades, es por ello que su propagación se ha visto afectada ya que después de cierto tiempo se pierde pureza varietal, por esta razón se desarrolló la investigación con el objetivo general de desarrollar la micropropagación del cultivo de tomate con diferentes medios de cultivos, y hormonas de crecimiento, se plantearon como objetivos específicos se estableció un protocolo de micropropagación para el cultivo de tomate, también se evaluó el medio de cultivo adecuado para la multiplicación in vitro del cultivo de tomate, utilizando diferentes tipos de reguladores de crecimiento y por último se determinó el mejor regulador de crecimiento para la micropropagación del cultivo de tomate, se utilizó un diseño completamente al azar con los siguientes tratamientos T1 75% Murashige y Skoog + 25% Aloe vera +Bencilaminapurina, T2 75% Murashige y Skoog + 25% Aloe vera +Zeatina, T3 25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera +Bencilaminapurina, T4 25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera +Zeatina y T5 100% Murashige y Skoog, dando como resultado que el T4 25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera +Zeatina siendo el más efectivo en las variables evaluadas mayor número de brotes, numero de hojas, y en los costos el T4 fue el mejor con una utilidad de 0,69 USD.

**Palabras claves:** Tomate, In-vitro, explantes, hormonas, medios de cultivo.

## ABSTRACT

The research was carried out in the biotechnology laboratory "VITRO PLANTA" which is located in San Fernando, Cevallos Canton, Tungurahua province. The tomato (*Solanum Lycopersicum L*) is one of the crops great importance, the social and economic impact within the families of producers has been declining in the economy, by the proliferation of diseases, which is why its propagation has been affected because after a certain time varietal purity is lost. For this reason, the general objective was to develop the micropropagation of the tomato crop with different culture media and growth hormones. The specific objectives were to establish a micro propagation protocol for the tomato crop and evaluate the appropriate culture media for the in vitro multiplication of the tomato crop. Using a completely randomized design with the following treatments: T1 75% Murashige and Skoog + 25% Aloe +Benzylaminapurine, T2 75% Murashige and Skoog + 25% Aloe +Zeatin, T3 25% Murashige and Skoog + 75% Aloe +Benzylaminapurine, T4 25% Murashige and Skoog + 75% Aloe vera +Zeatin and T5 100% Murashige and Skoog, resulting in T4 25% Murashige and Skoog + 75% Aloe +Zeatin being the most effective in the evaluated variables a large number of shoots, the number of leaves, and in costs, T4 was the best with a profit of 0.69 USD.

**Keywords:** Tomato, In-vitro, explants, hormones, culture media.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

## CENTRO DE IDIOMAS

### ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“MICROPROPAGACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L) CON DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS EN EL CANTÓN CEVALLOS PROVINCIA TUNGURAHUA.”** presentado por: **González Albarracín Hermes Adán, Lema Shucad Jorge Luis**, egresados de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, Agosto del 2021

Atentamente,

**Lic. Wendy Núñez Moreira**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0925025041**

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE TABLA .....	xv
ÍNDICE DE FIGURA .....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. EL 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 CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. Tomate riñón ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	8
8.1.1. Generalidades .....	8
8.2. Situación de cultivo en el Ecuador .....	9
8.2.1. El cultivo de tomate en el Ecuador.....	9
8.2.2. Superficie cultivada .....	9
8.2.3. Importancia Económica.....	10
8.2.4. Composición nutricional del tomate.....	10
8.3. Descripción.....	11
8.3.1. Semilla.....	11
8.3.2. Raíz.....	12

8.3.3. Tallo.....	12
8.3.4. Hojas.....	12
8.3.5. Flores .....	12
8.3.6. Frutos .....	13
8.4. Requerimiento edafoclimaticas .....	13
8.4.1. Suelo .....	13
8.4.2. Clima .....	13
8.4.3. Temperatura.....	13
8.4.4. Humedad.....	14
8.4.5. Luminosidad .....	14
8.5. Variedad Floradade .....	14
8.6. ¿Qué es Biotecnología? .....	15
8.7. Agro Biotecnología .....	15
8.8. Aplicaciones de la biotecnología en vegetales .....	16
8.9. Cultivo de tejidos vegetales.....	16
8.10. Cultivo in vitro .....	17
8.11. Tipos de cultivo in-vitro .....	17
8.11.1. Cultivos organizados: cultivo de órganos o fragmentos.....	17
8.11.2. Cultivos desorganizados .....	17
8.12. Sábila (Aloe vera L.) .....	17
8.12.1. Descripción.....	17
8.12.2. Requerimientos .....	18
8.12.3. Cultivo .....	18
8.12.4. Propiedades.....	18
8.13. Medios de cultivos.....	19
8.13.1. Medio de cultivo de Murashige y Skoog.....	19
8.13.2. Medios de cultivo de Phytamax.....	19
8.13.3. Woody Plant Medium.....	19
8.14. Reguladores de crecimientos.....	20
8.14.1. 6-Benzylaminopurine (BAP).....	20
8.14.2. Zeatina (Z) .....	20
8.14.3. Sacarosa .....	20
8.14.4. Agar .....	21
8.15. Etapas de cultivo in vitro.....	21
8.15.1. Fase 0: Preparación de la planta madre .....	21
8.15.2. Fase 1: Desinfección del material.....	22
8.15.3. Fase 2: introducción del material In-vitro .....	22
8.15.4. Fase 3: Multiplicación .....	22
8.15.5. Fase 4: Enraizamiento .....	23
8.15.6. Fase 5: Aclimatización .....	23
8.16. Proyecto de investigación realizado .....	23
9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS .....	26
10. METODOLOGIA.....	26
10.1. Localización y duración .....	26
10.2. Condiciones agro-meteorológicas .....	26

10.3.	Materiales y equipos.....	27
10.3.1.	Medio del Cultivo.....	28
10.4.	Tratamientos de estudio.....	28
10.5.	Diseño experimental.....	29
10.6.	Esquema del experimento.....	29
10.7.	Manejo del ensayo.....	30
10.7.1.	Desinfección de la semilla (Explante).....	30
10.7.2.	Germinación de la semilla.....	30
10.7.2.1.	Siembra del explante (semilla).....	30
10.7.3.	Etapas de multiplicación.....	31
10.8.	Variables evaluada.....	32
10.8.1.	Porcentaje de contaminación.....	32
10.8.2.	Longitud de brote (cm).....	33
10.8.3.	Número de hojas por explante.....	33
10.8.4.	Número de brotes formados por explante.....	33
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
11.1.	Protocolo establecido.....	33
11.1.1.	Protocolo de recolección y selección.....	33
11.1.2.	Protocolo desinfección y preparación del material vegetativo.....	33
11.1.3.	Establecimiento in vitro.....	34
11.1.4.	Multiplicación apical del tomate riñón in vitro.....	35
11.1.5.	Enraizamiento y Aclimatización.....	35
11.2.	Porcentaje de contaminación.....	35
11.3.	Longitud de los brotes (LB).....	36
11.4.	Número de hojas por explante (NHE).....	37
11.5.	Número de brotes por explante (NBE).....	38
12.	ANÁLISIS DE COSTO.....	40
13.	IMPACTO (técnico, social, ambiental o económico).....	41
13.1.	Técnicos.....	41
13.2.	Social.....	41
13.3.	Ambiental.....	41
13.4.	Económicos.....	41
14.	PRESUPUESTO.....	42
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
15.1.	Conclusiones.....	43
15.2.	Recomendaciones.....	44
16.	BIBLIOGRAFIA.....	45
17.	ANEXOS.....	53

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	7
Tabla 2: Composición nutricional del tomate. ....	11
Tabla 3: Condiciones agro meteorológicas del cantón cevallos.....	26
Tabla 4: Condiciones agro-meteorológicas en el laboratorio.....	27
Tabla 5: Materiales y equipos.....	27
Tabla 6: Medio de cultivo y reguladores de crecimiento para un litro de solución. ....	28
Tabla 7: Tratamientos de la investigación.....	28
Tabla 8: Esquema de análisis de varianza. ....	29
Tabla 9: Esquema del experimento. ....	29
Tabla 10:Concentraciones de dosis por litro de cada solución que se realizó en la etapa de multiplicación. ....	32
Tabla 11: Resultado de longitud de los brotes (lb) durante los 45 días.....	37
Tabla 12: Resultado de número de hojas por explante (nbe) durante los 45 días. ....	38
Tabla 13: Resultado de número de brotes por explante (nbe) durante los 45 días. ....	39
Tabla14: Análisis de costos de la investigación realizada.....	40
Tabla 15: Presupuesto de la investigación.....	42

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Porcentaje de explantes de contaminados de los 22 días antes de ser ingresado a las etapa de multiplicación.....	36
--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Hoja de vida del docente tutor .....	53
Anexo 2. Hoja de vida del estudiante investigador. ....	54
Anexo 3. Hoja de vida del estudiante investigador. ....	56
Anexo 4: Preparación del material de partida de tomate.....	59
Anexo 5: Desinfección del material de partida de tomate.....	59
Anexo 6: Fase de introducción in vitro. ....	61
Anexo 7: Fase de multiplicación de tomate.....	62
Anexo 8: Fotografías de diferentes tratamientos.....	64
Anexo 9: Variables a evaluadas.....	65
Anexo 10: Fase de aclimatación.....	67
Anexo 11. Análisis del anti-plagió. ....	69

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Título del proyecto

“Micropropagación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L*) con diferentes medios de cultivo en el Cantón Cevallos Provincia Tungurahua.”

**Tiempo de ejecución:** 6 meses

**Fecha de inicio:** Febrero 2021

**Fecha de finalización:** Agosto 2021

**Lugar de ejecución:** Laboratorio de biotecnología (VITRO PLANTA) que se encuentra ubicado en el Cantón Cevallos Provincia Tungurahua

**Facultad que auspicia:** Facultada de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:** Al Sector Agrícola

**Equipo de trabajo:** González Albarracín Hermes Adán

Lema Shucad Jorge Luis

Tutor: Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

Tutor externo: Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián

**Área de Conocimiento:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**Línea de investigación:** Desarrollo de Seguridad Alimentaria

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Producción Agrícola Sostenible

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El tomate (*Solanum lycopersicum L*) es la hortaliza más cultivada en todo el mundo, posee una gran demanda y rentabilidad económica a nivel mundial dentro de la producción agrícola, debido a su trayectoria en la agricultura y a sus beneficios que tiene en la salud, en la alimentación y en la economía, en el país la producción de este cultivo es beneficiosa a las condiciones climático que tiene la zona productora, los requerimiento de clima del cultivo permiten el desarrollo y reproducción de la planta, Por otro lado al momento de adquirir una planta de calidad, resulta una inconveniencia por lo que no cuenta con una norma de fitosanitario, lo cual afecta a la viabilidad de la producción, influyendo a que la planta sea más propensa a ataque de diferentes tipos de patógenos, y así reduce su desarrollo óptimo del cultivo.

La investigación se desarrolló en el laboratorio de biotecnología “VITRO PLANTAS” perteneciente al Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua, el proyecto de baso en la micropropagación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L*) con diferentes medios de cultivos, por lo cual se estableció un protocolo de micropropagación para realizar la propagación de tomate, los pasos realizados fueron una selección y desinfección total del material de inicio antes de la introducción al laboratorio, luego se realizó una selección de las semillas para la introducción en un medio a base de agar para la germinación in vitro, a los 22 días después se procedió a la micropropagación del material de tomate en los respectivos tratamientos en estudio con un total de 40 frascos de cultivos con diferentes tipos de reguladores de crecimiento ( Bencilaminapurina y Zeatina) y un testigo para poder llegar a determinar cuál de las hormonas es más eficaz, además se determinó como influye al adicionar diferentes concentración de *Aloe vera* en el desarrollo morfológico del tomate, y así se evaluó las diferentes variables en estudio tales como el porcentaje de contaminación, longitud de brotes, número de brotes formado por explante, número de hojas por explante.

Debido a la utilización de los reguladores de crecimiento que emitieron con el desarrollo vegetativo del cultivo. La Bencilaminapurina está hormona estimula en la activación de la divisio celular en el embrión contribuyendo a su desarrollo y promoviendo la germinación y el crecimiento en algunas especies. La Zeatina es una fitohormona que estimula la germinación y

por lo general al conjunto de frutos, contrarresta la dormancia, retarda el envejecimiento de hoja y frutos, mejora la floración y la formación de brotes.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el Ecuador el cultivo de tomate es una de las actividades hortícolas más representativa ya que este cultivo se desarrolla en cualquier tipo de suelo, por lo que se menciona que este cultivo posee una superficie de sembrada de 1.353,00 Has y la producción es de 13.121,00 toneladas métricas (Déleg & Merchán, 2015).

Según (FAO) Las pérdidas de plantas obtenidas en los semilleros se realizan en bloques o en macetas de diferentes diámetros, incluso aunque el cultivo se haga en un sustrato, la producción en semillero va a tener un influencia con la contaminación por nematodos. La influencia directa de las pérdidas de producción y afectación económica, se dará por el mal manejo de las plantas en los semilleros.

Es por esto que surge la necesidad de aplicar nuevas herramientas biotecnológicas en este importante cultivo, para mejorar la obtención de plantas destinadas a la producción. Algunas entidades del país ya están realizando propagación in vitro a través de meristemos axilares, lo que garantiza la obtención de plantas libres de algunas enfermedades vasculares, además existen cultivos establecidos con estas plantas y los resultados en rendimiento y la calidad promisorios.

El material vegetativo se obtuvo a partir de la germinación de semilla in-vitro en un medio a base de agar, para así obtener explantes libres de agentes externos que puedan influir en la contaminación del estudio.

El método consiste en cultivar asépticamente el “meristemo apical” proveniente de la planta madre, en un medio nutritivo artificial; luego, mediante la adición de reguladores de crecimiento al medio de cultivo, se estimula la multiplicación y la obtención de plantas completas debido a la totipotencia inherente en las células vegetales.

La multiplicación in vitro ha permitido la reproducción masiva de la especie para plantaciones comerciales. Sin embargo, una de las limitantes para la propagación in vitro de *Solanum lycopersicum*, ha sido la altamente garantizando la calidad genética, o a nivel de laboratorio

generando ingresos económicos para quienes desarrollan la multiplicación de este tipo de material.

Como resultado, se desarrolló un protocolo de micropropagación de tomate, in vitro que permitan la reducción de pérdidas económicas a los productores al adquirir plantas en viveros, las cuales están propensas a las plagas y enfermedades, este protocolo permitió obtener nuevas plantas con mayor calidad genética, resistencia a cualquier patógenos e incluso genera la reducción de los costos de producción, determinándolo un cultivo altamente rentable a nivel nacional.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **Beneficiarios Directos:**

Los beneficiarios directos con la realización de este proyecto fueron los pequeños y medianos agricultores a nivel nacional especialmente aquellos que se enfocan a la producción de tomate ya que con esto podrán mejorar la productividad de sus fincas o invernaderos y ampliar sus destrezas y así poder adquirir las plantas con mayor viabilidad de producción.

##### **Beneficiarios Indirectos:**

Esta investigación beneficio indirectamente a la comunidad académica de la Universidad Técnica de Cotopaxi entre ellos los estudiantes y docentes del área de Agronomía, de acuerdo a los resultados obtenidos se admitirá desarrollar otras investigaciones y así poder adquirir nuevos conocimientos a través de estas técnicas.

#### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué efecto tiene la micropropagación de tomate frente a la producción del cultivo?

El tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo, en el año 2015 por lo que la producción mundial de este vegetal va tomando un incremento de un en 4% con respecto al año 2013, esta aceleración en el crecimiento se debe al incremento de la producción de los principales agricultores a nivel mundial debido a condiciones climáticas favorable (Pilco, 2018).

(INEC, 2019) Menciona que el Ecuador posee una totalidad de 3.333 hectáreas con una

producción total de 6.1426 toneladas métricas. Por lo que la región de la Sierra con un 75.35% y como segundo productor la Costa con un 24,65%. Citado por (Pilco, 2018)

Según las encuestas del (Banco Central del Ecuador, 2017) En las provincias de: Tungurahua, Chimborazo, Imbabura y Loja, la superficie sembrada en el primer trimestre de 2017, fue menor para el 41% de los productores entrevistados; el 29% consideró que se ha mantenido igual y el 30% manifestó que fue mayor. En cuanto a los rendimientos por hectárea, éstos serían menores para el 24% de los entrevistados; mientras que el 65% indicó que serán iguales, y apenas el 11% dijeron que serían mayores.

La reproducción de tomate (*Solanum lycopersicum L*) a partir de meristemas apicales permite mantener las características genéticas de la especie, pero muchas de las veces se da una degradación del material vegetativo, es por ello que se busca incrementar la producción de plántulas con métodos viables, que no tengan impacto en el medio ambiente y que sean económicamente accesibles para los productores.

El costo de las plántulas ha incrementado los costos de producción, sumada a la mala calidad, mucha de las veces hace que los rendimientos sean bajos y por una inadecuada selección de material vegetativo que siembran los productores.

Con la ayuda de la micropropagación vamos a obtener explantes con características similares a la planta madre, en un ambiente controlado con el empleo de los medios de cultivos las plantas que se obtiene en dicho proceso tendrán un buen material vegetativo, además se proporciona a los productores plantas libres de agentes patógenos.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

Desarrollar la micropropagación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L*) con diferentes medios de cultivos en el Cantón Cevallos Provincia Tungurahua.

### **6.2. Objetivos Específicos**

- Establecer un protocolo de micropropagación para el cultivo de tomate.
- Evaluar el medio de cultivo adecuado para la multiplicación in vitro del cultivo de tomate, utilizando diferentes tipos de reguladores de crecimiento.
- Determinar el mejor regulador de crecimiento para la micropropagación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L*).

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

**Tabla 1:** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	VERIFICACIÓN
Establecer un protocolo de micropropagación para el cultivo de tomate.	Estudiar los distintos protocolos que se utilizan para el manejo de la micropropagación en otros cultivos.	Guía respetiva de protocolo a utilizar en la micropropagación.	El protocolo encaminado en la investigación realizada
Evaluar el medio de cultivo adecuado para la multiplicación in vitro del cultivo de tomate, utilizando diferentes tipos de reguladores de crecimiento.	Ejecutar esterilizaciones mediante soluciones de alcohol, hipoclorito de sodio y agua destilada para eliminar cualquier tipo de agentes patógenos.	Porcentaje de contaminación.	Frascos contaminados
Determinar el mejor regulador de crecimiento para la micropropagación del cultivo de tomate ( <i>Solanum lycopersicum L.</i> )	Elaboración de los medios de cultivos dentro del laboratorio.  Introducción de los explantes en los dos medios de cultivo con diferentes reguladores de crecimientos.	Longitud del brote.  Número de hojas por brote.  Número de brotes por explantes.	Libreta de la laboratorio

Elaborado por: González y Lema (2021)

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1. Tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*)

#### 8.1.1. Generalidades

El cultivo de tomate es una planta que se originó en los Andes de América del Sur. Especialmente en Perú, Ecuador y Chile; también hay algunas plantas emparentadas, los tomates son parte de la flora nativa de las islas Galápagos. Todavía actualmente se encuentra en una variedad de entornos diferentes que representan la fuente de investigación y mejoramiento genética de esta especie para mantener ciertos tipos de resistencias a patógenos entre otros factores (Sigcha, 2015).

Por otro lado el autor Guamán, A. (2019) menciona que el tomate nativo (*Solanum lycopersicum Mill.*) de Sudamérica se introdujo en Europa en el siglo XVI y luego se domesticó en la ciudad de México. El proceso de mejoramiento según los principios básicos de la genética mendeliana tuvo su iniciativa en el siglo XIX. Su origen es la ubicación actual entre los países de la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia), luego fue llevado a México como centro de propagación de esta especie, su nombre es lengua náhuatl (azteca) tomatl, donde comienza su domesticación de la especie posteriormente se extendió a otras partes del mundo.

Según Morales, K. (2016), indica que el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es una planta de la familia de las solanáceas, que tienen un comportamiento perenne lo cual es cultivada anualmente. Puede desarrollarse de forma semierecta, erecta o rastrera. Existen diferentes variedades de crecimiento determinado y otras variedades con crecimiento indeterminado, como este tipo de crecimiento se considera ser cultivada bajo invernaderos. El tomate es considerado como una planta de clima templado, es muy sensible a las heladas y a las altas temperaturas. Por lo tanto, es recomendable establecerlo en un clima templado. Donde la temperatura y la luz son factores ecosistema que tiene el mayor impacto en el tamaño de frutos y flores.

Ausay, E. (2015), argumenta que este vegetal posee una gran fuente de vitaminas A y C y cantidades menores de vitamina B y D, además de ser rico en aminoácidos y en ácidos orgánicos. Puede ser consumida en todo los países de manera fresca, conservando a lo natural o elaborado en extracto concentrado.

El cultivo es de gran importancia social, debido a sus requerimientos de obras que tiene gran demanda en el proceso productivo, donde la parte mayor son en el casos de explotación familiar con un objetivo de estabilizar sus condiciones económicas (Ausay, 2015).

## **8.2. Situación de cultivo en el Ecuador**

### **8.2.1. El cultivo de tomate en el Ecuador**

En la actualidad, este cultivo ocupa un gran impacto en el mundo con tres millones de hectáreas, su registro de promedio de producción es de 85 millones de toneladas. Los cultivadores principales se encuentran en Europa y América Central y del Sur, con unas producciones totales de 400.000 y 330.000t. (Matheus, 2015)

Según ODEPA, (2012) citado por (Guanoluisa, 2014) argumenta que el Ecuador en el año 2009 su consumo de tomate riñón es de 4 kg/persona siendo un promedio bajo en la sociedad ecuatoriana, también países como Argentina su consumo es 16,9 kg/persona/año y Chile consumen un 31,7kg/persona/año.

### **8.2.2. Superficie cultivada**

Según INEC, (2013) afirma que en el año 2012 en el Ecuador la superficie sembrada y cultivada a nivel nacional fue 31,15 km<sup>2</sup>, donde su producción de 62.956 TM y las ventas de 61.420 TM. SINAGAP, (2013) menciona que los principales productores que cultivan este tipo de hortaliza son de las provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Azuay, donde se estima que su producción de tomate es el 30% bajo invernadero citado por (Guanoluisa, 2014).

Por otro lado Déleg y Merchán, (2015), menciona que en el Ecuador el principal sector productivo es el agropecuario que prevalece en las áreas rurales, donde su superficie agrícola es de 7,32 millones de hectáreas. Además sus cultivos la gran parte es permanentes, temporales y barbecho. El cultivo de tomate empieza su ciclo de producción a partir de los tres a los cinco meses, esto será reflejado dependiendo de la variedad. Por lo que los productores pueden llegar a cosechar en cinco hectáreas una totalidad 350 cajas, con un peso promedio que van desde los 18 kilos cada una.

### **8.2.3. Importancia Económica**

El riñón tomate es un cultivo de mayor importancia en las áreas de las hortalizas de acuerdo a sus altos contenido de composición nutricional y es cultivada en los lugares tropicales y subtropicales de los diferentes países. Dentro de los lugares de climas templados es cultivado bajo condiciones de invernadero, lo cual puede producirse en cualquier época del año, y que disponga de su respectivo sistema de riego y de la infraestructura adecuada para el cultivo (Barahona y Manobanba, 2015).

Según SINAGAP, (2013) indica que la producción de tomate de mesa en el mercado nacional en los últimos 10 años ha representado variación en el marco de precio de finca, establecido en el 2004, el precio equivalente a la cajas de kilogramos, es un precio de 25 dolares para las cajas de 20 kg, donde el precio de 14 dolares se registro en el año 2008, mientras para las cajas de 15 kg fue un valores de 16 dolares en el 2013, donde los precios establecido han incitado a los agricultores dispongan dar la vuelta su actividad, donde refleja una alta presión sobre el mercado que se manifieste con un ampliación del precio o una caída del misma por las exportaciones que se efectúan para satisfacer la demanda de los ecuatoranos en el mercado nacional citado por (Guanoluisa, 2014).

### **8.2.4. Composición nutricional del tomate**

Gottau, G. (2009), menciona que el cultivo de tomate es una alimento muy saludable, que es consumida casi en toda la época del año, porque contiene una gran cantidades de contenido nutritivos. Además tiene un sabor rico, el tomate posee pequeñas cantidades de calorías y casi no contiene grasa. Por otro lado su aportes de vitaminas y su carotenos son riqueza, hacen que el tomate sea un excelente antioxidante.

**Tabla 2:** Composición nutricional del tomate.

<b>Componentes por cada 100g de tomate fresca</b>		
<b>Factores Nutricionales</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
Valor energético	22,00	Kcal
Grasa	0,11	G
Carbohidratos	3,50	G
Fibra	1,40	G
Agua	94	G
Proteínas	1,00	G
Vitamina A	82,30	Ug
Vitamina B6	0,11	Mg
Vitamina B12	0,00	Ug
Vitamina C	26,00	Mg
Vitamina D	0,00	Ug
Vitamina E	1,2	Mg
Calcio	11,00	Mg
Hierro	0,60	Mg
Magnesio	10,00	Mg
Fosforo	27,00	Mg
Zinc	0,22	Mg
Potasio	290	Mg
Sodio	3,00	Mg
Yodo	7,00	Ug
Selenio	Tr	Ug

**Fuente:** (Moreiras y Col, 2013)

Según Bedón, A. (2016), agurmento que las propiedades nutricionales del tomate es muy beneficiable para la salud humana ya que previene las enfermedades presente como el cáncer, el sistema nervioso, sistema inmunológico, reduce las tasa de colesterol en la sangre y controla la glucosa en la personas diabeticos y ademas mejora la vista por su alto contenido en provitamina A. Por otro lado los antioxidantes ayuda a reducir riegos cardiovasculares y cerebrovasculares en ser humano.

### **8.3. Descripción**

#### **8.3.1. Semilla**

La planta de tomate posee semilla aplanada y de una forma lenticelar y sus dimensiones son de 3 a 5 mm de diámetro. La calidad de una semilla debe tener un proceso de germinación alcanzable al 95%, en un promedio de semilla de unos 300 a 350 que equivale a un gramo (Espina, 2009).

### **8.3.2. Raíz**

La planta presenta una raíz principal que llega a desarrollarse unos 2,5 cm a diarios hasta alcanzar su 60 cm de profundidad, es decir que la raíz se encuentra muy cerca de la superficie el mismo que poseen raíces ramificadas y adventicias, donde el sistema radicular presenta una amplia extensión y diámetro de 1,5cm \* 1,5cm de profundidad, al momento de cultivar bajo sistema de transplante, sus sistemas radiculares son más fibroso y posee gran cantidades de raíces laterales en las plantas (Vela, 2010).

### **8.3.3. Tallo**

La planta presenta un tallo angulosos, gruesos y de color verde. Además tienen un tallo secundario que se surgen de las axilas de las hojas y forman hojas y racimos de flores. El tallo principal tiene un diámetro 2 a 4cm y en la parte superior es delgada, así como también está compuesto de pelos glandulares, cilindro vascular, corteza y tejido medular de la planta (López, 2017).

### **8.3.4. Hojas**

Según Amaguaña, L. (2009), menciona que las hojas son compuestas y pinnadas, una hoja llega a medir 0,5m de largo y poseen de 7 a 11 foliolos peciolados terminal y laterales, además su superficie está compuesto de pelos que conservan un fuerte olor particular de la planta.

### **8.3.5. Flores**

El tomate posee una flor perfecta. Que se constituye de 5 a 8 sépalos, sus pétalos son de color amarillo de carácter helicoidal y los estambres que se alternan con los pétalos. Las flores se concentran en la inflorescencia determinada racimos. Donde la primera flor se forma a partir de la yema apicales, y para el desarrollo de la de las inflorescencias la planta debe poseer de 2 a 3 hojas en las axilas (García, 2019).

### **8.3.6. Frutos**

Según Gonzales, J. (2016), afirma que el fruto de este cultivo es una baya piriforme o globosa, en su maduración presenta un color rojo y en otras se observan coloraciones amarillentas, anaranjadas, rosadas, esto depende de las variedades sembradas. La baya posee una superficie acostillada y lisa, además en su interior se presentan determinadamente los lóculos carpelares.

## **8.4. Requerimiento edafoclimáticas**

### **8.4.1. Suelo**

Tal como Pindo, D. (2013), afirma que el cultivo de tomate demanda de un suelo esponjoso, penetrable y profundo con cantidades mayores de materia orgánica, para su proceso de humidificación. Al momento de iniciar nuestro cultivo se debe realizar un análisis físico y químico de la superficie del suelo en conjunto con los estudios de agua de riego, con los respectivos resultados de laboratorio tenemos bien claro en qué condiciones se va a desarrollar el sistema de riego y verificar las cantidades necesarias de nutrientes debemos aplicar al suelo.

### **8.4.2. Clima**

Para que el cultivo de tomate, pronuncie su potencial de producción y calidad pretende de unas condiciones climáticas específicas. Además para obtener una buena producción la temperatura de la noche debe perturbar entre 15° y 20°C, bajo su condición de escarcha y también cuando la temperatura esté por debajo de los 10°C, la planta no alcanza su óptimo crecimiento y afecta a su proceso de fructificación. Por lo tanto cuando la temperatura supere los 40°C y su promedio nocturno es más 25°C, esto hace que reduzca la viabilidad del polen y afecte su producción de frutos. Dentro de la humedad relativa de variar de 55° a 65°C para el establecimiento del cultivo. En Ecuador el cultivo de tomate progresa entre los climas cálidos a frío moderado, donde su altitud es 0 a 3.000 m.s.n.m. (Pindo, 2013).

### **8.4.3. Temperatura**

De acuerdo con Pinargote, J. (2020), define que la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del cultivo es de 20° y 30°C a través de los días y por las noches requiere de una

condición óptima entre 10° y 17°C. Con las temperaturas superiores a los 30°C intervienen en la fecundación de los óvulos y de la frutificación, además afecta el cuajado y desarrollo de los frutos, así reduciendo la tasa de crecimiento y la biomasa de la planta, en el tomate para lograr su mejor crecimiento debe tener una temperatura aproximadamente de 18° a 24°C.

