



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

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**Título**

“Evaluación de mezclas de sustratos para germinación de especies de importancia agropecuaria en el vivero de la Finca Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”

**Autora:**

Pin Veliz María Alejandrina

**CARRERA**

**AGROPECUARIA**

Chone – Manabí - Ecuador

2023

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Quien le certifica el Magistrado Juan Ramón Moreira Saltos docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extension Chone, en calidad de Director del Trabajo de Titulación, asiento lo siguiente:

El presente TRABAJO DE TITULACIÓN denominado: **“EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE SUSTRATOS PARA GERMINACIÓN DE ESPECIES DE IMPORTANCIA AGROPECUARIA EN EL VIVERO DE LA FINCA TIGRILLO DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ”** ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad por parte de su autor, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, abril del 2023

---

Ing. Juan Ramón Moreira Saltos, Mg.

**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, María Alejandrina Pin Veliz con cédula de ciudadanía 131354247-2, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y demás elementos aplicados en los diferentes instrumentos de la propuesta del trabajo de titulación en modalidad proyecto de investigación (Fase II) que lleva por título **“Evaluación de mezclas de sustratos para germinación de especies de importancia agropecuaria en el vivero de la Finca Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”**, recopila informaciones investigadas exclusivamente por su autora, apoyadas por el criterio de profesionales de diferentes índoles, sustentadas en la bibliografía que se registró en el trabajo; al mismo tiempo declaró que el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone.

Chone, abril del 2023

---

Pin Veliz María Alejandrina

**AUTOR**



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

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE SUSTRATOS PARA GERMINACIÓN DE ESPECIES DE IMPORTANCIA AGROPECUARIA EN EL VIVERO DE LA FINCA TIGRILLO DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ”** elaborado por la egresada **María Alejandrina Pin Veliz** de la carrera de Agropecuaria.

Chone, abril del 2023

\_\_\_\_\_  
Lic. Yenny Zambrano Villegas, Mg

**DECANA**

\_\_\_\_\_  
Ing. Juan Ramón Moreira Saltos Mg.

**TUTOR**

\_\_\_\_\_  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_  
Lcda. Indira Zambrano Cedeño

**SECRETARIA**

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón esta tesis en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí hoy, brindándome fortaleza y sabiduría para continuar en este proceso.

A mi mamá mi orgullo más grande por su amor y apoyo incondicional, a mi papá por ser ejemplo de esfuerzo y constancia, a mis hermanos por estar conmigo en todo momento, a mi novio por su apoyo incondicional en todo momento en todo este proceso

*María Alejandrina Pin Veliz*

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi más cordial agradecimiento:

A Dios por no dejarme rendir en los momentos difíciles, por haberme dado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación y sacrificio, fomentando en mí, el deseo de triunfar en la vida.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone por permitirme ser un profesional de bien, a cada docente que hizo parte de este proceso de formación.

A mi tutor Ing. Juan Ramón Moreira Saltos por su acompañamiento, al Ing. Llampell Avellan Peñafiel, Ing. Rubén Rivera, por haberme orientado en todo momento que necesité de su guía para el desarrollo de mi tesis.

*María Alejandrina Pin Veliz*

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue elaborar diferentes mezclas de sustratos para germinación de plántulas de la producción en el vivero de la Finca Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Se utilizó metodología teórica, explorativa, descriptiva, explicativa, además se estableció el método experimental, donde los materiales y las cantidades en la elaboración del sustrato o abono orgánico. El mismo que es un medio sólido e inerte, que protege y da soporte a la planta para el desarrollo de la raíz en las hortalizas, permitiendo que la solución nutritiva se encuentre disponible para su desarrollo. Proveyendo como resultados en el cultivo de tomate se observó que no existe diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) en ninguna de las variables en estudio. De igual manera en el cultivo de rábano que la cantidad de hoja por planta fue el mismo para todos los tratamientos siendo de 4 hojas/planta y el ancho de hoja/planta. Asimismo, en el cultivo de pimiento y pepino el número de hojas por planta fue homogéneo con 2 hojas/planta. De esta manera se propuso la utilización de sustrato como la turba o desecho agroindustrial permite tener una alternativa de uso y de esta manera no desperdiciar estos residuos.

**Palabras clave:** Abono orgánico, hortalizas, sustratos, turba y suelo.

## ABSTRACT

The objective of the research was to elaborate different mixtures of substrates for the germination of seedlings of the production in the nursery of the Finca Tigrillo of the Laica Eloy Alfaro University of Manabí. Theoretical, explorative, descriptive, explanatory methodology was used, in addition the experimental method was established, where the materials and the quantities in the elaboration of the substrate or organic fertilizer. The same that is a solid and inert medium, which protects and supports the plant for root development in vegetables, allowing the nutrient solution to be available for its development. Providing as results in the tomato crop, it was observed that there are no statistical differences ( $p>0.05$ ) in any of the variables under study. In the same way, in the radish crop, the number of leaves per plant was the same for all treatments, being 4 leaves/plant and the width of the leaf/plant. Likewise, in the pepper and cucumber crops, the number of leaves per plant was homogeneous with 2 leaves/plant. In this way, the use of a substrate such as peat or agro-industrial waste was proposed, allowing an alternative use and thus not wasting this residue.

**Keywords:** Organic fertilizer, vegetables, substrates, peat and soil.



## ÍNDICE

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	iii
APROBACIÓN DE TRIBUNAL.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	4
1.1.1 Generalidades de los sustratos. ....	4
1.1.2 Características del sustrato ideal.....	5
1.1.3 El suelo como sustrato .....	6
1.1.4 Propiedades físicas de los sustratos .....	6
1.1.4.1 Porosidad.....	7
1.1.4.2 Densidad.....	7
1.1.4.3 Estructura.....	7
1.1.4.4 Granulometría .....	7
1.1.5 Propiedades químicas de los sustratos .....	8
1.1.5.1 Capacidad de intercambio catiónico (CIC) .....	8
1.1.5.2 Capacidad de amortiguamiento del pH .....	8
1.1.5.3 Nutrimentos.....	9
1.1.5.4 Salinidad .....	9
1.1.6 Propiedades biológicas de los sustratos.....	10
1.1.7 Materiales utilizados como sustratos .....	10
1.1.7.1 Suelos.....	10
1.1.7.2 Gallinaza .....	10
1.1.7.3 Bocashi .....	11

1.1.7.4	Bovinaza .....	11
1.1.7.5	Bovinaza .....	11
1.1.8	Fertilizantes o abonos biológicos.....	11
1.1.9	Tipos de sustratos .....	12
1.1.9.1	Tipos de Sustratos .....	14
1.2	Especies de importancia agrícolas .....	15
1.2.1	Pepino .....	15
1.2.2	Requerimientos climáticos y edáficos .....	16
1.2.2.1	Suelos .....	16
1.2.3	Pimiento. ....	17
1.2.4	Requerimientos hídricos, nutricionales y edáficos del pimiento ....	17
1.2.5	Preparación de suelo o sustrato .....	18
1.2.6	Rábano.....	19
1.2.7	Requerimiento edáfico y climático del cultivo de rábano.....	19
1.2.8	Tomate .....	20
1.2.9	Requerimiento edáfico y climático del cultivo de tomate.....	21
CAPITULO II.....		23
ESTUDIO DE CAMPO.....		23
2.1	Metodología .....	23
2.1.1	Ubicación .....	23
2.1.2	Población y muestra .....	23
2.2	Métodos.....	24
2.2.1	Método teórico.....	24
2.2.2	Método Explorativo.....	24
2.2.3	Método Descriptivo.....	24
2.2.4	Método Explicativa .....	24
2.2.5	Manejo del ensayo .....	25
2.2.5.1	Preparación del biol.....	25
2.2.5.2	Materiales utilizados.....	26
2.2.5.3	Proporciones de los sustratos utilizados.....	28
2.3	RESULTADOS .....	29
CAPITULO III.....		32
3.1	Título de la propuesta .....	32

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....	34
BIBLIOGRAFÍA .....	35
ANEXOS.....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sustrato para plantas. ....	5
<b>Figura 2.</b> Componentes orgánicos para realizar el sustrato para plantas. ....	13
<b>Figura 3.</b> Componentes inorgánicos comunes que se usan en el sustrato ....	13
<b>Figura 4.</b> Lugar donde se llevó la investigación. ....	23
<b>Figura 5.</b> Diagrama de flujo para la elaboración del bio abono líquido Biol. ....	26
<b>Figura 6.</b> Tamo de arroz. ....	41
<b>Figura 7.</b> Aserrín ....	41
<b>Figura 8.</b> Sustrato de tamo de arroz con aserrín. ....	42
<b>Figura 9.</b> Mezclas de ingredientes. ....	42
<b>Figura 10.</b> Sustrato terminado. ....	43
<b>Figura 11.</b> Llenado en el almacigo. ....	43
<b>Figura 12.</b> Turba. ....	44
<b>Figura 13.</b> Sustrato turba. ....	44
<b>Figura 14.</b> Sembrando las hortalizas ....	45
<b>Figura 15.</b> Semillas de pimiento, rábano y tomate. ....	45
<b>Figura 16.</b> Pantas de rábano. ....	46
<b>Figura 17.</b> Plantas de tomate. ....	46
<b>Figura 18.</b> Plantas de pepino. ....	47
<b>Figura 19.</b> Plantas de pimiento. ....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Niveles óptimos en las propiedades físicas y fisicoquímicas de un sustrato.....	9
<b>Tabla 4.</b> Taxonomía del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ). .....	15
<b>Tabla 5.</b> Taxonomía del pimiento ( <i>Capsicum annum L.</i> ).....	17
<b>Tabla 6.</b> Taxonomía del cultivo de rábano. ....	19
<b>Tabla 7.</b> Taxonomía del tomate ( <i>Solanum lycopersicum L.</i> ) .....	21
<b>Tabla 9.</b> Tipos de materiales que se utilizaron en la investigación.....	26
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje utilizado en los diferentes tratamientos. ....	28
<b>Tabla 11.</b> Cultivos en diferentes tratamientos. ....	28
<b>Tabla 8.</b> Todos los programas que se utilizaron en la investigación. ....	29
<b>Tabla 10.</b> Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de tomate. .....	29
<b>Tabla 11.</b> Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de rábano. .....	30
<b>Tabla 12.</b> Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de pimiento. .....	31
<b>Tabla 13.</b> Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de pepino.	31

