



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y TRES DOSIS DE FERTIBACTER PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN (*Citrus limón*) EN VIVERO CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”**

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

**Autor:**

Granja Castellano Geovanny Sebastian

**Tutor:**

Jácome Mogro Emerson Javier

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Febrero 2025**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Granja Castellano Geovanny Sebastian, con cédula de ciudadanía No. 0504328303, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y TRES DOSIS DE FERTIBACTER PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN (*Citrus limón*) EN VIVERO CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”**, siendo el Ingeniero PhD. Emerson Javier Jácome Mogro, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 21 de febrero del 2025



Geovanny Sebastian Granja Castellano  
C.C: 0504328303  
**ESTUDIANTE**

## **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 **GRANJA CASTELLANO GEOVANNY SEBASTIAN**, identificado con cédula de ciudadanía **0504328303** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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.** - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y TRES DOSIS DE FERTIBACTER PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN (*Citrus limón*) EN VIVERO CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Tema: **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y TRES DOSIS DE FERTIBACTER PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN (*Citrus limón*) EN VIVERO CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”**

**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, **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 el presente contrato **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 al 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 **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 SÉPTIMA. - 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 **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 **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 de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de enero del 2025.



Geovanny Sebastian Granja Castellano

**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

**LA CESIONARIA**

**AVAIL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y TRES DOSIS DE FERTIBACTER PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN (*Citrus limón*) EN VIVERO CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”**, de Granja Castellano Geovanny Sebastian, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 21 de febrero del 2025



Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.  
C.C: 0501974703  
**DOCENTE TUTOR**

**AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos 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 cuanto, el postulante: Granja Castellano Geovanny Sebastian , con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y TRES DOSIS DE FERTIBACTER PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN (*Citrus limón*) EN VIVERO CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 21 de febrero del 2025



Ing. Troya Sarsoza Jorge Fabian, Ph.D.

C.C: 050164556-8

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallego, Mg.

C.C: 1002749800

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Cristián Santiago Jiménez Jácome, Mg.

CC: 050194626-3

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Esta investigación de pregrado y el resultado de mi formación, Agradezco a mis padres quienes han sido mi mayor pilar, gracias por todo su apoyo incondicional, sacrificios y por toda la confianza que me*

*han dado, gracias por siempre ser mi motor el cual me ayudó a superar cada obstáculo en mi vida.*

*Agradezco también a mis ingenieros por compartir todos sus conocimientos los cuales fueron fundamentales para realizar este trabajo, gracias por cada consejo y la motivación que nos brindaban.*

*Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por todas las experiencias que me brindó tanto dentro como fuera del aula, todo contribuyó en mi crecimiento personal y profesional.*

***Geovanny Sebastian Granja Castellano***

## **DEDICATORIA**

*A mi padre Geovanny Granja, a mi madre Marlene Castellano ya que este logro no hubiera sido posible sin su apoyo y amor incondicional. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la humildad ya que todo es me han guiado hasta este momento.*

*A mi hermana gracias por ser mi compañera de vida y también apoyo incondicional y por todas las experiencias vividas en el transcurso de la Universidad, este logro no es solo mío, si no tuyo también ya que estuviste conmigo en cada paso.*

*Esta tesis no solo es resultado de tantos años de esfuerzo y estudio si no también todo el apoyo y el amor que he recibido de ustedes como familia. Por eso Papá, Mamá y hermana les dedico este logro con todo mi corazón y agradecimiento por todo lo que han hecho por mí.*

*Geovanny Sebastian Granja Castellano*

## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS Y TRES DOSIS DE FERTIBACTER PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE LIMÓN (*Citrus limón*) EN VIVERO CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”.**

**Autor:**

Granja Castellano Geovanny Sebastian

## RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo el objetivo “Evaluación de tres sustratos y tres dosis de fertibacter para la producción de plantulas de Limón (limón) en Vivero Campus SalacheLatacunga 2024”, Tiene como propósito evaluar diferentes sustratos y dosis de Fertibacter para mejorar la producción de plantulas de limón en la provincia de Cotopaxi, donde existe una baja producción y calidad de este cultivo, además una alta demanda. La justificación de este estudio radica en la necesidad de introducir el cultivo de limón en la provincia lo que podría mejorar la calidad de vida de los agricultores y generar fuentes de empleo. Los objetivos específicos del proyecto incluyen determinar el mejor sustrato y dosis de Fertibacter, evaluar tratamientos para la producción de plantulas y analizar los costos de implementación. La metodología que se utilizó es un estudio experimental en vivero la cual incluye revisiones bibliográficas, preparación de los sustratos, creación de bloques experimentales y el respectivo análisis utilizando el Software estadístico. Se evaluó el efecto de diferentes sustratos y el crecimiento de plantulas de limón, aplicando los análisis estadísticos como es la prueba de Tukey y análisis de varianza. Los resultados obtenidos mostraron que el sustrato compuesto por 40% de tierra negra, 20% de chasqui y 40% de compost presento el mejor rendimiento en términos de germinación, altura, numero de hojas y diámetro del trallo con una significancia alta (p-0001). Por otra parte, el biofertilizante Fertibacter no mostro efectos significativos en el crecimiento de las plantas, esto se debe a que no se ha probado en otras especies solo en maíz. El costo total de implementación fue de 103,5 dólares y se recomendó el uso del sustrato compost por su accesibilidad y efectividad que este tiene sugiriendo a los agricultores adoptar esta mezcla para mejorar la germinación y crecimiento de las plantulas de limón. Se concluyó que el sustrato es el factor más determinante en el desarrollo de las plantulas lo que resalta la importancia de seleccionar adecuadamente los sustratos para optimizar la producción.

**Palabras clave:** Limón, sustratos, Fertibacter, producción de plantulas.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**THEME:** “EVALUATION OF THREE SUBSTRATES AND THREE DOSES OF FERTIBACTER FOR THE PRODUCTION OF LEMON (*Citrus limón*) SEEDLINGS IN NURSERY CAMPUS SALACHE-LATACUNGA 2024”.

**Author:**

Granja Castellano Geovanny Sebastian

### ABSTRACT

The objective of this research report was ‘Evaluation of three substrates and three doses of FertiBacter for the production of lemon seedlings in the Salache-Latacunga Campus Nursery 2024’. Its purpose is to evaluate different substrates and doses of FertiBacter to improve the

production of lemon seedlings in the province of Cotopaxi, where there is a low production and quality of this crop, as well as a high demand. The justification for this study lies in the need to introduce lemon cultivation in the province, which could improve the quality of life of farmers and generate sources of employment. The specific objectives of the project include determining the best substrate and dosage of FertiBacter, evaluating treatments for seedling production and analyzing implementation costs. The methodology used is an experimental nursery study which includes literature reviews, substrate preparation, creation of experimental blocks and respective analysis using statistical software. . The effect of different substrates on the growth of lemon seedlings was evaluated by applying statistical analyses such as Tukey's test and analysis of variance. The results obtained showed that the substrate composed of 40% black soil, 20% chasqui and 40% compost presented the best performance in terms of germination, height, number of leaves and stem diameter with a high significance (p-0001). On the other hand, the biofertilizer FertiBacter did not show significant effects on plant growth, this is because it has not been tested on other species, only on maize. The total cost of implementation was \$103.5 and the use of compost substrate was recommended because of its accessibility and effectiveness, suggesting farmers to adopt this mixture to improve the germination and growth of lemon seedlings. It was concluded that the substrate is the most determinant factor in seedling development, which highlights the importance of adequate substrate selection to optimize production.

**KEYWORDS:** Lemon, Substrates, FertiBacter, Seedling production.

## **INDICE DE CONTENIDO**

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>	<b>ii</b>
<b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....</b>	<b>iii</b>
<b>AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>iv</b>
<b>AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>x</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>

A) Beneficiarios Directos .....	3
B) Beneficiarios Indirectos .....	3
<b>4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>4.1 Formulación del Problema.....</b>	<b>4</b>
<b>5. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>5.1 General.....</b>	<b>4</b>
<b>5.2 Específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....</b>	<b>8</b>
<b>7.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>8</b>
<b>7.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....</b>	<b>9</b>
<b>7.3 DESCRIPCION BOTÁNICA .....</b>	<b>9</b>
<b>7.5 MANEJO DEL VIVERO .....</b>	<b>10</b>
<b>7.6 REPRODUCCIÓN DEL LIMÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>7.7 MÉTODOS DE PROPAGACION CONVENCIONAL.....</b>	<b>11</b>
<b>7.8 PROPAGACION POR SEMILLA.....</b>	<b>12</b>
<b>7.9 PROPAGACION BAJO CONDICIONES DE VIVERO .....</b>	<b>12</b>
<b>7.10 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.....</b>	<b>12</b>
<b>7.11 SUSTRATOS.....</b>	<b>13</b>
<b>7.12 TIPOS DE SUSTRATOS.....</b>	<b>13</b>
<b>7.13 COMPOSICIÓN DE SUSTRATOS .....</b>	<b>14</b>
<b>8 VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....</b>	<b>16</b>
A) Hipótesis Nula.....	16
B) Hipótesis Alternativa .....	16
<b>9 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>16</b>
<b>9.1 AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>16</b>
<b>9.2 TIPOS DE INVESTIGACION .....</b>	<b>17</b>
<b>9.3 MODALIDAD BASICA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>18</b>

<b>9.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS</b> .....	18
<b>9.5 DISEÑO EXPERIMENTAL</b> .....	18
<b>9.6 TRATAMIENTOS</b> .....	19
<b>9.6 DISEÑO DEL ESTUDIO</b> .....	22
<b>9.8 VARIABLES</b> .....	22
<b>A) VARIABLES INDEPENDIENTES</b> .....	22
<b>B) VARIABLES DEPENDIENTES</b> .....	22
<b>9.9 VARIABLES A EVALUAR</b> .....	22
<b>9.10 RECOLECCION DE DATOS</b> .....	23
<b>10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	26
<b>10.1 Germinación</b> .....	26
<b>10.2 Numero de Hojas</b> .....	27
<b>10.3 Altura de la Planta</b> .....	29
<b>10.4 Diámetro del tallo</b> .....	30
<b>10.5 pH</b> .....	32
<b>10.6 Costo-beneficio</b> .....	32
<b>11. CONCLUSIONES</b> .....	33
<b>12. RECOMENDACIONES</b> .....	33
<b>13. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	34

