



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE**

Trabajo de titulación:

“Evaluación de mezclas de sustratos para la germinación en viveros en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone, para el segundo semestre del año 2020”

AUTORA:

Ponce Álava Cinthya María

**Unidad Académica
Extensión Chone**

Carrera

Ingeniería Agropecuaria

TUTOR:

Ing. Macario Figueroa Vélez

Chone - Manabí- Ecuador

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.

Ing. Macario Figueroa Vélez, Docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí Extensión Chone, en calidad de Tutor del Trabajo de Titulación.

CERTIFICACIÓN

Que el presente trabajo de Titulación con el tema: **Evaluación de mezclas de sustratos para la germinación en viveros en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone, para el segundo semestre del año 2020**, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo y se encuentra listo para su revisión y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este proyecto de titulación son frutos del trabajo, perseverancia y originalidad de la autora: **Ponce Álava Cinthya María** siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, febrero del 2026



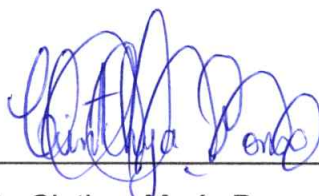
Ing. Macario Figueroa Vélez

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe la presente:

Srta. Cinthya María Ponce Álava

Estudiante de la Carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de investigación cuyo título: "Evaluación de mezclas de sustratos para la germinación en viveros en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone, para el segundo semestre del año 2020", previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Srta. Cinthya María Ponce Álava

CI. 1315627636

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

INGENIERO AGROPECUARIO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “Evaluación de mezclas de sustratos para la germinación en viveros en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone, para el segundo semestre del año 2020”. Elaborado por la estudiante de décimo semestre de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria Ponce Álava Cinthya María

Chone, febrero de 2026

Lcda. Rocío Bermúdez Cevallos, Mgs
Decana

Ing. Macario Figueroa Vélz
Tutor

Miembro del Tribunal

Miembro del Tribunal

Lcda. Indira Zambrano Cedeño
Secretaria General

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico en primer lugar, a mí misma, como reconocimiento a la constancia, disciplina y resiliencia que guiaron cada etapa del proceso investigativo. Este trabajo representa el fruto de mi esfuerzo personal, de las horas invertidas y de la determinación que me permitió avanzar incluso frente a las dificultades.

A Dios, mi roca eterna; por concederme fortaleza espiritual, claridad y serenidad para culminar esta meta académica, y por iluminar mi camino con sabiduría y propósito.

A mis padres, quienes, con su apoyo incondicional, afecto y confianza en mis capacidades, se convirtieron en pilares fundamentales para mi formación personal y profesional.

A mi Mami Ticha, cuya memoria permanece viva como un legado de amor, valores y enseñanzas. Aunque ya no está físicamente, su recuerdo continúa inspirando cada uno de mis logros.

Finalmente, esta tesis se dedica a mi tutor, cuyo acompañamiento riguroso, orientación académica y compromiso formativo fueron determinantes para la consolidación de este trabajo.

Cinthya

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme virtud y fortaleza, para no rendirme frente a las dificultades.

También agradezco profundamente a mis docentes, quienes a lo largo de mi formación académica me brindaron los conocimientos y herramientas necesarias para crecer tanto profesional como personalmente.

Asimismo, agradezco a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí "Extensión Chone" por brindarme el espacio y los recursos para llevar a cabo mi carrera profesional.

Cinthya

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes mezclas de sustratos en la germinación de semillas de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en viveros en el barrio Puerto Arturo del cantón Chone. Para llevar a cabo el desarrollo del experimento se emplearon dos tipos de sustratos: turba comercial y cascarilla de arroz, previamente seleccionada por sus adecuadas características físicas. Ambos materiales fueron combinados en diferentes proporciones para conformar cinco tratamientos experimentales: T1 (75 % turba y 25 % cascarilla de arroz), T2 (50 % turba y 50 % cascarilla de arroz), T3 (25 % turba y 75 % cascarilla de arroz), T4 (100 % turba) y T5 (100 % cascarilla de arroz).

Las mezclas fueron humedecidas y colocadas en bandejas de germinación de material plástico. En cada tratamiento se diseminaron 100 semillas de cilantro, distribuidas al azar, con el fin de evaluar el comportamiento germinativo bajo cada condición de sustrato, el estudio se estableció bajo un diseño completamente al azar.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico mediante una prueba de comparación múltiple de medias utilizando el método de Tukey al 5 % de significancia, con el apoyo del paquete estadístico SigmaPlot. Los resultados permitieron determinar el sustrato o la mezcla más adecuada para favorecer la germinación del cilantro en viveros, aportando información técnica que contribuya a mejorar la producción de plántulas de calidad en condiciones locales y a bajo costo.

Palabras claves: Sustrato, germinación, Tukey, cilantro.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of different substrate mixtures on the germination of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds in nurseries in the Puerto Arturo neighborhood of the Chone canton. Two types of substrates were used in the experiment: commercial peat and rice hulls, previously selected for their suitable physical characteristics. Both materials were combined in different proportions to create five experimental treatments: T1 (75% peat and 25% rice hulls), T2 (50% peat and 50% rice hulls), T3 (25% peat and 75% rice hulls), T4 (100% peat), and T5 (100% rice hulls).

The mixtures were moistened and placed in plastic germination trays. In each treatment, 100 cilantro seeds were randomly distributed to evaluate germination behavior under each substrate condition. The study employed a completely randomized design.

The data obtained were subjected to statistical analysis using a multiple comparison test of means with Tukey's method at a 5% significance level, supported by the SigmaPlot statistical package. The results allowed for the determination of the most suitable substrate or mixture to promote cilantro germination in nurseries, providing technical information that contributes to improving the production of quality seedlings under local conditions and at low cost.

Keywords: Substrate, germination, Tukey, cilantro.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
2. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	6
1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Mezclas de sustratos.....	6
1.1.1. Definición de sustratos.....	8
1.1.2. Características de los sustratos	9
1.1.3. Tipos de sustratos para plantas	11
1.1.4. Usos de los sustratos.....	12
1.1.5. Características del sustrato adecuado	13
1.1.6. Potenciales materiales para la elaboración de sustratos.....	15
1.1.7. Preparación y usos de los sustratos.....	15
1.2. Germinación en viveros.....	17
1.2.1. El cilantro (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	18
1.2.2. Origen y distribución	19
1.2.3. Taxonomía.....	20
1.2.4. Descripción botánica.....	20
1.2.5. Condiciones ecológicas	21
1.2.6. Plagas y enfermedades	22
1.2.7. Cosecha y postcosecha	22

CAPÍTULO II	23
2. DISEÑO METODOLÓGICO	23
2.1. Ubicación	23
2.2. Métodos teóricos de la investigación	23
2.3. Procedimiento	24
2.4. Variables a medir	25
2.5. Análisis estadístico	25
2.5.1. RESULTADOS	26
2.5.2. Resultados test de Tukey	28
CAPÍTULO III	31
3. PROPUESTA	31
3.1. Fundamentación	31
3.2. Actividades:	31
3.4. Transferencia de resultados	32
3.5. Impactos	32
3.6. Aspectos bioéticos y sociales	35
3.7. CONCLUSIONES	36
3.8. RECOMENDACIONES.	37
4. BIBLIOGRAFÍA.	38
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos	24
Tabla 2. Resultados de los días, tasa de germinación, altura de planta y número de hojas	26
Tabla 3. Resultados de peso fresco parte aérea y radical.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Días de germinación.....	28
Figura 2. Tasa de germinación	28
Figura 3. Altura de planta	29
Figura 4. Número de hojas	29
Figura 5. Parte aérea.....	30
Figura 6. Parte radical	30

2. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación surge con el propósito de aportar nuevos conocimientos al sector agropecuario, especialmente a los agricultores o productores de hortalizas, dentro de una fase esencial en la producción como lo es la elaboración de sustratos.

En la actualidad el sustrato predilecto por los productores de hortalizas es la turba, y esto se debe a que este sustrato muestra grandiosos beneficios para el desarrollo de las plantas en sus primeras etapas fenológicas, dando como resultados plántulas de una excelente calidad. La turba tiene ventajas y desventajas, una ventaja son las características que identifican a esta como el sustrato indicado para la germinación y son la retención de humedad y la buena porosidad, pero posee una desventaja que es fundamental para los productores de bajos recursos que es su precio. En el Ecuador el precio aproximado ronda los \$50 dólares por bulto de 50 Kg, este valor se debe a que la turba es un material que se produce en otros países, por lo que tiene que ser importada aumentando sus costos.