#### **8.4.4. Humedad**

Arana, D. (2016), señala que para su desarrollo y crecimiento del cultivo requiere de una humedad relativa óptima de un 65% a un 75%. Una excesiva de humedad relativa beneficia al desarrollo de enfermedades al follaje de la planta, así provocando un agrietamiento de los frutos y una deficiencia en la fecundación, en cuanto al polen se petrifica, así produciendo un aborto en las partes de las flores de la planta.

#### **8.4.5. Luminosidad**

El cultivo de tomate requiere de los días soleados ya que beneficia para su óptimo desarrollo de la planta y conseguir una coloración equivalente en el fruto. En cuanto al invernadero la luminosidad es escasa, donde las plantas tienen un comportamiento extraño por la poca luz y tienden a un aislamiento en busca de la luz, los tallos se debilitan reduciendo el potencial de la producción en el cultivo. La luminosidad también implica en los procesos de desarrollo de la floración, la fructificación de la planta, debido que se disminuye la viabilidad de los polen, donde se limita la evapotranspiración y reduciendo la absorción de líquido vital y nutriente necesario para la planta, de acuerdo a estos factores la planta puede sufrir la pudrición apical del fruto (Acosta, 2016).

### **8.5. Variedad Floradade**

Según (BelAgro, 2019), afirma que el cultivo de tomate variedad Floradade fue desarrollada por la Universidad de Florida lo que es un cultivo que se adapta muy bien a las condiciones climáticas cálidas y húmedas. Esta planta es de un gran tamaño y su desarrollo es de una altura estable con abundante follaje y su ciclo de vida es tardío. Sus frutos son de un tamaño grande, por lo cual su forma es redonda con los extremos perfilados, sus coloraciones rojo, jointless (no conservan el peciolo luego de la cosecha). El fruto posee un gran sabor y son firmes, lo cual es

adecuado para su transportación de largas distancias. Dentro sus sanidad esta vaierdad es tolerante a diversas enfermedades como al (*Fusarium raza 1y2*), (*Verticillum raza 1*) y (*Gray Leaf Spot*).

Por otro lado el autor INIAP, (2001) menciona que el cultivo en su ciclo posee unas variaciones muy importantes, en las diferentes zonas agrícolas del país, por los factores determinantes como la densidad de siembra, la pericia de agua y nutrientes, las condiciones climáticas y variedades, posiciona claramente en la cantidad de días para llegar la producción optima citado por (Benavides, 2015)

### **8.6. ¿Qué es Biotecnología?**

Según la FAO, (2005) define que la biotecnología es una de las técnicas más empleada en los organismos vivos así adquiriendo sustancias de las mismas, para establecer o transformar un nuevo producto con fines investigativo, la biotecnología es aplicable en todo lo sentido de los organismos como son: las bacterias, virus, animales y las plantas, lo cual resulta unos de los elemento más importante dentro de la industria modernas, en la medicina y como también en la agricultura.

### **8.7. Agro Biotecnología**

Según Rocha, P. (2001) menciona que la agrobiotecnología es una tecnología eficaz, constituida por numerosas y variadas técnicas. Dentro de ellas están las de hibridación, el cultivo in vitro de células y tejidos, la fermentación, el control biológico con microorganismos y algunas que no utilizan organismos vivos. En el presente artículo se describen brevemente algunas de ellas y se presentan conceptos que permiten aclarar la relación de la transgénesis, una de las múltiples técnicas, con la agrobiotecnología.

Los autores (López & Cano, 2021) mencionan entre las herramientas que son fundamentales para la biotecnología vegetal se encuentran los estudios de transformación genética de las plantas mediante *Agrobacterium*, biobalística, nanobalística, CRISPR/Cas9; el uso de Marcadores moleculares para asistir el mejoramiento genético vegetal, y la medición de la variabilidad genética para la detección de patógenos, las tecnologías ómicas y la bioinformática.

## **8.8. Aplicaciones de la biotecnología en vegetales**

(CAR/PL, 2002) afirma que se pueden hacer dos clasificaciones de la biotecnología, una horizontal que distingue por las técnicas utilizadas y otra clasificación vertical que se centran en los sectores de aplicación a la industrialización, por lo tanto se detallan a continuación las diferentes aplicaciones:

- ADN recombinante (ingeniería genética).
- Cultivo De Tejidos Vegetales.
- Cultivo De Células De Mamífero.
- Biocatalizadores.
- Tratamiento Y Reutilización De Productos Residuales Por Métodos Biotecnológicos (Biorremediación).
- Fermentaciones.
- Obtención Biotecnológica De Combustibles Y Materia Prima Orgánica Como Alternativa Al Petróleo.
- Ingeniería De Procesos Biotecnológicos.

## **8.9. Cultivo de tejidos vegetales**

Los Autores (Godoy et al., 2010) menciona que en cuanto al cultivo de vegetales tenemos los siguientes:

- Cultivo invitro
- Cultivo de protoplastos. Híbridos somáticos
- Variación somaclonal
- Obtención de plantas haploides
- Estudios moleculares en el CTV
- Metabolismo secundario
- Morfogénesis in vitro. Organogénesis y embriogénesis somática

## **8.10. Cultivo *in vitro***

Amaro, M. (2018) menciona que el cultivo vegetal *in vitro*, que surge como alternativa al cultivo tradicional de plantas medicinales, es una tecnología que permite mantener y desarrollar células vegetales, tejidos, órganos o incluso plantas completas en un medio artificial (sólido o líquido) que contiene factores de crecimiento y en unas condiciones ambientales óptimas para su desarrollo. Este tipo de cultivos involucra células con diferente grado de diferenciación. Pueden cultivarse plantas enteras, semillas, órganos o células no diferenciadas (generalmente propagadas a partir de callos) y algunos de estos tipos de cultivos pueden ser interconvertibles mediante el uso de fitohormonas.

## **8.11. Tipos de cultivo *in-vitro***

Estos se pueden organizar en dos grupos los cuales son:

### **8.11.1. Cultivos organizados: cultivo de órganos o fragmentos**

Sería el cultivo de semillas, fragmentos de órganos o tejidos. Son ejemplos de uso habitual el cultivo de ápices meristemáticos (principalmente el ápice de tallo), los cultivos nodales, los embriones cigóticos, así como fragmentos radicales con o sin ápice (Pelacho, Closas, & Sanfeliu, 2005).

### **8.11.2. Cultivos desorganizados**

(Pelacho, Closas, & Sanfeliu, 2005) Pueden ser cultivos de una o varias células relacionadas, o incluso de diferentes orgánulos celulares. Son ejemplos de cultivos de este tipo “desorganizado” el Cultivo de células indiferenciadas agregadas (conocido como callo), agregados celulares (clusters), células aisladas, microsporas, protoplastos, orgánulos celulares.

## **8.12. Sábila (*Aloe vera L.*)**

### **8.12.1. Descripción**

El *Aloe vera L.* o *Aloe barbadensis miller* es una planta suculenta tipo cactus que pertenece a la familia Liliaceae y que crece comúnmente en climas tropicales, tiene un tallo corto y una altura

promedio que va desde los 50 cm hasta los 70 cm cuando alcanza su madurez en cuatro o cinco años. Sus hojas suculentas dispuestas en roseta están compuestas por tres capas, la externa, compuesta por la corteza o exocarpio que representa del 20 al 30 % del peso de toda la planta y es de color verde o verde azulado; la central llamada parénquima, también conocida como filete, pulpa o gel, la cual es transparente y tiene una matriz gelatinosa y fibrosa y representa del 65 al 80 % del peso total de la planta; y entre el exocarpio y el parénquima, ocupando toda la superficie interna de la hoja. (Bonilla & Jiménez, 2016).

Por otro lado Agrolanzarte, (2012), afirma que el *Aloe vera* o sábila es una planta perenne herbácea originaria de África tanto del norte como de este y se cultiva en las Islas Canarias, esta tiene un aspecto suculento, esta especie presenta un rizoma largo y su tallo es corto en el cual se agrupan las hojas su tamaño puede variar desde los 0,30m hasta los 3 m dependiendo de la especie, el tamaño de sus hojas lanceoladas de entre 0,30 m a 0,60 m de longitud.

### **8.12.2. Requerimientos**

Para un correcto desarrollo esta planta requiere las siguientes condiciones de temperatura de entre 19 y 25 °C y es muy susceptible a heladas, además de requerir suelos ligeramente ácidos, sueltos, frescos, poco profundos y con buen drenaje (Agrolanzarte, 2012).

### **8.12.3. Cultivo**

Según Ramirez, G. (2003), menciona que la propagación se realiza mediante hijuelos y por semilla Botánica. Requiere de suelo aparente calcáreo, suelto y bien drenado, desarrollándose aceptablemente en suelo franco arenoso con buen aporte de materia orgánica. El distanciamiento de siembra es de 0,60 x 0,60 m. Se cosecha durante todo el año cortando las hojas más bajas.

### **8.12.4. Propiedades**

Sus hojas poseen tres capas como son externa o corteza protectora, una intermedia de látex en forma de jugo de color amarillo y una interior en una formación de gel espeso y gelatinoso con el 99% de agua y un conjunto de sustancias y compuestos. El *Aloe vera* está formado por 10 vitaminas (A, B1,2 y3, C, E, etc), y posee 20 minerales (germanio, hierro, calcio, fósforo,

potasio, etc), también está constituido por 20 aminoácidos, fibra soluble, oligoelementos, enzimas entre otros (Sánchez, 2020).

### **8.13. Medios de cultivos**

#### **8.13.1. Medio de cultivo de Murashige y Skoog**

En el año de 1962 los investigadores Murashige y Skoog, establecieron un medio de cultivo con el que obtuvieron un desarrollo acelerado de tejidos vegetativos en el tabaco. Hoy en día, los componentes de este medio nutritivo, son utilizados exitosamente en la mayoría de las especies vegetales. A partir del año de 1970 se ha formulado un sin número de ensayos con el fin de estudiar su comportamiento en el estudio de la embriogénesis, organogénesis, hibridación, diferenciación, fitopatología, citología, muta génesis, producción de metabolitos secundarios y finalmente en la modificación genética asistida por marcadores moleculares. Citado por ( Sharryi et al., 2015).

#### **8.13.2. Medios de cultivo de Phytamax**

Este medio de cultivo tiene un formulación que nos aporta los siguientes elementos para el desarrollo de los explantes, 825 mg de Nitrato de amonio, 3.1 mg Ácido Bórico, 166mg de Cloruro de calcio , 0.0125 de cloruro de Cobalto, 0.0125 de sulfato cúprico, 37,24mg Na<sub>2</sub> EDTA, 27.85 Sulfato Ferroso, 90,37 de Sulfato de magnesio, 8,45 de Sulfato de Manganeseo.

Los autores (Gutiérrez, Ávila, & Magaña, 2021) menciona que el medio Phytamax agregado con banano promovió la germinación en un 9,3%, siendo una opción de bajo costo y facil producción la germinación en un 8%. El mejor desarrollo de las plántulas se registró en el medio Phytamax sin PGR.

#### **8.13.3. Woody Plant Medium**

Su formulación es una mezcla de nutrientes inorgánicos, sales, vitaminas y aminoácidos, proporciona todo esencial para el desarrollo del cultivo, contiene los siguientes nutrimentos NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 400 mg, Mg SO<sub>4</sub> 370 mg, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 170 mg, CaC<sub>12</sub>. 2H<sub>2</sub>O 96 mg, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 4H<sub>2</sub>O 556 mg, K<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> 990 mg, además de los Quelatos Na<sub>2</sub> EDTA. 2H<sub>2</sub>O 37.2 mg, FeSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O 27.8 mg y

los Microelementos  $\text{H}_3\text{BO}_3$  6.2 mg,  $\text{Mn SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  22.3 mg,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  8.6 mg,  $\text{Na}_2\text{Mo O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.25 mg,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0.25 mg. (Parada & Villegas, 2009).

Los mismo autores (Parada & Villegas, 2009) menciona que para la multiplicación de brotes, el medio de cultivo WPM adicionado con 2 mM de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  más 2.5  $\mu\text{M}$  de BA, produjo el máximo número de brotes (20.4), los brotes más largos (13.7 mm) y sin problemas de hiperhidratación.

## **8.14. Reguladores de crecimientos**

### **8.14.1. 6-Benzylaminopurine (BAP).**

Según Polo et al., (2003), menciona que es de la familia de las Citoquininas, que estimula la división celular, promueve la formación de capullos laterales, induce los cambios metabólicos, la floración y la fructificación e inhibe el envejecimiento de las plantas. Por lo que las citoquininas constituyen un conjunto de fitohormonas que incide la diferenciación y división celular. Dicho conjunto de hormonas no se puede encontrar de forma artificial ya que consiste en dar origen al proceso de formación de los órganos de todas las plantas lo cual hace que esta hormona sea totalmente vegetal y no es necesaria tenerla artificialmente.

### **8.14.2. Zeatina (Z)**

De acuerdo con Porta & Jiménez, (2019), expresa que la zeatina es una hormona vegetal, que pertenece al grupo de las citocininas, cuya función principal es estimular la división celular en tejidos no meristemáticos que se sintetiza en los plastidios y es transportada por el xilema.

### **8.14.3. Sacarosa**

Jeréz, L. (2008) Menciona que la sacarosa es un disacárido producido por la condensación de glucosa y fructosa, y tiene la fórmula empírica  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Se ha determinado que su estructura y configuración estereoquímica, La sacarosa tiene dos propiedades químicas predominantes: no es reductora y se hidroliza rápidamente. Se llama no reductora a la sacarosa porque no reduce el cobre del líquido de Fehling ni sus equivalentes; la razón es que los grupos reductores de los dos

monosacáridos integrantes están unidos con enlace glicosídico. Por lo cual es una buena fuente de energía para las plantas.

#### **8.14.4. Agar**

Según Cultimed, (2002), afirma que es un agente solidificante utilizado en medios de cultivo bacteriológicos y en otras aplicaciones (cultivo de tejido, difusión inmunológica, estudios nutricionales, etc.). El Agar es un poligalactósido que se obtiene a partir de algas rojas marinas. La mayoría de microorganismos son incapaces de degradarlo. Las concentraciones más habitualmente utilizadas en los medios de cultivo bacteriológicos son de 13-20 g/l para medios sólidos y 5-7 g/l para medios semi-sólidos. En las distintas aplicaciones, se precisan distintos grados de pureza. El tratamiento de un Agar y los métodos utilizados en su purificación dan, básicamente, 4 tipos de Agar: Agar Técnico, Agar Bacteriológico Tipo Americano, Agar Bacteriológico Tipo Europeo y Agar Purificado.

#### **8.15. Etapas de cultivo in vitro**

Esta abarca una serie de etapas que se deben de llevar acabo para la propagación in-vitro que se puede aplicar a varias especies vegetales, y dependiendo de la especie se podrán aumentar o simplificar de acuerdo a las características de las plantas. Por ello tenemos las siguientes fases o etapas:

##### **8.15.1. Fase 0: Preparación de la planta madre**

Según Castillo, A. (2003), plantea que en esta fase nos encargamos de seleccionar las plantas con la mejor calidad genética y además de que se encuentre libre de agente externos que perjudica su asepsia, así obteniendo un material vegetativo con un alto nivel de desarrollo y vigorosidad, con similitud a la planta madre. Por lo que la planta donadora en un régimen estricto de cuarentena en un invernadero bajo condiciones controladas. Para que la planta se encuentre libre enfermedades que puedan perjudicar a la investigación.