## INTRODUCCIÓN

Los sustratos son tierras de cultivo ya preparadas para sustituir primordialmente los requerimientos de nutrientes y de composición y sostén para proporcionar así un óptimo desarrollo a las plantas. Las características de tipo físico (porosidad, granulometría, densidad aparente, retención de agua) resultan de enorme trascendencia para el adecuado desarrollo de la planta; debido a que una vez colocada en los recipientes resultan fundamentalmente imposibles de cambiar sus propiedades físicas iniciales. Las características de tipo químico tienen la posibilidad de modificarse por medio de técnicas de cultivo correctas (Parra, 2017).

La necesidad de cumplir con una constancia en oferta y calidad, ha llevado a que la producción de almácigos de plántulas se desarrolle de tal forma que actualmente sea una especialidad por sí misma. De un buen almácigo depende todo el cultivo posterior por lo que las aplicaciones tecnológicas y el conocimiento técnico en su elaboración son un requerimiento real (Quesada & Méndez, 2005).

Hoy en día los sustratos representa una alternativa a la aplicación convencional, donde lo más utilizados son: bagazo de maguey, desechos de prácticas agrícolas y forestales (pulpa de café, cascarilla de arroz, aserrín, bagazo de caña de azúcar, orujo de uva, orujo de aceituna, etc). Donde estos materiales son sometidos a un proceso de biooxidación biodegradación y estabilización de la materia orgánica por acción de microorganismos (composteo) y de lombrices (vermicomposteo), bajo un control de temperatura y humedad, produciendo materia orgánica y preservación de nutrimentos que pueden conferir una mejor calidad al suelo o los sustratos. En este sentido ambos procesos son considerados como ecotecnologías para el medio ambiente (López *et al.*, 2013).

Entonces, López *et al.*, (2013) define que la calidad de los sustratos es importante para la producción de plántula en términos de sus características físico-químicas (porosidad, densidad aparente y real, retención de agua, pH y materia orgánica) incide de manera significativa en el crecimiento y desarrollo de la plántula, por tanto, el sustrato debe poseer buenas propiedades, que

posibiliten su uso, siendo necesario que estos sean evaluados y así identificar aquéllos que presenten características aceptables para su utilización como sustratos en la producción de cultivos.

De igual manera, los contaminantes pueden ser sustancias o energías naturales, pero se consideran contaminantes cuando superan los niveles naturales. Cualquier uso de los recursos naturales a un ritmo superior a la capacidad de la naturaleza para restaurarse a sí misma puede provocar la contaminación del aire, el agua y la tierra. La contaminación ambiental es de diferentes tipos, a saber, aire, agua, suelo, ruido y peso ligero. La forma en que la contaminación interactúa con la salud pública, la medicina ambiental y el ambiente en general, ha sufrido cambios dramáticos (Appannagari, 2017).

De lo anterior expuesto el problema de la investigación se basó en la contaminación ambiental que se enfrenta hoy en día, es una consecuencia compleja de fuerzas conectadas con varios factores interrelacionados. Claramente, hay una serie de puntos de vista divergentes y contradictorios sobre cuáles podrían ser los factores básicos que subyacen a la crisis ambiental. Asimismo el incremento de la población mundial obliga principalmente al sector agrícola a generar nuevas tecnologías con la finalidad de aumentar el rendimiento de diferentes cultivos de producción por unidad de superficie y la calidad de productos alimenticios para el mercado solicitante (Ortega *et al.*, 2010).

Pero en segundo lugar el mal manejo de mezclas de sustratos para germinación de especies de importancia agropecuaria, sumado al desconocimiento de las distintas preparaciones o proporciones, más los altos precios de insumos que se encuentran en el mercado local estos nos generan inconvenientes afectando a largo plazo la producción de cultivos que se manejan en los sistemas ambientales controlados. En este sentido es muy importante establecer y a dar a conocer las cantidades correctas para la utilización de un sustrato de muy buena calidad para una buena germinación. Las afirmaciones anteriores se manifestó la siguiente interrogante: ¿Será óptima una evaluación de mezclas de

sustratos para una correcta germinación, una alternativa ecológica eficiente para mejorar la producción de tomate, pimiento, pepino, entre otros en Manabí?

Es por esta razón que la investigación tuvo como objetivo elaborar una evaluación de mezclas de sustratos para germinación sostenible como alternativa ecológica eficiente en la mejora de la producción en el vivero de la Finca Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. De igual manera se planteó una hipótesis sobre la utilización de mezclas de sustratos en especies de importancia mejorará el proceso de germinación de ellas. Asimismo se plantearon las siguientes tareas científicas:

- Determinar la mejor formulación para una evaluación de mezclas de sustratos y otros componentes, estableciendo sus características físico- químicas.
- Detallar el efecto sobre los cultivos de plantas de pimiento, pepino, rábano y tomate, utilizando dos distintos tratamientos.
- Evaluar el comportamiento de las características morfológicas de las plantas antes mencionadas.

En el Capítulo I se indica todo lo referente a las variables de la investigación sobre mezclas de sustratos y germinación de especie.

En el Capítulo II se muestran los métodos y técnicas empleadas en la investigación sobre los sustratos que se utilizaron en la investigación.

Finalmente en el Capítulo III se hace un diseño de propuesta para mejorar la germinación de especies de importancia agropecuaria, de igual manera se realizó las conclusiones y recomendaciones de la investigación en base a cada objetivo específico planteado.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.1.1 Generalidades de los sustratos.

En América Latina tiene tradición el uso del abono orgánico, es por ello que muchas de las prácticas agrícolas que una vez fueron consideradas como primitivas o erradas por el capitalismo se reconocen hoy como modernas y apropiadas para una práctica agroecológica. De esta manera los residuos orgánicos han sido utilizados desde mucho tiempos para abonar los suelos dedicados a la producción agropecuaria, proporcionando un doble beneficio; uno ambiental (reciclaje de residuos biodegradables) y otro agrícola (incorporación de nutrientes y materia orgánica al suelo) (Díaz, 2017).

De igual manera el sustrato es el medio donde están las raíces de la planta y esta descubre el agua y diversas sustancias como minerales y oxígeno fundamental para un buen desarrollo vegetativo. Cabe considerar que el sustrato ideal es el que tenga porosidad y disposición de sus partículas tales que permitan la penetración de las raíces y que retengan el agua y el viento en porciones superficiales. En este sentido las plantas en contenedores poseen un incremento reducido de raíces. Sin embargo, poseen necesidades nutricionales, aire y agua mientras que en recipientes se debe buscar sustratos capaces de conservar una abrumadora capacidad de raíces en limitado espacio teniendo suficiente agua y viento disponible (Zarzuelo, 2013).

Por otra parte, los sustratos para la producción de plantas pueden ser definidos como el medio adecuado para la sustentación y retención de cantidades de agua, oxígeno y de muchos nutrientes, además de brindar un pH compatible, ausencia de elementos químicos en niveles tóxicos y conductividad eléctrica adecuada; además, a la hora de elegir un sustrato se debe observar principalmente, sus características físicas y químicas, y aspectos económicos, es decir de bajo costo (Abanto *et al.*, 2016).



**Figura 1.** Sustrato para plantas.

**Fuente:** (Chen J. , 2022).

### **1.1.2 Características del sustrato ideal**

Para un sustrato ideal depende de numerosos factores tales como: tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos. Incluso para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas se requieren las características del medio de cultivo (Pire & Pereira , 2003).

Asimismo INTAGRI (s/f) manifiesta otros factores que se deben tener en cuenta para un buen sustrato que son los siguientes:

- 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.
- Buena aireación y drenaje.

### **1.1.3 El suelo como sustrato**

Cabe señalar que 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 existen en el suelo, como los siguientes: 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 el entornos de la planta (Cruz *et al.*, 2012).

### **1.1.4 Propiedades físicas de los sustratos**

En principio las propiedades físicas de los sustratos aunque existe una cantidad de análisis de laboratorio, las tres medidas más comunes son las siguientes: densidad aparente (peso por volumen), capacidad de retención de agua y aireación. En este sentido, la capacidad de retención de agua es el porcentaje de volumen de agua retenida por el sustrato después de ser saturado y haberse drenado libremente (Chen J. , 2022).

Para otros investigadores las propiedades físicas que usualmente se determinan son las siguientes: espacio poroso total, capacidad de aireación, capacidad de retención de agua, densidad aparente y por último la densidad real (Baixauli *et al.*, 2002 citado por Cruz *et al.*, 2012).