#### **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados</b> .....	5
<b>Tabla 2. Modelo diseño experimental</b> .....	18
<b>Tabla 3. Tratamiento en estudio</b> .....	19
<b>Tabla 4. Cuadro del análisis de varianza</b> .....	26
<b>Tabla 5. Tukey 0,5% sustratos</b> .....	26
<b>Tabla 6. Cuadro del análisis de varianza hojas</b> .....	27
<b>Tabla 7. Tukey al 0,5% Sustratos</b> .....	28
<b>Tabla 8. Cuadro del análisis de varianza altura</b> .....	29
<b>Tabla 9. Tukey al 0,5% Sustratos</b> .....	29

<b>Tabla 10. Cuadro del análisis de varianza diámetro .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 11. Tukey al 0,5 Sustratos .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 12. Evaluación de pH en tierra negra + chasqui + sustrato en suelo .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 13. Evaluación de pH con sustrato y dosis .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 14. Costo-beneficio .....</b>	<b>32</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1. Mapa de Salache obtenida de Qgis .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2. Flujograma .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 3. Medidas y división de parcelas .....</b>	<b>22</b>

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

Evaluación de tres sustratos y tres dosis de FertiBacter para la producción de plántulas de Limón (*Citrus limón*) en Vivero CAMPUS Salache-Latacunga 2024

**Fecha de inicio:** Octubre 2024

**Fecha de finalización:** Marzo 2025

**Lugar de ejecución:**

Eloy Alfaro -Salache -Latacunga-Cotopaxi-Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales **Carrera**

**que auspicia:**

Ingeniería Agronómica **Equipo**

**de Trabajo:**

Tutor: Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Lector 1: Ing. Troya Sarsoza Jorge Fabian, Ph.D.

Lector 2: Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.

Lector 3: Ing. Cristián Santiago Jiménez Jácome, Mg.

**Coordinador del Proyecto:**

Nombre: Geovanny Sebastian Granja Castellano

Teléfono: 0939733452

Correo electrónico: [geovanny.granja8303@utc.edu.ec](mailto:geovanny.granja8303@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:**

Agricultura – Agricultura, Silvicultura y Pesca – Agronomía

**Línea de investigación:**

Producción Agrícola Sostenible

**Línea de vinculación de la carrera:**

**Línea 1.** Análisis, conservación y aprovechamiento racional de biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales. La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos

naturales, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y de los ecosistemas frágiles, permitiendo el desarrollo de planes de manejo, producción, equidad social y conservación del patrimonio natural, así como el uso racional de los recursos naturales para reducir y mitigar riesgos naturales.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La siguiente investigación se realizó con el objetivo de alcanzar la germinación en semillas de limón debido a que esta es poco producida ya que no existe información de propagación de esta especie, ya que es una semilla compleja debido a que esta presenta una cobertura con un endocarpio fuerte y esto ha hecho que los agricultores no la produzcan. A su vez las plantas que son obtenidas a partir de semilla presentan una gran variabilidad genética siendo esto un punto muy importante ya que se obtiene plantas únicas de esta especie, Una vez que la planta a crecido lo suficiente a estas se las utilizan como porta injertos.

Otro punto a favor es que ayuda mejorar la calidad de vida de los agricultores, con esto proporcionarán un valor adicional de la producción de limón y mejorar los ingresos económicos. (Ignacio, 2014). El cultivo de limón bajo vivero en las comunidades está justificado por su potencial para mejorar la productividad y la sostenibilidad agrícola en áreas rurales. La propagación por semilla de limón se debe realizar debido a la ausencia de agricultores locales dedicados a la propagación de plántulas, lo que representa una oportunidad para introducir este cultivo y satisfacer la demanda local de manera sostenible. En la provincia de Cotopaxi, el limón no se produce de forma significativa, lo que genera una alta dependencia de importación desde otras zonas. Además, este método inicial es accesible y económico, permitiendo sentar las bases para un desarrollo agrícola más amplio en el futuro (FAO, 2023)

El cultivo de limón representa una elección estratégica para los agricultores debido a su alta demanda global y versatilidad. Los limones son ampliamente utilizados en la industria alimentaria, tanto frescos como en productos derivados como jugos y aromatizantes, lo que garantiza un mercado estable y diversificado. Además, los limoneros son robustos y pueden adaptarse a una variedad de condiciones climáticas, lo cual facilita su cultivo en diferentes regiones. Su valor nutricional, riqueza en vitamina C y antioxidantes, también contribuye a su popularidad en dietas saludables, asegurando así un interés continuo por parte de los consumidores conscientes de la salud (MARENA, 2004).

El cultivo de limón bajo vivero en las comunidades está justificado por su potencial para mejorar la productividad y la sostenibilidad agrícola en áreas rurales. Los viveros son un control más

preciso del ambiente de cultivo, lo que reduce la presencia de plagas y enfermedades, y mejora la calidad y cantidad de la producción. Esto es especialmente de suma importancia en regiones donde las condiciones climáticas no son ideales para que el cultivo de limón se produzca al aire libre. Al proporcionar un entorno controlado, los viveros pueden extender la temporada de cultivo, permitiendo a los agricultores producir limones durante todo el año y, por lo tanto, aumentar sus ingresos y estabilidad económica (Cárdenas Blandín, 2008).

Este método de cultivo puede generar empleo local y proporcionar oportunidades de capacitación y desarrollo de habilidades técnicas e involucrar a las comunidades en la implementación de estos proyectos, asegurando la inclusión de mujeres y jóvenes, puede contribuir a un desarrollo más equitativo y mejorar la cohesión social (Santistevan, 2015).

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **A) Beneficiarios Directos**

El proyecto se encuentra dirigido a los 434 estudiantes de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi

#### **B) Beneficiarios Indirectos**

Se encuentra dirigido a los xxxx productores de frutas de la provincia de Cotopaxi

### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El limón es una cultura importante a nivel mundial, se usa en alimentos y se consume directamente, enfatizando la flexibilidad culinaria y la riqueza de la vitamina C y los antioxidantes. Esto es muy importante en términos de algunas regiones, creando empleos y fortalecer la economía local y nacional. El cultivo de limón presenta varios retos como son variabilidad climática, enfermedades, exigencias fitosanitarias, competencia y precios inestables (ProducePay, 2023).

En 2024, la producción global de limones está marcada por un incremento general, alcanzando los 10 millones de toneladas, impulsado principalmente por la Unión Europea, Sudáfrica y Turquía, aunque enfrentando desafíos en regiones específicas. Argentina ha aumentado su producción gracias a lluvias favorables, mientras que España espera un incremento del 30% en su cosecha de limones Fino, destacándose por su sostenibilidad. Sudáfrica mantiene una producción estable, pero enfrenta sobreoferta en mercados como el del Medio Oriente. En contraste, Estados Unidos y México ven reducciones en su producción debido a condiciones climáticas adversas y enfermedades de los cítricos (Cooper, 2024).

En Ecuador, la producción del cultivo de limón ha disminuido aproximadamente un 20% en las principales provincias productoras (Manabí, Santa Elena y El Oro) debido a condiciones climáticas adversas y el fenómeno de El Niño. Además, el precio del limón ha incrementado significativamente, pasando de USD 25 a entre USD 120 y USD 180 por quintal, un aumento de entre 380% y 620%, debido a la escasez local y la necesidad de importar desde Perú y Colombia (Beltrón et al., 2020).

La situación actual del cultivo de limón (citrus limón) en la provincia de Cotopaxi se caracteriza por ser de bajo rendimiento y la baja calidad esto se da por desconocimiento del manejo nutricional en el suelo y la planta, las principales problemáticas que tenemos son el cambio climático y las plagas en los frutales aparte no existe agricultores que estén relacionados con la producción de limón. Uno de los factores más principales es la baja demanda de frutales en nuestra provincia ya que no existen mucha producción y esto a su vez afecta económicamente (Casaca, 2016).

Desde una perspectiva económica y social, los agricultores enfrentan desafíos relacionados con el acceso a mercados competitivos y la fluctuación de precios del limón, lo que afecta la estabilidad de sus ingresos. Las barreras para entrar en mercados más lucrativos y la falta de estructuras de apoyo, como cooperativas, limitan la capacidad de los productores para obtener precios justos. Además, la resistencia comunitaria a nuevas tecnologías y la falta de inclusión de mujeres en estos proyectos agravan la situación, restringiendo el potencial de desarrollo sostenible en estas comunidades. Abordar estos desafíos requiere un enfoque integral que incluya educación, apoyo financiero y la creación de redes de mercado más sólidas (Agropedia, 2018).

#### **4.1 Formulación del Problema**

¿El desconocimiento de la producción de plántulas y el uso del FertiBacter como promotor del desarrollo?

### **5. OBJETIVOS**

#### **5.1 General**

Evaluar tres sustratos y tres dosis de FertiBacter para la producción de plántulas de Limón (*Citrus limón*) en vivero CAMPUS SALACHE -LATAACUNGA 2024

#### **5.2 Específicos**

- Determinar el mejor sustrato para el crecimiento de plantulas de limón (*Citrus limón*)
- Identificar la mejor dosis de FertiBacter para el desarrollo de plantulas de limón (*Citrus limón*)

- Determinar el mejor tratamiento para la producción de plantulas de limón (*Citrus limón*)
- Evaluar los costos de implementación entre los diferentes tratamientos

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

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

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el mejor su para crecer de pla de limón limór<sup>(citrus)</sup></li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión bibliográfica sobre cómo podemos fortificar los sustratos</li> <li>2. Preparación de sustratos.</li> <li>3. Creación de bloques experimentales con cada tratamiento y toma de datos cada 15 días con procesamiento de datos de las</li> </ol>	<p>Buscar y leer artículos relacionados a evaluación de sustratos.</p> <p>Primero realizamos limpieza del para de estudio.</p> <p>Realizamos la mezcla de los sustratos con sus respectivos porcentajes colocando la tierra negra y chasqui.</p> <p>Colocamos la mezcla en las fundas vivero las cuales son perforadas y tienen una medida de C4 cm x 6cm) para la</p>	<p>Toma de datos de porcentajes de germinación, altura de planta, numero de hojas y diámetro de tallo.</p> <p>Resultados estadísticos de Infostat ANOVA, contrastes y prueba de tukey.</p>

