



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS
ORGÁNICOS EN LA GERMINACIÓN DE PLÁNTULAS DE
PIMIENTO (*Capsicum annuum*) EN LA PROVINCIA DE
SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Sebastián Xavier González Fuentes.

LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS
ORGÁNICOS EN LA GERMINACIÓN DE PLÁNTULAS DE
PIMIENTO (*Capsicum annuum*) EN LA PROVINCIA DE
SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Sebastián Xavier González Fuentes

Tutor: Ing. Daniel Antonio Ponce de León Lima, PhD.

LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **SEBASTIÁN XAVIER GONZÁLEZ FUENTES** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 09/12/2025

Ing. Lenni Ramírez Flores, MSc
DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD
PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Daniel Ponce de León Lima, PhD
PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD
PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Washington Perero Vera, MSc
ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental de mi formación académica y personal, que hicieron posible la culminación de este trabajo.

Agradezco a mi tutor, Daniel Ponce de León, por su guía, paciencia y enseñanzas, que han sido un pilar esencial en la elaboración de este proyecto. Su apoyo constante y su orientación experta me permitieron avanzar con seguridad y compromiso.

Mi gratitud también al Ing. Marlon Alexis Mena, docente de la universidad, por brindarme su mano amiga y compartirme valiosas enseñanzas de vida durante estos dos semestres. Gracias a su acompañamiento, pude enfrentar los retos del camino académico con confianza y determinación.

A la Ing. Andreina Mejillón Domínguez, quien me ha acompañado durante toda mi carrera universitaria, compartiendo innumerables experiencias y anécdotas que siempre recordaré. Su apoyo constante ha sido un faro durante los momentos más importantes de mi formación.

A mi mejor amigo Francisco Pazmiño, gracias por los momentos divertidos, las risas compartidas y el apoyo incondicional a lo largo de estos años en la universidad. Hemos crecido juntos durante toda esta formación académica, y tu amistad ha hecho que este camino sea más ligero y alegre.

Agradezco profundamente a Dios, por ser mi guía y fortaleza, por darme fuerzas en cada paso de este camino y nunca dejarme solo, iluminando siempre mi andar y llenando mi corazón de esperanza.

Finalmente, mi eterno agradecimiento a mis padres y hermanos, quienes son mi todo. Su amor, paciencia y aliento constante me han impulsado a no rendirme nunca. A ellos les debo quien soy y quien seré; todo lo que logro y lo que sueño alcanzar lleva su huella.

Sebastián González Fuentes

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza, y sin cuya ayuda no habría tenido las fuerzas necesarias para continuar y culminar mis estudios.

A mi enamorada, Ing. Andreina Mejillón, quien ha estado a mi lado en cada etapa de mi vida universitaria, compartiendo alegrías, aprendizajes y momentos inolvidables. Su apoyo y compañía han sido un pilar fundamental en mi formación.

Finalmente, dedico este trabajo a mi familia, quienes con su amor, motivación y aliento constante me han impulsado a seguir adelante, enseñándome a perseverar y a nunca rendirme ante los desafíos.

Sebastián González Fuentes

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar diferentes sustratos orgánicos en la germinación de plántulas de pimiento, en la parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena, con la finalidad de identificar alternativas sostenibles para el establecimiento de plántulas en fase de vivero, debido a las limitaciones sanitarias y propiedades físicas/químicas del suelo en la provincia de Santa Elena. Se emplearon cuatro tratamientos, suelo convencional como testigo absoluto (SC), mezcla de suelo con cascarilla de arroz en proporciones 1:1 (SCCA), cascarilla de arroz 100% (CA) y fibra de coco al 100% (FC). El experimento se realizó bajo condiciones controladas en vivero, utilizando un diseño completamente al azar con 800 semillas de pimiento variedad Yolo Wonder, distribuidas en 40 semilleros de 20 cavidades cada uno. Se evaluaron variables morfológicas (porcentaje de emergencia, altura de la planta, diámetro del tallo, peso de la biomasa seca radicular y aérea), y propiedades físicas/químicas de los sustratos (Da, % retención de humedad, pH, CE). Los resultados evidenciaron que la FC obtuvo valores de pH ($6,73 \pm 0,06$) y CE ($1,12 \pm 0,04 \text{ dS m}^{-1}$), dentro del rango óptimo para el cultivo, y una alta retención de humedad ($47,90 \pm 1,73\%$), condiciones que favorecieron un mejor desempeño en la germinación, alcanzando un porcentaje de 98,5%, además de registrar la mayor biomasa seca radicular ($0,009 \pm 0,001 \text{ g}$). En cambio el SC, favoreció el desarrollo de la biomasa seca aérea ($0,032 \pm 0,001 \text{ g}$), y obtuvo mejores resultados en el desarrollo de la altura ($32,27 \pm 0,48 \text{ mm}$) y diámetro del tallo ($1,40 \pm 0,01 \text{ mm}$). El uso de sustratos orgánico se aprecia como una opción viable y sostenible para sustituir o suplir el uso de suelo convencional, contribuyendo a la aptitud de los suelos degradados en la provincia de Santa Elena.