Ademas, el sustrato utilizado en envases con volúmenes pequeños en la producción de planta forestal debe presentar características físicas y químicas que permitan el crecimiento adecuado de las plantas; estas características incluyen pH ligeramente ácido, baja fertilidad inherente, libre de plagas y enfermedades además de presentar valores mínimos en la porosidad con un total de 70%, porosidad de aireación debe tener 10% y porosidad de retención de agua un 55% (Castro, 2020).

#### **1.1.4.1 Porosidad**

La porosidad total es la porción no sólida del volumen del sustrato. Representa el volumen de aire del material, seco en estufa, expresado como un porcentaje del volumen total. La capacidad de retención de agua de un medio es el volumen de agua que se retiene después del riego y el drenaje (Pire & Pereira , 2003).

#### **1.1.4.2 Densidad**

Ahora bien la densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone. Entonces se habla de densidad real o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso y se denomina porosidad aparente (Infoagro, s/f).

Asimismo, el mismo autor anterior define que la densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. En otras palabras la densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

#### **1.1.4.3 Estructura**

En este apartado referente a la estructura y la textura del sustrato tienen una gran influencia en la capacidad de retención de agua. Como se mencionó con anterioridad, el contenido de agua dependerá del tipo de poros del sustrato. Un sustrato con un solo tamaño de poro liberará toda el agua ante una cierta presión negativa o succión. Por lo tanto, se recomienda usar un sustrato con distintos tamaños de poros para liberar el agua ante diferentes presiones negativas. En un sustrato compuesto por tamaños pequeños de partículas, como el humus, la capacidad de retención de agua será alta (Chen J. , 2022).

#### **1.1.4.4 Granulometría**

Garbanzo & Guitiérrez (2014) alude que la granulometría se define como la repartición de tamaño de las partículas que conforman un sustrato. Lo cual indica

la importancia de cuantificar el tamaño de las partículas está ligada a una correlación directa con el tamaño de los poros situados en los sustratos, además las partículas de los sustratos no presentan un tamaño único ni es esférica, lo que establece que la porosidad aumenta a medida que lo hace el tamaño medio de la partícula y viceversa.

### **1.1.5 Propiedades químicas de los sustratos**

Entonces, Cruz *et al.*, (2012) menciona en lo que se refiere a las propiedades químicas, los sustratos orgánicos son los que contribuyen en mayor grado a estas propiedades. Asimismo, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), disponibilidad de nutrientes, salinidad y la relación C/N son las más importantes.

Cabe considerar que estas propiedades son importantes en el sustrato, ya que de ellas dependerá en gran parte la disponibilidad de nutrientes. Tal es el caso del pH es la propiedad de la cual depende la disponibilidad en mayor o menor medida los iones de nutrientes, asimismo el pH bajo puede ocasionar deficiencias de K, Ca, Mg y B; mientras que debe optar por arriba de 6.5 puede disminuir la disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu (INTAGRI, s/f).

#### **1.1.5.1 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

Dentro de este orden ideas la CIC es una medida de la capacidad de retención de nutrientes, que depende fundamentalmente del pH y del contenido y composición de la materia orgánica y arcilla de la fase sólida, la cual incrementa conforme lo hace el pH (Abad *et al.*, 2004 citado por Cruz *et al.*, 2012).

#### **1.1.5.2 Capacidad de amortiguamiento del pH**

De igual manera Cruz *et al.*, (2012) menciona que esta propiedad depende del tipo de sustrato, es decir orgánico o inorgánico. En general, los materiales orgánicos con elevada CIC, la capacidad de amortiguamiento ante cambios de pH son mayor.

### 1.1.5.3 Nutrimientos

Con referencia el contenido nutrimental entre sustratos es notoriamente variable, pero los materiales compostado, en su mayoría, son los que presentan elevado nivel de nutrientes asimilables en comparación a otros como la corteza de pino, o bien con los sustratos inorgánicos que por lo general son inertes (Cruz *et al.*, 2012).

### 1.1.5.4 Salinidad

En este apartado el mismo autor del párrafo anterior refiere a la concentración de sales solubles en la solución del sustrato, la cual suele ser elevada en sustratos orgánicos. Además de que existen sustratos, principalmente los de tipo orgánico, con alguna concentración natural de sales como es el caso de la fibra de coco. Por tanto, en el cultivo en sustrato es mayor la probabilidad de acumulación de sales en comparación al suelo.

**Tabla 1.** Niveles óptimos en las propiedades físicas y fisicoquímicas de un sustrato.

Propiedades	Rango de valores
Tamaño de partícula (mm)	0.25-2.50
Densidad aparente (g.cm <sup>-3</sup> )	<0.75
Densidad real (g.cm <sup>-3</sup> )	1.45-2.65
Espacio poroso total (% vol.)	>85
Capacidad de aireación (% vol.)	20-30
Agua fácilmente disponible (% vol.)	4-10
Contracción	<30
pH (en el extracto de saturación)	5.0-6.5
Conductividad eléctrica (en el extracto de saturación)	<0.7 sin riesgo 0.7-2.0 adecuado 2.0-3.5 riesgo de salinización >3.5 excesivo
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	-
Fertirriego permanente	Nula o muy baja
Fertirriego ocasional	>20

**Fuente:** (Martínez & Roca, 2011 citado por INTAGRI, s/f).

### **1.1.6 Propiedades biológicas de los sustratos**

Por otra parte, las propiedades biológicas se evalúan en los sustratos orgánicos ya que son susceptibles de sufrir descomposición previa a ser empleados o durante su permanencia en la bolsa en vivero. Por esta razón, es importante determinar las características biológicas de los mismos, tales como población microbiana y su relación con la presencia de sustancias reguladoras y evolución del CO<sub>2</sub> como un indicador de la velocidad de descomposición, las cuales aportarán mayor garantía de calidad al sustrato (Villasmil, 2008 citado por Cruz *et al.*, 2012).

### **1.1.7 Materiales utilizados como sustratos**

#### **1.1.7.1 Suelos**

El suelo es un recurso que se puede utilizar como sustrato por sus propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo, aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas; la infiltración o el movimiento del agua dentro del contorno de la plantación, además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros (Bautista *et al.*, 2004).

#### **1.1.7.2 Gallinaza**

También a los sustratos se le puede agregar la gallinaza, esta se refiere a excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. Puede o no considerarse la mezcla con los materiales de la cama. Incluso la gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de elementos químicos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo (Intagri, s/f).

### **1.1.7.3 Bocashi**

De igual manera se puede utilizar bocashi en la producción agrícola, en la incorporación al sustrato o al suelo; ya que aporta materias orgánicas y nutrientes esenciales como los siguientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Estos elementos químicos mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo, estos abonos tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas (Agüero *et al.*, 2014).

### **1.1.7.4 Bovinaza**

El estiércol es el más importante de los abonos orgánicos, debido a su composición. El estiércol de bovinos fermenta despacio y demuestra acción prolongada, es recomendado para suelos arenosos y áridos. La Bovinaza es el abono orgánico que más abunda y del cual se dispone más fácilmente, sin embargo, su composición en nutrientes es pobre, especialmente en fósforo, con relación a otras materias orgánicas (Lafaux *et al.*, 2015).

### **1.1.7.5 Bovinaza**

Este abono orgánico llamado Bovinaza es elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por la lombriz roja californiana, la que presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio que la lombriz de tierra. Cada lombriz adulta, se come en promedio un gramo de materia orgánica por día y devuelve algo más de la mitad de ese gramo convertido en abono (Fertilizantes , 2011).

### **1.1.8 Fertilizantes o abonos biológicos**

Para Fernández *et al.*, (2015) menciona que entre los fertilizantes o abonos biológicos utilizados en una agroecología es el Biol siendo el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de descomposición y transformaciones químicas de residuos orgánicos en un ambiente anaerobio. Como abono es una fuente de fitoreguladores que ayudan a las plantas a tener un óptimo desarrollo, generando mayor productividad a los cultivos. Además, provee materia orgánica



resultando fundamental en la génesis y evolución de los suelos, constituye una reserva de nitrógeno y ayuda a su estructuración, particularmente los suelos de textura fina.

Asimismo, Salazar *et al.*, (2012) alude que los biofertilizantes o abonos orgánicos son fuentes renovables de nutrientes vegetales que complementan los fertilizantes químicos. La utilización de biofertilizantes es una de las formas de aumentar la producción de cultivos optimizando de forma natural el nivel de nitrógeno y fósforo del suelo y enriqueciendo los residuos de compost utilizados como fertilizante natural.

Finalmente los abonos biológicos u orgánicos se elaboran con materia prima natural; por lo general se refiere a nuestro traje de neopreno biodegradable. Por lo general, el compost se elabora descomponiendo desechos biodegradables. Estos desechos incluyen papel, hojas, cáscaras de frutas sobrantes de alimentos e incluso jugos de frutas. Los fertilizantes orgánicos son una buena adición al suelo, haciendo que el suelo sea ideal para la siembra (Asoegwu *et al.*, 2020).

#### **1.1.9 Tipos de sustratos**

Ahora bien, Cruz *et al.*, (2012) menciona que existen diferentes tipos de sustratos, se pueden clasificar como materiales orgánicos e inorgánicos. En los primeros se pueden subdividir en los siguientes.

- De origen natural (turba o peat moos).
- De síntesis (espuma de poliuretano, poliestireno expandido).
- Residuos y subproductos de diferentes actividades.