La cascarilla de arroz es un sustrato poco conocido y de grandes características físicas que potencialmente favorecería el desarrollo óptimo de las plántulas, este es un subproducto del proceso de molienda del grano maduro del arroz, es un insumo de uso agrícola que se obtiene de separar el grano de arroz de su cáscara.

Como sustrato tiene la propiedad de retener la humedad en las bandejas de germinación, posee importantes nutrientes como fósforo y potasio y al mezclarse con la tierra y abonos, retrasa la compactación o el endurecimiento del suelo de las macetas, favoreciendo el desarrollo de las raíces de las plantas. Así mismo, incrementa la actividad macro y microbiológica de la tierra, favorece un crecimiento de las plantas de manera uniforme, es rica en sílice y fuente de humus (Díaz, 2020).

En un estudio denominado "Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) se logró poner en evidencia que el éxito de una planificación forestal, independientemente del objetivo, inicia con la selección de semillas de calidad y la producción de plántulas de calidad a nivel de vivero, calidad que no depende únicamente en las propiedades genéticas de las semillas sino también de las propiedades de los sustratos porque es en este medio en el cual la plántula desarrollará sus primeros estadios de vida (Maynor, 2014).

En este sentido y siguiendo el orden de las ideas anteriores, hay que mencionar que la importancia de la elaboración de un sustrato adecuado radica en llevar a cabo una producción eficiente en el cual la semilla pueda llegar a germinar con mayor facilidad y en óptimas condiciones, dando lugar a una plántula fortalecida, por tal motivo el sustrato debe permitir un mejor anclaje de las raíces logrando protegerse de la luz, permitiendo una buena respiración y alcanzando contener el agua y los diferentes nutrientes que las plantas necesitan para desarrollarse.

Por tal razón, el sustrato es el medio donde se logra establecer y luego desarrollar el sistema radicular de todo tipo de cultivo, por tal motivo debe presentar funciones esenciales para alcanzar un buen desarrollo de las plantas cultivadas logrando proveer agua y nutrimentos, del mismo modo, permitir el intercambio de gases desde y hacia la raíz, adicionalmente debe encargarse de brindar un excelente soporte a la planta. Debido a los elevados costos de los implementos que se utilizan en la producción como en el caso de los abonos y pesticidas, además de otros factores, se crea la necesidad en los agricultores a optimizar y lograr una mejor rentabilidad de manera que los cultivos en viveros se puedan convertir en una actividad más competitiva y mejorada.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar las evaluaciones de las concentraciones de sustratos entre turba y cascarilla de arroz de manera que

por medio de los tratamientos se pueda identificar cuál concentración es la más productiva y eficiente en cuanto al desarrollo fisiológico de las plántulas y también así determinar el costo beneficio de dicha mezcla.

Problema Científico.

El elevado costo de los sustratos comerciales utilizados en la producción hortícola a nivel nacional y en especial el Cantón Chone, afecta directamente al costo de producción de esta actividad. El poco esfuerzo tanto en investigación como en desarrollo nuevas alternativas que brinden las características, no tan solo productivas sino de costos, es una de las principales problemáticas en el que se fundamenta este estudio.

Objeto de la investigación.

Mezclas de sustratos

Campo de acción.

Agrícola

Objetivo General.

Evaluar el efecto de mezclas de sustratos para utilizar en la germinación de semillas del cilantro en viveros en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone.

Hipótesis de la investigación.

La utilización de mezclas de sustratos mejorará la germinación de semillas de cilantro en viveros

Variables.**Variable Independiente.**

Mezclas de sustratos

Variable dependiente.

Germinación y crecimiento de las plántulas

Tareas científicas de la investigación.

- Evaluar la respuesta de la germinación de las plántulas de cilantro en la germinación y crecimiento de las plántulas de cilantro, bajo los diferentes tratamientos.
- Determinar el efecto de las mezclas de sustratos en el comportamiento fisiológico de las plántulas de cilantro
- Establecer la relación beneficio costo de las diferentes concentraciones de sustratos

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar las evaluar las concentraciones de sustratos entre turba y cascarilla de arroz de manera que por medio de los tratamientos se pueda identificar cuál concentración es la más productiva y eficiente en cuanto al desarrollo fisiológico de las plántulas y también así determinar el costo beneficio de dicha mezcla.

Dentro del Capítulo I se hace referencia a todo lo que se relaciona a las variables que son objeto de estudio en la investigación sobre la evaluación de mezclas de sustratos para la germinación en viveros, tomando como referencias investigaciones realizadas por diferentes autores sobre el tema planteado.

En el Capítulo II se pone de manifiesto la metodología de la investigación y las técnicas empleadas para llevar a cabo la misma, los procedimientos realizados, las variables a medir, análisis estadísticos y los resultados del trabajo que fundamentan todo lo relacionado a al proceso investigativo.

En el Capítulo III se hace realiza el diseño de la propuesta fundamentando la misma con los resultados esperados, de igual manera se hace mención a sus impactos, los aspectos bioéticos y sociales y por último se plantea las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Mezclas de sustratos

Los sustratos son uno de los materiales más usados para cultivos de invernadero. Debido a las diversas fórmulas disponibles para los productores, puede ser todo un desafío escoger la mejor mezcla para sus cultivos. Comprender la composición, las funciones y el uso previsto puede facilitar el proceso de selección (Chen, 2015).

En este mismo orden refiere Araos (2019), que cuando un cultivo no tiene un suelo de buena calidad, ya sea porque no cuenta con las características físicas, químicas y/o biológicas o porque perdió sus condiciones, no puede expresar todo su potencial. Una fórmula para enfrentar esa situación es usar los llamados sustratos, que son materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (minerales), que, al ser utilizados en lugar del suelo en algún tipo de contenedor, como macetas, bolsas o speedlings, son capaces de aislar y crear ambientes nutritivos y químicamente estables para los cultivos.

La investigadora tiene el criterio que los sustratos funcionan como una base que facilita que las plántulas se puedan desarrollar de manera correcta, ya que por este medio es posible que reciban la cantidad de agua y otros elementos necesarios para su germinación y crecimiento, en este punto es importante destacar que este tipo de mezclas tiene condiciones homogéneas que favorecen al sistema radicular.

Una de las claves del éxito para desarrollar buenos cultivos radica en la calidad del sustrato que se va a utilizar, contar con buena tierra y buena sustancia que contengan las características y los nutrientes esenciales será fundamental para que las semillas germinen y puedan desarrollarse al máximo, mezclar y

acondicionar el tipo de sustrato debe ser una de las primeras tareas a ejecutar para conseguir posteriormente una buena cosecha.

La utilización de los sustratos como medio de crecimiento y desarrollo de las plantas han sido adelantos tanto de las modernas ciencias naturales como de la técnica, constituyendo el complemento de otros avances de la ciencia, tales como a regulación de la temperatura en los invernaderos, la iluminación y sombreado de éstos, las formas de cultivos del suelo, los sistemas de transporte, etc., conseguidos en los últimos años. Es necesario mencionar que el avance de las técnicas y la ciencia no van de la mano con algunos agricultores que rechazan por principios los nuevos métodos de cultivo (Telenchana, 2018).

Al referirse a sustratos es mencionar al material que se utiliza para llenar el recipiente de cultivo, que de cierta forma es utilizado como reemplazante de la tierra, dicho en otras palabras, representa el medio en donde van a crecer las raíces y, por lo tanto, de donde estas van a obtener los nutrientes que requieren para poder llevar a todas las partes de la planta durante el tiempo que lleve su crecimiento inicial. En este sentido, la utilización de un buen sustrato es el factor más relevante para el éxito de todo cultivo en el cual se lo utilice.

Cabe señalar que un solo sustrato generalmente no puede proporcionar todas las características necesarias para lograr obtener mejores cultivos, por lo que existe la necesidad de elaborar combinaciones y mezclas para poder complementar las deficiencias que suelen producirse entre un sustrato y otro. De esta manera, se pueden mezclar sustratos de distintas maneras, con diferentes proporciones como también tipos para lograr obtener una sola mezcla que resultará como el ideal para ser empleado en el cultivo.

Indistintamente de lo anteriormente mencionado, hay que resaltar que es necesario conocer la diferencia existente entre combinar y mezclar sustratos, colocar distintos sustratos en forma ordenada dentro de un recipiente o bolsa, es

combinar; mientras que, si se refiere a mezclar, es revolver los sustratos hasta obtener una composición que resulte uniforme, estas mezclas y combinaciones dependen del tipo de cultivo para el cual se pretende utilizar.