Palabras claves: agricultura sostenible, fibra de coco, índice de emergencia, desarrollo morfológico.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate different organic substrates in the germination of pepper seedlings in the parish of Manglaralto, province of Santa Elena, with the aim of identifying sustainable alternatives for establishing seedlings in the nursery phase, due to the sanitary limitations and physical/chemical properties of the soil in the province of Santa Elena. Four treatments were used: conventional soil as an absolute control (SC), a mixture of soil and rice husks in a 1:1 ratio (SCCA), 100% rice husks (CA), and 100% coconut fiber (FC). The experiment was conducted under controlled conditions in a nursery, using a completely randomized design with 800 seeds of the Yolo Wonder pepper variety, distributed in 40 seed trays with 20 cavities each. Morphological variables (emergence percentage, plant height, stem diameter, dry root and aerial biomass weight) and physical/chemical properties of the substrates (Da, moisture retention %, pH, EC) were evaluated. The results showed that FC obtained pH (6.73 ± 0.06) and EC (1.12 ± 0.04 dS m⁻¹) values within the optimal range for the crop, and high moisture retention ($47.90\pm 1.73\%$), conditions that favored better germination performance, reaching a percentage of 98.5%, in addition to recording the highest dry root biomass (0.009 ± 0.001 g). In contrast, SC favored the development of dry aerial biomass (0.032 ± 0.001 g) and obtained better results in height development (32.27 ± 0.48 mm) and stem diameter (1.40 ± 0.01 mm). The use of organic substrates is seen as a viable and sustainable option to replace or supplement the use of conventional soil, contributing to the suitability of degraded soils in the province of Santa Elena.

Keywords: sustainable agriculture, coconut fiber, emergency index, morphological development.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA GERMINACIÓN DE PLÁNTULAS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*) EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA”** y elaborado por **Sebastián Xavier González Fuentes**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	2
Objetivos	2
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:	3
Hipótesis	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Afectación de los suelos en la agricultura actual	4
1.1.1 Degradación de los suelos y su efecto en la germinación.....	4
1.1.2 Condiciones específicas de los suelos en Santa Elena.....	4
1.2 Características de los cultivos de ciclo corto en Santa Elena	4
1.2.1 Importancia socioeconómica	4
1.2.2 Principales especies cultivadas	5
1.2.3 Requerimientos edafoclimáticos de las hortalizas	5
1.3 Problemas en la germinación	5
1.3.1 Factores bióticos	5
1.3.2 Factores abióticos	5
1.4 El uso de sustratos como alternativa para mejorar la germinación	6
1.5 Sustratos	6
1.5.1 Características de los suelos y de los sustratos	6
1.5.2 Importancia de los sustratos.....	7
1.6 Tipos de sustratos	7
1.6.1 Orgánicos	7
1.6.2 Inorgánicos.....	8
1.7 Criterios para la elección de un sustrato	8
1.7.1 Propiedades físicas.....	8
1.7.2 Propiedades químicas	9
1.8 Germinación en sustratos orgánicos	10
1.8.1 Fibra de coco en la germinación de plántulas hortícolas	10
1.8.2 Cascarilla de arroz en la germinación	11
1.9 Importancia del pimiento a nivel mundial	11
1.10 Importancia del pimiento en el Ecuador	12
1.11 Generalidades del pimiento	12
1.11.1 Taxonomía	12
1.11.2 Origen	13
1.11.3 Hojas	13
1.11.4 Sistema radicular.....	13
1.11.5 Tallo	13
1.11.6 Suelo	13
1.11.7 Plagas del pimiento	14
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1 Caracterización del área	15
2.1.1 Ubicación	15
2.1.2 Clima.....	15
2.1.3 Suelo	15
2.1.4 Agua de riego.....	16
2.2 Materiales, equipos y reactivos	16
2.2.1 Material biológico.....	16