	<p>variables de estudio mediante software Infostat</p>	<p>de producción de plantulas, tenemos 3 sustratos en todos se realizará el mismo procedimiento para tener 3 tratamientos diferentes.</p> <p>Una vez llenas las fundas procedemos a colocar la semilla a una profundidad de 1 cm y la tapamos.</p>	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la mejor dosis de FertiBacter para el desarrollo de plantulas de limón (<i>Citrus limón</i>)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Revisión bibliográfica de cómo podemos aplicar el FertiBacter</li> <li>Creación de bloque experimentales y aplicación de tres dosis cada 15 días</li> <li>Procesamiento de los datos de las variables de estudio mediante el</li> </ol>	<p>Buscar y leer artículos relacionados a FertiBacter</p> <p>Teniendo ya el FertiBacter el cual nos donaron procedemos a dosificarlo por las siguientes dosis 0,5% , 10% y 15%, después colocar diferentes dosis en bloques cada uno con su repetición, los datos que se obtienen de cada variable de estudio se</p>	<p>Cuantificación de resultados estadísticos de Infostat ANOVA, contrastes y prueba de tukey</p>

	software Infostat.	colocará en el software Infostat.	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el mejor tratamiento para la producción de plántulas de limón (<i>Citrus limón</i>)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Revisión bibliográfica de cómo influyen los sustratos con el FertiBacter en las plántulas de limón</li> <li>Bloques de las variables con sus respectivos datos estadísticos</li> <li>Revisión en software Infostat</li> </ol>	<p>Creación los diferentes bloques experimentales, aplicamos los sustratos y también las dosis de FertiBacter cada 15 días y se realiza la respectiva toma de datos de las variables planteadas</p> <p>Procesamiento de los datos de las variables en el Software Infostat</p>	<p>Cuantificación o toma de datos de la altura, diámetro del tallo, número de hojas</p> <p>Resultados estadísticos de Infostat, ANOVA, Contrastes y Prueba de Tukey</p>

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 4</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar los costos de implementación entre los diferentes tratamientos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar mediante un listado, sustratos y materiales para la elaboración del FertiBacter</li> <li>2. Implementación de los diferentes tratamientos</li> </ol>	Se realizará cálculos según el listado que tengamos para así poder ver cuánto se gastó	Cálculos por cada tratamiento y costos de la implementación

**Elaborado por:** (Sebastian Granja, 2024)

## **7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 GENERALIDADES**

El limonero (*Citrus limón*) es un árbol perenne de la familia Rutáceas, conocido por su fruto comestible, el limón. Originario del sudeste asiático, el limonero se ha expandido por todo el mundo gracias a su valor tanto culinario como medicinal (Vélez, 2012). Esta planta puede alcanzar alturas de hasta 6 metros y posee hojas perennes de color verde brillante que desprenden un característico aroma cítrico al ser frotadas. Los frutos del limonero son bayas ovaladas de cáscara amarilla cuando maduran, y contienen una pulpa jugosa y ácida rica en vitamina C, flavonoides y antioxidantes (Panchana, 2015).

Culturalmente, el limón ha sido parte integral de diversas tradiciones culinarias y medicinales. En la cocina, se utiliza para realzar el sabor de platos dulces y salados, así como en la preparación de bebidas refrescantes y conservas (Orrala, 2010). En medicina tradicional, se le atribuyen propiedades digestivas, estimulantes y antioxidantes, y se emplea para aliviar problemas gastrointestinales y resfriados (Santistevan et al., 2016).

El cultivo del limonero requiere un clima cálido a subtropical y suelos bien drenados. Se propaga principalmente por injerto para mantener las características deseables de las variedades comerciales. Además, es susceptible a ciertas enfermedades como la canchrosis y plagas como el pulgón y la mosca de la fruta, lo que exige prácticas de manejo integrado para su control. El limonero es mucho más que una fuente de fruta ácida y refrescante; es un símbolo de vitalidad, sabor y salud en muchas culturas alrededor del mundo, siendo un ejemplo claro de cómo la naturaleza nos provee tanto alimentos como medicinas (Frusemun, 2013).

## 7.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según (Martínez) la clasificación taxonómica es

- **Reino:** Plantae
- **Clase:** Magnoliopsida (dicotiledóneas)
- **Orden:** Sapindales
- **Familia:** Rutaceae • **Género:** Citrus
- **Especie:** Citrus limón
- **Subgénero:** Citrus • **Sección:** Citrus
- **Serie:** Limoneae

## 7.3 DESCRIPCION BOTÁNICA

El limonero (*Citrus limon*) es un árbol perenne de la familia Rutáceas, conocido por su fruto comestible, el limón. Originario del sudeste asiático, el limonero se ha expandido por todo el mundo gracias a su valor tanto culinario como medicinal (Vélez, 2012).

5.5 m de altura [hasta 7 m (1)], una copa simple e irregular, con muchas ramas simples, jóvenes con espinas fuertes y densas, 0.6-4.5 cm, con espinas por debajo de 1 cm; Corteza suave, de marrón a gris (Ana María Vilches Rembado, 2006 & Carlos Romero Zarco, 2007).

**Raíz:** Las raíces del limonero son principalmente fibrosas y superficiales, lo que les permite extraer eficazmente la humedad y los nutrientes del suelo. Este sistema radicular es esencial para el desarrollo del árbol, ya que permite absorber rápidamente el agua y los minerales necesarios para su crecimiento. Las raíces del limonero se extienden a una profundidad de 60 a 90 centímetros, pero en condiciones ideales, pueden alcanzar hasta 1,5 metros. Esta profundidad permite al limonero aprovechar las reservas de agua subterráneas, lo cual es especialmente importante durante las épocas de sequía (Jouvet, 2024).

**Tallo y ramas:** El limón, como todo tipo de frutas cítricas, desarrolla un baúl. Es más, o menos cilíndrico y verde cuando eres joven. Después de eso, se vuelve marrón cuando hay un giro, puede alcanzar una altura de hasta 4 metros. En el proceso de desarrollo, cuando el tronco del

árbol crece, las ramas tienen espinas, formando un vidrio abierto, grueso y redondo. Estas ramas deben ser la circuncisión adecuada para tener más luz; y así crear más colores, así como la mejor calidad y cantidad de frutas (Agropedia, 2018).

**Hojas:** Simples, alternas, tienen pecíolo de 1 cm, a veces alado son muy anchas; tiene una lámina de 6-8 cm x 12-13 cm, oblongo-lanceolada, con un borde dentado, coriácea, de nervadura prominente y son de color verde estas oscurecen con el tiempo (Ana María Vilches Rembado, 2006 & Carlos Romero Zarco, 2007).

**Flor:** Hermafroditas, muy perfumadas, con los pétalos gruesos y blancos, aunque a menudo se y torna un tinte rosa o violáceo en su cara exterior. Tienen muchos estambres. De 25 a 40, con los filamentos anchos y soldados entre ellos para formar varios grupos. Florece en la primavera, pero puede producir flores durante todo el año (zoobotanicojerez, 2024).

**Fruto:** Frutas pequeñas y redondas, con una luz ligera en la extremidad. No mide más de 5 cm de diámetro en las variedades comunes; la cáscara es verde (amarilla en su estado de madurez), con pulpa muy jugosa y muy ácida, dividida en 9 a 12 gajos. Contiene vitaminas C y B; proporciona calcio, fósforo y hierro (SIAP, 2016).

## REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

El rango de temperatura para el crecimiento óptimo de limón es de 25 a 31 ° C. La temperatura afecta el desarrollo de la agricultura al nivel de los cambios en el tiempo de floración hasta que la fruta esté madura de acuerdo con la temperatura de cada zona. Tomar en cuenta en el clima de calor, en el clima más frío, dura. La temperatura mínima para las plantas es de 18 ° C y hasta 38 ° C. Cabe señalar que es sensible a las bajas temperaturas, debe saber la temperatura mínima de la posición que desea colocar (AGRO RURAL, 2024). La humedad relativa también juega un papel importante en el cultivo de limones con un rango ideal, que aumenta del 50% al 60%. La humedad demasiado baja puede causar estrés hídrico en el árbol, mientras que la humedad demasiado alta puede contribuir al crecimiento de enfermedades fúngicas. La humedad relativa también juega un papel importante en el cultivo de limones con un rango ideal, que aumenta del 50% al 60%. Demasiado baja humedad puede causar estrés hídrico en el árbol, mientras que la humedad es demasiado alta puede contribuir al crecimiento de enfermedades fúngicas. (Axayacatl, 2023).

## 7.5 MANEJO DEL VIVERO

Requiere inicialmente, limpiar el terreno de malas hierbas e introducir abonos orgánicos con las labores de arado y/o gradeo, que permita la introducción fácil de las raíces de los plantones a trasplantar. La incorporación de la materia orgánica, es muy necesaria, para que el suelo retenga

la humedad y el agua excedente; esto es mas recomendado en suelos de textura ligera, como es el caso de los suelos del drenar valle de Cieneguillo, los cuales son arenosos (suelos). Por otro lado los suelos arcillosos (pesados) de baja permeabilidad, es decir hay muy poca aireación, drenaje bajo, podrían generar asfixia radicular y proliferación de enfermedades causadas por hongos (Ing. Mg. Sc. Ulises Vegas Rodríguez & Ing. Mg. Sc. Mónica Narrea Cango, 2011).

Desyerbe esta tarea se realiza manualmente, la cual hay que retirar de las camas la hierba mala poner en una bolsa todas las hierbas que crecen al lado de la plántula, para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes. Este trabajo se debe realizar frecuentemente durante los primeros tres meses, y debe mantenerse, con menor rigurosidad, en las siguientes etapas de desarrollo de la planta (AGROSAVIA, 2020).

Riego se da riegos diarios en verano, y al por lo más bajo dos o tres semanales en invierno. También, es necesaria aplicar fertilizantes con el riego en bajas concentraciones, para no incrementar la salinidad del agua del riego (Casaca, 2005).