### **8.15.2. Fase 1: Desinfección del material**

Después de seleccionada la planta donadora, se extraen los explantes, que pueden ser meristemas, semillas, partes de hojas, secciones de raíces y yemas. Posteriormente se deben desinfectar los fragmentos de planta madre para eliminar los contaminantes externos. Los contaminantes externos más comunes suelen ser las bacterias y los hongos que se pueden encontrar en el ambiente. Luego de la desinfección del material vegetativo debemos mantener las condiciones de asepsia. Con la finalidad de mantener las condiciones libres de agentes patógenos, debemos mantenernos en la cámara de flujo laminar. Para la desinfección con hipoclorito de sodio, alcohol al 70% y agua esterilizada se debe colocar en frascos de vidrio. (Castillo, 2003).

### **8.15.3. Fase 2: Introducción del material In-vitro**

Para el establecimiento del cultivo luego de la desinfección del material con el que vamos a realizar la introducción en recipientes con medios de cultivo que permitirán su desarrollo. Si la desinfección no se ha realizado correctamente, en el medio de cultivo aparecerán a los pocos días hongos y/o bacterias que nos indicarán la necesidad de modificar las condiciones de desinfección. (Carmina & Picó, 2015).

### **8.15.4. Fase 3: Multiplicación**

A partir de la planta cultivada in vitro se pueden obtener yemas, que cultivadas en el medio de cultivo nos generarán nuevas plantas. Si al medio de cultivo se le añaden hormonas vegetales, se generarán nuevos brotes que aumentarán la tasa de multiplicación. También se puede optar por utilizar protocolos de regeneración adventicia utilizando distintos tipos de explantes en los que se formarán brotes, o inducirán embriones somáticos (según la vía de regeneración), si las condiciones de cultivo son adecuadas para la inducción de estos procesos. La metodología de multiplicación para cada genotipo dependerá de los protocolos que se hayan desarrollado para el mismo. El desarrollo de estos protocolos es un proceso empírico, pues no todos los genotipos responden de igual modo en un mismo medio de cultivo. Cuando se opta por protocolos de regeneración adventicia, en numerosos casos se produce formación de callos previa regeneración de las plantas, incrementando la probabilidad de regenerar algún variante somaclonal. (Carmina & Picó, 2015).

#### **8.15.5. Fase 4: Enraizamiento**

Citando a Carmina & Picó, (2015), expresa que algunos protocolos se obtiene plantas ya enraizadas durante la fase de multiplicación. Sin embargo, en numerosas ocasiones la formación de raíces requiere de la transferencia de las plantas a un medio de cultivo distinto que contenga reguladores de crecimiento, de tipo auxina, que induzcan la formación de las raíces. También, en algunos casos las plantas no enraizadas de la fase multiplicativa pueden enraizarse durante el proceso de aclimatación en túneles de enraizado, en los que se utilizan auxinas en la solución de riego.

#### **8.15.6. Fase 5: Aclimatización**

Las plantas enraizadas necesitan de un proceso de aclimatación que es clave para concluir con éxito el proceso de propagación. La transferencia directa de una planta cultivada in vitro a las condiciones de crecimiento in vivo supondría la muerte de la planta, pues las plantas cultivadas in vitro se mantienen en condiciones muy controladas de humedad y temperatura y se les proporciona todos los requerimientos nutricionales. La fase de aclimatación consiste en el cambio de condiciones ambientales y nutricionales de manera paulatina, para que la planta vaya aumentando su capacidad fotosintética, ejerza la regulación estomática y se vaya fortaleciendo. Tras este proceso, se podrá cultivar la planta en condiciones estándar de campo o invernadero (Carmina & Picó, 2015).

#### **8.16. Proyecto de investigación realizado**

Los autores (García et al., 2008), afirma que el *aloe vera* en la propagación in-vitro de plátano a través de meristemas apicales que provienen del 8vo subcultivo además de utilizar medios de cultivo solidos (con agar) y líquidos (sin agar), con concentraciones diferentes de sales minerales en el medio de cultivo MS con concentraciones de 100% y 50% en el medio sólido y de 75% y 38 % en el líquido, tanto para el medio sólido como liquido se adiciono concentraciones de 20 ml/L y 40 ml/L de Aloe vera, dando como resultado que el Aloe vera con la concentración de 20ml/L produce una mejor respuesta en el cultivo de banano ya que este presenta un mejor desarrollo del seudotallo, así mismo como la mayor longitud de hojas, no obstante no existe una

diferencia en el número de hojas entre los tratamientos, y dando como menor resultado que la menor eficiencia del desarrollo del medio es la concentración de 40ml/L.

Asimismo los autores (Rodríguez & Hechevarría, 2004), en sus artículo menciona que en la propagación de con la adición del gel de *Aloe vera*, para este experimento se utilizó material vegetativo básico tales como nodales los cuales fueron cultivadas sobre un medio nutritivo con el 3% de sacarosa y 0,8% de agar además del medio MS en los tratamientos con la adición ,T1 AIA, AIB, 6 BAP, T2 Extracto acuoso de gel de Aloe vera, T3 Extracto de *Salix humboldtiana*, T4 Extracto de *Calendula officinalis*, T5 Extracto de *Ocimum basilicum*, T6 Extracto de *Plecthranthus amboinicus*, T7 Extracto de *Plantago lanceolata*, T8 Extracto de *Plantago major*, T9 Extracto de *Matricaria recutita*, T10 Corteza y raíces de Aloe vera, por lo tanto los mejores resultados se obtuvieron del T2 (gel de A. vera) en la mayoría de las variables evaluadas, obteniendo como resultado el número de raíces siendo favorables siendo superior al T1 además el T3 (*S. humboldtiana*) obtuvo buenos resultados por debajo del T2.

Los autores (Boschi et al., 2017), mencionan en la evaluación del gel de Aloe veras en el enraizamiento de estaquillas de orégano, al momento de obtener las estaquillas se los obtuvieron con cortes de tijeras previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 0.5%, los tratamientos evaluados fueron Testigo Control, Aloe 50 g. kg de talco -1 Aloe50, Aloe 150 g. kg de talco -1 Aloe100, Aloe 200 g. kg de talco -1 Aloe150, IBA 500 mg. kg de talco -1 IBA 500, IBA 1500 mg. kg de talco -1 IBA 1500, IBA 2000 mg. kg de talco IBA 2000, por lo tanto exponen los resultados que un lapso de 15 días es un lapso de tiempo muy corto para observar la emisión de raíces, a los 30 días empezaron a notarse diferencias entre los tratamientos, observado que los tratamientos col aloe vera presentan entre el 12 y 64 %, por lo tanto La concentración de 150 g.l -1 de Aloe. kg de talco-1 fue la óptima en todas las variables analizadas; con esta concentración se obtuvo mayor porcentaje de estaquillas enraizadas, mayor longitud y número de raíces, además se aceleró y uniformizó el enraizamiento.

Según los autores (Corozo et al., 2020) menciona que en la propagación in-vitro de dos variedades de yuca los cuales son INIAP Portoviego 650 e INIAP Portoviejo 651 con la implementación del medio de cultivo MS, en la fase de introducción no observan la presencia de contaminación en los tratamientos el cual se debe por el protocolo de desinfección además de la

adición del antibiótico Amoxicilina 500, por cuanto a la fase de multiplicación se adiciona o no el medio 6-bencilaminapurina, ácido giberélico con diferentes dosis, por lo que en el enraizamiento menciona que los medios con la complementado o no con ácido naftalenacético y ácido giberélico y finalmente se pone en consideración la aclimatación el cual proponen que se elimine el film que protege la entrada de agentes externo cinco días antes del trasplante y además que al momento de realizar el trasplante se debe eliminar de las raíces cualquier rastro del medio de cultivo, luego los colocan en una sustrato para mantenerlos a condiciones y finalmente adicionar soluciones nutritivas hasta que se aclimate y no pierda humedad.

Mientras tanto los autores (Mamani & Murillo, 2020) menciona que en el cultivo de frutilla para obtener una planta donante de explante para la introducción in-vitro no debe presentar síntomas ni signos de enfermedades además de presentar las características fenotípicas propias de la especie, para pasar a el establecimiento in-vitro se propuso que las plantas sean lavadas en detergente y seguido por varios enjuagues, y además de ponerle en soluciones de ácido cítrico 0,5 % y alcohol al 70 % y finalmente se llevó a la cámara de flujo laminar se realizaron tres enjuagues en agua destilada, y por con siguiente se colocó los explantes en el medio MS con la adición de con  $0.5 \text{ mg/l}^{-1}$  de AIB con las siguientes concentraciones: 0.5, 1 y  $1.5 \text{ mg/l}^{-1}$  de BAP respectivamente, para la fase de enraizamiento se realizó con el medio MS diluido al 25,50 y 75% suplementados con  $1 \text{ mg/l}^{-1}$  de carbón activado.

En la investigación de los siguientes autores (Cruz et al., 2009), manifiestan los siguientes, que para la propagación in-vitro del cultivo de tomate Micro-Tom es una especie adecuada para el estudio de micropropagación y la regeneración in-vitro, con la adición adecuada de fitohormona en diferentes concentraciones o combinaciones, en el cual proponen como fitohormona a la Zeatina en diferentes dosis tales como 1, 1.5, 2 ml/L , para evaluar la capacidad de formación de brotes , además de la utilización de medios a diferentes concentraciones de sale de MS a 0.5 y 1 y la sacarosa de 1.5 a 3% para así probar la capacidad de elongación y enraizamiento y posteriormente saber cuáles entran en la fase de aclimatación, por lo cual exponen que el tratamiento con mejores resultados en regeneración es el medio con la dosis de 2mg/L de zeatina que tuvo una mayor capacidad de formación de brotes, y en cuanto a elongación y enraizamiento los mejores resultados fueron obtenidos por (MS 0.5X, sacarosa 1.5%) y EE4 (MS 1X, sacarosa 3%), presentaron el mayor porcentaje de plántulas aptas para suelo (80%).

## 9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

Ha: El protocolo con el medio de cultivo con *Aleo vera* al 75%, más la adicción de reguladores de crecimiento al 1% permitirá el desarrollo vegetativo del tomate a partir de meristemos aplícates.

Ho: El protocolo con el medio de cultivo con *Aleo vera* al 75%, más la adicción de reguladores de crecimiento al 1% no permitirá el desarrollo vegetativo del tomate a partir de meristemos aplícates.

## 10. METODOLOGIA

### 10.1. Localización y duración

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de biotecnología “VITRO PLANTAS”, que se encuentra ubicado en el Cantón Cevallos en el Barrio San Fernando de la Provincia de Tungurahua, cuya ubicación geográfica con una latitud 1°25'0” Sur, longitud 78°35'22” Oeste con una altitud de 2855msnm, la presente investigación tuvo una duración de 212 días.

### 10.2. Condiciones agro-meteorológicas

En la tabla 3 se detalló las condiciones agro-meteorológicas del Cantón Cevallos.

**Tabla 3:** Condiciones agro meteorológicas del cantón Cevallos.

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Altitud m.s.n.m	2855
Temperatura máxima °C	18
Temperatura mínima °C	12
Temperatura media anual °C	12.85
Precipitación mm/año	250 a 500
Precipitación media mm/año	442.4
Heliofanía hora/luz/año	771
Humedad relativa %	75.8

**Fuente:** Estación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), en Queracocha, 2015.

En la tabla 4 se presenta las condiciones ambientales controladas dentro del laboratorio. Según Castillo, A. (2004), en donde se recomienda que las condiciones de laboratorio que benefica al explante en el proceso de la propagacion in vitro por cualquier organos vegetativo.

Al momento de ubicar los frascos que contiene los explantes en la camara de crecimiento debe tener una estanteria con luz artificial, donde se fija la temperatura entre los 21 y 23°C y por otro lado debe controlarse la cantidad de luz para el crecimiento de los brotes.

**Tabla 4:** Condiciones agro-meteorológicas en el laboratorio.

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Temperatura	17°C – 27°C
Humedad relativa	30% - 70%
Luminosidad	24 h
Fotoperiodo	16-8 h

**Elaborado por:** González y Lema (2021).

### 10.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizó para la micropropagación del cultivo de tomate fueron estilizados antes de su uso en el laboratorio se detallan en la siguiente tabla 5.

**Tabla 5:** Materiales y equipos.

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>Equipos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>
Vasos de precipitación	Unidad	7	Cámara de flujo laminar	hr	5
Mecheros	Unidad	2	Autoclave	hr	1
Probeta	Unidad	3	Balanza analítica	hr	1
Tubos de ensayo	Unidad	2	Plancha de calentamiento	hr	1
Frascos de vidrio	Unidad	45	Agitador magnético	hr	1
Pinzas	Unidad	2	pH – metro	hr	1
Caja de bisturí	Unidad	1	Microondas	hr	1
Sales minerales, (M.S.)	Kg	2			
Paquete de mascarilla	Unidad	10			
Agua destilada	Gl	1			
Mandil	Unidad	2			
Alcohol	Gl	1			
Paquete de servilletas	Unidad	2			
Agar	Kg	1			
Hipoclorito de sodio	L	1			
Reguladores de crecimiento (BAP, Z)	L	2			
Sábila	Unidad	5			
Semilla	Unidad	1			

**Elaborado por:** González y Lema (2021).

### 10.3.1. Medio del Cultivo

El medio de cultivo general que se utilizó para la propagación in vitro, se detalló en la tabla 6 los siguientes elementos principales para la preparación de un medio de cultivo. Por el cual, el proyecto consistió adición de la concentración de *Aleo vera* para ver su comportamiento en el medio de Murashige & Skoog que se efectuó dentro de la micropropagación del cultivo tomate, debido que la planta de *Aleo vera* cuenta con unas de las propiedades más beneficiarles, debido a su capas inferiores que presenta una formación de gel espeso y gelatinoso formando por un 99% de agua, sustancia y compuesto lo cual esto ayuda al crecimiento y desarrollo del cultivo in vitro.

**Tabla 6:** Medio de cultivo y reguladores de crecimiento para un litro de solución.

<b>Factores de estudios</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Unidades</b>
Murashige & Skoog (MS1962 –M519)	4,3	gr/l
Sacarosa (SC):	30	gr/l
Agar:	6,8	gr/l
Hp:	5,7	-
Bencilaminapurina (BAP)	1,0	mg/l
Zeatina (Z)	1,0	Mg
Aloe vera (Av)	100	ml/l

Elaborado por: González y Lema (2021).

### 10.4. Tratamientos de estudio

Para los tratamientos en el proyecto de investigación serán resultado de las concentraciones con un total de cuatro tratamientos y un tratamiento testigo se detalla en la Tabla 7

**Tabla 7:** Tratamientos de la investigación.

<b>#</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>
1	75% Murashige y Skoog + 25% Aloe vera +Bencilaminapurina	MS+Av+BAP
2	75% Murashige y Skoog + 25% Aloe vera +Zeatina	MS+Av+Z
3	25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera +Bencilaminapurina	MS+Av+BAP
4	25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera +Zeatina	MS+Av+Z
5	Murashige y Skoog	Testigo (T)

Elaborado por: González y Lema (2021).