2.2.2	Material de campo	17
2.2.3	Material de laboratorio.....	17
2.2.4	Equipos de oficina	17
2.2.5	Equipos de laboratorio	18
2.2.6	Reactivos.....	18
2.3	Tipo de investigación	18
2.4	Diseño de investigación	18
2.4.1	Diseño experimental	18
2.4.2	Descripción de los tratamientos.....	19
2.4.3	Especificaciones del experimento.....	19
2.4.4	Distribución de los tratamientos en el área experimental	20
2.4.5	Diseño de la unidad experimental.....	21
2.5	Manejo del experimento.....	22
2.5.1	Recolección de sustratos	22
2.5.2	Construcción de semilleros	22
2.5.3	Análisis físicos y químicos de los sustratos.....	23
2.5.4	Acondicionamiento del área	24
2.5.5	Mezcla de sustratos.....	25
2.5.6	Llenado de los semilleros	25
2.5.7	Colocación de las semillas	25
2.5.8	Frecuencia de riego	25
2.5.9	Fertilización	26
2.6	Parámetros evaluados	26
2.6.1	Parámetros físicos y químicos de los sustratos	26
2.6.2	Morfológicos.....	27
2.7	Análisis estadístico de los resultados.....	28
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		29
3.1	Parámetros Físicos y químicos de los sustratos	29
3.1.1	pH de los sustratos	29
3.1.2	Conductividad eléctrica (dS m^{-1})	30
3.1.3	Densidad aparente (Da Mg m^{-3}).....	31
3.1.4	Porcentaje de retención de humedad (%)	32
3.2	Variables morfológicas.....	33
3.2.1	Altura (mm)	33
3.2.2	Diámetro del tallo (mm)	34
3.2.3	Porcentaje de emergencia	35
3.2.4	Peso seco de la biomasa aérea de la planta (g)	36
3.2.5	Peso seco de la parte radicular de la planta (g).....	37
3.2.6	Valoración de los sustratos.	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		39
Conclusiones.....		39
Recomendaciones.....		40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		41
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación del establecimiento y desarrollo inicial en plántulas de tomate (Morales, 2021).....	10
Tabla 2. Desempeño de las variables agronómicas con la utilización de sustratos de enraizamiento a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Tisalema, 2018).....	11
Tabla 3. Principales países productores de chile y pimiento a nivel mundial (FAO, 2017).	12
Tabla 4. Taxonomía del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i>) (Guevara, 2024).	12
Tabla 5. Propiedades físicas y químicas del tratamiento control SC.....	16
Tabla 6. Propiedades del agua de riego en el CAM (Laínez, 2022).	16
Tabla 7. Esquema ANOVA del Diseño Completamente al Azar (DCA).....	19
Tabla 8. Descripción de los tratamientos utilizados.	19
Tabla 9. Parámetros químicos de la solución nutritiva por litro de agua.	26
Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas de los sustratos evaluados antes de la siembra.	29
Tabla 11. Valores de pH registrados en los diferentes tratamientos de sustratos evaluados a los 27 días después de la siembra de pimiento, en la parroquia Manglaralto Peninsula de Santa Elena.	30
Tabla 12. Conductividad eléctrica evaluada en diferentes sustratos empleados en la germinación de plántulas de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) a los 27 días después de la siembra, en la parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena.	31
Tabla 13. Evaluación de la densidad aparente ($Mg\ m^{-3}$) a los 32 días después de la siembra de diferentes sustratos orgánicos durante la fase germinativa de las plántulas de pimiento (<i>Capsicum annuum</i>) en la parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena.	32
Tabla 14. Efecto de distintos tratamientos de sustratos orgánicos sobre la capacidad de retención de humedad evaluado a los 32 días después de la siembra, en la parroquia Manglaralto, Península de Santa Elena.	33
Tabla 15. Comportamiento de la altura de las plántulas de pimiento (mm) en diferentes sustratos orgánicos, evaluadas en los días 15,20,25 después de la siembra en la parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena.....	34
Tabla 16. Comparación del diámetro del tallo (mm) tomados en los días 15,20,25 después de la siembra en plántulas de pimiento (<i>Capsicum annuum</i>), cultivadas en diferentes sustratos en la parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena.	35
Tabla 17. Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el porcentaje de emergencia de plántulas de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) evaluados a los 14 días después de la siembra en Manglaralto, Provincia de Santa Elena, Ecuador.	36
Tabla 18. Análisis estadístico del peso en seco (g) de la biomasa seca aérea en plántulas de pimiento evaluados en diversos sustratos orgánicos a los 32 días después de la siembra, en la parroquia Manglaralto península de Santa Elena.	37
Tabla 19. Comportamiento del promedio de la biomasa seca radicular de las plántulas de pimiento bajo distintos sustratos orgánicos, evaluadas a los 32 días después de la siembra en la parroquia Manglaralto, península de Santa Elena.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación satelital del área experimental (Google Maps, 2025).....	15
Figura 2. Croquis del área experimental.....	20
Figura 3. Esquema de la unidad experimental (repetición).....	21