## **7.6 REPRODUCCIÓN DEL LIMÓN**

### **Reproducción Sexual**

La reproducción de limoneros a partir de semillas es un método sencillo, pero en general se reserva para fines ornamentales o para el desarrollo de porta injertos más que para la producción comercial de fruta. Las semillas de limonero suelen ser polis embrionarias, lo que significa que producen múltiples plántulas a partir de una semilla. Aunque los limoneros cultivados a partir de semillas suelen ser vigorosos, es posible que no produzcan frutos idénticos a los del árbol original y pueden tardar entre cinco y quince años en dar frutos. Por este motivo, la propagación por semillas no es habitual en los limoneros comerciales, donde la uniformidad y la fructificación precoz son esenciales (wikifarme, 2024).

## **7.7 MÉTODOS DE PROPAGACION CONVENCIONAL**

Las técnicas de propagación convencional para la propagación del limón son la sexual la cual se produce por semilla, aunque esta se demora más en la germinación y requiere de más cuidados y la otra técnica es la asexual la cual se realiza por esquejes o injertos que es la más utilizada.

## **7.8 PROPAGACION POR SEMILLA**

La propagación por semilla de limón no es la más común ya que al sembrar por semilla no tiene mucha efectividad (60%), esto depende también si la semilla esta fresca, estas no toleran sequias. Para obtener las semillas en cada limón se logró obtener de 5 a 9 semillas.

Las semillas se colocan en hileras o en bandejas arriba del sustrato que disponga el productor y luego se procede a tapar con más sustrato. La profundidad para sembrar la semilla depende del tamaño, ya que cambia según el tipo de patrón: se recomienda sembrar las semillas pequeñas a una profundidad de entre 1,5 cm y 2 cm, y las semillas grandes, entre 2,5 cm y 3 cm (AGROSAVIA, 2020).

Un árbol de limones obtenido por reproducción sexual, reproducción sexual puede necesitar otros o dos años antes de pasar en tu jardín o maceta (Toribio, 2023).

## **7.9 PROPAGACION BAJO CONDICIONES DE VIVERO**

Sacar la semilla de la fruta, se lavan con agua. Durante este proceso, las semillas flotantes son rechazadas ya que no germinaran. Sólo se utilizan las que se hunden. Para eliminar la baba y bajar la acidez, las semillas se colocan en una mezcla de agua con cal y luego se las bate, y después se las enjuagan. Luego las semillas se colocan en un plástico o algún envase para secarse bajo el suave sol. Ya que las semillas están completamente secas, se las recogen y se clasifican. Para prepararlas las fundas se llenan con un medio de crecimiento sustrato , y luego se procede a regar (Willey, 2020). En la siembra introducir la semilla a 1,5 cm de profundidad. Cubrir las semillas y tápalas con la tierra (Carolina, 2021).

## **7.10 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES**

**Las plagas y enfermedades del limón son las siguientes:**

Minador este se identifica porque aparecen manchas marrones y las hojas se terminarán enrollando hasta marchitarlas completamente y luego caen al suelo. Mosca blanca deja larvas el cual daña el producto, Pulgones no permiten desarrollar ms hojas y los frutos se deforman, Araña roja se alimenta de las células deja débil la planta en cuanto a las enfermedades más comunes tenemos Virosis Las plantas dañadas tienen muchos síntomas, hojas amarillas, algunos síntomas de defectos y eventualmente caen, las hojas y la pudrición del fruto. La causa de esta enfermedad está relacionada con las frutas cítricas, pero los próximos estudios han demostrado que un limón reemplaza la muerte. Esto produce manchas necróticas para destruir la tela de la hoja. Cuando ataca la fruta, la infección comienza al final de la flor, durante el proceso de estar contaminado con secos, negros, plegados y en casos avanzados y se extiende al corazón de la fruta. (Rural, 2021).

## **7.11 SUSTRATOS**

Sustrato es una herramienta que se plantan diferentes tipos de plantas. En resumen, es un "suelo" en el que las raíces crecen y se desarrollan. A diferencia del piso del jardín, puede variar significativamente en términos de composición y calidad y no se recomiendan para macetas, los sustratos están especialmente diseñados para garantizar las condiciones óptimas del crecimiento de las plantas en las macetas. (Gardém, 2024).

El sustrato que venden a menudo se prepara en los viveros estos a menudo muestran características muy diferentes a las de la tierra natural que hay en tu jardín, este es preparado con el fin de garantizar al cultivo un suelo bueno para que la especie germine y se desarrolle, considerando factores indispensables como la retención de agua, cantidad de sustancia orgánica, nivel de pH, grado de compactación ((grupomun, 2022).

## **7.12 TIPOS DE SUSTRATOS**

### **COMPOST**

El compostaje es un proceso de descomposición de la materia orgánica. Esta distribución lo realiza muchos microorganismos, bacterias, hongos e invertebrados, como gusanos y cerdos que viven en el piso del jardín. Una de las principales características del fertilizante es que es un proceso aeróbico: los organismos relacionados con él requieren inserto continuo de oxígeno. Por lo tanto, los materiales no están podridos y, por lo tanto, no hay un aroma incorrecto, el resultado es un producto de alta calidad que puede usarse como fertilizante y regeneración del suelo: (compostaenred, 2019).

El compost asegura las propiedades nutricionales, contribuyen a la absorción y el mantenimiento del agua, facilita la circulación del aire y limita los cambios repentinos tanto en la temperatura como en la humedad. (Tierra, 2015).

### **TURBA**

La turba es un recurso natural de importancia básica para el desarrollo de la jardinería y la agricultura, Pero a pesar del hecho de que este es un recurso valioso, cada vez más preocupaciones entre los expertos. La agricultura y los agricultores tienen el origen y la calidad de la la turba, se venden super bien e el mercado mercado (Beheer, 2023).

La turba es un material orgánico que consiste en factores de la descomposición vegetal. Este es uno de los materiales más utilizados, como el sustrato, tanto en jardinería como en agricultura.

Todos hemos escuchado sobre este tipo de tierra, por lo que se usan en jardines, y en la agricultura. (Castillo Arnedo, 2022).

La Turba puede usarse como un fertilizante ecológico para mejorar la calidad del suelo para el cultivo y las capas de jardín. Por otro lado, cuando se extrae la humedad, la turba se convierte en un combustible. Aunque la turba se usa en la agricultura, la silvicultura y la jardinería, en el área de fondo, se usa tanto como una base cultural. Entre las ventajas que proporciona es aumentar el impacto de la cerca, la tira y el contrabando de nutrientes y mejorar las condiciones para que las raíces penetren en el suelo y se desarrollen adecuadamente. (Porto, Gardey, A & Merino, M, 2012).

## **ECOABONAZA**

La Eco Abonaza es un abono orgánico reconocido por su habilidad para elevar la calidad del terreno y fomentar el desarrollo sano de las cosechas. Este fertilizante proviene principalmente de la pollinaza, que es secada, categorizada y tratada para potenciar sus características ventajosas. Ecoabonaza es un abono orgánico semicompostado, libre de patógenos y certificado para su uso en agricultura orgánica. Se utiliza para mejorar la materia orgánica del suelo, optimizando su estructura y fertilidad, lo que resulta en cultivos más saludables y productivos. Este abono ha sido empleado en diversos programas agrícolas para incrementar la producción de cultivos como caña de azúcar y cacao. Como ejemplo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador ha distribuido Ecoabonaza entre productores para mejorar sus rendimientos agrícolas. Además, empresas como Pronaca ofrecen Ecoabonaza junto con otros abonos orgánicos para enriquecer los suelos y mejorar los cultivos (MAGAP, 2024).

### **7.13 COMPOSICIÓN DE SUSTRATOS**

Según (Bricomanía. 2013) La base de estos sustratos, son efectivamente de calidad, principalmente la turba. La cual se extrae de las turberas en piezas con forma de ladrillo. Es un tipo de tierra orgánica, demasiado fibrosa, pero en este estado no nos sirve, hay que aplastarla o triturar. Por lo cual encontraremos en la mayor parte de los sustratos es turba triturada, turba negra que se mezcla también con el compost y la tierra orgánica lo cual se obtiene descomponiendo restos vegetales. La turba tiene un pH muy bajo el cual es de 3, viene siendo una tierra muy ácida, procedemos a neutralizarla. Estos sustratos tienen un componente que es la cal, lo cual elevara el ph. Hablemos de otros elementos. El [abono de liberación lenta](#), el cual se mezcla con la turba y el compost. También se suele añadir arena. Los sustratos para semilleros y para bonsáis tienen más arena, ya que sirve para permeabilidad y porosidad a la tierra. La [perlita](#), no tiene peso, también se utiliza en algunos sustratos. Esta absorbe la humedad y crea una reserva de humedad muy beneficiosa a la hora de crear sustratos de distintos tipos.

Finalmente, hablamos del Agrosil, el cual se utiliza para potenciar el desarrollo de las raíces. El momento de hacer trasplantes, primero debemos saber qué tipo de plantas son para utilizar el substrato correspondiente en cada caso. Así, lograremos los mejores resultados tanto en el jardín como en la producción agrícola.

#### **7.14 FERTIBACTER**

Esta creación de biofertilizante fertibacter mejora la biodiversidad de la eficiencia del suelo y los cultivos; Estimular el crecimiento del sistema de raíces (órganos botánicos vegetales se desarrolla en la dirección opuesta del tronco y se lleva en el suelo u otros cuerpos, donde absorbe el agua y los minerales sobre el crecimiento y un buen desarrollo). Además, sirve como ancla y protección del medio ambiente contra la contaminación porque son fertilizantes naturales. También aumenta la absorción de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. (Villacrés, 2023).

Incluso puede producir fomerons(auxiliar,citochinina,gibelina). Primero estimular el crecimiento y el aumento de la raíz; En segundo lugar, contribuya a la división celular y la intervención final a la germinación. (Christian Subía, 2023), responsable del Programa de Maíz del INIAP, muestra que el biofertilizante optimiza los nutrientes del suelo, porque está compuesto por bacterias de la tierra. Además de los beneficios en la producción, el agricultor reduce costos importantes.

El biofertilizante Fertibacter contiene bacterias (microorganismos del suelo) de Azospirillum, que puede contribuir al desarrollo de cultivos agrícolas, estimula principalmente la expansión y las raíces extendidas, aumenta significativamente la absorción de la superficie de los nutrientes. Estas bacterias también pueden usar nitrógeno en la atmósfera y convertirlo en nutrientes útiles a las raíces. (INIAP, 2023)

##### **A) BENEFICIOS DEL FERTIBACTER**

- Mejora el suelo y el rendimiento de los cultivos.
- Ayuda al crecimiento del sistema radicular
- Protege el medio ambiente de los contaminantes, ya que son fertilizantes naturales.