### 10.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue un Diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y ocho repeticiones. Además se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad, el siguiente esquema de análisis de varianza se detalla en el tabla 8.

**Tabla 8:** Esquema de análisis de varianza.

<b>Fuente de Variación</b>		<b>Grado de Libertad</b>
Repeticiones	(r-1)	7
Tratamientos	(t-1)	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	28
Total	(t*r-1)	39

**Elaborado por:** González y Lema (2021).

### 10.6. Esquema del experimento

El esquema que se utilizó en la investigación se basa en las técnicas, procedimientos y métodos relacionados con la unidad experimental, el área del experimento, dimensiones, formas y asignación de los tratamientos estudiando se presenta en la tabla 9.

**Tabla 9:** Esquema del experimento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>U.E</b>	<b>Total</b>
75% Murashige y Skoog + 25% Aloe vera +Bencilaminapurina	8	5	40
75% Murashige y Skoog + 25% Aloe vera +Zeatina	8	5	40
25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera +Bencilaminapurina	8	5	40
25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera +Zeatina	8	5	40
Testigo	8	5	40
Total			200

**Elaborado por:** González y Lema (2021)

**UE= Unidades Experimentales**

## **10.7. Manejo del ensayo**

### **10.7.1. Desinfección de la semilla (Explante)**

Donde la semilla se sometió a una desinfección con alcohol etílico al 70% más el 30 % de agua destilada obteniendo el 100% de este compuesto durante 10 minutos y manteniendo una agitación constante, seguidamente se procedió a la desinfectada sumergiendo la semilla en una solución de hipoclorito de sodio al 70% mas 30 % de agua destilada obteniendo el 100% de este compuesto durante 10 minutos, donde se mantuvo una agitación constantemente en este lapso de tiempo. Enseguida se procedió al lavado de la semilla con agua destilada esterilizada por tres veces consecutivas con lapso de tiempo de 5-10-15- para eliminar residuos de las soluciones que se utilizaron; la desinfección y el lavado o enjuagué se realizó en la cámara de flujo laminar, antes de realizar cualquier proceso in vitro o desinfección del material vegetativo, se procedió a una desinfección total de la cámara de flujo laminar con una solución de alcohol al 70%, luego realizó el secado toalla desechable.

### **10.7.2. Germinación de la semilla**

En esta fase consistió a la introducción de la semilla, en primera instancia se realizó el preparado del sustrato que consistió en una solución de agua + agar a razón de 8g/L. Para lograr que el agar quedara disuelto uniformemente se utilizó una microondas por un tiempo de 3 minutos, seguidamente el agar se ubicó en los recipientes de vidrio en un volumen de 25ml por frasco, los cuales fueron tapados con papel aluminio y se esterilizo en el autoclave eléctrico a una presión de 2 kg/cm y a una temperatura de 120°C durante una 1 hora.

#### **10.7.2.1. Siembra del explante (semilla)**

Una vez llevado a cabo la desinfección y la preparación de sustrato de agar, se sembró lotes de semillas de la variedad “Floradade” en el sustrato de agar dentro de la cámara de flujo laminar; para la introducción de la semilla se utilizó una pinza para disección, completamente desinfectada sobre una lámpara de alcohol para así evitar la contaminación de la semilla, donde se sembraron 60 semillas en cada recipiente de cultivo, luego se procedió a sellar con plástico stretch para así disminuir el porcentaje de contaminación del explante respectivamente de realizo la identificación con la fecha de siembra.

Al finalizar la introducción de explante se realizó el traslado de los frascos con semilla introducida al cuarto de crecimiento, donde fue expuesto a una iluminación artificial con una temperatura de 17°C a 27°C y a un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 hora de oscuridad durante un periodo de 22 días, una vez conseguidos las plántulas necesarias, se dio inicio la etapa de multiplicación a partir de meristemo apical.

Después la etapa de introducción in vitro de semilla se evaluó una de la variable de estudio como es el porcentaje de contaminación en los 22 días durante la germinación y desarrollo de la plántula dentro del cuarto de crecimiento, en la misma que se observó y se registró el número de explantes que se encuentra contaminados en los 5 frascos en estudio (60 semilla por cada frasco), esta evaluación se realizó de forma visual.

### **10.7.3. Etapa de multiplicación**

Se realizó la multiplicación apical de tomate riñón en los diferentes tratamientos planteados en el estudio, donde se escogieron los meristemos apicales de la plántulas mejormente desarrolladas dentro de la solución de agar que estén libre de contaminación en la etapa de siembra del explante (semilla).

Los explantes obtenidos de la plántula se trasladaron a una solución como medio de multiplicación con sus diferentes tipos de reguladores de crecimiento en el que se adicionó diferentes concentraciones de *Aloe vera*. Dentro esta etapa de multiplicación se evaluaron los 5 tratamientos de las siguientes concentraciones de 25% y 75% de *Aloe vera* como también los reguladores de crecimiento como es la: Bencilaminapurina (BAP) a 1,0 mg/l y la Zeatina 1,0 mg/l.

**Tabla 10:** Concentraciones de dosis por litro de cada solución que se realizó en la etapa de multiplicación.

<b>Tratamientos</b>	<b>Códigos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis</b>
T1	MS+Av+BAP	Murashige y Skoog + Aloe vera + Bencilaminapurina	3,22g/l + 25ml/l + 1mg/l
T2	MS+Av+Z	Murashige y Skoog + Aloe vera + Zeatina	3,22g/l + 25ml/l + 1mg/l
T3	MS+Av+BAP	Murashige y Skoog + Aloe vera + Bencilaminapurina	1,07g/l + 75ml/l + 1mg/l
T4	MS+Av+Z	Murashige y Skoog + Aloe vera + Zeatina	1,07g/l + 75ml/l + 1mg/l
T5	Testigo (T)	Murashige y Skoog	4.3 g/l

**Elaborando por:** González y Lema (2021).

Dentro de esta unidad experimental se ejecutó la preparaciones de los medios en los tratamientos en los frasco de vidrio lo cual fue introducido en el autoclave, luego se realizó la introducción a los frascos 5 explantes, provenientes de la plántula obtenidas del proceso de germinación.

Durante esta etapa de multiplicación se observaron y se registraron los datos de las siguientes variables de estudios: longitud de brote, número de hojas por explantes, número de brotes formado por explantes.

## 10.8. Variables evaluada

- **Etapa 1 y 2.**

### 10.8.1. Porcentaje de contaminación.

En esta variable se evaluó el porcentaje de contaminación de 300 explante (semillas) que se introdujo al medio de agar, mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de contaminación} = \frac{\text{Brotes contaminados}}{\text{Total de brotes}} * 100$$

Como contaminación se tomó en cuenta a los explantes con síntomas de hongos, bacterias, oxidación o levaduras.

- **Etapa 3.**

### **10.8.2. Longitud de brote (cm).**

Se evaluaron la medida con una cinta métrica en cm tomada desde la base de la región nodal hasta el ápice de cada brote. Para la medición fue utilizada una hoja de papel milimétrica adherida en el laboratorio y se ubicó en la superficie extrema de fondo.

### **10.8.3. Número de hojas por explante.**

Se precedió a contabilizar los números de hojas producidas por cada brote introducido en los medios de cultivo; donde se sumaron todas las hojas completamente desarrolladas.

### **10.8.4. Número de brotes formados por explante.**

Se evaluó el número de brotes por explante provenientes del meristemo apical; se consideró como brote aquel que presentó una yema con hojas bien diferenciadas.

## **11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **11.1. Protocolo establecido.**

#### **11.1.1. Protocolo de recolección y selección.**

Después que se realizó la germinación de la semilla se procedió a seleccionar las plántulas más vigorosas (libre de enfermedades), luego se procedió a tomar una parte del meristemo apical (explante) para iniciar la introducción en etapa de multiplicación.

También es muy importante que la selección de los explantes sea de una plántula de mayor diámetro, acuerdo que esta selección son las que mayores resultados presentan en la investigación establecida.

#### **11.1.2. Protocolo de desinfección y preparación del material vegetativo.**

Este protocolo de desinfección radica en realizar un lavado de las manos con agua y jabón líquido antes de manipular el material de partida para así evitar y eliminar cualquier tipo de patógenos,

este proceso se lo lleva a cabo dentro de la cámara de flujo laminar, igual manera desinfectada para así determinar una mejor asepsia del material, seguidamente se realiza el proceso de tres etapas de desinfección lo cual consiste en una desinfección en una mezcla de alcohol industrial al 70% más la adición del 30% de agua destilada así obteniendo el 100% de concentración de este compuesto, en donde se introduce la semilla (materia vegetal) por tiempo de 10 minutos este corresponde a la primera desinfección, la segunda radica en una desinfección en una solución de hipoclorito de sodio al 70% más la adición del 30% de agua destilada, así obteniendo una concentración del 100% de la solución, la cual el material pasa ser introducida por un requerido tiempo de 10 minutos donde se debe de realizar una agitación constantemente, finalmente pasa a la tercera desinfección donde consiste en realizar un proceso de enjuagues en agua destilada por 3 veces consecutiva en un intervalo de tiempo de 5-10-5 minutos una vez finalizado este tiempo requerido el proceso de asepsia termina y así obtendremos un material idóneo para ser introducido *in vitro* en el medio del agar para la germinación y también un material vegetativo libre de enfermedades para realizar la multiplicación *in vitro* a partir del meristemo apical.

También es de vital importancia que antes de la manipulación del material vegetativo obtenido de la germinación, se debe realizar desinfectar el área de trabajo así como los materiales a utilizarse, adicionalmente se debe realizarse un lavado de manos la cual es muy esencial para evitar cualquier tipo de contaminación sea hongo, bacteria entre otros agentes al iniciar la extracción del meristemo apical de la plantula obtenida por germinación *in vitro*, deberá tener mucha precisión al hacer esta práctica de extraer el material vegetativo para evitar los daños de dominancia apicales que son útiles para la introducción. Así mismo se realiza los cortes transversales de aproximadamente 1,7 a 2,0 cm del ápices. Seguidamente se hace la introducción del material al frasco con sus medios respectivos en la etapa de multiplicación.

### **11.1.3. Establecimiento *in vitro***

En esta etapa consiste en preparar el medio de introducción con el agente gelificante (Agar) en dosis de 8g/L, en donde se colocó la semilla para la germinación durante de 22 días en las instalaciones de laboratorio, el material obtenido mediante este procedimiento se encontró libre de agentes patógenos la misma que sirvió para sacar los respectivos meristemos para la siguiente fase.

#### **11.1.4. Multiplicación apical del tomate riñón in vitro**

En esta etapa consiste en realizar el medio de multiplicación mas idonea para este tipos de cultivo como es (25%MS + 75%Av + Z) que corresponde al nombre de Murashige y Skoog más la adicción de Aloe vera más la composición del regulador de crecimiento Zeatina, en dosis de MS 1,07g/L+ Av 75ml/L+Z 1mg/L,

#### **11.1.5. Enraizamiento y Aclimatización**

El medio de enraizamiento mas idóneo para el tomate riñón es el T3 (25%MS + 75%Av + BAP) 25% Murashige y Skoog más la adicción del 75% de Aloe vera más la composición de Bencilaminapurina, donde presentaron mayores cantidades de raíces por brotes con un 75%.

Por otro lado en fase de Aclimatización consiste en trasplantar las plantas de tomate en una mezcla de sustrato de turba, cascarilla de arroz, piedra pómez y compost bioabono, donde debe estar un lapso de 21 días con el 50% de sombra dentro de micro túnel luego se traslada al invernadero.

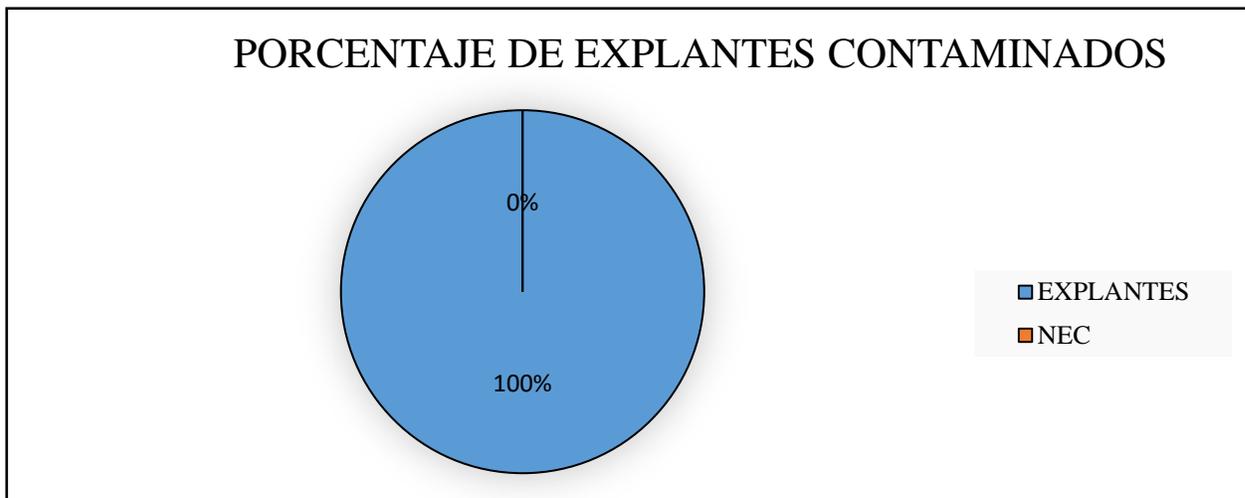
### **11.2. Porcentaje de contaminación**

En la variable evaluada del porcentaje de contaminación, a los 22 días, presentaron resultados de 0% de contaminación. Esto se debe al buen manejo de fitosanitario, al ingresar o sembrar los explantes al medio del Agar para que exista un buen material vegetativo y así evitar las contaminaciones de los explantes en el laboratorio. (Figura 1).

Por lo general las contaminaciones de explante por patógenos son las mayores consecuencias durante la introducción de los explantes en el laboratorio bajo condiciones controladas. El resultado observado, es debido a las soluciones de desinfección con la concentración de hipoclorito de sodio al 70% más el 30 % de agua destilada, la alcohol al 70% y a tres enjuagues de agua destilada, esto evidencia que la combinación de hipoclorito de sodio y alcohol a una concentración del 70% presenta una gran elección para el protocolo de desinfección de los explantes de estudio, permitiendo obtener un porcentaje del 100% de sobrevivencia (libre de patógenos) de los explantes. Esto con lleva a un resultado superior a lo obtenido por Maestu, E. (2018), donde manifiesta que la tasa de contaminación fue inferor al 5% para todas la variedades

tomate empleadas en el estudio de acuerdo al protocolo utilizado con una disolución de hipoclorito de sodio al 50%. Mientras que los autores (Pérez et al., 1999), determinan que la tasa de contaminación de explantes se da por los patógenos que resulta ser agente mas problemático que afecta al cultivo de tejido dentro del laboratorio, esto debido al mal manejo de protocolo de desinfección.

**Figura 1:** Porcentaje de explantes de contaminados de los 22 días antes de ser ingresado a las etapa de multiplicación.