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.** Análisis de suelo realizado por el INIAP
- Figura 2A.** Análisis textural del tratamiento testigo SC
- Figura 3A.** Armado de los semilleros
- Figura 4A.** 40 Semilleros armados con 20 cavidades cada uno
- Figura 5A.** Molienda de la cascarilla de arroz
- Figura 6A.** Recolección del suelo convencional proveniente del CAC
- Figura 7A.** Área de trabajo antes de la limpieza
- Figura 8A.** Armado de la mesa faltante
- Figura 9A.** Calibración del potenciómetro con la norma estándar a tres puntas
- Figura 10A.** Toma de pH inicial de los sustratos
- Figura 11A.** Lectura de CE inicial de los sustratos
- Figura 12A.** Tratamientos sometidos al método de dilución y Sonnenveld
- Figura 13A.** Llenado de los sustratos en los semilleros
- Figura 14A.** Incorporación de la cascarilla de arroz en el suelo convencional en proporción 1:1 para el tratamiento SCCA
- Figura 15A.** Distribución de tratamientos
- Figura 16A.** Siembra de las semillas de pimienta Var. Yolo Wonder
- Figura 17A.** Humedecimiento de los sustratos
- Figura 18A.** Semillas de pimienta Var. Yolo Wonder
- Figura 19A.** Elaboración de carteles
- Figura 20A.** Humedecimiento de los sustratos
- Figura 21A.** Primera toma de datos con la variable % de emergencia
- Figura 22A.** Incidencia de hongo en el tratamiento testigo SC
- Figura 23A.** Inicio de la germinación en los diferentes sustratos
- Figura 24A.** Toma de variable diámetro del tallo a los 15 DDS
- Figura 25A.** Toma de variable altura de la planta a los 15 DDS.
- Figura 26A.** Soluciones nutritivas empleadas en la fertilización de las plántulas
- Figura 27A.** Dosificación de las soluciones nutritivas diluidas en 10 litros de agua
- Figura 28A.** Lectura de CE después de la aplicación de los fertilizantes
- Figura 29A.** Incidencia de malezas en el tratamiento control SC
- Figura 30A.** Crecimiento de las plántulas en los diferentes tratamientos
- Figura 31A.** Disección de la planta para la cuantificación de biomasa
- Figura 32A.** Separación de plántulas y raíz por tratamientos-repeticiones
- Figura 33A.** Muestras rotuladas introducidas en la estufa
- Figura 34A.** Configuración de la estufa
- Figura 35A.** Pesaje de la biomasa seca aérea
- Figura 36A.** Muestras de sustratos seco
- Figura 37A.** Pesaje del sustrato CA en seco
- Figura A 38.** Microscopía de la fibra de coco

INTRODUCCIÓN

El panorama actual de las tierras agrícolas a nivel mundial está enmarcado por una serie de desafíos tanto ambientales como productivos. El aumento de la demanda alimentaria impulsada por la expansión del sector agrícola ha generado la degradación de los suelos, pérdida de biodiversidad y una intensiva deforestación. Según Rodríguez (2018), aproximadamente 22 millones de ha están afectadas por contaminación del suelo, esto debido a prácticas insostenibles como el uso excesivo de agroquímicos, los monocultivos y la deforestación.

Ecuador no es ajeno a esta situación, las prácticas intensivas, la deforestación junto con el uso excesivo de agroquímicos, han acelerado el proceso de degradación de los suelos afectando la biodiversidad y la seguridad alimentaria del país (FAO, 2020). En la provincia de Santa Elena el problema se agrava, debido a la presencia de sales en el suelo, bajo contenido de MO y un clima semiárido que reducen significativamente la productividad de las tierras (Cercado et al., 2021).

Debido a estos desafíos, se promueven prácticas sostenibles como la agroecología, el uso de sustratos orgánicos y técnicas de conservación, para mejorar la salud del suelo y la productividad agrícola. Estas problemáticas inciden directamente en la germinación de las semillas, el cual es un proceso clave en la producción de plantas, ya que determinan el éxito de producción de cultivos. En Ecuador el pimiento se cultiva en varias provincias, principalmente en zonas tropicales, los agricultores han tenido que incorporar nuevas técnicas para aumentar la tasa de producción y obtener mayor rentabilidad (Rodríguez et al., 2024).