**Figura 2.** Componentes orgánicos para realizar el sustrato para plantas.

**Fuente:** (Chen J. , 2022).

En cambio, para materiales inorgánicos o minerales estos se subdividen en los siguientes:

- De origen natural. se obtiene a partir de rocas o minerales como rocas volcánicas.
- Materiales transformados o tratados industrialmente como la arcilla, perlita, lana de roca, entre otros.
- Residuos y subproductos industriales como las escorias de horno alto, estériles de carbón.



**Figura 3.** Componentes inorgánicos comunes que se usan en el sustrato

**Fuente:** (Chen J. , 2022).

### 1.1.9.1 Tipos de Sustratos

- Agua.- El sustrato para hidroponía, las plantas necesitan agua para sobrevivir.
- Arenas.- Tienen la capacidad media de retención de agua y se compactan con el tiempo.
- Gravas.-Estas tienen un diámetro de 5 mm y 15 mm. Son las más usadas como sustrato para las plantas.
- Tierra volcánica.- Su pH es levemente ácido que proporciona una gran aireación y baja retención de agua.
- Turbas.- Descomposición natural vegetal a lo largo de mucho tiempo.
- Corteza de pino.- Procedente en su mayor parte de la industria maderera, es un sustrato que se usa crudo o compostado.
- Fibra de coco.- Procedente en su mayor parte de la industria maderera, es un sustrato que se usa crudo o compostado, siendo preferible este último (Acosta M. , 2023).

Como rango esencial cuando se requiere la producción masiva de hongos entomopatógenos comúnmente se utiliza como sustrato sólido el grano de arroz (*Oryza sativa* L.) por mantener las condiciones físicas con una adecuada superficie efectiva para el crecimiento micelial, un adecuado balance nutricional y algunas condiciones específicas acordes a los requerimientos del aislamiento en términos de aireación y humedad (Rodríguez *et al.*, 2017).

De igual manera el autor del párrafo anterior manifiesta que otros sustratos comúnmente utilizados son: cebada, avena, frijol, sorgo, trigo, soya, mijo, cacahuate, garbanzo, lenteja, chícharo, caupí (frijol africano) y estiércol de vaca.

Acosta (2023) menciona que los tipos de sustratos artificiales son los siguientes:

- Perlita.- Roca silíceo volcánica sometida a temperaturas de entre 1.000 y 1.200 °C, la perlita resulta un sustrato de baja densidad, con una enorme capacidad de retención de agua.
- Lana de roca.- Se obtiene al fundir rocas basálticas, calcáreas y carbón de coque a una temperatura de más de 1.600 °C.

- Vermiculita.- Parecida a la perlita, la vermiculita es de grano más fino y se obtiene exfoliando micas a más de 800 °C. Tiene una gran capacidad de aireación y de retención de agua, pero tiende a compactarse con el tiempo.
- Arcilla expandida.- Cuando se tratan nódulos de tipo arcilloso por encima de los 100 °C obtenemos estas bolas de entre 2 mm y 10 mm de diámetro, de exterior duro y gran capacidad de aireación. Retiene poca agua y tiende a mezclarse con turbas para mejorar el drenaje del sustrato.
- Poliestireno expandido.- Se trata de un plástico troceado en grumos de entre 4 mm y 12 mm y de color blanco.

## 1.2 Especies de importancia agrícolas

### 1.2.1 Pepino (*Cucumis sativus*).

El cultivo de pepino se considera como una baya falsa, alargada cilíndrico, mide entre 15 y 35 cm de longitud, según el cultivo. Es un fruto carnoso color blanco en su interior y el exterior de color verde oscuro o claro, áspero y verrugosos; en el estadio joven los frutos presentan en la superficie espinas falsas de color blanco o negro, cerosa; en su estadio juvenil que con el tiempo se caen, es el punto óptimo de la cosecha y en su estadio de madurez presentan un color amarillo (López, 2003).

**Tabla 2.** Taxonomía del pepino (*Cucumis sativus*).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	<i>Cucumis sativus</i> L
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	Cucumis
Especie	<i>C. sativus</i>

**Fuente:** (ECURED, 2018).

De igual manera el pepino es de la familia de las cucurbitáceas, su nombre científico es *Cucumis sativus* L, se trata de una planta herbácea anual, recubierta pelos erizados, de raíces fasciculadas y cuyo desarrollo es bastante superficial. Los tallos trepadores o rastreros parten desde la base muy ramificados. De hojas

largamente pecioladas, con ápice acuminado de lóbulos angulados y borde dentado (Higón *et al.*, 2002).

## **1.2.2 Requerimientos climáticos y edáficos**

Según Higón *et al.*, (2002) menciona que las exigencias climáticas del pepino (*Cucumis sativus L*) son semejantes a las del melón, pero al no tener frutos azucarados la maduración es más precoz y por lo tanto necesita mayores integrales térmicas para cubrir su desarrollo. De igual manera necesita de una temperatura de germinación se encuentra en torno a los 15.5 °C; la óptima de crecimiento 18 - 28 °C y las temperaturas nocturnas no deben ser inferiores a los 18 °C. Vale recalcar que la higrometría más adecuada con temperaturas en torno a los 25 °C es del 50-80%, aunque los altos valores de humedad desencadenan enfermedades criptogámicas.

### **1.2.2.1 Suelos**

El mismo autor del párrafo anterior menciona que el pepino se desarrolla en todo tipo de suelos, siendo más favorables para producciones precoces los arenosos. Pero se adaptan mejor en suelos con textura media, frescos aireados y ricos en materia orgánica.

Es importa subrayar que es una planta medianamente tolerante a la salinidad algo menos que el melón, de tal forma que si la concentración de sales en el suelo es elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, donde el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Pero si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades y su pH óptimo oscila entre 5,5 y 7 (SIOVM, 2005).

Asimismo, este cultivo se desarrolla bien en temperaturas que esten entre 18 a 25 °C, sin embargo si oscila a los 40 °C el crecimiento de la planta se detiene. Pero cuando son inferiores a 14 °C el crecimiento se para y la planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1 °C (López C. , 2003).

López (2003) alude que el periodo de germinación varía de 3 a 4 días en condiciones favorables. La raíz el sistema radicular consiste en una raíz principal que alcanza de 1.0 a 1.2 m de largo, ramificándose en todas las direcciones, principalmente entre los primeros 25 a 30 cm del suelo.

### 1.2.3 Pimiento (*Capsicum annuum L.*)

Por su parte, el pimiento (*Capsicum annuum L.*) es originario de las poblaciones de Bolivia y Perú en estos países se cultivan hasta 4 especies diferentes, pero fue traído al Viejo Mundo de Europa por las embarcaciones de Cristóbal Colón en su primer viaje que fue en 1493, en el siglo XVI ya todo este cultivo estaba propagado en España, desde ese País se distribuyó al resto de Europa y el mundo (López E. , 2018).

**Tabla 3.** Taxonomía del pimiento (*Capsicum annuum L.*).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	<i>Magnoliophyta</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Especie	<i>Capsicum annuum L</i>

**Fuente:** (Infojardin, 2002).

Vale mencionar que el pimiento es una planta herbácea que se cultiva en forma anual en zonas templadas y cálidas, aunque puede presentarse como perenne en las áreas tropicales, ya que es muy sensible a las heladas. Su porte es erguido con una altura y desarrollo muy variable en relación al cultivar. Se toma gran desarrollo de la parte aérea, se torna decumbente, ya que cae por su peso y necesita ser tutorado (Del Pino, 2018).

### 1.2.4 Requerimientos hídricos, nutricionales y edáficos del pimiento

Entonces, el pimiento (*Capsicum annuum L.*) requiere suelos profundos bien drenados ya que no resiste encharcamiento, resiste además de la acidez con un (pH 5.5) pero con bajos valores de calcio (Ca) menos a 0,3% existen muchos riesgos como la podredumbre apical enfermedad fisiogénica, en ausencia de

calcio las membranas se vuelven permeables y se filtran del citoplasma causando la desintegración de tejidos y entra en colapso la planta (Del Pino, 2018).

Por otro lado, la temperatura para una mejor producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) debe oscilar entre 20 a 25 °C, mientras que en la noche debe estar entre 16 a 18 °C. Sin embargo, el crecimiento se paraliza cuando la temperatura desciende a menos de (5 °C) o sobrepasa los (40 °C). El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas más importantes del mundo debido a la gran demanda (Bertoni, 2019).

De igual manera, este cultivo necesita del uso del riego por goteo o riego deficitario, permite aprovechar la tecnología de fertirrigación, que proporciona a las plantas los nutrientes necesarios para cada etapa fenológica. Desde el punto de vista del productor las prácticas que se emplean pueden ser manipuladas desfavorables para las plagas como resistencia problemas específicos y métodos de labranza de suelos mejorados (Álvarez , 2018).

#### **1.2.5 Preparación de suelo o sustrato**

Ahora bien este cultivo necesita que los suelos sean apropiados deben presentar buenas texturas una de estas es media franca a franca arenosa porque en estos suelos, simplemente porque va permitir el drenaje y una buena fertilidad natural y pH ligeramente de ácido a neutro (5,8 a 7,0). También presenta baja tolerancia a la salinidad del suelo y del agua de riego; bajo condiciones de salinidad en el suelo y en el agua de riego la planta se desarrolla poco y los frutos que se obtienen son de menor tamaño (DANE, 2015).