1.1.1. Definición de sustratos

De acuerdo a la definición del término sustrato el suelo puede usarse como tal, más la creciente sensibilidad hacia el cuidado de los recursos no renovables y los diferentes problemas que el suelo puede traer como: presencia de fitopatógenos, presencia de semillas indeseables, posible deterioro, suelos heterogéneos, contaminados o infértiles, debería analizarse mejor la idea de utilizar el suelo para tal fin, ya que uno de los objetivos del uso de los sustratos es mejorar las condiciones de crecimiento de la planta de interés (Crespo et al., 2022).

En este mismo sentido menciona Flores (2016), el uso de sustratos en la agricultura está dirigido al cultivo en invernadero donde es posible llevar el control de los factores asociados a la producción; específicamente el uso de sustratos en la agricultura fue originado debido a factores asociados con la fatiga del suelo, pero, sobre todo, a la dificultad para establecer un cultivo de manera segura, en las etapas iniciales del cultivo donde agentes patógenos presentes en suelo son definitivamente difíciles de erradicar.

Los sustratos utilizados para cultivos representan ciertas ventajas con respecto al suelo donde se lo utilice, de esta manera, un sistema empleado para la producción en cultivo sin suelo, es un enorme consumidor de recursos, visto de este modo la mayoría de los sustratos que se encuentran comercialmente tienen una vida útil para ser emplead, por lo que se debe tener muy presente este tipo de deficiencias al momento de poder seleccionar el material para el sustrato.

El mejor sustrato para un cultivo es específico para cada caso en concreto, por lo tanto, este puede tener variaciones de acuerdo con un sinnúmero de factores

como el tipo de material vegetal con el que se pretende realizar el cultivo, como son semillas, plantas, especies vegetales, sistemas y programas de riego, fertilización condiciones del clima, entre otros. Las plantas utilizadas para realizar un sembrío pueden ser sostenidas y cultivadas en distintos tipos de materiales, de esta manera, pueden sobrevivir en cualquier medio de cultivo si las raíces logran penetrar en el sustrato empleado para este fin.

1.1.2. Características de los sustratos

Las características de los sustratos dependen de múltiples factores; pero de manera general para favorecer el crecimiento y desarrollo de las plantas, sin importar su origen, deberán poseer lo siguiente:

- Estéril o fácil de esterilizar, económico y disponible localmente.
- Aceptable pH, CE, CIC y una moderada capacidad tampón
- Baja salinidad.
- Baja densidad aparente.
- Buena retención de humedad y fácilmente disponible.
- Adecuada permeabilidad, capilaridad, estable y durable.
- Buena aireación y drenaje.

En el mercado no existe sustrato que reúna todas las características anteriormente descritas, ya que la composición o mezcla de este se debe adecuar en función de las necesidades propias de cada explotación. Otros criterios para la selección de un sustrato es considerar la relación beneficio/costo del mismo, disponibilidad en la zona, facilidad de manejo, compatibilidad para la realización de mezclas, cultivo a establecer, clima, dimensiones de los contenedores, programa de fertirriego, entre otros (INTAGRI, 2016).

Los sustratos son uno de los materiales más usados para cultivos de invernadero. Debido a las diversas fórmulas disponibles para los productores,

puede ser todo un desafío seleccionar la mejor mezcla para sus cultivos. Comprender la composición, las funciones y el uso previsto puede facilitar el proceso de selección (PROMIX, 2021).

Según menciona Valenzuela (2015), la mayoría de las veces un sustrato formulado con un solo material no cubre todas las necesidades del cultivo, por lo tanto 2 o 3 materiales como componentes es lo adecuado; por el contrario, cuando se usan más, es muy difícil que la mezcla se mantenga homogénea y además es muy posible que 2 de los materiales agregados cumplan funciones similares. Siempre reducir el número de materiales en la mezcla facilita el manejo.

Cabe mencionar que para que una mezcla de sustrato sea idónea para la producción es vital que cumpla con ciertos requisitos, como por ejemplo que cumpla con un nivel importante de porosidad que a su vez permita aumentar la retención de humedad, adicionalmente debe funcionar como un reservorio de agua como de nutrientes, estos elementos siempre deben estar disponibles. Por otro lado, estos componentes deben presentar una estructura estable, mínima velocidad de descomposición y contar con una buena resistencia.

Siguiendo el orden de las ideas anteriores según menciona Rizo (2018), los agricultores que están mezclando sus propios medios de crecimiento, desean desarrollar fórmulas exactas que garanticen un óptimo crecimiento para una gran variedad de cultivos, a un precio económico.

A los que compran premezclas, les agrada la conveniencia, consistencia e innovación que llevan las mezclas que ofrecen las empresas expertas en medios de cultivo. Estos proveedores también ofrecen la capacidad de realizar un mezclado a partir de la mezcla personalizada del agricultor. Una enorme variedad existe actualmente en los componentes para medios de crecimiento, los cuales ofrecen a los agricultores nuevas expectativas para poder elaborar las más óptimas bases

disponibles para las siembras de plantaciones con alto índice de crecimiento saludable.

1.1.3. Tipos de sustratos para plantas

Menciona Sembralia (2021), existen diferentes criterios para clasificar a los distintos tipos de sustratos. Vamos a conocer los básicos:

a.- Según sus propiedades

Sustratos químicamente inertes: arena granítica o silíceas, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.

Sustratos químicamente activos: turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre estas dos clasificaciones están dadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte el sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no forman parte ni intervienen en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes. Los sustratos químicamente activos actúan de soporte de la planta, pero, también cumplen la función de ser depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización.

b.- Según el origen de los materiales

Materiales orgánicos

De origen natural: sujetos a descomposición biológica (turba). De síntesis: son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).

Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas: estos materiales pasan por procesos de compostaje (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

Materiales inorgánicos o minerales

De origen natural: obtenidos a partir de rocas o minerales de origen diverso. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).

Transformados o tratados: por medio de tratamientos físicos complejos aplicados a rocas o minerales, se modifican las características originarias de dichos materiales (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).

Residuos y subproductos industriales: algunos ejemplos: escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.

1.1.4. Usos de los sustratos

La finalidad del uso de sustratos es garantizar la germinación de la semilla y proporcionar la aireación que necesitan las raíces de las plantas para el suministro de oxígeno y nutrientes; esto dependerá principalmente del tamaño y distribución de los poros, además de proporcionar una adecuada retención de agua disponible (Ansorena, 1994) citado por (Hernández P. , 2015).

Tomado en consideración las ideas anteriores menciona Pastor (1999), el desarrollo de la tecnología agrícola, basada primordialmente en el uso eficiente de los recursos naturales, investiga y propone las mejores alternativas viables para la producción de cultivos. Tal es el caso de los productores agrícolas, forestales y

ornamentales que demandan un sustrato adecuado y acorde al sistema de producción seleccionado (hidropónica o viverística).

Poder dar el uso adecuado al sustrato representa el soporte fundamental en el proceso de obtener buenos cultivos. Se elabora tomando en consideración cada ciclo de vida de las plantas que se inicia desde la siembra, desarrollo, adultez, reproducción y recolección, esto permite un mayor desarrollo y por lo tanto perdurabilidad a través del tiempo al poder de manera sencilla los nutrientes necesarios.

Un buen sustrato elaborado mediante mezclas adecuadas y correctas también permite desarrollar un sistema altamente sustentable, por lo tanto, se puede considerar que el sustrato es el resultado de la composición misma entre la ciencia de la siembra y cultivo en relación con la naturaleza, lo cual de manera controlada logra mejores resultados en el desarrollo de los sembríos.

Considerando que la producción de plantas en viveros amerita como aspecto relevante la correcta selección del sustrato en el cual se desarrollara el cultivo, podrían considerarse distintas alternativas de sustratos que se podrían utilizar para conseguir la producción deseada, en algunos casos sin tener mayor conocimiento para su adecuación y correcto uso, un sustrato idóneo para alcanzar una producción exitosa depende de cada especie en particular y dependerá de la correcta selección de los compuestos que usaran para dicho objetivo y de la proporción en volumen empleada de cada uno de sus componentes para poder mejorar sus propiedades físicas o químicas.

1.1.5. Características del sustrato adecuado

Las determinaciones de laboratorio junto con la experiencia y observación diaria del riego, el sustrato y la planta en el campo de cultivo, nos permiten aproximarnos al paradigma del "sustrato ideal", lo cual no es fácil en la práctica.