##### **B) CARACTERÍSTICAS DEL FERTIBACTER**

Este biofertilizante activo está compuesto por cepas del género Azospirillum y Pseudomonas, las cuales son capaces de producir fitohormonas (auxinas, citoquininas, giberelinas). Mejora la biodiversidad del suelo y ayuda al rendimiento de los cultivos.

- **AUXINAS:** ayudan al crecimiento y desarrollo de las raíces

- CITOQUININAS: Estimulan procesos de división celular
- GIBERELINAS: Ayudan en la germinación

## 8 VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

### A) Hipótesis Nula

1. Los tipos de sustratos no influyen en el desarrollo de las plántulas
2. La aplicación del FertiBacter no influye en el desarrollo de las plántulas

### B) Hipótesis Alternativa

1. Los tipos de sustrato influyen en el desarrollo de las plántulas
2. La aplicación del FertiBacter influye en el desarrollo de las plántulas

## 9 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1 AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizará bajo vivero en la Universidad Técnica de Cotopaxi -Campus Salache -Parroquia Urbana Eloy Alfaro que se encuentra ubicada en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi, en el vivero del Campus Salache, sus coordenadas geográficas son:

Latitud 78°37'05.38'' Oeste y Longitud 00°59'57'' Sur. Se encuentra a la altitud de 2.750 msnm



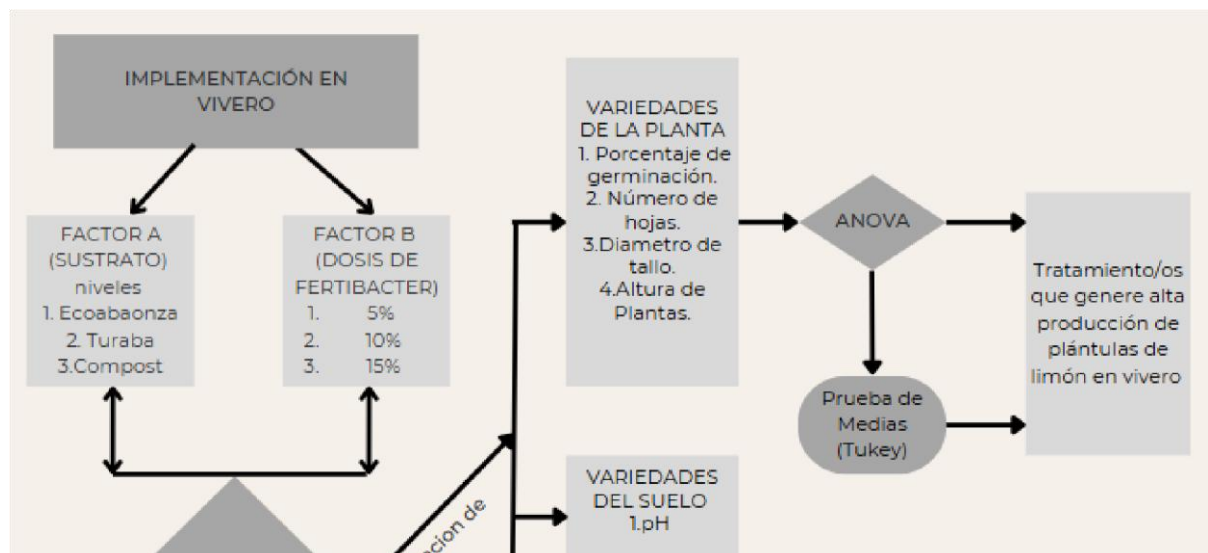
*Figura 1. Mapa de Salache obtenida de Qgis*

## 9.2 TIPOS DE INVESTIGACION

**Experimental:** Se menciona como investigación experimental por que la investigación sigue o contiene con los lineamientos que tiene la Universidad Técnica de Cotopaxi. En el que se evaluará la efectividad de tres sustratos y tres diferentes dosis de FertiBacter en fruta de limón (Citrus limón).

**Descriptiva Cuantitativa.** Toma de datos de las diferentes variables establecidas como porcentaje de germinación, altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo.

**Bibliográfica.** – Revisión bibliográfica de artículos científicos, repositorio de la Universidad, tesis que se encuentran en la web y revisión de libros.



**Figura 2. Flujograma**

**9.3 MODALIDAD BASICA DE INVESTIGACIÓN**

**De Campo**

La presente investigación se encuentra en un Vivero

**Bibliografía documental**

Posee revisión bibliográfica y de documentos la cual nos ayudó como apoyo para la fundamentación teórica

**9.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS**

**Registro de Datos**

Se registro los datos en una libreta de campo

**Análisis Estadístico**

Para el análisis de datos se utilizó diseño experimental con la aplicación del software (InfoStat). Aplicando la prueba de Tukey al 5%, para establecer las fuentes de variación y determinar si el valor de probabilidad es significativo (\*\*), altamente significativo (\*) y no significativo (ns).

**9.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El trabajo se desarrolló con un arreglo factorial 4\*4 dispuesto en franjas y calculado mediante el uso del modelo matemático de bloques completos al azar (DBCA) en donde la parcela grande será los sustratos o el FACTOR 1 mientras que la subparcela será la aplicación de las dosis de FertiBacter o FACTOR 2. Se evaluaron los tratamientos mencionados. A través de la utilización de tres sustratos orgánicos y el testigo. Se estableció una unidad experimental con un total de 480 plantas, asumiendo 120 plantas por bloque.

**Tabla 2. Modelo diseño experimental**

<i>F de V</i>	<i>GL</i>
<i>Total</i>	47
<i>Tratamiento</i>	15
<i>A</i>	3
<i>B</i>	3

<i>A*B</i>	9
<i>Repeticiones</i>	2
<i>Error Experimental</i>	30

**Elaborado por:** (Sebastian Granja, 2024)

### **FACTOR A.**

Evaluación de tres mezclas de sustratos para la propagación de limón.

S1= 50% tierra negra + 30% chasqui +20% ecoabonaza

S2= 40% tierra negra + 20% chasqui + 40% compost

S3= 50% tierra negra + 30 % chasqui + 20% turba

S4= 50 % tierra negra + 50 % chasqui

### **FACTOR B.**

Evaluación de la aplicación de tres dosis de FertiBacter para la propagación de limon.

D1 = 5 % de biofertilizante FertiBacter y 95 % de agua

D2= 10 % de biofertilizante FertiBacter y 90 % de agua

D3 = 15 % de biofertilizante FertiBacter y 85 % de agua

D4 = 100 % agua

## **9.6 TRATAMIENTOS**

En este proyecto los tratamientos se han definido la mezcla de tierra negra, pomex o chasqui y sustratos (ecoabonaza, compost y turba). Sin embargo, los detalles de las mezclas se describen en la tabla 3, posteriormente se incluye un tratamiento testigo a base de sustrato convencional.

***Tabla 3. Tratamiento en estudio***

Descripción de los tratamientos de estudio.

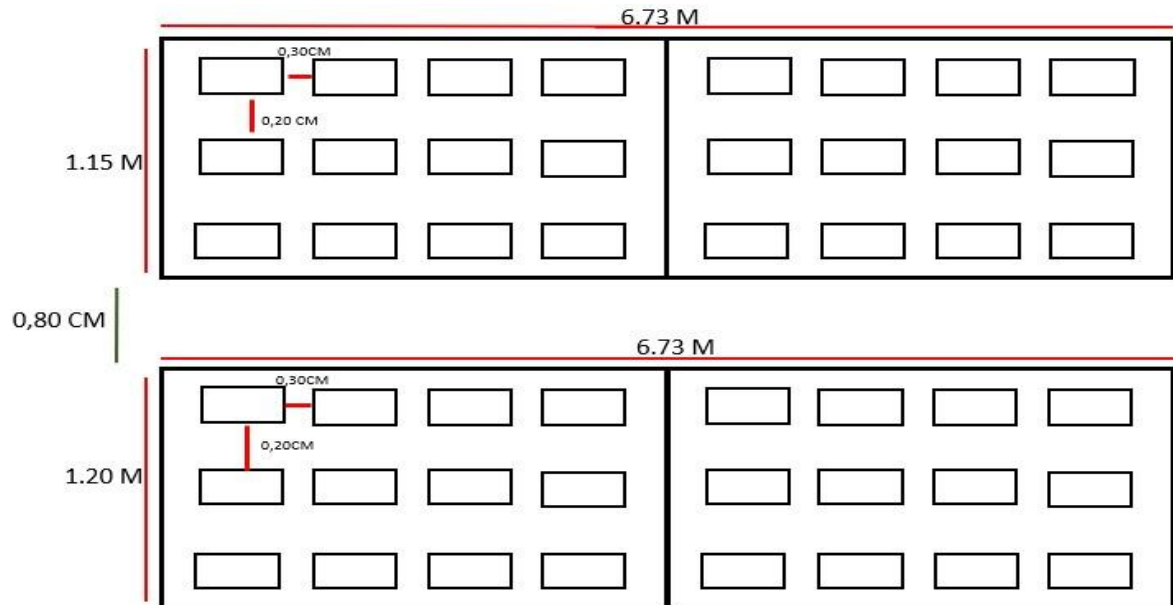
TRATAMIENTOS	CODIGOS	DESCRIPCION
T1	S1D1	<b>(50% tierra negra, 30 % chasqui, 20% Ecoabonaza + 5% de FertiBacter</b>

T2	S1D2	<b>(50% tierra negra, 30 % chasqui, 20% Ecoabonaza + 10 % de FertiBacter</b>
T3	S1D3	<b>( 50% tierra negra , 30 % chasqui , 20% Ecoabonaza + 15 % de FertiBacter</b>
T4	S1D4	<b>( 50% tierra negra , 30 % chasqui , 20% Ecoabonaza + testigo</b>
T5	S2D1	<b>(40% tierra negra , 20 % chasqui , 40 % compost + 5 % de FertiBacter</b>
T6	S2D2	<b>(40% tierra negra , 20 % chasqui , 40 % compost + 10% de FertiBacter</b>
T7	S2D3	<b>(40% tierra negra , 20 % chasqui , 40 % compost + 15% de FertiBacter</b>
T8	S2D4	<b>(40% tierra negra , 20 % chasqui , 40 % compost + % testigo</b>
T9	S3D1	<b>(50 % tierra negra , 30 % chasqui , 20% turba + 5 % de FertiBacter</b>
T10	S3D2	<b>(50 % tierra negra , 30 % chasqui , 20% turba + 10 % de FertiBacter</b>