En este sentido, la planta puede germinar siendo la semilla que depende de varios factores como el agua, oxígeno, temperatura y presencia de luz; estas influyen para que esta germine, el estado de la plántula comprende el periodo desde la emergencia y extensión de la planta hasta la caída de los cotiledones, en este cultivo el estado de plántula queda entre 35 y 40 días después de la siembra, el aclareo debe realizarse cuando tenga 12 a 15 centímetros, el tallo debe tener 5 a 7 milímetros de grosor esto ocurre cuando la planta alcanza los

días entre 18 y 28, esta formación depende de la reserva del embrión, capacidad fotosintética y la genética de la planta, es decir cuando tenga las 3 primeras hojas verdaderas (Martín & Cañizares, 2005).

Finalmente su crecimiento de la plántula luego de su desarrollo de las hojas cotiledones comienza el crecimiento de las hojas verdaderas, mientras esta sigue en desarrollo el sistema radicular se va alargando y la profundidad de la raíz pivotante ya empezando a producir algunas raíces secundarias laterales (Álvarez , 2018).

### 1.2.6 Rábano (*Raphanus sativus* L)

Ahora bien, el rabano es un cultivo de ciclo corto, inclusive este cultivo después de 25 a 45 días de la siembra ya se puede empezar a cosechar rábanos. De preferencia cuando el bulbo esté tierno y ya comience a asomarse sobre el subsuelo (Fontalvo , 2021). Sin embargo, existen diferentes variedades de colores como: rojo, amarillo, rojo y blanco; y blanco con negro. Además, este cultivo se puede clasificar en tres ciclos como: corto, de verano u otoño e invierno (Valles, 2010 citado por Vincent, 2013).

**Tabla 4.** Taxonomía del cultivo de rábano.

Reino	Planta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Género	Rhapanus
Especie	<i>Sativus</i> L.

**Fuente:** (INFOAGRO, 2002 citado por Vincent, 2013).

### 1.2.7 Requerimiento edáfico y climático del cultivo de rábano

Este cultivo como lo menciona VIVEN (2010) citado por Vincent, (2013) que el rábano prefiere los climas templados. También se puede situar entre los 20 días a más de 45 días. Aunque los daños por helada se producen a -2 °C; y su desarrollo vegetativo oscila entre los 6 °C y los 30 °C, siendo el rango optimo



entre los 18 y 22 °C. Para su germinación óptima, la temperatura está entre 20 y 25 °C. No es exigente en cuanto al tipo de suelo, prefiriendo los profundos y arcillosos, no tolerando bien la salinidad.

El mismo autor del párrafo anterior manifiesta que el rango de adaptación es bien amplio en cuanto a suelos se refiere, sin embargo, se acomoda aquello que tienen la textura franca, livianos, con un buen contenido de materia orgánica. Y se ajusta a las temperaturas de climas templados entre 15 a 20 °C; soporta algunos extremos (frío y calor) y en general se puede adaptar a cualquier clima, no soporta el estrés por agua.

Asimismo, el cultivo de rábano *Raphanus sativus L.*, se siembran generalmente en las camas, para lo cual se debe hacer una selección muy cuidadosa del sitio de hechura de las misma, el suelo, como se mencionó anteriormente debe tener buena estructura, buen drenaje, con alto contenido de materia orgánica, de preferencia de textura franca, ubicado cerca de una fuente de agua, de fácil acceso, sin la presencia de nematodos u inoculo de enfermedades del suelo.

### **1.2.8 Tomate (*Solanum lycopersicum L.*)**

Esta hortaliza siendo el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) conocido de mesa a nivel nacional e internacional es la planta con mayor área cultivada y de mayor consumo. Habiendo datos que en el año 2011 a nivel mundial se tenían sembradas 4.734.356 ha con una producción de 159.023.383 toneladas, siendo importante sobre las demás hortalizas de la cadena alimenticia (Laiton *et al.*, 2016).

Ante esta situación, como se citó en el párrafo anterior el tomate es una de la hortaliza más importante en el mundo. Sin embargo, bajo condiciones de alta temperatura y humedad, el cultivo se ve afectado por diversas enfermedades que afectan la producción realizadas en campo. Asimismo, estas enfermedades causan el bajo rendimiento y calidad e inclusive pérdida total. Debido a la agresividad de las mismas, solamente los tratamientos en forma preventiva presentan cierto grado de eficacia, pero una vez que aparecen los síntomas ya no tienen efecto (FAO, 2013).

**Tabla 5.** Taxonomía del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares)
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Especie	<i>Lycopersicon esculentum</i> P. Mill.

**Fuente:** (Hanan & Mondragón , 2009).

### 1.2.9 Requerimiento edáfico y climático del cultivo de tomate

Para este cultivo la temperatura es determinante en el desarrollo, porque la fotosíntesis se ve perjudicada o beneficiada según los rangos de temperatura que se presenten en la cubierta plástica o en invernaderos, inclusive el tomate riñón en constantes variaciones de temperatura diaria favorece los procesos de sus características productivas como: el alargamiento del tallo, floración, fructificación y precocidad (AAIC, 2003 citado por Acosta, 2016).

De igual manera el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelo, siendo los mejores resultados en suelos profundos de 1 m o más; asimismo de texturas medias permeables y sin impedimento físico en el perfil. Vale mencionar que suelos con temperaturas entre los 15 y 25 °C favorece un óptimo establecimiento del cultivo (Giacconi & Escaff, 2004 citado por Acosta, 2016).

En cambio para Cornejo (2009) citado por Acosta (2016) alude que tener una producción eficiente dentro del cultivo de tomate se requiere que siempre haya una disponibilidad de agua durante su etapa de desarrollo y producción; para ayudar a la formación de azúcares y mantener las células en buenas condiciones, se estima que la planta de tomate necesita un litro de agua diario.

Ahora bien, para Ramírez (2013) citado por Acosta (2016) menciona que la fase vegetativa del cultivo de tomate tiene sus etapas las cuales son: inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, el cual se realiza con un promedio de tres a cuatro hojas 9 verdaderas,

entre 30 a 35 días después de la siembra y a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral.

De igual manera el mismo autor del párrafo anterior menciona la fase reproductiva que inicia desde la formación del botón floral, que ocurre entre los 30 y los 35 días después del trasplante, el llenado del fruto, que dura aproximadamente 60 días para el primer racimo, iniciándose la cosecha a los 90 días, con una duración de tres meses para una cosecha de 8 a 10 racimos. En total la fase reproductiva tiene una duración de 180 días aproximadamente.

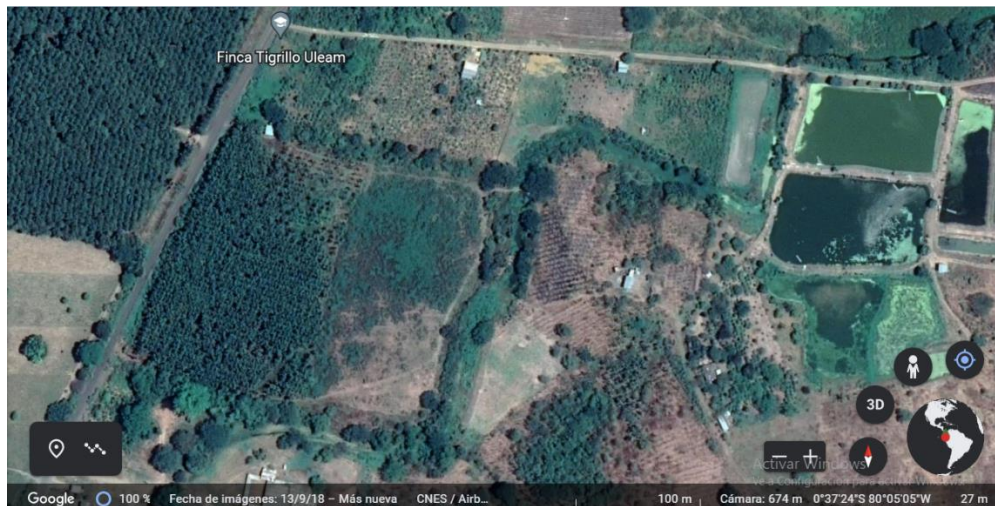
## CAPITULO II

### ESTUDIO DE CAMPO

#### 2.1 Metodología

##### 2.1.1 Ubicación

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en la provincia de Manabí, cantón Chone particularmente en el sitio Tigrillo en la Finca Experimental Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.



**Figura 4.** Lugar donde se llevó la investigación.

**Fuente:** (GOOGLE EARTH, 2023).

##### 2.1.2 Población

Para la población se consideró los cultivos establecidos de hortalizas en la Finca Experimental Tigrillo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, este centro de investigación permitió a los estudiantes analizar los conocimientos adquiridos en el aula de clases con el fin de acercarse con lo real, en lo que tenga que ver con todas las actividades agropecuarias de la zona norte de Manabí.

### **2.1.3 Muestra**

Se consideró como muestra cuatro cultivos de hortalizas que fueron de pepino (*Cucumis sativus*), pimiento (*Capsicum annum*), rábano (*Raphanus sativus*), y tomate (*Lycopersicon*).

## **2.2 Métodos**

Para realizar esta investigación se utilizaron los siguientes métodos:

### **2.2.1 Método teórico**

Ahora bien se determinó la sistematización bibliográfica que permitió estudiar las variables de investigación sobre evaluar mezclas de sustratos para acceder a información bibliográfica producto de investigaciones realizadas, con el fin de sustentar las variables de la investigación.