Este debe alcanzar un punto de equilibrio entre el contenido de microporos (agua) y macroporos (aire) para no tener condiciones extremas de hipoxia o exceso de drenaje, y facilitar el manejo del riego y la nutrición de los cultivos (Soto, 2016).

Refiere Álvarez (2022), que, aunque cada especie tiene unas necesidades, todos los sustratos deben asegurar el drenaje, la aireación y el aporte de nutrientes. A la hora de elegir el mejor soporte para garantizar el buen crecimiento de nuestras plantas, debemos considerar que no todos los sustratos tienen las mismas características ni todas las plantas los mismos requerimientos. Por ello, es necesario conocer las diferencias que podemos encontrar entre los distintos tipos de sustrato.

Tomando como referencia las consideraciones anteriores, el mejor sustrato resulta aquel que logre proporcionar la mayor cantidad de agua, el más alto volumen de aire, los elementos nutricionales necesarios, un anclaje perfecto para las raíces y que adicionalmente no contenga algún tipo de compuesto que pueda lograr frenar el desarrollo del cultivo.

Existen gran variedad de materiales disponibles para lograr cumplir con este objetivo, en forma general la materia orgánica suficientemente estable proporciona las propiedades correctas para ser empleada como sustrato, considerando que dispone de poros que logran retener en la parte interna de las fibras o partículas, poros grandes en medio de estas que brindan aireación, capacidad de poder estancar elementos nutritivos que sean aprovechados por las raíces proporcionado de esta manera un mejor anclaje a la planta.

De acuerdo al criterio de Svartz (2018), indica que, cuando mencionamos características previas de un sustrato, hacemos referencia a las condiciones intrínsecas de este. Por ejemplo, al momento de hablar de una alta disponibilidad del material, queremos significar que este se encuentre en el mercado en cantidades suficientes y en todas las estaciones del año, para que una vez que el

productor estandarice su cultivo sobre la base de un sustrato dado, no tenga dificultades en la disponibilidad de aquel.

En el medio comercial es posible encontrar sustratos que suelen estar compuestos por diversos componentes como turba, nutrientes, perlita, cortezas, vermiculita entre otros. También es posible fabricar por medios propios sustratos con elementos que se encuentran a disponibilidad como son los desechos de la agroindustria, compost de residuos orgánicos diversos, perlita, turba, cascarilla de arroz, etc. Estos compuestos deben ser estables, estar constantemente a disponibilidad en el lugar del cultivo durante el ciclo del mismo, deben ser de tamaños homogéneos, libres de posible crecimiento de malezas perjudiciales, enfermedades, plagas o sustancias que resulten tóxicas para las plantas.

1.1.6. Potenciales materiales para la elaboración de sustratos

Los sustratos pueden ser de origen orgánico, como la cascarilla de arroz, la fibra de coco y la turba; o de origen mineral, como la lana de roca y la perlita. Comparados con los materiales de origen orgánico, los de origen mineral son más estables, es decir, mantienen sus propiedades durante periodos más largos, por lo que son ampliamente utilizados, principalmente en Europa. En Colombia su uso no ha sido tan extendido debido a su alto costo y baja disponibilidad. La cascarilla de arroz es el material con mayor uso en cultivos comerciales en Colombia, debido a su fácil accesibilidad, bajo costo y estabilidad (Monsalve et al., 2021).

1.1.7. Preparación y usos de los sustratos.

Los factores que afectan la elección del sustrato y los procedimientos de manejo son:

La disponibilidad y el precio de insumos de alta calidad. La disponibilidad es una preocupación, ya que los productores necesitan medios fiables y constantes.

Los ingredientes principales de los sustratos sin tierra son voluminosos y livianos, por lo que los costos de transporte son un factor importante para considerar. Es importante para los productores orgánicos que los insumos sean de fuentes renovables.

El deseo y la capacidad de los productores de preparar su propio compost y sustrato uniformes. Para esto, es necesario acceder a material voluminoso rico en carbono para preparar un compost apropiado y tener el tiempo y la habilidad necesarios para hacerlo de manera fiable.

Instalaciones de almacenamiento y manipulación. Los sustratos comprados pueden entregarse en bolsas o a granel, según como lo prefiera el productor. El material a granel debe almacenarse para preservar o mejorar la calidad, y esto varía según la antigüedad y el estado de degradación. El material en bolsas es más fácil de manipular, pero más costoso.

La cantidad y los tipos de germinadores o trasplantes que se producirán. Los sustratos de germinación tienen menos contenido de nutrientes que el medio destinado a producir plantas más grandes. Las semillas pequeñas puestas en la superficie necesitan un tamaño de partículas más pequeño y un excelente contacto de la semilla con el medio.

Espacio disponible en el invernadero para producir germinadores y plantas "terminadas" del tamaño y la edad deseados. El tamaño y la forma de las celdas interactúan con el tamaño de las partículas del sustrato para determinar la capacidad de retención de agua y el suministro de nutrientes. Las celdas más grandes pueden sostener las plantas por más tiempo, pero necesitan más espacio.

Régimen de riego. Los recipientes y los sustratos utilizados deben adaptarse bien a la técnica de riego y a la calidad del agua disponible para el

productor. Determínese si el agua tiene un pH alto o si debería considerarse la nutrición foliar en el manejo.

Requisitos nutricionales. La disponibilidad de nitrógeno (N) suele ser el reto más importante para la formulación de sustratos orgánicos para macetas porque las fuentes son bastante variables. El nitrógeno suele ser insuficiente cuando el compost es la única fuente de nutrientes (Wander, 2022).

1.2. Germinación en viveros

La germinación es el conjunto de fenómenos que ocurren cuando el embrión contenido de la semilla pasa de la vida latente a la vida activa. Ocurre cuando las reservas nutritivas son movilizadas por la acción de las diastasas, al ser puesta la semilla en condiciones de temperatura y humedad adecuadas. La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula (INATEC, 2016).

En el orden de las ideas anteriores, según indica FAO (2007), el método más corriente con diferencia de propagación de nuevas plantas es mediante semilla en los viveros. La semilla se germina para obtener brinzales y plantas jóvenes que se plantan después en el campo.

La investigadora menciona que la plántula generalmente es el término que se utiliza para mencionar a las primeras fases del crecimiento y desarrollo de un cultivo, periodo en el que la semilla germina hasta que aparecen sus primeras hojas. En este sentido para poder garantizar un mejor crecimiento, se realiza este procedimiento en condiciones que puedan ser controladas en un vivero, ubicando para este fin las semillas dentro de bandejas de germinación.

La germinación en un vivero garantiza las condiciones del suelo adecuadas para la plantación porque las semillas pueden recibir los cuidados necesarios durante este periodo y a su vez tener mayor posibilidad de sobrevivir después del trasplante a su lugar de siembra final teniendo en consideración que en el vivero se garantiza la germinación de la mayor cantidad de semillas, hay un cuidado más correcto de las plantas, se obtiene un desarrollo vigoroso y uniforme en un periodo de tiempo corto y se pueden controlar las plagas y enfermedades.

Mencionan Piñuela et al. (2013), en el suelo la semilla está expuesta a condiciones ambientales adversas, tales como sequía o exceso de agua de lluvia, al ataque de insectos, hongos, bacterias y a la competencia de malezas, todo lo cual ocasiona una alta mortalidad de plantas en sistemas de siembra directa.

Mientras que en el vivero se pueden controlar las condiciones ambientales durante la etapa crítica de las plantas, desde la semilla hasta la edad de trasplante, dándole el cuidado necesario para que crezcan sanas, fuertes y tengan una mayor resistencia cuando sean plantadas.

El cilantro se lo considera dentro de la categoría de las hierbas medicinales, este tipo de especies en los países en desarrollo se producen de forma tradicional de forma casera, por lo que en escasas ocasiones se producen a grandes escalas, pero a su vez tienen un gran mercado en muchas comunidades.

1.2.1. El cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

El cilantro es una planta de la familia Apiacea, a la que pertenecen varios grupos de plantas medicinales, aromáticas y de condimento de mayor consumo, es una planta con un rápido y fácil crecimiento, se adapta a características de pleno sol, al igual que en sombrero parcial (Marangoni et al., 2011; Rajeshwari y Andallu, 2011; Ramadan et al., 2003; Valdiviezo, 2011) como se citó en (Cabrales & Ayala, 2020).