T11	S3D3	<b>(50 % tierra negra , 30 % chasqui , 20% turba + 15 % de FertiBacter</b>
T12	S3D4	<b>(50 % tierra negra , 30 % chasqui , 20% turba + testigo</b>
T13	S4D1	<b>( 50% tierra negra , 50% chasqui + 5 % de FertiBacter</b>
T14	S4D2	<b>( 50% tierra negra , 50% chasqui + 10 % de FertiBacter</b>
T15	S4D3	<b>( 50% tierra negra , 50% chasqui + 15 % de FertiBacter</b>
T16	S4D4	<b>(50% tierra negra , 50% chasqui + testigo</b>

**Elaborado:** Sebastian Granja, 2024

## 9.6 DISEÑO DEL ESTUDIO



*Figura 3. Medidas y división de parcelas*

## 9.8 VARIABLES

### A) VARIABLES INDEPENDIENTES

Evaluación de tres sustratos y tres dosis de FertiBacter combinación (50% tierra negra + 30% chasqui + 20% eco bonaza + 0.5 FertiBacter y 95 % agua ), (40% tierra negra + 20% chasqui + 40% compost + 10 FertiBacter y 90 % agua ), (50% tierra negra + 30 % chasqui + 20% turba + 15 % de FertiBacter y 85 % agua ), también se incluirá un tratamiento de testigo a base de sustrato convencional (50% tierra negra + 50 % tierra chasqui + 100 % agua ).

### B) VARIABLES DEPENDIENTES

Plántulas de limón (Citrus limón)

## 9.9 VARIABLES A EVALUAR

### VARIABLES DEL SUELO

#### pH

Para la recolección de datos del pH se tomará una muestra por cada tratamiento en total 4.

### VARIABLES DE LA PLANTA

#### Porcentaje de germinación

Se determinará el porcentaje de germinación de las semillas considerando la cantidad de semilla germinadas para el estudio esto se hará 30 días después de la siembra, tomado datos de 4 semillas germinadas de cada bloque.

**Número de hojas**

Se realizará el conteo de las primeras hojas cada 15 días después de la siembra tomando datos de 4 plántulas de cada bloque.

**Altura de planta**

Se recopilará datos de la altura de las plántulas utilizando una cinta métrica o una regla, esta se realizará cada 15 días después de la siembra tomando datos de 4 plántulas de cada bloque.

**Diámetro del tallo**

Se recopilará datos del diámetro del tallo de las plántulas germinadas utilizando el instrumento pie de rey esto se realizará cada 15 días tomando 4 plántulas por cada bloque

**Relación Beneficio -Costo**

Se determinará la respectiva relación beneficio – costo de cada uno de los tratamientos evaluados. mediante el uso de la siguiente formula:

$$RBC = \frac{\text{Ingresos totales} - 1}{\text{Costos totales}}$$

**9.10 RECOLECCION DE DATOS****Recursos**

Para el desarrollo de la investigación se obtuvo información de fuentes confiables utilizando la biblioteca virtual, revistas y artículos científicos, tesis, sitios web. El trabajo de investigación experimental se desarrollará utilizando los siguientes equipos y materiales: Computadora, cámara fotográfica, bolígrafo, cuaderno, fundas plásticas perforadas, semillas de limón, sustratos (turba, eco bonaza, compost) y también tierra negra y tierra pomex o chasqui, un rastrillo y azadones, regaderas.

**Técnicas****Arreglo del vivero**

Para el Arreglo del vivero se colocó sarán ya que no existía a los lados estaba totalmente descubierto y se procedió a cambiar de plástico ya que estaba con hoyos y entraba mucho viento aparte por el hecho de estar roto entraban animales, después se colocó una puerta para mayor

seguridad y colocación de un candado para la protección de las plántulas ya que al no existir la puerta y la seguridad corremos el riesgo que se lleven las plántulas de los frutales.

### **Limpieza del área de estudio**

Para la limpieza del área de estudio la preparación del terreno se procedió a quitar las plantas no deseadas colocándolas en el lugar de desecho y las malezas colocando en lonas para luego proceder a votarlas al basurero, esto lo realizamos con rastrillos y azadones también se limpió ya que existía basuras como fundas plásticas, botellas el mismo procedimiento las colocamos en lonas o fundas para luego depositarlas en el basurero y por último se arregló los caminos dándoles forma.

### **Obtención de semillas**

Elige limones maduros provenientes de árboles sanos y productivos, preferiblemente de variedades adaptadas al clima y suelo de tu región. Después de eso corte el limón con la ayuda de un cuchillo asegurándose de no dañar la semilla los cuales en cada fruto tiene 6 a 8 semillas hasta 10 en algunos limones, se obtuvo en total 500 semillas en un promedio de 70 a 80 limones.

### **Limpieza de semilla**

La limpieza de semilla, primero se pone la semilla de limón a secar un poco ya que al ser recién sacada es muy resbalosa, al dejar un rato ahí se procede a pelar la pepa se quita la primera capa para que la germinación sea más rápida, después de eso se coloca en las fundas con su respectivo sustrato.

### **Preparación de los sustratos**

Para la elaboración de los sustratos procedemos a mezclar las tierras en este caso la tierra negra y el chasqui con cada sustrato a trabajar (compost, eco bonaza, turba) teniendo en cuenta los porcentajes dichos, para la primera mezcla se realizó la combinación de 50% tierra negra+30% chasqui+20% eco bonaza, para la segunda mezcla se puso 40% de tierra negra+20% de chasqui+40% de compost, para la tercera mezcla se puso 50% tierra negra+30% chasqui+20% turba y por último el testigo el cual se mezcló 50% de tierra negra y 50% de chasqui.

### **Colocación de sustratos en fundas**

Se coloco en fundas plásticas o fundas de vivero las cuales tienen una medida 6\*4 estas fundas son esenciales para la germinación de plántulas en este caso frutales ya que tienen orificios los cuales ayudan a la filtración del agua para que no exista encharcamiento, para colocar las mezclas cogimos funda por funda y comenzamos a llenarlas hasta casi el tope para así no tener

luego ningún problema por falta de la mezcla, se realizó en todas las fundas con sus respectivas mezclas

### **Siembra**

Para sembrar la semilla de limón primero hay que sacar la primera capa de la semilla con mucho cuidado ya que se puede partir esto lo hacemos para poder tener una germinación en corto tiempo, después de realizar esto procedemos a realizar un pequeño hueco en la tierra de 1 cm la colocamos y la tapamos, no debemos sembrar muy profunda porque no germina rápidamente o a su vez la semilla se puede morir o pudrir.

### **Riego**

El riego se realizó una vez por semana utilizamos una bomba de fumigar para poder distribuir mejor el agua y a su vez no desprender la semilla de la tierra, realizamos solo un riego por semana ya que una vez sembrada la semilla al estar muy húmedo el suelo este se pudre y muere.

### **Aplicación de FertiBacter**

El biofertilizante FertiBacter nos donaron y realizamos una dosificación

Realizamos una mezcla utilizada una probeta de 100 ml, 600 ml de agua y 300 ml de FertiBacter 300 ml de melaza, esta ayuda al crecimiento de las plántulas

Para dosificarla se utilizó una probeta de 100 ml teniendo en cuantas las dosis 0,5 que equivale a 50 ml de la mezcla por cada litro de agua, en la dosis de 0,10 se utilizó 100 ml de la mezcla por cada litro de agua y en la última dosis 0,15 se utilizó 150 ml de la mezcla por cada litro de agua.

### **Control de malezas**

Se realizo la limpieza de los suelos ya que la hierba mala crece con frecuencia esto se debe a que en el vivero existen unos caminos los cuales cuando hay demasiada agua estos se llenan y se mantiene muy húmedo el suelo ahí es cuando la hierba mala crece esa limpieza realizó cada 15 días

### **Toma de datos**

Se realizo la toma de datos cada 15 días escogiendo 4 plantas de cada bloque y así ir viendo el crecimiento tomando datos de altura, numero de hojas y diámetro de tallo con ayuda de una regla y pie de rey a su vez una libreta para recolectar los datos.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1 Germinación

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento %	48	0,85	0,77	33,23

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sustratos	26539,58	3	8846,53	50,59	<0,0001**
Dosis	1689,58	3	563,19	3,22	0,3366 ns
Sustratos*Dosis	2068,75	9	229,86	1,31	0,2708 ns
Error					
Total	5245,83	30	174,86		
	36097,92	47			

**Tabla 4. Cuadro del análisis de varianza**

**Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=11,02515**

Error: 174,8611 gl: 30

Sustratos	Medias	n	E.E.		
2	58,33	12	3,82	A	
3					
1	55,83	12	3,82	A	B
4	45	12	3,82		B
	0	12	3,82		C

**Tabla 5. Tukey 0,5% sustratos**

En la tabla número 4 del análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 90 días en la semilla de limón, tenemos como resultados diferencias altamente significativas para los tipos de sustratos con un valor de p-0,0001. Se determinó un coeficiente de varianza de 33,23 esto se debe a la influencia de variedades como sustratos ya que en el testigo el cual contiene tierra negra y chasqui es una combinación no beneficiosa para la germinación de la semilla ya que depende de un sustrato para germinar. Como se observa en la cuadro número 5 realizando el análisis de tukey de las variedades tenemos como resultado que a nivel de sustrato hay un tipo de sustrato mejor a otro que permiten la germinación mayor a 55 % siendo este el sustrato dos y tres con la combinación de la compost y turba, los sustratos que pertenecen al grupo B que son menores al 50% teniendo una mezcla de eco bonaza y como último grupo C el cual no tuvimos resultado de germinación en la mezcla de tierra negra y chasqui con un porcentaje de 0%. En las dos tablas presentadas podemos ver que tenemos un buen porcentaje de germinación

en las mezclas con los sustratos esto se debe a que contienen diferentes nutrientes y proporciona condiciones físicas, químicas y biológicas las cuales son esenciales para el crecimiento y germinación esto corrobora (Olivares, 2024), el cual menciona que la elección de la mezcla adecuada de sustratos es fundamental para la salud de las plantas. Según él, combinar diferentes tipos de sustratos puede mejorar las condiciones de crecimiento al proporcionar un equilibrio óptimo entre retención de agua, aireación y nutrientes.