Ante el desgaste de los suelos el uso de sustratos orgánicos se presenta como una alternativa viable y en auge, tanto en huertos familiares como en producciones comerciales a nivel global (Soto y Betancourt, 2022). Los sustratos como la fibra de coco y la cascarilla de arroz ofrecen ventajas significativas para la germinación de plántulas, por su uniformidad estructural y alta capacidad de aireación (Albuja et al., 2021).

La escasez de cuerpos de agua dulce a nivel mundial constituye un factor crítico para la agricultura, es indispensable tomar medidas que optimicen el uso del recurso hídrico. Según Tomalá *et al.* (2023), la agricultura utiliza el 72% del consumo de agua dulce a nivel mundial, lo que lo convierte en una actividad clave en el desarrollo de alternativas productivas que busquen una mayor eficiencia hídrica.

El estudio se centra en buscar materiales que sean más eficientes, ecológicos y baratos que contribuyan a optimizar el establecimiento de cultivos hortícolas en la fase germinativa, y que puedan solucionar las deficiencias del suelo convencional, especialmente en zonas con limitaciones edafoclimáticas como la provincia de Santa Elena.

El problema central que se aborda es la baja eficiencia de los suelos en cuanto a retención de agua, aireación y nutrientes, como consecuente la limitada tasa de germinación y desarrollo inicial de las plántulas. Ante esta situación, la investigación propone como novedad la evaluación comparativa de sustratos pocos utilizados en la zona, como la fibra de coco y la cascarilla de arroz, para determinar su comportamiento en la germinación de plántulas de pimiento bajo condiciones locales. Aportando alternativas para una producción sostenible sobre el manejo de sustratos en vivero proporcionando datos que pueden ser replicados en contextos similares.

A corto plazo se espera identificar el sustrato con mejor desempeño en la germinación, a mediano plazo, facilitar la adopción por parte de los agricultores como técnicas agrícolas, que puedan reducir sus costos, mejorar la eficiencia productiva y minimizar el impacto ambiental.

Los beneficiarios directos serán pequeños y medianos productores que busquen alternativas más amigables con el medio ambiente para la germinación de plántulas. La acción investigativa es esencial en el contexto actual donde el deterioro de los suelos y la creciente escasez del recurso hídrico exigen la incorporación inmediata de tecnologías sostenibles que buscan garantizar la seguridad alimentaria del sector.

Problema Científico

¿En qué medida el uso de sustratos orgánicos como la fibra de coco y la cascarilla de arroz mejoran la tasa de germinación del pimiento en la península de Santa Elena, donde los suelos tradicionales presentan baja eficiencia y alta vulnerabilidad a enfermedades?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar sustratos de fibra de coco, cascarilla de arroz, cascarilla de arroz/suelo y suelo a través de la germinación de plántulas de pimiento.

Objetivos Específicos:

1. Determinar las características de los diferentes sustratos orgánicos empleados en la germinación de plántulas de pimiento.
2. Analizar el comportamiento morfológico de las plántulas de pimiento en los diversos sustratos empleados, considerando el porcentaje de emergencia, altura, diámetro del tallo y biomasa seca.
3. Identificar el sustrato que presenta el mejor comportamiento en la germinación y desarrollo inicial de las plántulas de pimiento.

Hipótesis

El uso de sustratos alternativos como fibra de coco, cascarilla de arroz y la mezcla cascarilla de arroz/suelo mejora significativamente la tasa de germinación y el desarrollo inicial de las plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*) en comparación con el uso exclusivo de suelo, debido a sus propiedades de retención de agua y aireación.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Afectación de los suelos en la agricultura actual

1.1.1 Degradación de los suelos y su efecto en la germinación

Según Romero *et al.* (1998), el término degradación se define como “el efecto generado por cualquier proceso, agente natural o artificial, capaz de causar el deterioro parcial o total de la capacidad de los suelos para: a) producir cultivos de calidad y en cantidad normales; b) transmitir y movilizar el agua y/o el aire a través de sus horizontes, o c) de afectar negativamente cualquiera de sus propiedades normales físicas, químicas y biológicas”.

El suelo es considerado un recurso natural esencial para el crecimiento vegetal, constituido por minerales, agua, aire y organismos vivos, que en conjunto permiten el desarrollo de las plántulas en sus diversas etapas. Sin embargo, por las prácticas agrícolas inadecuadas como el uso excesivo de agro insumos o la sobreexplotación del terreno, se inicia el proceso degenerativo reduciendo su fertilidad (Ramón, 2021).