En las mismas líneas de las consideraciones anteriores, menciona Rodríguez (2016), que es una planta herbácea de la familia Umbelífera, que crece a una altura entre 30-50 cm, sus tallos son rectos, presenta hojas compuestas, flores blancas y frutos aromáticos y se considera originaria del norte de África y sur de Europa. Fue una de las primeras especies que se introdujo en América, para la conservación de carnes y como hierba medicinal.

El cilantro representa una especie que una vez cultivada integra el grupo de hierbas aromáticas, medicinales y de uso como condimento en alto consumo, del mismo modo, puede ser industrializada para obtener aceites esenciales y productos farmacéuticos, adicionalmente tiene una especial connotación por ser utilizada como repelente de insectos.

El uso del cilantro a medida que pasan los años se ha ido incrementando en los distintos tipos de mercados tanto nacionales como internacionales.

El cilantro es un tipo de hortaliza que regularmente tiene un ciclo corto, en nuestro medio especialmente se la aprovecha como condimento en una enorme variedad de platillos. En la industria se la emplea especialmente la semilla de la hortaliza como condimento en varios productos y sus hojas frescas son empleadas como componente de salsas y ensaladas de vegetales.

1.2.2. Origen y distribución

El culantro o conocido también como cilantro es un cultivo aromático y oleaginoso, pertenece a la clase Dicotiledónea, es un miembro de la familia Apiaceae. cuyo origen se ubica en el centro y norte de la India, centro y sur de Rusia y regiones orientales de Afganistán y Pakistán. Existen informes científicos que señalan a las regiones del Oriente Medio, Asia como centros de diversificación de los tipos cultivados (Vallejo y Estrada, 2004).

1.2.3. Taxonomía

De acuerdo a (Diederichsen, 1996), al culantro se lo puede clasificar de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledónea

Família: Umbelliferae Juss

Subfamília: Apidaceae Drude

Tribu: Coriandreae W. Koch

Géneros: *Coriandrum* L.

Bifora, Hofman

Sclerotiaría Korovin

Espécie: *Coriandrum sativum*

Coriandrum tordylium

Bifora americana

Bifora radians

Bifora testiculata

Sclerotiaría pentaceros

1.2.4. Descripción botánica

El sistema radical del cilantro es fino y sencillo; su raíz principal, es axonomorfa, muy delgada y altamente ramificada, por estas características es muy difícil su trasplante. El tallo es dicotómico, delgado, cilíndrico, hueco, suave, herbáceo y erecto, llega a medir hasta 90 cm de altura. Las hojas son compuestas con dos tipos de folíolos; los inferiores, son anchos, ovales y provistos de lóbulos dentados; los superiores, están divididos en cuatro o cinco segmentos largos y estrechos. El color de las hojas es verde intenso, aunque en ocasiones puede ser

Sus requerimientos de humedad son altos al principio del ciclo del cultivo, para permitir la germinación, emergencia y establecimiento; por lo cual, se recomiendan riegos ligeros cada 5 o 6 días; de los 20 días en adelante, los riegos son una vez por semana (Ramírez, 1994)

1.2.6. Plagas y enfermedades

Como en todo cultivo, en el cilantro es necesario controlar las malezas, plagas y enfermedades. Así, las malezas se controlan con aplicaciones de CME 127 a dosis de 2 4-3.6 kg/ha⁻¹ o aplicar Afalon 50 PH a dosis de 1-2 kg/ha⁻¹. Por otra parte, tanto las plagas como las enfermedades no son de importancia; sin embargo, se llegan a presentar plagas como *Diabrotica balteata*, *Nezara virídula*, *Trialeurodes spp*, *Empoasca spp* y *Aphis spp*, las cuales se pueden controlar con Lucatión a dosis de 1 L/ha⁻¹. El damping-off se llega a presentar cuando las condiciones de humedad del suelo y la temperatura ambiental son altas, su control se puede hacer con Tecto 60 a dosis de 0.8 kg/ha⁻¹ o bien con Prozycar 50 % PH a dosis de 1.5 kg/ha⁻¹ (Ramírez, 1994).

1.2.7. Cosecha y postcosecha

Se inicia la cosecha cuando comienza a brotar las hojas finas. Esto ocurre más o menos a las 10 semanas desde la siembra. Pueden realizarse entre 1 y 4 cortes (Vallejo y Estrada, 2004).

El follaje cosechado debe ser almacenado bajo condiciones de alta humedad y temperatura baja. Se puede esperar una vida útil entre 18 y 22 días almacenando el cilantro a una temperatura en torno a los 0° C, periodo en el que permanecerá con una buena calidad visual; una temperatura de almacenamiento de 5 y 7, 5° C, mantendrá la calidad durante 1 y 2 semanas respectivamente y con una atmósfera de aire con 5% ó 9% de CO₂ (INFOAGRO, 1997).

verde-amarillo. La inflorescencia es una umbela compuesta, tiene flores hermafroditas y estaminadas, de color blanco o ligeramente rozado, pentámera entre lo más relevante.

El fruto es un esquizocarpo de tres a cinco milímetros de diámetro, color amarillo oscuro, esférico, formado por dos pequeñas mitades semiesféricas acopladas una contra la otra (diaquenio) y tiene estrías que son pequeños conductos que contienen aceite esencial.

Cada fruto contiene dos semillas aplanadas de dos a tres milímetros de largo. Para que las semillas tengan capacidad de germinación, es necesario dejarlas secar a la sombra por tres meses después de la cosecha. La viabilidad de la semilla puede durar de seis a ocho años (Diederichsen, 1996).

1.2.5. Condiciones ecológicas

El cilantro es una planta anual de fácil y rápido crecimiento, prefiere el sol, pero crece bastante bien en sombra parcial. Diversos autores citaron que la temperatura óptima de germinación varía de 15 a 30 °C y que los mejores resultados se obtienen con temperaturas de 27 y 22 °C durante el día y la noche, respectivamente, con un tiempo necesario para germinar de 10 a 21 días (Putievsky, 1983). En este mismo sentido, según lo referido por Valadez (1990), afirma que clasificó al cilantro como una hortaliza de clima frío cuya temperatura media mensual de crecimiento debe ser de 15 a 18 °C; por lo cual, es probable que este cultivo requiere de días cortos y de noches con temperatura fresca.

En cuanto al fotoperíodo, el cilantro prospera bien en días cortos, pues en días largos el peso del follaje se reduce por la presencia del punteamiento prematuro. El cilantro, para obtener altos rendimientos prefiere suelos de textura ligera, fértiles, ricos en materia orgánica y pH ligeramente ácido (Morales, 1994) como se citó en (Hernández J. , 2003, p. 7).

CAPÍTULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO.

2.1. Ubicación

Esta investigación se llevará a cabo mediante el establecimiento de un vivero en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone

2.2. Métodos teóricos de la investigación

Con la finalidad de poder ejecutar el trabajo investigativo se utilizará la metodología que se detalla a continuación:

Método Inductivo - Deductivo. - A través de este método permitirá razonar iniciando de varias observaciones de índole particular que permitirán llegar a conclusiones y cuya forma específica es partir de leyes y enunciados teóricos generales para llegar a la conclusión exclusiva de un todo.

Método analítico - sintético. - Este método de investigación ayudará a realizar el trabajo por medio de la desmembración del todo analizado, logrado realizar la descomposición en sus distintas partes y elementos para poder observar y analizar las causas y naturalezas, para posteriormente poder unir cada acción por medio de la elaboración de una síntesis general del fenómeno de estudio.

Método comparativo. - Es un procedimiento de investigación sistemático que se basa específicamente en la diferencia de fenómenos de estudio con la intención de poder establecer semejanzas o diferencias por medio de datos que encaminen a la definición de un problema y a la búsqueda de posibles mejoras, particularmente si el análisis es entre dos situaciones con leves diferencias. En este sentido, es aquella metodología que se emplea para poder comparar dos o más

situaciones o fenómenos con el fin de identificar similitudes, diferencias o patrones que se presenten entre ellos.

2.3. Procedimiento

Para este experimento primero se debió proveer de una buena cantidad de sustrato de cascarilla de arroz de buena calidad, para esto hay que seleccionar el sustrato con las mejores características y se comprará una turba de una casa comercial. Luego se realizarán las respectivas mezclas con la turba según cada tratamiento, se humedecerá el resultado de la mezcla y se ubicará en las bandejas de germinación de material plástico.