## 10.2 Numero de Hojas

F. V	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días		A los 60 días	
	Cm	Pvalor	Cm	Pvalor	Cm	Pvalor	Cm	Pvalor
<i>sustrato</i>	0,3	<0,0001**	1,36	<0,0001**	1,37	<0,0001	1,77	<0,0001
<i>Dosis</i>	0,07	0,0005**	0,02	0,6097 ns	0,02	0,4683 ns	0,11	0,0251 ns
<i>S*D(A*B)</i>	0,13	0,0001	0,01	0,8412 ns	0,02	0,4547 ns	0,03	0,4739 ns
<i>Error Total</i>	0,01		0,03		0,02		0,03	
<i>Cv</i>	8,64		10,8		9,73		11,37	

**Tabla 6. Cuadro del análisis de varianza hojas**

<i>Sustrato</i>	<i>Días</i>	<i>Medias</i>	<i>Rango de significancia</i>
2	15 días	1,33	A
3	15 días	1,07	B
1	15 días	1	B
4	15 días	1	C
2	30 días	1,71	A
1	30 días	1,71	A
3	30 días	1,48	B
4	30 días	1,48	B
2	30 días	1	C
1	45 días	1,71	A
3	45 días	1,71	A
4	45 días	1,71	A

2	45 días	1,53		B
	45 días	1		C
	60 días	1,87	A	
1	60 días	1,72	A	B
3	60 días	1,64		B
4	60 días	1		C

**Tabla 7. Tukey al 0,5% Sustratos**

En la tabla número 6 la toma de datos a los 15,30,45,60 días tenemos como resultados diferencias altamente significativas en los sustratos con un valor de  $p=0,0001$ . Se puede observar también que las dosis no presentan significancia excepto a los 15 días donde hubo un impacto con un  $p$ -valor de 0,0005. La interacción entre sustrato y dosis es significativa únicamente a los 15 días en los otros días no. El coeficiente de variación varia va desde 8,64% hasta 11,37%. Esto quiere decir que el sustrato es el factor más determinante en el desarrollo del número de hojas. En la tabla número 7 se puede observar que el sustrato numero 2 resultó mejor en todos los días que se han tomado datos después le sigue el sustrato 1y el 3 el cual tuvieron valores similares y por último el sustrato 4 el cual no tuvo ningún tipo de resultado. Como se observa en las dos tablas relacionado al número de hojas tenemos significancia en los sustratos en todos los diferentes días, pero el sustrato 2 es el que más efecto tuvo esto se debe a que el compost tiene mayor disponibilidad de nutrientes y mayor retención de agua. Según (Naturales, 2018), dice que el compost mejora las plantas, incluyendo sus hojas, al proporcionar nutrientes esenciales y mejorar la calidad del suelo.

### 10.3 Altura de la Planta

<i>F. V sustrato</i>	<i>A los 15 días</i>		<i>A los 30 días</i>		<i>A los 45 días</i>		<i>A los 60 días</i>	
	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>
	0,77	<0,0001**	2,35	<0,0001**	2,77	<0,0001	3,51	<0,0001
<i>Dosis</i>	0,12	0,0908	0,01	0,8716	0,04	0,5419	0,02	0,7712
<i>S*D(A*B)</i>	0,39	<0,0001**	0,05	0,3998	0,04	0,6125	0,04	0,7608
<i>Error Total</i>	0,05		0,05		0,05		0,06	
<i>Cv</i>	19,01		13,7		13,58		14,3	

**Tabla 8. Cuadro del análisis de varianza altura**

<i>Sustrato</i>	<i>Días</i>	<i>Cm</i>	<i>Rango de significancia</i>
2	15 días	1,53	A
3	15 días	1,27	B
1	15 días	1	C
4	15 días	1	C
2	30 días	2,03	A
1	30 días	1,8	B
3	30 días	1,66	B
4	30 días	1	C
2	45 días	2,11	A
1	45 días	1,89	B
3	45 días	1,74	B
4	45 días	1	C
2	60 días	2,24	A
1	60 días	2,01	B
3	60 días	1,83	B
4	60 días	1	C

**Tabla 9. Tukey al 0,5% Sustratos**

En la tabla número 8 podemos observar que el sustrato tiene un efecto significativo a los 15, 30, 45 y 60 días con valores menores de  $p < 0,0001$  lo que significa que son altamente significativos.

En la dosis podemos observar que no tiene un efecto significativo ya que sus valores son mayores a 0,05. La interacción entre sustrato y dosis presenta significancia a los 15 días el resto de días no. El coeficiente de varianza va en un rango de 13,7 % hasta los 19,01%. En la tabla número 9 podemos observar mediante la prueba de tukey que el sustrato numero 2 alcanzó un mejor desempeño ya que en todos las mediciones a los diferentes días alcanzo un rango de significancia A. El sustrato 1 y el sustrato 3 se mantienen en el rango B y el sustrato numero 4 el cual no presente crecimiento está en el C. En las tablas presentadas podemos observar que en la altura de las plantas también sobresalió los sustratos en los tratamientos 1, 2 y 3 en este caso el tratamiento 2 el cual es el compost tuvo más significancia debido a que el compost tiene mayor disponibilidad de nutrientes además ayuda a la retención de agua. Según (Gutierrez , 2023) destaca cómo el compost, al ser utilizado como componente de sustratos, puede mejorar las características fisicoquímicas y biológicas del medio de cultivo, favoreciendo el desarrollo de las plantas.

#### 10.4 Diámetro del tallo

<i>F.V</i>	<i>A los 15 días</i>		<i>A los 30 días</i>		<i>A los 45 días</i>		<i>A los 60 días</i>	
	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>	<i>Cm</i>	<i>Pvalor</i>
<i>sustrato</i>	8,50E03	<0,0001**	0,01	<0,0001**	0,01	<0,0001	0,01	<0,0001
<i>Dosis</i>	3,30E04	0,1004	5,00E05	0,4064	5,00E05	0,4064	5,00E05	0,4064
<i>S*D(A*B)</i>	8,60E04	0,0001	5,00E05	0,4612	5,00E05	0,4612	5,00E05	0,4612
<i>Error</i>	1,50E-		5,00E-		5,00E-		5,00E-	
<i>Total</i>	04		05		05		05	
<i>Cv</i>	1,19		0,68		0,68		0,68	

**Tabla 10. Cuadro del análisis de varianza diámetro**

<i>Sustrato</i>	<i>Días</i>	<i>Cm</i>	<i>Rango de significancia</i>
2	15 días	1,02	A
3	15 días	1,02	A
1	15 días	1	B
4	15 días	1	B
2	30 días	1,05	A
1	30 días	1,05	A
3	30 días	1,05	A
4	30 días	1,04	A
2	30 días	1	B

1	45 días	1,05	A
3	45 días	1,05	A
4	45 días	1,04	A
2	45 días	1	B
1	60 días	1,05	A
3	60 días	1,05	A
4	60 días	1,04	A
	60 días	1	B

**Tabla 11. Tukey al 0,5 Sustratos**

En la tabla número 10 podemos observar que el sustrato tiene un efecto significativo en todos los días que hemos tomado los datos a los 15, 30, 45 y 60 con un valor menor a 0,0001 lo cual indica que es altamente significativo. En las dosis podemos ver que no presenta un valor significativo ya que son mayores a 0,05. En la interacción de sustrato por dosis presenta significancia solo a los 15 días el resto no. El coeficiente de varianza disminuye ya que a los 15 días tenemos 1,19% y el resto de días baja a 0,68. Podemos decir que el sustrato es el que sobresale en esta investigación. En la tabla número 11 se puede observar que el sustrato 1, 2 y 3 presentaron un buen crecimiento el cual los clasifica en el rango A y el sustrato 4 al final ya que no tuvo resultado. En las tablas dadas podemos observar en el diámetro del tallo que los diferentes tipos de sustratos tuvieron efecto significativo pero el que más sobresalió es el 2 con el compost debido a su contenido de materia orgánica, nutrientes esenciales y su capacidad para mejorar las propiedades físicas del suelo, como la retención de agua y la aireación. Según (Michelle Wander, 2022) dice el compost, al ser un componente orgánico, mejora la calidad del sustrato y proporciona nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Esto incluye un impacto positivo en el desarrollo del diámetro del tallo.

Las dosis de biofertilizante Fertibacter no influyeron en las plantas esto se debe a que no existe investigaciones que se hayan realizado en frutales porque solo lo utilizan en la raíz. Según (INIAP, 2023), menciona que el biofertilizante fertibacter incrementa la biodiversidad del suelo, se puede utilizar en diferentes siembras, pero las investigaciones que se han realizado solo han sido en el cultivo de maíz.

Se puede observar en las diferentes tablas que en la mezcla de tierra negra y chasqui no tuvimos resultados de germinación, altura, diámetro y número de hojas esto se debe a que la semilla de limón necesita de un sustrato para su germinación corrobora (Portalfrutícola, 2020), el cual menciona que los sustratos son importantes porque proporciona nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantulas.