Estas alteraciones tienen consecuencias directas en la fase germinativa, debido a que el suelo pierde sus propiedades fisicoquímicas, afectando la cantidad de oxígeno y agua disponibles para las semillas, lo que retrasa la emergencia y reduce su porcentaje germinativo (Mantuano, 2024).

1.1.2 Condiciones específicas de los suelos en Santa Elena

En la actualidad, la provincia de Santa Elena es caracterizada por tener suelos pobres en materia orgánica <1%, y compactación elevada, como consecuencia reduce la capacidad de retención de agua y aire indispensables para el desarrollo de las raíces. Además presentan una CE elevada debido al uso excesivo de agroquímicos, que puede generar un estrés osmótico, reduciendo la viabilidad y vigor germinativo en las especies cultivadas (Gómez, 2024).

1.2 Características de los cultivos de ciclo corto en Santa Elena

1.2.1 Importancia socioeconómica

Debido a la creciente demanda de alimentos, los cultivos de ciclo corto han tomado gran relevancia en los últimos años, cuando la agricultura no satisface la demanda de

productos alimenticios se observa que afecta negativamente la tasa de crecimiento económico del país (Bula, 2020).

1.2.2 Principales especies cultivadas

En la provincia de Santa Elena se cultivan una gran diversidad de especies de ciclo corto entre los que se destacan el pepino, zapallo, zucchini, cebada, cebolla, maíz, melón, sandía y pimiento, los cuales completan su ciclo productivo en un periodo que va de los dos a seis meses (Zamora, 2011).

1.2.3 Requerimientos edafoclimáticos de las hortalizas

Las hortalizas en su mayoría se desarrollan de mejor manera en regiones con temperaturas que oscilan los 18 a 30°C. La precipitación anual optima varía entre 600 y 1200 mm, lo que requiere asegurar la disponibilidad de agua, en especial en las etapas críticas de los cultivos. En cuanto a suelo, se requiere suelos profundos, con buen drenaje y textura franca, debido a su sensibilidad al encharcamiento. El pH optimo del suelo va entre 5.5 y 7.0 (Benavides y Ramos, 2021).

1.3 Problemas en la germinación

1.3.1 Factores bióticos

La incidencia de ciertos hongos, virus y bacterias pueden afectar el proceso germinativo de las plántulas, por ende, es indispensable conocer acerca de los diferentes métodos de control, para prevenir el ataque de estos agentes patógenos, asegurando un buen desarrollo germinativo en las plántulas (Doria, 2010).

1.3.2 Factores abióticos

1.3.2.1 Estrés por exceso de sales

La salinidad es un factor cada vez más relevante, debido a su estrecha relación con las bajas precipitaciones y la escasez de agua. La salinidad afecta el crecimiento y producción del cultivo, al producir una reducción del potencial hídrico, disminuyendo la disponibilidad de agua y nutrientes (Jacho, 2021).

1.3.2.2 Estrés hídrico

Una de las limitantes a nivel agrícola en la península de Santa Elena es la falta del recurso hídrico, existen cultivos que no toleran el estrés hídrico, el cual afecta su fase inicial lo que reduce su porcentaje germinativo y posterior desarrollo productivo (Ortiz, 2022).

1.4 El uso de sustratos como alternativa para mejorar la germinación

Debido a la escasez de agua, la disminución de tierras cultivables, el aumento de la demanda alimenticia y la alta vulnerabilidad de los sistemas agrícolas a cambios bruscos de temperatura, al ataque de plagas y enfermedades, hacen que se establezca nuevas alternativas para la producción. Con el avance de la tecnología la utilización de sustratos de origen orgánico o inorgánico ha ido en aumento, debido a sus capacidades de producción y a su baja tasa de vulnerabilidad frente a agentes patógenos (Rocha et al., 2022).

1.5 Sustratos

Los sustratos son todos los materiales de origen natural, mineral u orgánico que funge como almacén de agua y nutrientes, permitiendo así el anclaje y desarrollo radicular de las plantas. La finalidad de un sustrato es brindar mejores condiciones para el desarrollo vegetal, los diferentes tipos de sustratos presentan diferentes características tanto físicas como químicas (Garbi y Puerta, 2021).

Fortis (2012) menciona al sustrato como un producto natural, resultante de la descomposición de diversos materiales de origen vegetal, animal o mixto, que posee la capacidad de mejorar la fertilidad de los suelos y por ende la producción y rendimiento de los cultivos.