Elaborado por: González y Lema (2021)

NEC: Número de explante contaminada

### 11.3. Longitud de los brotes (LB)

Con la investigación realizada se puede determinar que la concentración MS, Aloe vera y la composición del regulador de crecimiento el que presento mejor índice de resultado a los 45 días en la variable de longitud de los brotes (LB) fue Tratamiento 3 denominados como el 25% Murashige y Skoog más la adicción del 75% de Aloe vera más la composición de Bencilaminapurina en donde se manifiesta con una longitud de 2,54cm, este indico una mejor resultado de todo los tratamientos en estudio, mientras que el tratamiento con menor longitud de brote fue el Tratamiento 1 75% de Murashige y Skoog más la adicción del 25% de Aloe vera más la composición de Bencilaminapurina con una longitud de 1,03cm, esto evidencia una demostración de una diferencia de longitud significativa con el resto de los tratamientos. Al realizar dicho análisis de los tratamientos respectivo no manifestó diferencias significativamente.

**Tabla 11:** Resultado de longitud de los brotes (LB) durante los 45 días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud de brotes</b>
T1 75%MS + 25%Av + BAP	1,03 b
T2 75%MS + 25%Av + Z	1,10 b
T3 25%MS + 75%Av + BAP	2,54 a
T4 25%MS + 75%Av + Z	1,64 ab
T5 TESTIGO	2,03 ab

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

**Elaborando por:** González y Lema (2021).

Los datos obtenidos defiere a los expresado por Cruz (2004) manifiesta que la longitud de brote mediante la utilización de el regulador de crecimiento como la (BAP) Bencilaminapurina presenta un mejor promedio de longitud de brotes, debido que esta hormona estimula en la activación de la división celular en el embrión contribuyendo a su desarrollo y crecimiento de brotes. Por otro lado los autores Rodríguez & Hechevarría (2006) indica que la aplicación del Murashige y Skoog más 15% de Aloe vera como medio de cultivo para la micropropagación de plantas medicinales obtiene un mejor promedio de longitud con el 7,7cm en el cultivo in vitro de *Artemisia absinthium L.*, así mismo los autores Bonilla & Jiménez (2016) determinan que el uso del Aloe vera incrementa el crecimiento del cultivo por tener una composición alta antroquinonas, vitaminas, minerales, carbohidratos, enzimas, lípidos, compuestos orgánicos y un alto contenido de aminoácidos. Según el autor Urcuango (2014) menciona que el uso del medio de Murashige y Skoog alcanza la mejor respuesta en longitud de brotes por sus sales minerales, compuestos orgánicos.

#### **11.4. Número de hojas por explante (NHE)**

La variable número de hoja por explante con la concentración MS, Aloe vera y la composición del regulador de crecimiento, se observó un mayor promedio de hojas en el tratamiento 4 25% de Murashige y Skoog más la adicción del 75% de Aloe vera más la composición de Zeatina con el 4,38, mientras que en el tratamiento 2 75% de Murashige y Skoog más la adicción del 25% de Aloe vera más la composición de Zeatina con 1,88 de número de hojas, fue el tratamiento con menor número de hojas las mismas que no presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos.

**Tabla 12:** Resultado de número de hojas por explante (NBE) durante los 45 días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de hojas por explante</b>
T1 75%MS + 25%Av + BAP	2,13 bc
T2 75%MS + 25%Av + Z	1,88 c
T3 25%MS + 75%Av + BAP	4,25 a
T4 25%MS + 75%Av + Z	4,38 a
T5 TESTIGO	3,88 ab

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

**Elaborando por:** González y Lema (2021).

Los mismos que concuerda con los expresado por los autores Gutiérrez & De la Cruz (2019) menciona la adicción de la Zeatina (Z) favorece el desarrollo de las plantas con características fenotípicas para la micropropagación así obteniendo una mayor porcentaje en número de hojas. Por otro lado los autores Polo et al., (2003) manifiesta que se observo un mayor desarrollo fisiológico en las hojas con el uso de la (BAP) Bencilaminapurina. Según los autores J6 et al., (2008) manifiesta que la utilización 75% de MS y con la adicción 20 ml\*L de extracto de Aloe en la obtuvieron mejores resultados en la variable de número de hojas con el 0,499 de promedio en el cultivo de platano in vitro. Demostrando que el extracto de Aloe vera es eficaz para la fase de multiplicación y enraizamiento cuando se aplica al 20%.

### **11.5. Número de brotes por explante (NBE)**

Los resultados obtenidos con la concentración de MS, Aloe vera y la composición del regulador de crecimiento que presenta un mejor número de brotes por explante fue el Tratamiento 4 25% de Murashige y Skoog más la adicción del 75% de Aloe vera más la composición de Zeatina en este tratamiento indico un mayor resultado con 2,38, sin embargo los tratamientos que presentaron un promedio bajo de brotes fueron: Tratamiento tres 25% Murashige y Skoog más la adicción del 75% de Aloe vera más la composición de Bencilaminapurina con el 1,13, Tratamiento uno 75% de Murashige y Skoog más la adicción del 25% de Aloe vera más la composición de Bencilaminapurina con el 1,13 así como también Tratamiento cinco (testigo) con el 1,13 de brotes por explantes.

**Tabla 13:** Resultado de número de brotes por explante (NBE) durante los 45 días.

Tratamientos	Número de brotes por explante
T1 75%MS + 25%Av + BAP	1,13 b
T2 75%MS + 25%Av + Z	1,25 b
T3 25%MS + 75%Av + BAP	1,13 b
T4 25%MS + 75%Av + Z	2,38 a
T5 TESTIGO	1,13 b

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

Elaborando por: González y Lema (2021)

Esto resultado muestran que fueron superiores o lo obtenidos por los autores Cayo & Peralta (2021) donde determinan que la combinación del medio de cultivo con la hormona (MS + Z) obtuvieron un mayor número de brotes con el 1,4, debido que la Zeatina es un inductor en la division celular y desarrollo de cloroplastos. Igual manera el autor Arista (2019) presenta un mayor numero de brotes con el uso de la zeatina. Por otro lado los autores González et al., (2008) manifiesta que el analisis estadistico demostró que entre 25, 50 y 75% de Aloe vera no hubo diferencias significativas en el crecimiento y formación de brotes, mientras que la unica diferencia lo presentó en la concentración del 100% de Aloe vera siendo uno de los mejores en el crecimiento del cultivo in vitro de *Lactobacillus plantarum*. Según Domínguez et al, (2012) menciona que la aplicación del gel de Aloe vera interviene en la estimulación de la actividad de fibroblastos y la proliferación, tambien favorece la cicatrización y la angiogénesis.

Al transcurrir los 45 días en la etapa de multiplicación se pudo evidenciar que la mayoría de los brotes de los tratamientos en estudio presentaron raices con una formación moderada de callos en una longuitud de brote de 2,54cm, por ende el enraizamiento se vio en los tratamientos T3 (25%MS + 75%Av + BAP) 25% Murashige y Skoog más la adicción del 75% de Aloe vera más la composición de Bencilaminapurina, donde se presencié una mayor cantidades de raíces por brotes con un 75%, seguido de tratamiento T5 (TESTIGO =MS) con el 35% de enraizamientos, por otro lado se presenta el tratamiento que menor presencias de raíces fue el T2 (75%MS + 25%Av + Z) 75% de Murashige y Skoog más la adicción del 25% de Aloe vera más la composición de Zeatina con el 10% de raíces. Estos resultados se relaciona a lo mencionado por la autora Almeida, (2010) demuestrá que el gel de Aloe vera es muy eficiente para la sustitución de reguladores sintéticos en medios de cultivo para el enraizamiento in vitro de plantas

medicinales. Por otro lado los autores Pulido & Becerra, (2016) menciona que la composición química del gel Aloe vera, se encuentra el fostato de manosa, lo cual su principal función es actuar como un agente de crecimientos de los tejidos.

Al lapso de 21 días después del trasplante de las plantas de tomate se presentó una altura promedio de 15cm la cual se encuentra aclimatizadas en el micro túnel del invernadero, según la autora Siavichay (2011) menciona que en su investigación obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento en invernadero con 100% de aclimatización en los 10 cultivares.

## 12. ANÁLISIS DE COSTO

Para el análisis de costos de cada uno de los tratamientos luego de los cálculos de gastos por tratamiento se logró determinar que el costo de planta obtenida en cada uno de los tratamientos, fue en el tratamientos 3,4 con 0,09 USD, mientras el costo más alto se dio en el testigo con 0,13 USD, dejando así una relación de beneficios - costo para los tratamientos 3 y 4 con 0,69 respectivamente.

**Tabla14:** Análisis de costos de la investigación realizada.

Costos	T1	T2	T3	T4	T5
	MS+Av+BAP 3,22g/L+25ml/ L+1mg/L	MS+Av+Z 3,22g/L+25ml/ L+1mg/L	MS+Av+BAP 1,07g/L+75ml/ L+1mg/L	MS+Av+Z 1,07g/L+75ml/ L+1mg/L	MS 4,3 g/L
Semillas	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175
Insumos de laboratorio	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Dep de equipos y materiales	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23
Medios de cultivo	2,01	2,01	0,73	0,73	2,58
<b>Total costos</b>	<b>4,82</b>	<b>4,82</b>	<b>3,54</b>	<b>3,54</b>	<b>5,39</b>
No. de plantas	40	40	40	40	40
<b>Costo por planta</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>
<b>Ingresos</b>					
No de plantas	40	40	40	40	40
Valor de venta	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Venta total	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
Utilidad	1,18	1,18	2,46	2,46	0,61
<b>Relación benefició/costo</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,69</b>	<b>0,69</b>	<b>0,11</b>

Elaborado por: González y Lema (2021).

### **13. IMPACTO (técnico, social, ambiental o económico)**

#### **13.1. Técnicos**

La investigación ha generado impactos técnicos con suma importancia tanto en el ámbito agrícola como de tecnología, ya que se presentan técnicas y herramientas con las cuales se obtuvieron resultados satisfactorios en propagación in-vitro de tomate (*Solanum lycopersicum*), siendo así una alternativa para los agricultores ya que se les proporciona plantas libres de agentes que perjudiquen la calidad.

#### **13.2. Social**

En cuanto al impacto social que tiene el proyecto es extremadamente importante, ya que en la actualidad para poder comercializar plantas estas deben de contar con una buena genética además que estas estén en las expectativas de producción que los agricultores esperan, por lo que, con la utilización de la micropropagación o cultivos de tejidos, se pueden obtener plántulas con las características deseadas de una manera masiva y acelerada.

#### **13.3. Ambiental**

El impacto ambiental que tiene el proyecto con propagación in-vitro del cultivo, se evidencia que se reduce el impacto ya que con esta técnica no tenemos la necesidad de realizar un mal uso de los agroquímicos, además con la utilización de esta técnica no tenemos que sobre saturarnos con bandejas germinadoras que después de un tiempo de uso es desechada.

#### **13.4. Económicos**

El impacto económico que genera el uso de la técnica de propagación in-vitro cultivos, ya que en la actualidad para obtener plantas de buena calidad estas tienen un alto costo, además de ser difíciles de obtener, y con la técnica planteada se obtienen plantas con las características deseadas y que conservan su pureza varietal y tienen un menor costo, y se proporcionan libres de agentes patógenos.

## 14. PRESUPUESTO

El presupuesto de esta investigación establecida se presenta en la siguiente tabla 15.

**Tabla 15:** Presupuesto de la investigación.

Recursos	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
<b>A. Costos Directos</b>				
<b>1. Mano de obra</b>				
Selección del material vegetativo	Jornal	1	12	12
Preparación del material vegetativo	Jornal	1	12	12
Establecimiento del material aséptico	Jornal	1	12	12
Instalación de los frascos	Jornal	1	12	12
Control de condiciones ambientales	Jornal	1	12	12
<b>Subtotal</b>				<b>60</b>
<b>2. Insumos</b>				
Hormonas	1	2	70	140
Hipoclorito de sodio	L	1	10	10
Agar	Kg	1	95	95
Semillas	Unidad	1	1,75	1,75
Alcohol	Gl	1	12	12
Aloe vera	Unidad	5	0,25	1,25
Agua destilada	Gl	2	3,6	7,2
Sales minerales	Kg	2	25	50
<b>Subtotal</b>				<b>317,2</b>
<b>Total, cotos directos</b>				<b>377,2</b>
<b>B. Costos indirectos</b>				
<b>Materiales</b>				
Vasos de precipitación	Unidad	7	3	21
Caja de bisturí	Unidad	1	10	10
Paquete de servilletas	Unidad	2	2	4
Paquete de mascarillas	Unidad	10	0,25	2,5
Tubos de ensayo	Unidad	2	0,5	1
Mechero	Unidad	2	15	30
Probeta	Unidad	3	5	15
Frascos de vidrio	Unidad	45	0,5	22,5
Pinzas	Unidad	2	2	4
Mandil	Unidad	2	8	16
Trasporte	Unidad	6	15	90
Viáticos	Unidad	12	3	36
<b>Equipos</b>				
Cámara de flujo laminar	hr	5	10	50
Autoclave	hr	1	15	15
Balanza analítica	hr	1	8	8
Plancha de calentamiento	hr	1	8	8
Agitador magnético	hr	1	8	8
pH – Metro	hr	1	15	15
Microondas	hr	1	12	12
<b>Subtotal de costos indirectos</b>				<b>368</b>
<b>Total de costos directos</b>				<b>372,2</b>
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>\$740,20</b>

Elaborado por: González y Lema (2021).

## 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 15.1. Conclusiones

Después de analizar los resultados arrojan las siguientes conclusiones:

- En cuanto al manejo del material de partida que se introdujo a In-vitro llego a reflejar un sin número de resultados en los diferentes tratamientos que se realizaron, por lo cual se concluye que la semilla que se utilizada demostró ser viable para la propagación in-vitro, de tomate (*Solanum lycopersicum*), ya que no presento contaminación en el medio de introducción in-vitro a base de AGAR- AGAR.
- Al dar por finalizada la investigación podemos mencionar que las condiciones óptimas para la desinfección de los materiales y de la semilla está estrechamente ligada con el cumplimiento de la fase de desinfección la cual consistió en realizar dos lavados uno en cloro al 70% por 10 minutos y con alcohol al 70% por 10 minutos y tres enjuagues en agua destilada y esterilizada por 5, 10 y 15 minutos respectivamente, con lo cual se obtuvo como resultado un 0% de contaminación de los explantes.
- El mejor medio para la propagación in-vitro es el tratamiento número T4 (25%MS + 75%Av + Z), ya que este presento mejores resultados en las variables evaluadas, obteniendo mayor número de brotes por explante, número de hojas por explante.
- Por lo tanto, aceptamos a la hipótesis alternativa que menciona, que el protocolo con el medio de cultivo con *Aleo vera* al 75%, más la adicción de reguladores de crecimiento permitirá el desarrollo vegetativo del tomate a partir de meristemas apicales.