### **2.2.2 Método Explorativo**

Este método permitió examinar el problema estudiado, del cual existen inquietudes que anteriormente no se habían considerado, como problemas del riesgo biológico.

### **2.2.3 Método Descriptivo**

Mediante el método descriptivo contribuyó en la forma de describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; es decir se especificó como se definió y se presentó las características y propiedades que los conforman. Es decir, se examinó las relaciones de los objetivos con los problemas que se investigó, de acuerdo con la información recopilada sobre la toma y análisis de datos numéricos y se determinó las características de calidad del biol al ser aplicado sobre el cultivo de las plantas antes mencionado.

### **2.2.4 Método Explicativa**

Se realiza un análisis del tipo de ingredientes que formo parte de la preparación del bio abono y a su vez se comprobó su eficiencia al utilizar en diferentes dosis experimentales sobre las plantas de tomate, pepino, pimiento y rábano en sus

características físicas, durante un determinado tiempo; comparándolo con un fertilizante inorgánico comercial.

### **2.2.5 Análisis estadístico**

Si bien el análisis estadístico sirve al investigador para la comprobación de sus hipótesis, debe ser utilizado de manera apropiada de acuerdo con los objetivos y el diseño de estudio (Flores *et al.*, 2017). Se utilizó la estadística inferencial en lo que se refiere al uso de cuadros y gráficos de fácil interpretación de los resultados obtenidos en la investigación sobre los cultivos de hortalizas antes mencionadas.

### **Comprobación del efecto del Biol elaborado vs un fertilizante comercial**

#### **Diseño experimental:**

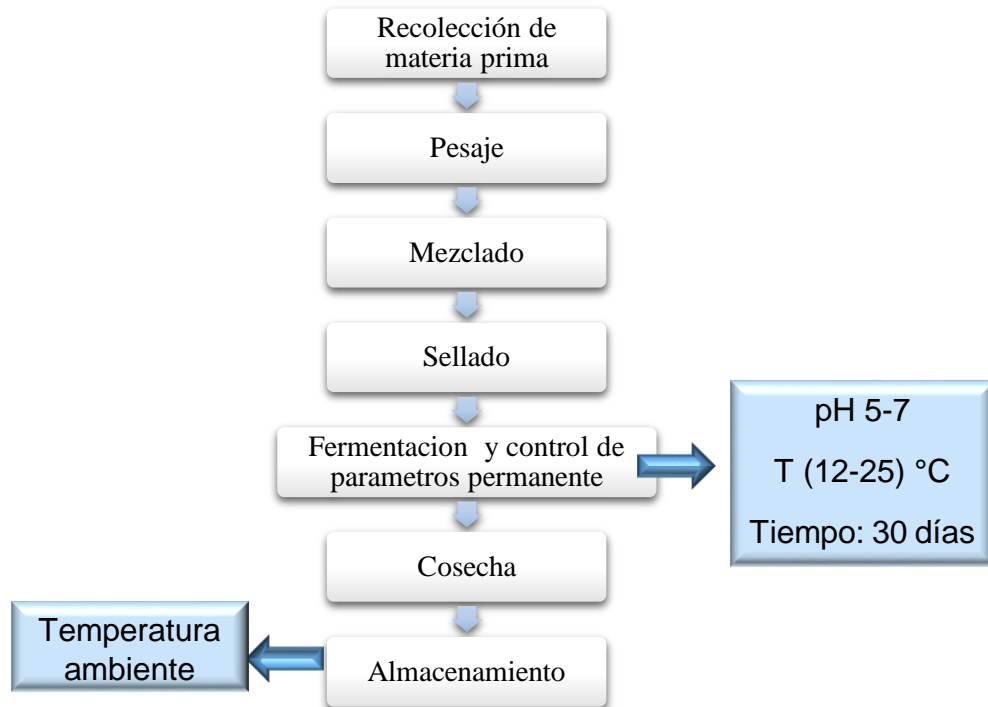
- **Número de repeticiones por tratamiento:** Tres (3)
- **Número de tratamientos:** Cuatro (4) – Combinación de fertilizante según las indicaciones del producto.
- **Número de Testigos:** Uno (1)
- **Variables que se evaluó en las plantas:** Largo y ancho de tallo, hojas y números de hojas.

### **2.2.6 Manejo del ensayo**

#### **2.2.6.1 Preparación del biol**

- Establecimiento del método experimental, los materiales y las cantidades más adecuados para la elaboración del abono orgánico Biol, al igual que el volumen de producción para definir el tanque contenedor en donde se mezcló la materia prima (escala de laboratorio). Se escogió 55 litros dejando espacio para la fermentación, con su manguera correspondiente.
- Los materiales fueron recolectados en el área en la que tuvo lugar la investigación. Las que fueron 15 kilos de guano.
- Adecuación del área donde se ejecutó el experimento.

- Elaboración del Biol siguiendo los protocolos y pasos detallados por Cevallos (2020) y Taipicaña (2015).
- Caracterización de la composición química del Biol (análisis de laboratorio).



**Figura 5.** Diagrama de flujo para la elaboración del bio abono líquido Biol.

### 2.2.6.2 Materiales utilizados

**Tabla 6.** Tipos de materiales que se utilizaron en la investigación.

TIPO DE MATERIAL	INSTRUMENTO
<b>Material de oficina</b>	- Esferos
	- Laptop Dell
	- Impresora
	- Resma de hojas
	- Marcadores permanentes

## **Materiales de campo**

- Manual de procedimiento para elaboración del biol.

Botas

- Guantes de látex y mascarilla

- Cámara Fotográfica

- Cuaderno de notas

- Hojas de registro

Bidón de 60 litros con tapa hermética

- Manguera transparente

- Botella de plástico de 1 litro

- Silicona o soldimix

- Colador

- Dos envases

- Mochila fumigadora de 15 litros

## **Insumos**

- 1.5 kilos de alfalfa

- 1.5 kilos de Melaza

- 1 sobre de levadura

- 1.5 litros de chicha de jora

- $\frac{3}{4}$  de kilo de Ceniza de leña

- 15 kilos de guano fresco de vaca

- 55 litros de Agua

- 1.5 litros de leche

- Agua

## **Materiales de laboratorio**

- Tiras de pH

- Termómetro

- Balanza

- Recipientes

- Alcohol 71°

- Guantes quirúrgicos

---

**Fuente:** Elaboración propia.



### 2.2.6.3 Proporciones de los sustratos utilizados

**Tabla 7.** Porcentaje utilizado en los diferentes tratamientos.

<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>
Turba 50%	Humus 60%
Humus 30%	Turba 30%
Aserrín 10%	Aserrín 10%
Cascarilla 10%	Cascarilla 10%

<b>Tratamiento 3</b>	<b>Tratamiento 4</b>
Cascarilla 30%	Turba 100%
Turba 25%	
Humus 25%	
Aserrín 20%	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 8.** Cultivos en diferentes tratamientos.

<b>SEMBRADO</b>	
<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>
Rábano	Tomate
<b>Tratamiento 3</b>	<b>Tratamiento 4</b>
Pimiento	Pepino

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 2.2.6.4 RECURSOS NECESARIOS (SOFTWARE)

**Tabla 9.** Todos los programas que se utilizaron en la investigación.

PROGRAMAS
InfoStat 2019_versión estudiantil
Word
Excel
Google Earth

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.3 RESULTADOS

#### Tomate

En la tabla 10, se presentan los promedios de las variables analizadas al cultivo de tomate con la influencia de los tratamientos. Se puede observar que no existen diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) en ninguna de las variables en estudio lo que sugiere que es posible utilizar mezclas de sustratos que reemplacen a la turba comercial en la germinación y estado inicial del cultivo de tomate. Sin embargo, se tienen leves diferencias numéricas donde ciertos tratamientos incluso están ligeramente superiores al testigo. Esta evidencia puede ser un inicio para poder sustituir a la turba en el establecimiento de semilleros de hortalizas.

**Tabla 10.** Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de tomate.

Tratamiento	Longitud de hoja(cm)	Altura de planta (cm)	Cantidad de hojas	Ancho de hoja (cm)
T1	2,22	4,42	3	2,06
T2	2,3	4,52	3	2,12
T3	2,16	4,84	3	1,92
Testigo	2,18	4,72	3	1,90
Probabilidad	0,7	0,3	-	0,2
Error				
Estándar	0,1	0,18	-	0,09

**Fuente:** Elaboración propia.

## Rábano

En el caso del rábano se tuvo similar comportamiento que, en el cultivo de tomate, donde no se tiene diferencias estadísticas ( $p>0,05$ ) en todas las variables analizadas. Los valores de cada variable tuvieron un rango estrecho con poca variación entre los tratamientos en estudio. En la longitud de hoja se tiene una amplitud entre 5,04 y 5,18 cm, en la altura de planta de 3,16 y 3,32 cm. La cantidad de hoja por planta fue el mismo para todos los tratamientos siendo de 4 hojas /planta y el ancho de hoja/planta.

Al igual que el tomate se puede decir que es posible el uso de sustratos en diferentes mezclas en la etapa inicial del cultivo sin que afecte el normal desarrollo de las plántulas de rábano.