1.5.1 Características de los suelos y de los sustratos

Suelo: Es considerado un sistema abierto capaz de albergar microorganismos y nutrientes de manera natural, que varían según los factores climáticos y biológicos. Su clase textural está determinada por la proporción de arena, limo y arcilla. Sin embargo, la complicación de factores como: compactación, salinidad o la presencia de agentes patógenos pueden dificultar la fase germinativa, por ende, la utilización de sustratos alternativos se presenta como una opción viable y sustentable para la agricultura. (Aragón et al., 2020).

Sustrato: Los sustratos presentan una parte sólida que confiere la estructura física y el espacio poroso que contribuyen a una buena aireación, percolación, retención y disponibilidad de agua, elementos indispensables para el crecimiento de las plántulas. Se pueden formular a través de materiales orgánicos como la fibra de coco, turba, humus de lombriz, cascarilla de arroz, o inorgánicos como la perlita y la vermiculita (Rodríguez et al., 2021).

1.5.2 Importancia de los sustratos

Según Piluy (2022) los sustratos no siempre reúnen todas las características deseables para el desarrollo de un cultivo, por esto es que se procede a mezclar varias fuentes de sustratos, incluso con suelo, buscando que unos aporten lo que les falta a otros.

Los sustratos cumplen un rol importante para el establecimiento del cultivo, proporcionando un anclaje y soporte para la planta, la retención de humedad de modo que esté disponible para la planta, permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera y servir como depósito para los nutrientes de la planta (Aguilar y Abarca, 2005).

1.5.2.1 Importancia a nivel mundial

Los estudios demuestran que los sustratos cumplen un papel fundamental en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas debido a su capacidad de mejorar las características físicoquímicas del suelo, mitigando así los impactos ambientales ocasionados por la agricultura convencional. En Europa y América la demanda de los sustratos ha ido en aumento, favoreciendo las prácticas sostenibles que reducen el uso de productos no renovables como la turba (Atzori et al., 2021).

1.5.2.2 Importancia en la provincia de Santa Elena

En la provincia de Santa Elena, la selección de un buen sustrato es clave para mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos, debido a que la zona está caracterizada por condiciones de climas áridos, suelos pobres en nutrientes y materia orgánica, los sustratos orgánicos como la fibra de coco y cascarilla de arroz contribuyen a la retención de agua, mejoran la aireación y aportan nutrientes al suelo, creando un ambiente favorable para una germinación exitosa y uniforme (Lopez, 2023).

1.6 Tipos de sustratos

1.6.1 Orgánicos

1.6.1.1 Fibra de coco

La fibra de coco es un residuo agroindustrial de origen tropical, el cual se genera después de que el coco haya sido procesado o consumido, obteniendo diferentes tamaños de fibras, generando buenas propiedades como una buena retención de humedad con un promedio del 57% y una alta relación C/N, el cual le permite mantenerse químicamente estable (Bianchi et al., 2023).

1.6.1.2 Peat moss

La materia prima del peat moss es *Sphagnum magellanicum* Brid. Que es un musgo perteneciente a la división de las *Bryophyta*, dentro de las cualidades que se han estudiado de este musgo destacan su capacidad de retención y absorción de agua, características que se aprovechan en la agricultura para reducir costos de producción (Ruíz y Mallen, 2022).

1.6.1.3 Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es considerada un buen material para el uso de sustratos, ya sea sola o mezclada con otras fuentes. Este material da como resultado un sustrato económico comparado con otros del mercado, como la turba o la lana de roca, y es abundante debido a que es un subproducto de la industria arrocera. Sin embargo, su manejo resulta complejo, debido a los pocos estudios acerca de sus propiedades (Tisalema, 2018).

1.6.1.4 Turba

La turba tiene propiedades fisicoquímicas adecuadas para el desarrollo de la mayoría de los cultivos, por este motivo es uno de los sustratos más utilizados a nivel mundial, pero su extracción tiene fuertes implicaciones ambientales (Mixquititla et al., 2022).

1.6.2 Inorgánicos

1.6.2.1 Hidrogel

Son redes poliméricas que tienen un alto nivel de hidratación y microestructuras tridimensionales que se asemejan a los tejidos naturales, ofreciendo una serie de características como el micro estructurado intrínseco que promueve el transporte de cargas iónicas, lo que facilita el transporte de nutrientes hacia las plantas (Belmonte et al., 2023).

1.6.2.2 Silicato de aluminio

También denominado perlita, es un sustrato de origen volcánico, presenta un color blanco o grisáceo, caracterizado por presentar una baja densidad con una retención de humedad promedio equivalente a un 63%. Debido a su porosidad otorga una excelente oxigenación al suelo, por lo que lo hace un excelente sustrato para combinarlo con otros (Lugo, 2022).