## 15.2. Recomendaciones

- Para obtener los resultados deseados se recomienda seguir el protocolo de desinfección con todas las dosis establecidas y el tiempo tanto en el cloro al 70%, como en el alcohol al 70%, para que de esta forma tengamos la semilla libre de cualquier agente que puedan contaminar el medio de partida, además que la semilla debe ser de fuentes confiables para obtener explantes de calidad para la toda la fase de la propagación.
- Y de igual forma de acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda la utilización del tratamiento 4 25% Murashige y Skoog + 75% Aloe vera + Zeatina ya que presenta un desarrollo por encima de los esperados tanto en longitud de brotes con 1.64 cm, en cuanto a número de brotes con un promedio de 2.38 brotes por explante, y en cuanto al número de hojas se obtuvieron una media de 4,38 hojas por explante.
- Además, se recomienda dar el seguimiento respectivo en cuanto a el desarrollo de las plantas obtenidas en el experimento para así poder saber cuál es su comportamiento en condiciones de Ex-vitro

## 16. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J. (2016). Evaluación Del Comportamiento Agronómico De Nuevos Híbridos De Tomate Hortícola “*Lycopersicum esculentum*” BAJO CUBIERTA PLÁSTICA. Cevallos: Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato.
- Agrolanzarote. (Enero de 2012). Fichas Técnicas De Cultivos De Lanzarote. Lanzarote : Csbildo de Lanzarote .
- Almeida, D. (2010). Efecto del extracto de Aloe Vera L. en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), en condiciones de Cepellón. . Pinar del Río-Cuba: Universidad De Pinar Del Río – Cuba - Universidad Técnica De Cotopaxi - Ecuador.
- Amaguaña, L. (2009). “Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*) bajo invernadero en Quichinche – Otavalo”. Ibarra: Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte.
- Amaro, M. (2018). Cultivo in vitro: alternativa al cultivo tradicional de plantas medicinales. Complutense: universidad complutense.
- Arana, D. (2016). Evaluación de tres dosis de fertilizante quelatado en tres híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones protegidas. Guayaquil: Tesis de grado. Universidad de Guayaquil.
- Arista, J. (2019). Efecto de las citoquininas en la multiplicación in vitro de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum*), a partir de segmentos nodales, chachapoyas amazonas. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas.
- Ausay, E. (2015). Respuesta de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill) Cv DOMINIC BAJO INVERNADERO A DOS RELACIONES NITRATO/AMONIO MEDIANTE FERTIRIEGO POR GOTEÓ. Riobamba.: Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Banco Central del Ecuador. (06 de 2017). Reporte de cuyuntura sector Agropecuario. Ecuador. Recuperado el 21 de 04 de 2021, de

<https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201701.pdf>

- Barahona, A., & Manobanba, J. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa asociativa de producción y comercialización de tomate riñón bajo invernadero de los pequeños agricultores de la parroquia de Ascázubi, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha. Quito: Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Bedón, A. (2016). Productos gastronómicos a base de tomate riñón hidropónico en la ciudad de Iatacunga. Ambato: Tesis de grado. Universidad Regional Autónoma de los Andes " UNIANDES".
- BelAgro. (06 de 07 de 2019). Huerta - Aromática. Recuperado el 03 de 05 de 2021, de <https://belagrociudad.com.ar/producto/tomate-flora-dade/>
- Benavides, P. (2015). Capacidad germinativa del genotipo de tomate Floradade (*Lycopersicon esculentum* MILL.) en condiciones de estrés salino en diferentes fotoperiodos. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Bonilla, M., & Jiménez, L. (2016). Potencial industrial del Aloe vera. SciELO , 139-150.
- Boschi, C., Gandolfo, E., & Vence, L. (2017). Evaluación del gel de Aloe vera en el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare*). ASAHO, 36.
- CAR/PL, C. d. (2002). Aplicaciones de la Biotecnología para la industria. Barcelona: CAR/PL.
- Carmina, G., & Picó, M. (2015). Micropropagación. Valencia.
- Castillo, A. (2003). Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Uruguay: INIA.
- Castillo, A. (2004). Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Las Brujas, Canelones: Investigadora, Unidad de Biotecnología, INIA Las Brujas.

- Cayo, N., & Peralta, E. (2021). Propagación in vitro del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L) en el Cantón Cevallos Provincia Tungurahua. La Maná: Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Corozo, L., Héctor, E., Macias, F., Vásquez, B., Pinargote, B., Cobeña, G., y otros. (2020). Micropropagación de dos variedades ecuatorianas de yuca (*Manihot esculenta* CRANTZ). Scielo, 224-232.
- Cruz, A., López, J., Reyes, C., López, M., & Valdez, A. (2009). Establecimiento de un sistema de micropropagación in vitro de tomate (*Solanum lycopersicum*) cv. Micro-tom. Congreso nacional de Biotecnología y Bioingeniería (pág. 1). Sinaloa: SIPAL.
- Cruz, M. (2004). Efecto de la 6-bencilaminopurina en la proliferación de brotes in vitro DE Tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Guatemala: Universidad De San Carlos De Guatemala.
- Cultimed. (2002). Manual Basico de Microbiología. Microbiología Alimentaria.
- Déleg, M., & Merchán, C. (2015). Análisis de las características organolépticas del tomate riñón cultivado en la provincia de Azuay y su aplicación Gastronómica. Cuenca: Tesis de grado. Universidad de Cuenca.
- Domínguez, R., Arzate, I., Chanona, J., Welti, J., Alvarado, J., Calderón, G., y otros. (2012). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. SciELO México, 23-43.
- Espina, W. (2009). Material de apoyo para las capacitaciones sobre el cultivo del tomate de la Fundación FUDI. Guatemala: Tesis de grado. Universidad del Istmo.
- FAO. (2005). FAO.org. Recuperado el 14 de 08 de 2021, de <http://www.fao.org/3/Y5160s/y5160s07.htm#:~:text=La%20biotecnolog%C3%ADa%20agr%C3%ADcola%20moderna%20comprende,o%20elaboraci%C3%B3n%20de%20productos%20agr%C3%ADcolas>.

- FAO. (s.f.). FAO. Recuperado el 17 de 04 de 2021, de <http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s08.htm#TopOfPage>
- García, E. (2019). Evaluación del quitosano, sobre la emergencia y crecimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L) bajo condiciones controladas. Quevedo: Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- García, M., Hernández, R., Echevarría, Y., Estévez, M., & Bustios, S. (2008). Utilización del aloe vera l. En la composición de medios de cultivo para la fase de enraizamiento de la variedad comercial de plátano Fhia 18. Avances, 10.
- Godoy, G., Santana, N., & Loyola, V. (6 de 1 de 2010). CICY. Obtenido de Centro de Investigacion Cientifica de Yucatan.: [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Posgrados/CB/UBBMP/PlanEstCB/4\\_CURSO\\_CULTIVO\\_DE\\_TEJIDOS\\_VEGETALES\\_GGH\\_NSB\\_Y\\_VMLV\\_%20menos%20profesores.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Posgrados/CB/UBBMP/PlanEstCB/4_CURSO_CULTIVO_DE_TEJIDOS_VEGETALES_GGH_NSB_Y_VMLV_%20menos%20profesores.pdf)
- Gonzales, J. (2016). Rendimiento y calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Katya) empleando cuatro láminas de riego bajo condiciones de cañete. Lima: Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria "La Molina".
- González, B., Domínguez, R., & Espinosa, B. (2008). Aloe vera como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum* y *L. casei* USE OF. CYTA , 152-157.
- Gottau, G. (02 de Noviembre de 2009). Vitónica. Recuperado el 25 de Abril de 2021, de <https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-del-tomate>
- Guamán, A. (2019). Evaluación bajo invernadero de fuentes de fertilización química y orgánica en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill.), en Salcedo. Quito: Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador.
- Guanoluisa, R. (2014). Evaluación fenológica y rendimiento de dos sistemas de producción bajo invernadero, en suelo acolchado e hidropinico, para 2 cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Mill). Quito: Tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional.

- Gutiérrez Zavala, J. T. (2021). . In vitro development of the Mexican endemic twig epiphyte *Erycina hyalinobulbon* (Orchidaceae) to promote its conservation. *SciELO*, 128.
- Gutiérrez, A., & De la Cruz, Y. (2019). Multiplicación in vitro de *Macleania rupestris* (Kunth) A.C. Sm. (Ericaceae). Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas., 265-275.
- Gutiérrez, J., Ávila, I., & Magaña, R. (2021). Desarrollo in vitro de la orquídea epífita *Erycina hyalinobulbon* (Orchidaceae), endémica de México, para promover su conservación. *SciELO*, 128.
- INEC. (2019). Recuperado el 05 de 04 de 2021, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Jeréz, L. (2008). Control de la inversión de la sacarosa en el proceso de elaboración de jarabe simple de bebidas carbonatadas. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Jó, M., Hernández, R., Echevarría, Y., López, M., & Bustios Dios, S. (2008). Utilización del aloe vera l. En la composición de medios de cultivo para la fase de enraizamiento de la variedad comercial de plátano fhia 18. *Citma - Avances*, 23-24.
- López, G., & Cano, J. d. (2021). Alcances y perspectivas del área de Biotecnología Vegetal del CIATEJ en el Sureste de México. Guadalajara, Jalisco, México: Centro de Investigación y Asistencia en.
- López, L. (2016). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Costa Rica: INTA.
- Maestu, E. (2018). Regeneración de plantas en cultivo in vitro de tomate (*solanum lycopersicum* L.). Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Mamani, B., & Murillo, R. (2020). Micropropagación de dos variedades de frutilla (*Fragaria Ananassa* Duch.) En diferentes medios de cultivo. *SciELO*, 69-78.

- Matheus, S. (2015). Efecto de la aplicación de tres niveles de bocashi sobre el número de pisos y el número de frutos por racimos en el cultivo de tomete de riñón (*Lycopersicum esculentum*). Sangolquí: Tesis de grado. Escuela Politécnica del Ejercito.
- Morales, K. (2016). Evaluación de dos formulaciones de fertirriego a dos profundidades con fertilización foliar complementaria en la producción de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill.), var. Micaela bajo invernadero. Tumbaco, Pichincha. Quito: Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador.
- Moreiras, & Col. (2013). Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). España: Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011.
- Parada, D., & Villegas, Á. (2009). Propagación in vitro del híbrido almendro x durazno H1. Revista fitotecnia mexicana, 32(2), 103-109.
- Pelacho, A., Closas, L., & Sanfeliu, J. (2005). Universidad de Lleida. Obtenido de <http://cv.udl.cat/cursos/76304/t2/t2.htm>
- Pérez, E., Ramírez, R., Núñez, H., & Ochoa, N. (1999). Introducción al cultivo de tejidos vegetales. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Pilco, M. (2018). Estudio de la adaptación y rendimiento de 10 variedades de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L) bajo invernadero, Cantón Riobamba, Provincia De Chimborazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Pinargote, J. (2020). Respuesta sanitaria y productiva del tomate riñón establecido bajo diferentes sistemas intercalados de producción. Calceta: Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Pindo, D. (2013). Determinación del efecto y rentabilidad de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de tomate de mesa (*solanum lycopersicum*) variedad elpida bajo condiciones de invernadero en el cantón chilla provincia de el oro. Loja: Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja.
- Polo, J., Quintero, I., & Jarma, A. (2003). Efecto del bencilaminopurina en medio liquido sobre la tasa de multiplicacion in vitro en *Dioscorea alata*. Temas Agrarios , 21-26.

- Porta, H., & Jiménez, G. (2019). Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *SCIELO*, 11.
- Pulido, N., & Becerra, J. (2016). Aloe vera (*Aloe Barbadensis* Miller) en la generación de explantes de agraz (*Vaccinium Meridionale* Swartz). *Cultura Científica*.
- Ramirez, G. (2003). *Fitoterapia*. Dianalet.
- Rocha, P. (2001). *Agro-bio-tecnologías*:. *Comunica*, 22-31.
- Rodríguez, H., & Hechevarría, I. (2004). Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de Aloe vera (*L.*) N. L. Burm. *SciELO*.
- Rodríguez, H., & Hechevarría, I. (Enero de 2006). Gel de Aloe vera (*L.*) N.L. Burm. y harina de sagú como soporte sólido de medio de cultivo para plantas medicinales. *SciELO - Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 11(1).
- Sharryi, S., Adema , M., & Abedin, W. (2015). *Plantas de probeta Manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos in vitro*. La Plata: Universidad de la Plata.
- Sánchez, J. (03 de 02 de 2020). *Directos rtve*. Recuperado el 03 de 05 de 2021, de La huerta de Aquí la tierra Aloe vera: cómo cultivarlo, cosecharlo y aprovecharlo.: <https://www.rtve.es/television/20200203/aloe-vera-como-cultivarlo-cosecharlo-aprovecharlo/1996446.shtml>
- Siavichay, M. (2011). *Aclimatación de 10 cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Sigcha, R. (2015). *Producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) con la aplicación de dos abonos orgánicos foliares y edáficos en el Centro Experimental La Playita De La Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná*. . La Maná: Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Urcuango, P. (2014). *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación “in vitro” de capulí (*Prunus serotina* ssp *capulí* Cav) a partir de segmentos nodales*. QUITO, Pichincha. Quito: Universidad Central Del Ecuador.

- Vela, M. (2010). Caracterización Física, Química y Nutricional del Tomate Riñón (*Lycopersium Esculentum*), en diferentes Suelos Edafoclimáticos, cultivados a Campo Abierto e Invernadero, como un aporte a La Norma INEN. “Tomate Riñón Requisitos”. Quito: Tesis de grado. Universidad Tecnológica Equinoccia.

## 17. ANEXOS

### Anexo 1: Hoja de vida del docente tutor

#### **CURRICULUM VITAE**

**Apellidos:** Espinosa Cunuhay  
**Nombres:** Kleber Augusto  
**Cédula de Identidad:** 050261274-0  
**Teléfonos:** 0995463215-032250251  
**Correo electrónico:** [kleber.espinosa@utc.edu.ec](mailto:kleber.espinosa@utc.edu.ec)  
[/espinosakleber23@yahoo.es](mailto:/espinosakleber23@yahoo.es)



- Universidad Técnica de Cotopaxi, Maestría en Gestión de la Producción
- Coordinador de la Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
- Docente Investigador- Responsable del Comité de Editorial, Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
- Responsable del proyecto de Creación de la Unidad Educativa, Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Cesar Sandoval Viteri
- Responsable del Proyecto de Germoplasma de Semillas de Papas Nativas del Sector Maca Ugshaloma con el Plan Internacional y el INIAP

#### **TEXTOS ESCRITOS**

Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, Col china y nabo ISBN: 978-3-8417-6367-9 Editorial Académica Española Disponible en:  
<https://www.eaepublishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-8417-evaluaci%C3%B3n-agron%C3%B3mica-de-hortalizas-de-hoja?search=hortalizas>.

#### **ARTICULOS CIENTIFICOS**

- **Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*, L)**, publicado en la revista Biotecnia Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, 11 de diciembre 2016 disponible en: <http://biotecnia.unison.mx>
- **Evaluación agronómica del babaco (carica pentagona), con dos fertilizantes químicos en diferentes dosis en el Cantón Pangua**, publicado en la revista UTC ciencia latindex, agosto de 2016 ISSN 1390- 6909.Disponible en <http://www.utc.edu.ec/LinkClick.aspx?fileticket=o0SU5nuTvrs%3d&portalid=043>
- **Respuesta de variedades de papa (*Solanum Tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química**, publicado en la revista Ciencia y Tecnología de la UTEQ latindex, junio de 2016 con ISSN 1390-4051 Impreso.

Anexo 2. Hoja de vida del estudiante investigador.