**Tabla 11.** Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de rábano.

Tratamiento	Longitud de hoja(cm)	de Altura planta (cm)	de Cantidad de hojas	de Ancho de hoja (cm)
T1	5,14	3,16	4	3,18
T2	5,04	3,32	4	3,12
T3	5,16	3,26	4	3,12
Testigo	5,18	3,16	4	3,20
Probabilidad	0,84	0,6	-	0,8
Error				
Estándar	0,12	0,11	-	0,08

**Fuente:** Elaboración propia.

## Pimiento

Las plántulas del cultivo de pimiento no se vieron afectada por los tratamientos siendo estadísticamente iguales ( $p>0,05$ ). Y con variación numérica leves lo que se puede sugerir que las mezclas utilizadas con apropiadas en la propagación de las plántulas de pimiento de igual manera como se tuvo en las especies anteriores. El rango de variación de la variable longitud de hoja fue de 2,12 y 2,38 cm, en el caso de la altura de planta se obtuvo entre 3,5 y 3,9 cm. El número de hojas por planta fue homogéneo con 2 hojas/planta. Y el ancho de hoja presenta una amplitud entre 1,6 y 1,85 cm. Estos resultados indican el potencial que se tiene al usar materiales de fácil acceso en la propagación de plántulas de

hortalizas y no depender de productos importados y de alto costo como lo es la turba.

**Tabla 12.** Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de pimiento.

Tratamiento	Longitud de hoja(cm)	de Altura planta (cm)	de Cantidad de hojas	de Ancho de hoja (cm)
T1	2,12	3,98	2	1,60
T2	2,2	3,5	2	1,70
T3	2,38	3,9	2	1,78
Testigo	2,16	3,56	2	1,85
Probabilidad	0,3	0,15	-	0,5
Error				
Estándar	0,11	0,17	-	0,12

**Fuente:** Elaboración propia.

### Pepino

Como se puede observar en cada una de las variables para el pepino, longitud de hoja, ancho de hoja, altura, cantidad de hoja, se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamiento, por ser el valor “p-valor” mayor a 0.05 en todas, el rango de variación de la variable longitud de la hoja de 6,84 y 6,98 cm, en el caso del ancho de la hoja se obtuvo 2,44 y 2,46. Mientras que en la altura de la plantas de pepino pasaron de los 6 cm y presentando la cantidad de dos hojas en las plantas analizadas. Lo que corrobora que el usar un buen material de fácil germinación mejora las condiciones de la plantas.

**Tabla 13.** Valores promedios de las variables analizadas al cultivo de pepino.

Tratamiento	Longitud de hoja(cm)	de Altura planta (cm)	de Cantidad de hojas	de Ancho de hoja (cm)
T1	6,98	6,64	2	2,44
T2	6,94	6,84	2	2,44
T3	6,84	6,64	2	2,46
Testigo	6,94	6,9	2	2,46
Probabilidad	0,68	0,4	-	0,3
Error				
Estándar	0,8	0,14	-	0,06

**Fuente:** Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA**

#### **3.1 Título de la propuesta**

Aplicación de mezclas de sustrato orgánicos para la germinación de plántulas de hortalizas.

#### **3.2 Fundamentación**

Se detalla lo siguiente sobre los sustratos no solo proporciona soporte a las plantas, sino que fomenta a tener buenas condiciones las plantas como: buen enraizamiento, una excelente nutrición, fortalecimiento de tallo, en el intercambio catiónico, entre muchas cosas más. Es decir, nos ayuda a obtener plántulas sanas desde la germinación hasta una futura cosecha. Por lo antes mencionado es necesario obtener un buen sustrato, ya que este puede marcar la diferencia en costos, para que un proyecto sea rentable. Por lo tanto se propone aplicar un buen sustrato con mezcla de biol a las plantas para mejorar sus condiciones productivas.

Se puede aplicar estiércol al suelo proporciona un beneficio ecológico, ya que el nitrógeno del este se encuentra como amoníaco y las plantas lo usan como nutrimento. El estiércol como sustrato orgánico, comparada con la de sustratos químicos, es mínima. Como lo menciona Morales & Casanova (2015) por sus características orgánicas, debemos conocer que el estiércol aumenta la capacidad de retención de agua, el intercambio catiónico y la filtración de agua al subsuelo, y reduce la erosión. Asimismo se puede utilizar materia viva sujeta a descomposición como sustratos naturales (Gómez , 2022).

Se puede aplicar Vermicompost ya que tiene benéficos de las lombrices de tierra en la fertilidad del suelo se conocen desde hace tiempo. En los últimos cincuenta años, son numerosos los ejemplos que demuestran sus efectos tanto en poblaciones naturales, como en poblaciones introducidas artificialmente (Morales & Casanova, 2015).

Adicionalmente, se le puede aplicar gravas es el sustrato hecho con piedra pómez, inclusive la fibra de coco s uno de los sustratos para semilleros más usados, especialmente cuando se combina con turba y se le aporta materia orgánica.

El fin de la propuesta es realizar un buen sustrato para que las plántulas tengan mejores condiciones para su crecimiento y la fotosíntesis; y no exista inconveniente con enfermedades virales, bacteriana en ellas.

# CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

Con base a los resultados se puede concluir lo siguiente:

- El uso de sustratos en diferentes mezclas permitió el desarrollo de especies hortícolas presente en la investigación como tomate, rábano, pepino y pimiento obteniendo un desarrollo similar al usar turba.
- Es posible que el uso de sustratos en la etapa inicial de las plántulas de tomate, rábano, pepino y pimiento pueda reemplazar el uso de turba; considerando que la turba tiene un costo elevado, en lo contrario de los sustratos.
- La aplicación de materiales de desecho agroindustrial permite tener una alternativa de uso y de esta manera no desperdiciar estos residuos.

## Recomendaciones

Se propone las siguientes recomendaciones:

- Utilizar mezclas de sustratos que permitan tener un medio con buena retención de agua y aireación que permita en desarrollo radicular.
- Estudiar diversos sustratos de residuos agrícolas en la propagación de plántulas hortícolas.
- Analizar la composición química y física de los sustratos utilizados como sustratos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, D., Elein, T., Soto, F., & Cabrera, J. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000200012#:~:text=El%20Bocashi%20\(t%C3%A9rmino%20del%20idioma,suelo%20\(2\)%3B%20estos%20abonos](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200012#:~:text=El%20Bocashi%20(t%C3%A9rmino%20del%20idioma,suelo%20(2)%3B%20estos%20abonos)
- Abanto, C., García, D., Guerra, W., Murga, H., Saldaña, G., Vásquez, D., & Tadashi, R. (2016). Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 341-347. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-OrganicSubstratesInCalycophyllumSpruceanumBenthPla-5676368.pdf>
- Acosta, J. (2016). EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE NUEVOS HÍBRIDOS DE TOMATE HORTÍCOLA “*Lycopersicon esculentum*” BAJO CUBIERTA PLÁSTICA. *Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Tesis-122%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20381.pdf>
- Acosta, M. (2023). Tipos de sustratos. *Ecología verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-sustratos-3123.html>
- Álvarez, E. (2018). Cultivo de chile dulce. *Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y forestal*. Obtenido de [http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa\\_Chile%20Dulce%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Chile%20Dulce%202019.pdf)
- Appannagari, R. (2017). Environmental Pollution Causes and Consequences: A Study. *North Asian International Research Journal of Social Science & Humanities*, 3(8), 151-161. doi:[https://www.researchgate.net/publication/323944189\\_Environmental\\_Pollution\\_Causes\\_and\\_Consequences\\_A\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/323944189_Environmental_Pollution_Causes_and_Consequences_A_Study)
- Asoegwu, Awuchi, Kalu, Orji, Oluchi, Egbufor, & Awuchi, C. (2020). A Review on the Role of Biofertilizers In Reducing Soil Pollution and Increasing Soil Nutrients. *Himalayan Journal of Agriculture*, 1(1), 34-38. Retrieved from



- [https://www.researchgate.net/profile/Chibueze-Awuchi/publication/344829443\\_A\\_Review\\_on\\_the\\_Role\\_of\\_Biofertilizers\\_In\\_Reducing\\_Soil\\_Pollution\\_and\\_Increasing\\_Soil\\_Nutrients/links/5f9265c4299bf1b53e3d891f/A-Review-on-the-Role-of-Biofertilizers-In-Reducing-So](https://www.researchgate.net/profile/Chibueze-Awuchi/publication/344829443_A_Review_on_the_Role_of_Biofertilizers_In_Reducing_Soil_Pollution_and_Increasing_Soil_Nutrients/links/5f9265c4299bf1b53e3d891f/A-Review-on-the-Role-of-Biofertilizers-In-Reducing-So)
- Bautista , C., Etchevers, J., Del Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/572-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1080-1-10-20120930%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/572-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1080-1-10-20120930%20(4).pdf)
- Bertoni, H. C. (2019). Manual Técnico: Tomate-Papa-Cebolla-Pimiento. *Ipta*. Obtenido de [https://www.ipa.gov.py/application/files/2615/6261/3962/Mnual\\_Tecnico\\_Tomate\\_-\\_Papa\\_-\\_Pimiento\\_-\\_Cebolla\\_08jul.pdf?fbclid=IwAR2BZhaaw-B5G-J2cKwFNKirqwxI4\\_WpWH\\_lfPVi5zK0Y2bIMkzeFOOmPDQ](https://www.ipa.gov.py/application/files/2615/6261/3962/Mnual_Tecnico_Tomate_-_Papa_-_Pimiento_-_Cebolla_08jul.pdf?fbclid=IwAR2BZhaaw-B5G-J2cKwFNKirqwxI4_WpWH_lfPVi5zK0Y2bIMkzeFOOmPDQ)
- Castro, S. (2020). Caracterización física y química de sustratos con base en corteza y aserrín de pino. *Madera y bosques*, 25(2). Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712019000200212](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712019000200212)
- Cevallos, A. (2020). *Producción de biol a partir de excretas de ganado vacuno en la finca Toala León de la comunidad de Joa-Jipijapa*. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Unoversidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2747/1/CEVALLOS%20CEVALLOS%20ANA%20RAFAELA%20.pdf>
- Chen, J. (25 de Abril de 2022). La estructura del sustrato influye en la capacidad de retención de agua. *Promix*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-estructura-del-sustrato-influye-en-la-capacidad-de-retencion-de-agua/#:~:text=La%20distribuci%C3%B3n%20del%20tama%C3%B1o%20de,ser%20grueso%2C%20medio%20o%20fino>.
- Chen, J. (15 de Septiembre de 2022). Principios básicos de los sustratos. *Pormix*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- Cruz , E., Can , A., Sandoval, M., Bugarín, R., Robles, A., & Juárez, P. (2012). Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias*, 2(2), 17-26. Obtenido de