Tabla 1. Tratamientos

Tratamiento 1	
Turba	75%
Cascarilla	25%
Tratamiento 2	
Turba	50%
Cascarilla	50%
Tratamiento 3	
Turba	25%
Cascarilla	75%
Tratamiento 4	
Turba	100%
Cascarilla	0%
Tratamiento 5	
Turba	0%
Cascarilla	100%

Los tratamientos en estudio se establecieron de la siguiente manera: T1: 75% Turba y 25% cascarilla de arroz; T2: 50% Turba y 50% cascarilla de arroz; T3: 25% Turba y 75% cascarilla de arroz; T4: 100% Turba y T5: 100% cascarilla de arroz. En cada tratamiento se sembrarán 100 semillas de cilantro.

Para este ensayo se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), para lo cual se evaluaron 5 tratamientos con 3 repeticiones, además de evaluar las diferentes variables de crecimiento de la siguiente forma.

2.4. Variables a medir

Días a la germinación. - Se evaluó cuando el 50% más uno de las plantas hubieron germinado.

Tasa de germinación. – Para esta variable se tomaron en cuenta la relación semillas sembradas con semillas germinadas mediante la siguiente fórmula.

$$PG = [(N^{\circ} \text{ semillas germinadas}) / (N^{\circ} \text{ semillas sembradas})] \times 100.$$

Altura de plántula. – Esta variable se midió tomando cinco plantas de cada tratamiento a los 30 días después de la siembra y serán determinados midiendo cada planta desde el nivel del suelo hasta la hoja más alta utilizando un flexómetro

Numero de hojas. – Para esta variable se tomaron las mismas cinco plantas utilizadas en la variable anterior, donde se contabilizará el número de hojas por cada planta

Peso fresco parte aérea y radical. – Tomando en referencia las mismas plantas de la variable anterior, se llevaron a un recipiente con agua, donde se sumergió y se agitó para de esta manera retirar el sustrato que soportaban las raíces y así no afectar la toma de los datos. Después de esto se cortó la raíz separándola de la parte superior donde se pesó tanto la parte aérea como la radical para la toma de datos.

2.5. Análisis estadístico

Para determinar las diferencias entre los tratamientos se realizó un análisis

de comparación múltiple por medio de un método estadístico (Tukey 5%) a través del paquete estadístico Sigmaplot.

2.5.1. RESULTADOS

Para la variable días a la germinación se puede notar en la tabla 1 que no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, estos datos se atribuyen a que se utilizó la misma especie de semilla en la siembra y que no hubo ningún efecto de los tratamientos en la misma.

Por otro lado, refiriéndome a la variable tasa de germinación en este caso si hay diferencias significativas entre tratamientos, donde se observa que el tratamiento cinco con un 93,99% fue el que obtuvo la mejor tasa de germinación al contrario del tratamiento cuatro con 51,67% fue el de menor tasa de germinación y los tratamientos uno, dos y tres obtuvieron datos intermedios. Se cree que en esta variable si hubo un efecto del tratamiento sobre la tasa de germinación ya que hay una diferencia considerable ante el resto de tratamientos.

Tabla 2. Resultados de los días, tasa de germinación, altura de planta y número de hojas

Resultados de los días y tasa de germinación, altura promedio de plantas y numero de hojas, en la evaluación de mezclas de sustratos para la germinación en viveros en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone, para el primer semestre del año 2022				
TRATAMIENTOS	Germinación		Altura de planta	Número de hojas
	Días	Tasa (%)	(cm)	
1	6.33 a	73.33 ab	30.73 b	10.07 a
2	6,00 a	63.33 ab	24.87 b	09.40 a
3	6,00 a	68.33 ab	27.87 b	06.73 a
4	6.33 a	51.67 b	23.07 b	09.47 a
5	6,00 a	93.99 a	43.73 a	10.40 a
Probabilidad ANOVA	0.8714	0.0474	0.0001	0.42
CV (%)	09,41	20.12	11.09	26.43

Para la altura de planta se pueden observar diferencias estadísticas significativas y distribuidos en dos grupos muy claros, uno donde el que obtiene la mayor altura es el tratamiento cinco con 43.33 cm de promedio y el otro grupo lo conforman el resto de tratamientos teniendo alturas menores. Esta diferencia se le atribuye al efecto del tratamiento en mención, dándole mejores condiciones en contraposición de los demás tratamientos.

Tabla 3. Resultados de peso fresco parte aérea y radical

Resultados del peso fresco de la parte aérea y radical en la evaluación de mezclas de sustratos para la germinación en viveros en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone, para el primer semestre del año 2022		
TRATAMIENTOS	Peso fresco (g)	
	Aérea	Radical
1	30,67 a	2,67 ab
2	28,33 a	2,00 ab
3	31,33 a	1,33 b
4	34,00 a	2,67 ab
5	43,67 a	3,67 a
Probabilidad ANOVA	0.1790	0.0195
CV (%)	22.09	27.69

En cuanto a la variable número de hojas podemos observar que no hay diferencias estadísticas para los tratamientos en estudio.

Así mismo, los resultados obtenidos del análisis de los datos para la variable peso fresco de la parte aérea no reflejan diferencias estadísticas significativas, esto es consistente con los resultados de la variable anterior que revela que no había diferencias entre el número de hojas.

Por último, los resultados reflejan que a diferencia de la variable anterior si denotan diferencias estadísticas significativas donde es el tratamiento cinco con 3,67g el que obtiene el mayor peso fresco radical.

2.5.2. Resultados test de Tukey

Una vez que se recopilaban los datos del trabajo investigativo, arrojaron los siguientes resultados

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días Germ	15	0,11	0,00	9,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,40	4	0,10	0,30	0,8714
Trat	0,40	4	0,10	0,30	0,8714
Error	3,33	10	0,33		
Total	3,73	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,55143

Error: 0,3333 gl: 10

Trat	Medias	n	E.E.
T5	6,00	3	0,33 A
T3	6,00	3	0,33 A
T2	6,00	3	0,33 A
T1	6,33	3	0,33 A
T4	6,33	3	0,33 A

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

Figura 1. Días de germinación

Fuente: Test de Tukey

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Germin	15	0,59	0,42	20,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2816,67	4	704,17	3,55	0,0474
Trat	2816,67	4	704,17	3,55	0,0474
Error	1983,33	10	198,33		
Total	4800,00	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=37,84347

Error: 198,3333 gl: 10

Trat	Medias	n	E.E.
T4	51,67	3	8,13 A
T2	63,33	3	8,13 A B
T3	68,33	3	8,13 A B
T1	73,33	3	8,13 A B
T5	93,33	3	8,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

Figura 2. Tasa de germinación

Fuente: Test de Tukey

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. pla	15	0,88	0,83	11,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	804,30	4	201,08	18,09	0,0001
Trat	804,30	4	201,08	18,09	0,0001
Error	111,17	10	11,12		
Total	915,48	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,95970

Error: 11,1173 gl: 10

Trat Medias n E.E.

T4	23,07	3	1,93	A
T2	24,87	3	1,93	A
T3	27,87	3	1,93	A
T1	30,73	3	1,93	A
T5	43,73	3	1,93	B

Medias con una letra común no son significativamente dif

Figura 3. Altura de planta

Fuente: Test de Tukey

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# hoja	15	0,30	0,02	26,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,16	4	6,29	1,06	0,4246
Trat	25,16	4	6,29	1,06	0,4246
Error	59,28	10	5,93		
Total	84,44	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,54255

Error: 5,9280 gl: 10

Trat Medias n E.E.

T3	6,73	3	1,41	A
T2	9,40	3	1,41	A
T4	9,47	3	1,41	A
T1	10,07	3	1,41	A
T5	10,40	3	1,41	A

Medias con una letra común no son significativamente dife

Figura 4. Número de hojas

Fuente: Test de Tukey

Aerea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aerea	15	0,44	0,21	22,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	428,93	4	107,23	1,95	0,1790
Trat	428,93	4	107,23	1,95	0,1790
Error	550,67	10	55,07		
Total	979,60	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=19,94057

Error: 55,0667 gl: 10

Trat Medias n E.E.

T2	28,33	3	4,28	A
T1	30,67	3	4,28	A
T3	31,33	3	4,28	A
T4	34,00	3	4,28	A
T5	43,67	3	4,28	A

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

Figura 5. Parte aérea
Fuente: Test de Tukey

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Radical	15	0,66	0,52	27,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,07	4	2,27	4,86	0,0195
Trat	9,07	4	2,27	4,86	0,0195
Error	4,67	10	0,47		
Total	13,73	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,83568

Error: 0,4667 gl: 10

Trat Medias n E.E.