## CURRICULUM VITAE

### INFORMACION PERSONAL

**Nombres y Apellidos:** Hermes Adán González Albarracín

**Cédula de Identidad:** 050454634-2

**Lugar y fecha de nacimiento:** Valencia, 03 de Junio del 1998

**Estado Civil:** Soltero

**Domicilio:** La Mana – Cotopaxi

**Teléfonos:** 0995463858

**Correo electrónico:** hermes.gonzalez6342@utc.edu.ec



### FORMACIÓN ACADÉMICA

#### Primer Nivel:

Escuela Fiscal Mixta Manuel Granda “Solonso”

#### Segundo Nivel:

Unidad Educativa “Ciudad de Valencia”

#### Tercer Nivel:

Universidad Técnica de Cotopaxi

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Producción Agropecuaria

### IDIOMAS

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma Inglés

### CURSOS O SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN

- **Suficiencia de inglés:** Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Curso:** “Escuela de Agroecología I Modulo Introducción a la Agroecología ” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.

- **Seminario: “Jornadas Ciencia y Tecnología”** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Centro KOPIA Ecuador
- **Seminario: “II JORNADAS CIENTÍFICAS AGRONÓMICAS”** de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario: “I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable”** en la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario: “Los transgénicos, sus Efectos en la producción Agrícola y la Soberanía Alimentaria”** en la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario: “Ciclo de conferencias Agrícolas 2020 ”** en la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario: “V CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA”** en la Universidad Técnica De Cotopaxi

Anexo 3. Hoja de vida del estudiante investigador.

## CURRICULUM VITAE

### INFORMACION PERSONAL

**Nombres y Apellidos:** Jorge Luis Lema Shucad

**Cédula de Identidad:** 050371429-7

**Lugar y fecha de nacimiento:** Riobamba, 03 de Agosto del 1997

**Estado Civil:** Soltero

**Domicilio:** Chimborazo - Riobamba- Calpí

**Teléfonos:** 0990793705

**Correo electrónico:** luislema4297@gmail.com

**Licencia de conducir:** Tipo B



### FORMACIÓN ACADÉMICA

#### Primer Nivel:

Escuela Fiscal Mixta “Víctor Manuel Rendón”

#### Segundo Nivel:

Unidad Educativa “Ciudad de Valencia”

#### Tercer Nivel:

Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Producción Agropecuaria

### IDIOMAS

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma Inglés

### CURSOS O SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN

- **Suficiencia de inglés:** Universidad Técnica De Cotopaxi
- **Curso: “LIDERAZGO JUVENIL COMUNITARIO”** de la Universidad Regional Autónoma De Los Andes.

- **Curso:** “III EXPOFERIA UTCiencia Nivelación La Maná ” de la Universidad Técnica De Cotopaxi – Sistema Nacional De Nivelación Y Admisión.
- **Seminario:** “ II CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC- LA MANÁ ”
- **Seminario:** “II JORNADAS CIENTÍFICAS AGRONÓMICAS” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario:** “INTERCAMBIO DE EXPERIENCIA EN PROYECTO DE INVESTIGACION A CARGO DE LA Dra. Carolina Melgar Valdes De La Universidad Juárez Autónoma De Tabasco – COSECHA DE LLUVIA PORTE DE DEL Ing. Miguel Cueva” en la Universidad Técnica De Cotopaxi “Extensión La Maná.
- **Seminario:** “PRIMERA CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL DE LA UTM 2017 y las SEGUNDAS JORNADAS CIENTÍFICAS INTERNACIONALES DE CIENCIAS AGROPECUARIAS” en la Universidad Técnica De Manabí – Universidad Estatal Del Sur DE Manabí.
- **Seminario:** “III JORNADAS AGRONÓMICAS” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario:** “III CONGRESO SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA” de Agrocalidad - Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario de banano en línea 2020** Yara – Syngenta compañías líderes en nutrición y protección de cultivos a nivel mundial.
- **Seminario de MasterClass Herramientas Gerenciales para el Administrador Bananero 2.0 (2021)** Yara – Syngenta - Agripac compañías líderes en el mercado agrícola ecuatoriano.

## **PONENCIAS**

- **Ponencia:** “IV CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIA TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO”  
**Tema:** PRODUCCIÓN DE CEBOLLA BLANCA (*Allium fistulosum L.*) EMPLEANDO ABONOS ORGÁNICOS EN EL SUBTRÓPICO.
- **Ponencia:** “PRIMERA CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL DE LA UTM 2017 y las SEGUNDAS JORNADAS CIENTÍFICAS INTERNACIONALES DE CIENCIAS AGROPECUARIAS”  
**Tema:** ABONOS ORGÁNICOS Y SU EFECTO EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA DEL PIMIENTO (*Capsicum annum L.*)
- **Ponencia:** “IX CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA”  
**Tema:** EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE ALGUNOS COMPONENTES REDIMIENTO EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*)
- **Ponencia:** IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UTC – LA MANÁ  
**Tema:** LA HIDROPONIA UNA ALTERNATIVA A LA AGRICULTURA
- **Ponencia:** II CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS AGROPECUARIAS PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA

**Tema:** PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS DE HOJAS CON LA APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS.

### **RECONOCIMIENTOS**

- **Reconocimiento a la investigación científica** por la Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná” en virtud a su valorable contribución al desarrollo de la ciencia en la Universidad Técnica Cotopaxi “Extensión La Maná”, durante el año 2017.
- **Reconocimiento** por la Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná” **por la excelente participación en el proyecto de investigación titulado:** “EVALUACIÓN INTEGRAL PRODUCTOS BIOACTIVOS PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE HORTALIZAS EN SISTEMAS DE CULTIVOS ORGÁNICOS” en el año 2017

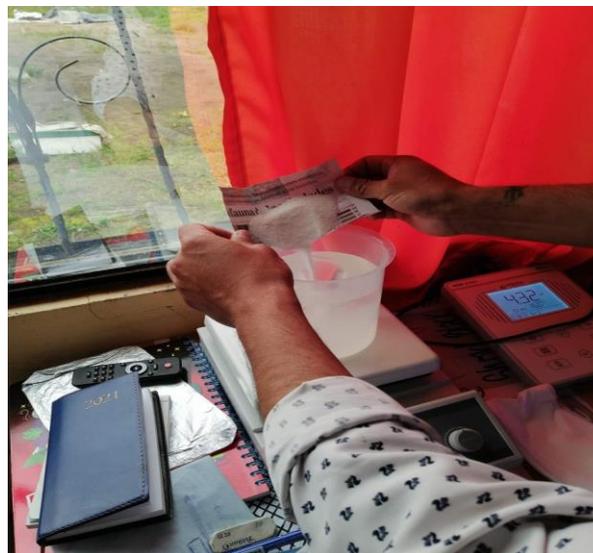
#### Anexo 4: Preparación del material de partida de Tomate.

**Fotografía 1:** Preparación de la Semilla.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 2:** Preparación del medio de germinación



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

#### Anexo 5: Desinfección del material de partida de Tomate.

**Fotografía 3:** Solución de cloro al 70%



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 4:** Solución de Alcohol al 70 %



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 5:** Desinfección para uso de la flujo laminar.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 6:** Enjuague en la cámara de flujo cámara de laminar.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 7:** Agua destilada.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

## Anexo 6: Fase de introducción In Vitro.

**Fotografía 8:** Medio de germinación ( Agar).



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 9:** Introducción de la semilla



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 10:** Colocación en la cámara de crecimiento.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 11:** Germinación de semilla.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

## Anexo 7: Fase de multiplicación de Tomate.

**Fotografía 12:** Medio (MS & Av).



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 13:** Reguladores de crecimiento.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 14:** Repeticiones.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 15:** Traslado a la autoclave para su esterilización



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 16:** Preparación de explantes.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 17:** Siembra de explantes.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 18:** Tratamientos en desarrollo.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

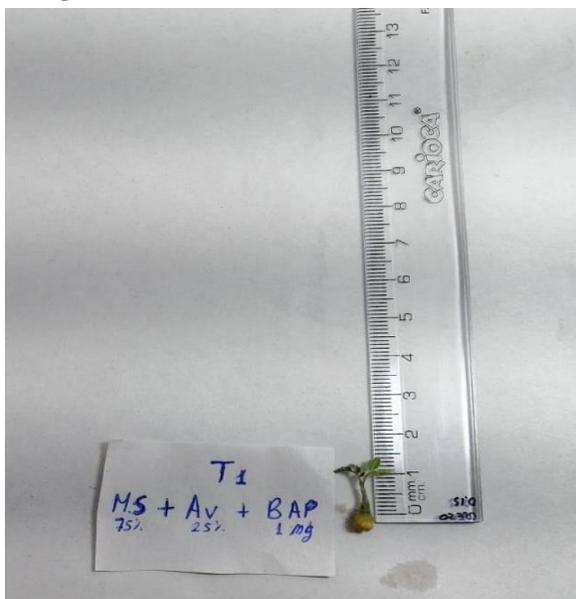
**Fotografía 19:** Ubicación en cámara de crecimiento.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

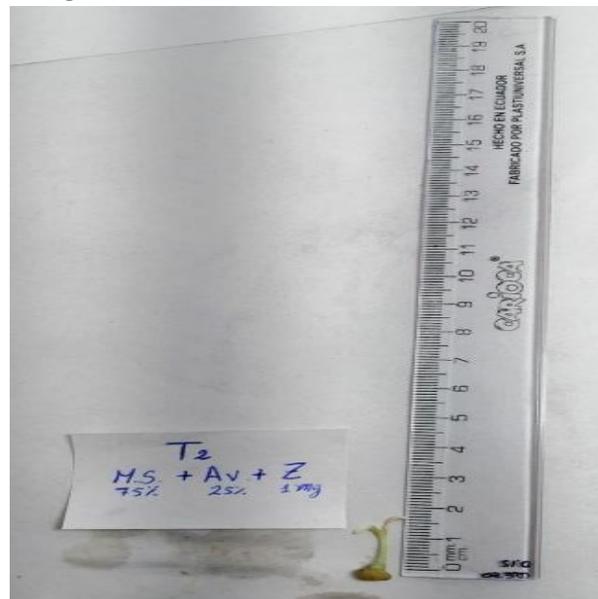
## Anexo 8: Fotografías de diferentes tratamientos.

**Fotografía 20:** T1 MS 75% + Aloe v 25% + BAP



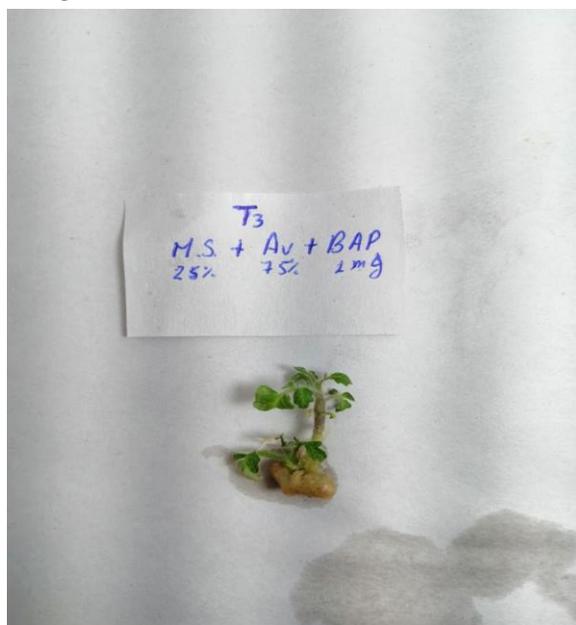
**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 21:** T2 MS 75% + Aloe v 25% + Z



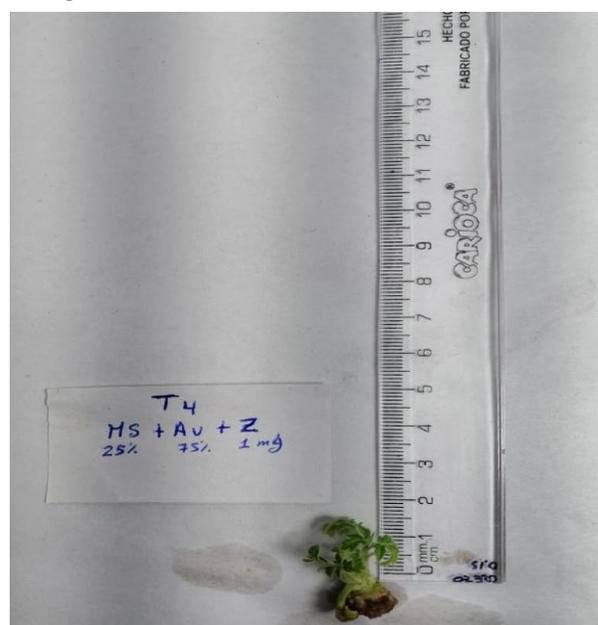
**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 20:** T3 MS 25% + Aloe v 75% + BAP.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 21:** T4 MS 25% + Aloe v 75% + Z.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 22:** T5 MS

Elaborado por: González & Lema (2021)

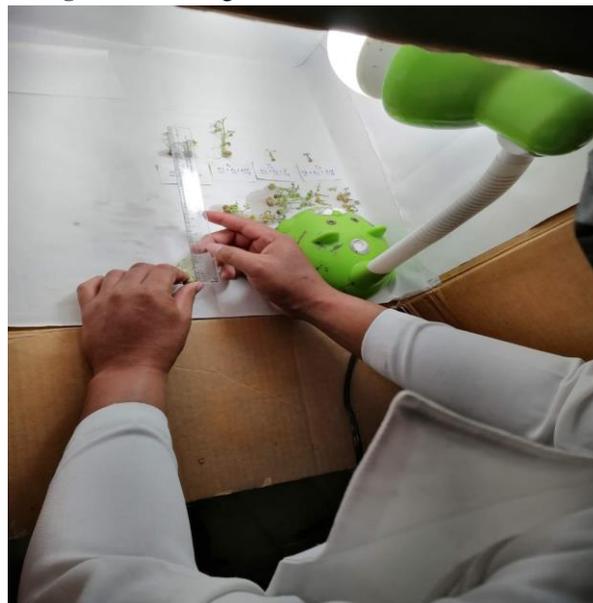
**Fotografía 23:** Tratamientos

Elaborado por: González & Lema (2021)

### Anexo 9: Variables a evaluadas.

**Fotografía 24:** Porcentaje de contaminación

Elaborado por: González & Lema (2021)

**Fotografía 25:** Longitud de brote.

Elaborado por: González & Lema (2021)

**Fotografía 26:** Número de brotes.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 27:** Numero de hojas.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 28:** Presencia de raíz.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

## Anexo 10: Fase de Aclimatación.

**Fotografía 29:** Sustrato para aclimatación.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 30:** Llenado del sustrato.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 31:** Limpieza del explante.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 32:** Siembra del explante.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 33:** Roció de micorrizas.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 34:** Plántulas en Micro-túnel.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Fotografía 35:** Planta aclimatada.



**Elaborado por:** González & Lema (2021)

**Anexo 11.** Análisis del anti-plagió.**Document Information**

---

<b>Analyzed document</b>	TESIS-GONZALEZ-LEMA -1.3.docx (D111473042)
<b>Submitted</b>	8/19/2021 6:52:00 PM
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	kleber.espinosa@utc.edu.ec
<b>Similarity</b>	4%
<b>Analysis address</b>	kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com