### 10.5 pH

<b>Variables sin sustrato</b>	<b>pH</b>	<b>Variables con sustrato</b>	<b>pH</b>
tierra negra + chasqui	5,44	tierra negra + chasqui + eco bonaza	6,28
tierra negra + chasqui	5,44	tierra negra + chasqui+ compost	5,94
tierra negra + chasqui	5,44	tierra negra+ chasqui + turba	6,51
Testigo (tierra negra + chasqui)	5,44		

**Tabla 12. Evaluación de pH en tierra negra + chasqui + sustrato en suelo**

<b>Variables con sustrato</b>	<b>pH</b>	<b>Variable con sustrato y dosis</b>
tierra negra + chasqui+ eco bonaza	6,28	6,51
tierra negra + chasqui+ compost	5,94	6,63
tierra negra+ chasqui + turba	6,51	6,61
Testigo (tierra negra + chasqui)	5,44	7,43

**Tabla 13. Evaluación de pH con sustrato y dosis**

### 10.6 Costo-beneficio

<b>CONCEPTO-IMPLEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>
Tierra pomex o chasqui	1 quintal	3 \$
Bomba	1 (20 litros)	20\$
Fundas de vivero	500	4 \$
Piola	1	4\$
Candado para vivero	1	6 \$
Eco bonaza	1	3,50 \$
Semillas (limón)	80 limones	20\$
Membretes (cucharas plásticas)	2 fundas (100 unidades)	2,75 \$
Turba	25 libras	10 \$
Compost	1 quintal	5 \$
Mantenimiento del Vivero	1	10 \$
Biofertilizante	1	15 \$
	<b>TOTAL</b>	<b>103,25 \$</b>

### ***Tabla 14.Costo-beneficio***

Con los diferentes materiales de implementación utilizados para germinar semilla de limón es mejor la combinación de tierra negra+ chasqui+ compost teniendo un costo total de 7 dólares sería una solución costo-beneficio y sostenible para la germinación. No solo debemos enfocarnos en los precios también tomar en cuenta que este sustrato mejora la calidad del suelo lo que resulta mayor germinación y esto a su vez beneficia a largo plazo a los agricultores.

## **11. CONCLUSIONES**

En conclusión, el mejor sustrato que se obtuvo mediante los análisis realizados fue el compost con 40% de tierra negra+ 20% de chasqui y el 40 % de compost teniendo en todos los días una alta significancia de 0, 0001. Esto es debido a su alta capacidad de mejorar la calidad del suelo y su riqueza en nutrientes los cuales son muy esenciales para las plantas, este sustrato aporta materia orgánica, ayuda a la retención del agua y aireación del suelo. Por esta razón el compost demostró ser el más eficiente ante los demás sustratos.

El biofertilizante no tuvo efectividad esto puede ser porque no actúa en diferentes especies ya que este solo ha sido utilizado en lo que es el maíz. Es posible que los microorganismos presentes en fertibacter no hayan logrado establecerse de manera adecuada en la planta ya sea por diferentes condiciones desfavorables como puede ser humedad, temperatura.

En la relación sustrato\* dosis tampoco hubo significancia se puede decir que los efectos del sustrato sobresalieron y opacaron el impacto que pudo haber tenido las dosis esto se debe a que los sustratos tienen un valor nutricional muy alto lo cual son beneficiosos para el desarrollo de las plantas, los sustratos sobresalieron como factor clave en el rendimiento, pero la interacción entre sustrato\*dosis demuestra que no tuvieron un impacto notable.

En el presupuesto presentado se detalla los costos de implementación que se gastó en la investigación teniendo en cuenta que para tener una buena germinación de plantulas de limón se necesita de tierra negra+ chasqui+ compost teniendo un costo total de 7 dólares siendo este un precio accesible para los agricultores.

## **12. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los agricultores utilizar el sustrato compost con el respectivo mezcal que es 40% de tierra negra+ 20% de chasqui y el 40 % de compost ya que realizando la investigación este sustrato es el que más significancia y efectividad nos dio esto se debe a que es rico en nutrientes y mejora la calidad del suelo además tiene un costo accesible.

También se recomienda evaluar muy bien los biofertilizantes ya que su efectividad puede depender mucho de la especie o las condiciones que requiere el cultivo.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

Agropedia, E. (2018, octubre 29). Cultivo de limón: Conoce su manejo, plagas y enfermedades.

*Agrotendencia.tv*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/el-cultivo-delimon/>

AGROSAVIA. (s. f.). *Producción de semilla de calidad de cítricos*. Recuperado 20 de enero de

2025, de <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/lineaagricola/frutales/recomendaciones-protocolos-y-metodologias/625-recomendacionespara-la-produccion-de-semilla-de-calidad-de-citricos-en-la-region-caribe/>

Axayacatl, O. (2023, octubre 28). Limón, un cultivo agrícola de mucha importancia. *Blog*

*Agricultura*. <https://blogagricultura.com/limon-cultivo-importante/>

Beheer, J. (2023, septiembre 11). *¿Qué es turba y por qué es importante la certificación de*

*turba?* Jiffy Group ES. <https://jiffygroup.com/es/noticias/que-es-turba-y-por-que-es-importante-la-certificacion-de-turba/>

Beltrón, C. O. V., Julca-Otiniano, A., & Berrío, A. R. (2020). Evaluación de la sustentabilidad

de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador\*. *Rivar (Santiago)*, 7(20), 108122.

- Borja Lopez. (2016, septiembre 9). *Origen e historia del limón*.  
[www.mundodeportivo.com/uncomo](http://www.mundodeportivo.com/uncomo).  
<https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/articulo/origen-e-historia-dellimon-44075.html>
- Cárdenas Blandín, D. F. (2008). *Proyecto para la creación de una microempresa dedicada a la producción de yogur tipo uno con jarabe de fruta en el cantón Limón Indanza* [bachelorThesis, Univesidad del Azuay].  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7664>
- Casaca, Á. D. (s. f.). *GGuuúíaaass TTeeccnnoollóoggiiiccaass ddee FFrruuttaass yy VVeeggeettaalleess*.
- Castillo Arnedo, 2022. (s. f.). *Castillo Arnedo*. Castillo Arnedo. Recuperado 5 de enero de 2025, de [https://www.castilloarnedo.com/blog/general/que-es-la-turba-y-para-que-seutiliza?srsIid=AfmBOopB0qw5FJb8z5oC4WkQgrt55P4ybLnfJdHiPKNkc6w\\_uIGK\\_jd4](https://www.castilloarnedo.com/blog/general/que-es-la-turba-y-para-que-seutiliza?srsIid=AfmBOopB0qw5FJb8z5oC4WkQgrt55P4ybLnfJdHiPKNkc6w_uIGK_jd4)
- Cooper, D. (2024, febrero 22). *World Lemon/Lime Production*. Citrus Industry Magazine.  
<https://citrusindustry.net/2024/02/22/world-lemon-lime-production/>
- Dra Denisse Bretel. (s. f.). *¿Cuáles son las propiedades y beneficios del limón para la salud?*  
 Recuperado 9 de diciembre de 2024, de <https://blog.oncosalud.pe/las-propiedades-dellimon-que-no-sabias-y-te-encantaran>
- Franni. (2024, junio 9). *Sustrato para Cítricos ← Hortalan®*. Hortalan.med.  
<https://hortalan.com/servicios/sustratos-para-cultivos-innovacion-en-tus-manos/>
- Gardém, S. de. (2024, agosto 1). *¿Qué es un sustrato y por qué es tan importante?* *Gardém*.  
<https://gardem.com.uy/2024/08/que-es-un-sustrato-y-por-que-es-tan-importante/> grupomun.
- (2022, junio 12). *¿Que es un sustrato y qué tipos de sustrato hay?* *Grupo Viverista Mundo Verde*. <https://www.grupomundoverde.mx/que-es-un-sustrato-y-tipos-de-sustrato/>

Gutierrez, A., Orden, L., Postemsky, P., Iocoli, G., Mockel, G., & Marinangeli, P. (2023).

Compost de agroresiduos como componente de sustratos para plantas ornamentales.

*Horticultura* Argentina, 41(104).

<https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/compost-de-agroresiduos-comocomponente-de-sustratos-para-plantas-ornamentales.html>

Home | Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. f.). FAOHome.

Recuperado 18 de febrero de 2025, de <https://www.fao.org/home/en>

Ignacio, R. (s. f.). *Análisis de la producción y comercialización del limón en Argentina.*

Limonero, 2016. (s. f.). *Citronnier: Plantation, taille et conseils*

*d'entretien.* <https://www.jardiner-malin.fr/fiche/citronnier.html>

Martínez, M. F. (s. f.). *Capítulo I Generalidades del cultivo, descripción botánica, variedades*

*y fenología de la lima ácida Tahití.*

Michelle Wander. (2022). *Aspectos básicos del sustrato orgánico para macetas | eOrganic.*

<https://eorganic.org/node/35264>

Naturales, S. de M. A. y R. (2018). *Composta casera: Mejora plantas y suelos a costos*

*económicos con materiales accesibles.* gob.mx.

<http://www.gob.mx/semarnat/articulos/composta-casera-mejora-plantas-y-suelos-acostos-economicos-con-materiales-accesibles>

Olivares, D. (2024, enero 20). *Claves del sustrato: Tipos, mezclas y recomendaciones para que*

*tus plantas echen buenas raíces.* ElDiario.es.

[https://www.eldiario.es/consumoclaro/sustrato-plantas-que-es\\_1\\_10851198.html](https://www.eldiario.es/consumoclaro/sustrato-plantas-que-es_1_10851198.html)

Ornamental, J. P. (2023, mayo 25). Tipos de propagación de plantas. *Explotaciones Jogamar.*

<https://www.jogamarplantaornamental.com/2023/05/25/tipos-de-propagacion-deplantas/>

Portalfruticola. (2020, julio 17). *Paso a paso para germinar semillas de limón y otros cítricos—*

*PortalFruticola.com.* <https://www.portalfruticola.com/noticias/2020/07/17/paso-apaso-para-germinar-semillas-de-limon-y-otros-citricos/>

ProducePay. (2023, septiembre 13). *Situación del limón en Estados Unidos y Latinoamérica.*

ProducePay. <https://producepay.com/es/el-blog/situacion-del-limon-en-estadosunidos-y-latinoamerica/>

Rural, S. de A. y D. (s. f.). *Plagas y enfermedades comunes del limón.* gob.mx. Recuperado 5 de enero de 2025, de <http://www.gob.mx/agricultura/articulos/plagas-y-enfermedadescomunes-del-limon>

Santistevan, M., Julca Otiniano, A., & Helfgott, S. (2015). Caracterización de las fincas productoras del cultivo limón en las localidades de Manglaralto y Colonche, (Santa Elena, Ecuador). *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 3, 133.

<https://doi.org/10.26423/rctu.v3i1.81> wikifarme. (s. f.). *Propagación y polinización del limonero.* Wikifarmer. Recuperado 5 de enero de 2025, de <https://wikifarmer.com/library/es/article/propagacion-y-polinizaciondel-limonero>

Willey, D. (2020, enero 25). Cultivo de Cítricos a Partir de la Semilla—Desde la Cosecha de la Fruta Hasta la Germinación. *fruitmentor™*. <https://fruitmentor.com/es/cultivo-de-citricos-a-partir-de-la-semill>