T3	1,33	3	0,39	A
T2	2,00	3	0,39	A B
T4	2,67	3	0,39	A B
T1	2,67	3	0,39	A B
T5	3,67	3	0,39	B

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

Figura 6. Parte radical
Fuente: Test de Tukey

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

Implementación de Heras y huertas orgánicas en sustratos de cascarilla de arroz para familias del Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone.

3.1. Fundamentación

El cultivo del cilantro tiene dentro del territorio ecuatoriano un espacio de producción bastante amplio, considerando que el país tiene características geográficas y climáticas que resultan idóneas para alcanzar su desarrollo, generalmente los agricultores realizan la siembra de manera tradicional formando hileras para lo cual se puede elaborar sustratos para mejorar los resultados, representa una de las hortalizas cuyo cultivo y cuidado no presenta mayores dificultades, por lo que se lo puede realizar en viveros o huertas de los hogares.

Esta hierba aromática tiene un ciclo vegetativo corto de alrededor de 40 a 45 días entre la siembra y la cosecha cuando el propósito principal es obtener las hojas para la preparación de comidas, en otros casos también se emplean las semillas, tallos y las raíces.

Tiene una buena adaptación en varios tipos de climas, sean estos cálidos, frescos y fríos, pero se prefiere cultivar en climas templados donde alcanza su mayor rendimiento, con una temperatura que oscile entre los 15°C a 20°C

3.2. Actividades:

a) Caracterizar y capacitar a las familias beneficiarias en la implementación y manejo de huertos orgánicos en sustratos de cascarilla de arroz. Se realizará una

encuesta para las personas interesadas y se seleccionará las mismas para iniciar el proyecto una vez que se ha elaborado las Heras o huertas familiares, se entregaran semillas a las familias del Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone., se dará una capacitación técnica por parte del personal especialista sobre estos temas.

b) Implementar los huertos o Heras con las familias beneficiarias: Luego de la capacitación se realizará la siembra o trasplante del material vegetativo en los hogares de cada uno de los beneficiarios.

c) Difundir los resultados de la presente investigación donde la cascarilla del arroz fue el mejor sustrato para siembra de cilantro, se buscará utilizar esta metodología para implementar Heras y huertos familiares. Para finalizar el proyecto, se complementará con un folleto de implementación y producción de huertos o Heras en el Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone.

3.4. Transferencia de resultados

- ✓ Participar en un concurso general con los beneficiarios y las instituciones en la nominación del mejor huerto del Cantón.
- ✓ Participación en exposición para difundir los avances del proyecto a la comunidad y ciudadanía en general.
- ✓ Se analizará las mejores opciones para participar en congresos nacionales o internacionales para poder socializar los resultados obtenidos en el trabajo realizado

3.5. Impactos.

Los impactos se los determina dentro de los aspectos positivos y negativos con su posible mitigación como se detallan a continuación:

Aspecto	Impacto	
	Positivo	Negativo
Social	La disponibilidad de alimentos en cantidad, variedad y calidad reduce los índices de malnutrición de los miembros de la familia.	
Científico	Los conocimientos y habilidades sobre métodos y técnicas de cultivos contribuyen al aumento de la rentabilidad de las parcelas generando beneficios por la disposición de alimentos para la familia.	Consumo de frutas y verduras en deterioro.
Económico	Los huertos familiares contribuyen directamente en el aumento de la disponibilidad de alimentos en calidad y variedad para atender la demanda diaria de las familias.	
Ambiental	La implementación de material de cascarilla de arroz a través de la utilización de residuos de cosecha.	Aprovechamiento de residuos de cosecha del arroz

Aspecto	Impacto	
	Positivo	Acción mitigación
Social	Las huertas orgánicas permiten a las familias producir alimentos frescos, saludables y libres de agroquímicos, contribuyendo a una mejor nutrición, reducción del gasto familiar en alimentos y fortalecimiento de la autosuficiencia alimentaria.	Capacitar a las familias en planificación de cultivos y manejo adecuado del sustrato de cascarilla de arroz, para evitar pérdidas de producción y garantizar una oferta constante de alimentos.
Científico	Difusión de los resultados a través de capacitaciones.	Fomentar alternativas productivas a través de la implementación de Heras y huertos familiares.
Económico	La asistencia técnica oportuna a las familias que aumenta la rentabilidad de sus parcelas y mejora la disponibilidad de alimentos en sus hogares, generando un ahorro en la canasta básica.	Alternativas innovadoras y sustentables.
Ambiental	Aprovechamiento de 200 sacos de cascarilla del arroz para el empleo en los huertos.	Gestión eficiente de residuos sólidos para la obtención de sustrato de siembra.

3.6. Aspectos bioéticos y sociales

- Capacitar a 100 familias del Barrio Puerto Arturo del Cantón Chone con respecto -a la importancia de una adecuada alimentación y una mejor utilización de los alimentos (tanto básicos como complementarios).
- Identificar familias a través de la caracterización (encuesta) para la implementación de huertos orgánicos para que sirvan como unidades demostrativas y de aprendizaje. Las semillas pueden ser producidas por las familias y otros propietarios de huertos familiares interesados. Las visitas de demostración y de intercambio deben ser conducidas regularmente.
- Implementación de los residuos orgánicos de cosecha del cultivo del arroz su recogida y acumulación para la producción de Heras y huertas familiares, es por ello que se implementará un de capacitación.
- Difusión de resultados alcanzados (proyecto de vinculación) con grupos de interés y la comunidad científica

3.7. CONCLUSIONES

- Las plántulas de cilantro tuvieron una mejor germinación mediante lo que se pudo comprobar aplicando el tratamiento a base de cascarilla de arroz, el cual resulta bastante económico para ser utilizado en viveros de diferentes zonas del Cantón Chone.
- Las mezclas de sustratos utilizadas para desarrollar el trabajo de investigación fueron elaboradas en diferentes proporciones con la finalidad de poder determinar el comportamiento fisiológico de cada uno de ellos y mediante la comprobación llegar a determinar el mejor tipo de sustrato por medio de la medición o cálculo de las variables consideradas.
- Se presenta una propuesta dentro del trabajo que está diseñada considerando los impactos que se podrían producir al utilizar mezclas de sustratos, pero se pudo determinar que el costo-beneficio es considerado favorable por ser una mezcla económica en su elaboración.

3.8. RECOMENDACIONES.

- Es recomendable para la germinación en viveros utilizar una mezcla de sustratos que resulte económica y que sus compuestos sean de fácil localización en nuestro medio, por lo que de acuerdo a los resultados del trabajo realizado un tratamiento a base de cascarilla de arroz reúne estas condiciones.
- Es aconsejable que las mezclas de sustratos que se elaboren contengan en su elaboración las proporciones adecuadas en sus componentes para poder alcanzar un mejor rendimiento en las plantaciones en viveros por medio de un óptimo comportamiento fisiológico de las plantas.
- El costo del sustrato que se determina dentro del estudio realizado es de bajo costo, por lo que se recomienda para ser utilizado en los distintos viveros de nuestro medio y los impactos que podría producir su empleo son mínimos en relación al beneficio esperado.

4. BIBLIOGRAFÍA.

- Álvarez, M. (13 de julio de 2022). *Leroy Merlin*. Cómo elegir tierras y sustratos: <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/como-elegir/como-elegir-tierras-y-sustratos.html>
- Araos, R. (10 de enero de 2019). *El Mercurio - Campo*. Sustratos, una alternativa frente a la falta de suelos de calidad: <https://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2019/01/10/Sustratos-una-alternativa-frente-a-la-falta-de-suelos-de-calidad.aspx?disp=1>
- Cabralles, E., & Ayala, J. (16 de octubre de 2020). Respuesta del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) a distintas proporciones de compost en condiciones semicontroladas en Córdoba-Colombia.a. *Suelos Ecuatoriales - Sociedad Colombiana de la ciencia del Suelo*(50), 82-90. <https://doi.org/10.47864/SE>
- Chen, J. (05 de octubre de 2015). *Promix*. Principios básicos de los sustratos: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- Crespo, E., Chaulín, A., Sandoval, M., Bugarín, R., Róbles, A., & Juárez, P. (13 de enero de 2022). *Revista Biociencias*. Sustratos en horticultura: <http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/31/168>
- Díaz, A. (2020). *Los beneficios de la cascarilla de arroz para el cultivo del arándano*. Agronegocios Perú: <https://agronegociosperu.org/2020/08/17/los-beneficios-de-la-cascarilla-de-arroz-para-cultivo-del-arandano/#:~:text=La%20cascarilla%20de%20arroz%20es,humedad%20en%20macetas%20y%20alm%C3%A1cigos.>
- Diederichsen, A. (1996). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. En *Coriander (Coriandrum sativum L.)* (pág. 83). Roma, Ytaly: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).
- FAO. (18 de abril de 2007). *Guía sobre material forestal reproductivo*. Propagación en los viveros: <http://www.fao.org/forestry/seeds/4735/es/>
- Flores, J. (12 de julio de 2016). *Hortalizas*. Descubre cuál es el sustrato ideal para tu operación de invernadero: <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/descubre-cual-es-el-sustrato-ideal-para-tu-operacion/>