<https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/31/168>

- DANE. (2015). El cultivo de pimentón (*Capsicum annum* L) bajo invernadero . *Boletín Mensual Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria* (37). Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_jul\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jul_2015.pdf)
- Del Pino, M. (2018). Guía Didáctica: Cultivo y manejo del pimiento (*Capsicum annum* L). *Curso de Horticultura y Floricultura*. Obtenido de [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/41414/mod\\_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20de%20Pimiento%202017%20%281%29.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/41414/mod_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20de%20Pimiento%202017%20%281%29.pdf)
- Díaz, F. G. (15 de Junio de 2017). *engormix*.
- ECURED. (2018). Pepino. *Blog Ecured*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Pepino>
- FAO. (2013). El Cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. *Organizaciones de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>
- Fernández, V., Stobbia, D., & Ledesma. (2015). Production of Bio-Fertilizer (biol) from the BioDigestion Effluent to Improve the Emergence and Growth of Seedlings of Agronomic Interests. "CLEANER PRODUCTION TOWARDS A SUSTAINABLE TRANSITION" (págs. 1-6). São Paulo – Brazil: 5th International Workshop | Advances in Cleaner Production. Obtenido de [http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6B/6/viera\\_fernandez\\_et\\_al\\_abstract.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6B/6/viera_fernandez_et_al_abstract.pdf)
- Fertilizantes . (27 de Febrero de 2011). *LOMBRICOMPOST*. Obtenido de <https://fertilizantes.wordpress.com/2011/02/27/lombricompost/>
- Fontalvo , J. (2021). Cultivo de Rábano. *Proyecto COV-AID*. Obtenido de <https://www.uv.mx/hab/files/2021/10/Cultivo-de-Rabano.pdf>
- Garbanzo , G., & Guitiérrez, M. (2014). Determinación físicoquímicas de diez mezclas de sustratos para producción de almácigos, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de las Sedes Regionales*, 30(15), 151-168. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/666/66631279008.pdf>

- Gómez , R. (17 de Agosto de 2022). Tipos de Sustratos: [Concepto, Características, Naturales y Artificiales]. *Sembrar 100*. Obtenido de <https://www.sembrar100.com/tipos-de-sustratos/>
- GOOGLE EARTH. (2023). Explorador de Mapa. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-0.58185509,-80.04138775,52.60374579a,702.62892459d,35y,90.34597521h,0t,0r>
- Hanan , A., & Mondragón , J. (2009). Solanaceae *Lycopersicon esculentum* P. Mill. *Conabio*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm#:~:text=Categora%20taxon%3B3micas%20superiores,%3A%20Asteridae%3B%20Orden%3A%20Solanales>
- Higon , N., Maroto, J. V., & Namesny, A. (Octubre de 2002). El cultivo del pepino. *Revista Horticultura*, 68-73.
- Infoagro. (s/f). *Propiedades de los sustratos de cultivos*. Obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/tipos\\_sustratos\\_cultivo\\_\\_parte\\_i\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/tipos_sustratos_cultivo__parte_i_.asp)
- Infojardin. (2002). *Infojardin Pimiento Capsicum annum* . Obtenido de <https://articulos.infojardin.com/huerto/Fichas/pimiento.htm>
- INTAGRI. (s/f). La Caracterización de los sustratos para la horticultura. *Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/24.%20La%20Caracterizacion%20de%20los%20Sustratos%20para%20la%20Horticultura.pdf>
- Intagri. (s/f). La Gallinaza como Fertilizante. *Equipo Editorial Intagri*, 1-7. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/05.%20La%20gallinaza%20como%20fertilizante.pdf>
- Lafaux, M., Bastidas , J., & Insausty , E. (01 de Julio de 2015). Efecto de la bo o de la bovinaza en la composición nutricional del tubér vinaza en la composición nutricional del tubérculo de remolacha forr emolacha forrajera (*Beta vulgaris*) en el municipio de P a (*Beta vulgaris*) en el municipio de Pasto, departamento. *Revista Ciencia Animal*. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1089&context=ca#>:

~:text=La%20bovinaza%20es%20el%20abono,a%20otras%20mate%2D%20orias%20org%C3%A1nicas.

- Laiton , P., Almanza, P., & Balaguera , H. (2016). Producción y calidad poscosecha de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) larga vida sometido a la aplicación de ácido giberélico. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 6(2). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v6n2/v6n2a07.pdf>
- López. (2003). Guía Técnica Cultivo del pepino. *CENTA*. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Pepino%202003.pdf>
- López, E. (Miércoles de Abril, 4 de 2018). *El pimiento, origen, propiedades y variedades*. Obtenido de Hosteleria. [salamanca.es: https://www.hosteleriasalamanca.es/reportajes/tematicos/pimiento-origen-propiedades-variedades.php](https://www.hosteleriasalamanca.es/reportajes/tematicos/pimiento-origen-propiedades-variedades.php)
- López, J., Méndez, A., Pliego, L., Aragón , E., & Robles, M. (2013). Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annuum*) en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013001000006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013001000006)
- Martín, S., & Cañizares, A. (2005). Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce *Capsicum frutescens* L. *Revista UDO Agrícola*, 5(1), 62-67. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-FenologiaDelCrecimientoYDesarrolloDePlantulasDeAji-2221603.pdf>
- Morales, E., & Casanova, F. (2015). Mezclas de Sustratos Orgánicos e Inorgánicos, Tamaño de Partícula y Proporción. *Revista de Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 365-372. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43738993018/movil/>
- Ortega , L., Sánchez , J., Díaz, R., & Ocampo, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL). *Revista Ra Ximhai*, 6(3), 365-372. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Parra, Y. (3 de Septiembre de 2017). *Agronomaster.com*. Obtenido de <https://agronomaster.com/sustratos/>
- Pire , R., & Pereira , A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. propuesta

- metodológica. *Bioagro*, 15(1), 55-64. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf>
- Quesada, G., & Méndez, C. (2005). Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2), 171-183. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/437/43716207.pdf>
- Rodríguez , L., Gandarilla , F., & Maldonado , M. (2017). EVALUACIÓN DE SUSTRATOS NATURALES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONIDIOS DE *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. (HYPOCREALES: CORDYCIPITACEAE) EN CULTIVO BIFÁSICO. *INTERCIENCIA*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/339/33953499006/>
- Salazar, J., Amusquivar, C., Llave, J., & Rivasplata, C. (2012). Producción de biogás y biol a partir de excretas de ganado: experiencias en la ciudad de Tacna. *XIX Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente*, 11, 14-17. Obtenido de <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/01/6.pdf>
- Singh , Y. (2017). *Environmental Pollution*. Obtenido de Unit 5: [https://www.sbsc.in/pdf/resources/1587639123\\_Unit\\_5\\_Engllish\(1\).pdf](https://www.sbsc.in/pdf/resources/1587639123_Unit_5_Engllish(1).pdf)
- SIOVM. (2005). *Cucumis sativus. Sistema de la informacion de Organismo Vivos Modificados*. Obtenido de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21650\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21650_sg7.pdf)
- Taipicaña, D. (2015). *Obtención de Biol a partir de desechos orgánicos generados por el ganado bovino del camal municipal del cantón Latacunga*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4869/1/236T0171.pdf>
- Vincent , C. (2013). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DE RÁBANO (*Rhapanus Sativus*), CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA APLICANDO ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO. *Uniiversidad Técnica Estatal de Quevedo*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/554/1/T-UTEQ-0042%281%29.pdf>
- Zarzuelo, S. R. (09 de Julio de 2013). Obtenido de <http://perdidoporlosjardinesdebabilonia.blogspot.com/2013/07/los-sustratos-generalidades.html>

## ANEXOS

### Anexo 1. Materiales utilizados.



**Figura 6.** Tamo de arroz



**Figura 7.** Aserrín



## Anexo 2. Combinación de mezclas.



**Figura 8.** Sustrato de tamo de arroz con aserrín.



**Figura 9.** Mezclas de ingredientes.



**Figura 10.** Sustrato terminado.



**Figura 11.** Llenado en el almacigo.





**Figura 12. Turba**



**Figura 13. Sustrato turba.**



**Figura 14.** Sembrando las hortalizas



**Figura 15.** Semillas de pimiento, rábano y tomate.

**Anexo 3. Plantulas de hortalizas.**



**Figura 16. Pantas de rábano.**



**Figura 17. Plantas de tomate.**





**Figura 18.** Plantas de pepino.



**Figura 19.** Plantas de pimiento.