- Hernández, J. (2003). *Crecimiento y desarrollo del cilantro Coriandrum sativum L. por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitoreguladores*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo Leon, Facultad de Agronomía - Dirección de estudios de Posgrado, Marín, Nuevo Leon. https://cd.dgb.uanl.mx/bitstream/handle/201504211/16041/17826.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source
- Hernández, P. (2015). *Evaluación de sustratos en el cultivo de cilantro (Coriandrum sativum) en invernadero*. Tesis de Maestría en Ciencias en el Área de Ciencias Agrícolas., Universidad Autónoma de Nayarit, Posgrado, Nayarit. http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2316/EVALUACI%c3%93N%20DE%20SUSTRATOS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20CILANTRO%20%28Coriandrum%20sativum%20L.%29%20EN%20INVERNADERO_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INATEC. (2016). *Manual del Protagonista - Viveros y Semilleros*. (I. N. Tecnológico, Ed.) Managua, Nicaragua: MAG - Dirección General de Formación Profesional.
- INFOAGRO. (1997). *El cultivo del cilantro*. Infoagro. Departamento de Ingeniería Agrónoma y Contenidos: <https://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htm>
- INTAGRI. (16 de octubre de 2016). *INTAGRI - Horticultura protegida*. La Caracterización de los Sustratos para la Horticultura: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/la-caracterizacion-de-los-sustratos-para-la-horticultura>
- Maynor, T. (2014). *Evaluación de cinco sustratos para producción en vivero de palo blanco (Tabebuia donnell-smithii Rose)*. Universidad Rafael Landívar. Santa Catalina la Tinta: Facultad de Ciencias Forestales y Agrícolas.
- Monsalve, O., Henao, M., & Gutiérrez, J. (2021 de febrero de 2021). Caracterización de materiales con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivos sin suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1), 1-22. https://doi.org/https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1977
- Pastor, N. (julio-septiembre de 1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, III(3), 231-235. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- Piñuela, A., Guerra, A., & Pérez, E. (2013). *Guía para el establecimiento y manejo de viveros agroforestales*. San Javier , Yaracuy, Venezuela: Fundación

DANAC.

- PROMIX. (24 de septiembre de 2021). *Centro de Formación*. Principios básicos de los sustratos: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- Putievsky, E. (1983). Effects of daylength and temperature on growth and yield components of three seed spices. *Journal of Horticultural Science*, 58(2), 271-275. <https://doi.org/10.1080/00221589.1983.11515120>
- Ramírez, J. (1994). *Respuesta de la floración prematura de cilantro Coriandrum sativum L. a diferentes frecuencias de negó y dosis de fertilización nitrogenada*. Tesis de Licenciatura, UAAAN, Buenavista Saltillo.
- Rizo, E. (11 de abril de 2018). *Hortalizas*. Conoce los nuevos avances de sustratos: <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/conoce-los-nuevos-avances-de-sustratos/>
- Rodríguez, E. (2016). *Efectos de dos sistemas de siembras en el rendimiento de Coriandrum sativum L. "Santo" en Pichunchuco, Santiago de Chuco, La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo, Departamento de Ciencias Agropecuarias. Trujillo: Creative Commons. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7578/CHAVEZ%20RODRIGUEZ%2C%20EDDY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sembralia. (22 de enero de 2021). *Tipos de sustratos para el cultivo de plantas*. Sembralia: <https://sembralia.com/tipos-de-sustrato/>
- Soto, F. (2016). *Caracterización físico-química de sustratos utilizados en cultivo sin suelos*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias. San José: Estacion Experimental Agrícola Fabio Brauditt Moreno. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/86298/Caracterizaci%C3%B3n%20f%C3%ADsico-qu%C3%ADmica%20de%20sustratos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Svartz, H. (junio de 2018). *Economía y viveros*. Diferencia entre suelo y sustrato: https://www.economiayviveros.com.ar/junio2018/plantas_ornamentales_y_flores_de_corte-cultivos_viveros-paisajismo-jardineria-arte_floral-2.html
- Telenchana, J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Capsicum annuum L.)*. Universidad Técnica de Ambato. Ambato: Facultad de Ciencias Agropecuarias.

- Valadez, A. (1990). Producción de Hortalizas. México: Limusa.
- Valenzuela, O. (2015). Tecnología de sustratos: propiedades de los diferentes componentes. *1° Simposio Regional de Viveros Cítricos Bajo Cubierta* (pág. Pág. 4). Concordia, Entre Rios: Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNER.
- Vallejo, F., & Estrada, E. (2004). *Producción de Hortalizas de clima cálido*. Cali, Palmira, Colombia: Univeridad Nacional de Colombia. Ediciones Mundi Prensa S.A. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52005>
- Wander, M. (10 de enero de 2022). eOrganic. Aspectos básicos del sustrato orgánico para macetas: <https://eorganic.org/node/35264>

ANEXOS



Limpieza del área



Construcción del vivero



Mezcla de sustratos



Preparación del suelo para el vivero



Colocación de tratamientos



Siembra de semillas de cilantro



Riego de semillas de cilantro



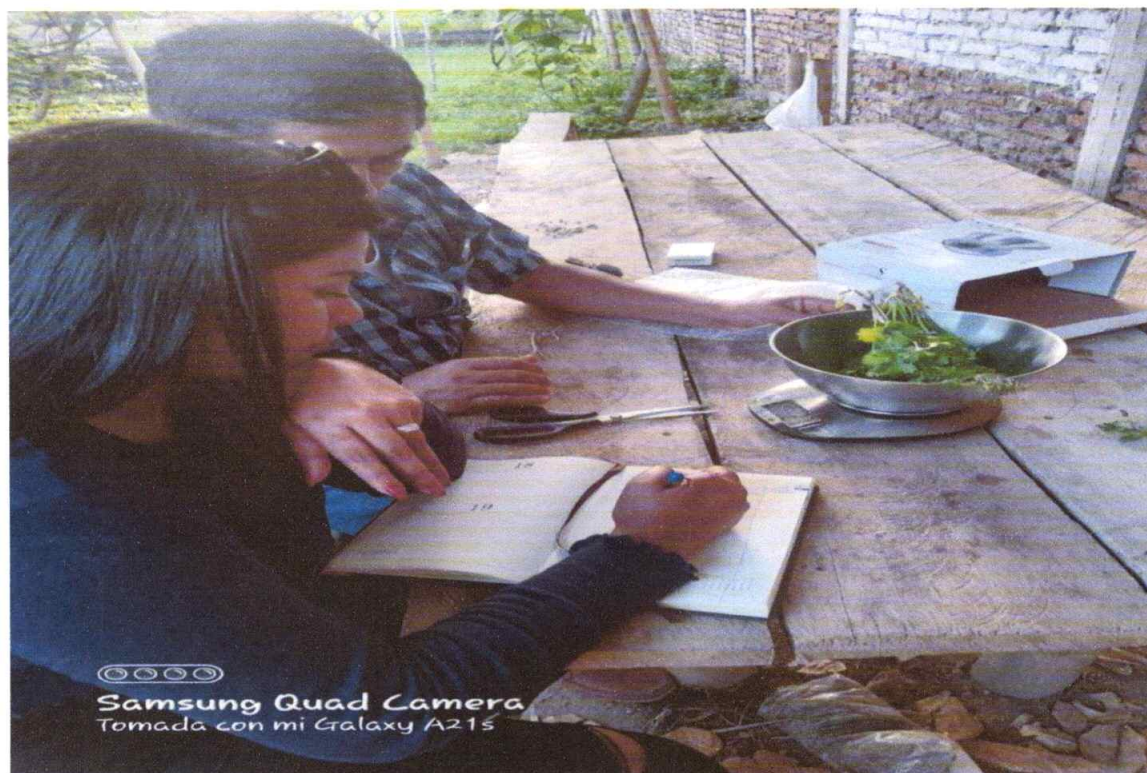
Semillas germinadas



Medición altura de plantas



Extracción de parte radical para medición



Peso fresco de parte aérea



Vivero listo para recolección de datos