1.7 Criterios para la elección de un sustrato

1.7.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas del suelo son determinantes, ya que permite la fácil penetración de raíces, capacidad de retención de agua y nutrientes, aireación, capacidad de drenajes, entre otros (Marquez, 2020).

1.7.1.1 Retención de humedad

Es la capacidad del suelo o sustrato para retener agua disponible para la absorción por las raíces de las plántulas. El conocimiento de la curva de retención de humedad es indispensable a la hora de la programación del riego, la cual se ha determinado tradicionalmente con las ollas Richards (Zapata y Mauricio, 2021).

1.7.1.2 Porosidad

Es la proporción de un determinado volumen de suelo que no está ocupado por partículas o también denominado espacio poroso, indicando así el volumen de espacio disponible para el paso de agua y aire. Esta característica es importante para el crecimiento de las raíces y hospedar a la fauna y microorganismos del suelo (Silva y Mirás, 2024).

1.7.1.3 Densidad aparente (Da)

Es la relación entre el peso del suelo seco y el volumen total que ocupa, incluyendo sus espacios porosos. La densidad aparente está influenciada por las partículas sólidas, por el espacio poroso del suelo y por el contenido de MO. Esta propiedad condiciona el transporte de nutrientes hacia las raíces a través de los poros del suelo, y cuando presenta índices bajos afecta el desarrollo radicular (Valencia, 2020).

1.7.2 Propiedades químicas

Son todas las características relacionadas con la composición química del suelo, que tiene relación con la disponibilidad de nutrientes y agua para las plantas. De ahí que sin un previo estudio de los indicadores químicos del suelo, es difícil comprender la fisiología de la nutrición de los cultivos, generando así un aumento en los costos de producción (Vargas et al., 2020).

1.7.2.1 Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Según Cruz *et al.* (2020) es la capacidad del sustrato/suelo para retener y liberar cationes (nutrientes), lo que ayuda a mantener un suministro constante de nutrientes disponibles para la planta, suelos con baja CIC suelen presentar problemas de desarrollo de los cultivos, por lo que es necesario completar con fertilización mineral, lo cual es indispensable para garantizar una adecuada nutrición a las plántulas, contribuyendo a la producción mundial.

1.7.2.2 Conductividad eléctrica (CE)

Es una medida que indica la capacidad de los suelos para conducir corriente eléctrica, esto depende de la cantidad de sales disueltas en el suelo depende de sales y de la humedad, una CE baja puede ocasionar deficiencia de nutrientes y una CE alta puede generar toxicidad

o estrés salino a los cultivos, se mide en dS m^{-1} y unidades derivadas (Casasnovas y Satorra, 2022).

1.7.2.3 pH

Es un indicador del nivel de acidez o alcalinidad que posee un sustrato influyendo directamente en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Los cultivos hortícolas requieren cierto rango específico que generalmente va entre 5.5 a 7. Tanto valores bajos como altos de pH ocasionan una reducción en la cantidad de nutrientes esenciales en el suelo, generando deficiencias nutricionales en las plántulas. Un pH bajo, puede ocasionar toxicidad por elementos tales como, aluminio y manganeso (Sadeghian y Marín, 2020).

1.8 Germinación en sustratos orgánicos

La producción de plántulas ha pasado por varios procesos desde la siembra en almácigos en suelo, donde el riesgo es elevado debido a que la plántula está expuesta a diversas enfermedades, hasta las modernas instalaciones de los semilleros, que permiten un mayor control de las condiciones edafoclimáticas del cultivo en edades tempranas, esta práctica equivale a producir plántulas de calidad, lo que facilita el manejo del cultivo y permite un mayor desarrollo, como consecuente se obtienen mayores rendimientos y beneficios económicos (Pérez et al., 2023).

1.8.1 Fibra de coco en la germinación de plántulas hortícolas

Según Morales (2021) en su experimento evaluando la fibra de coco en la producción de plántulas de tomate obtuvo los siguientes resultados mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Evaluación del establecimiento y desarrollo inicial en plántulas de tomate (Morales, 2021).

Variable evaluada	Tiempo de evaluación	Resultado obtenido
Porcentaje de germinación (%)	7 días	97
Número de hojas verdaderas	16 días	3 hojas
Altura de la planta (cm)	16 días	5.52
Diámetro del tallo (mm)	16 días	1.23

Nota: Caracterización del residuo de la fibra de coco como sustrato para la producción de plántulas de tomate.

La investigación concluyó que el sustrato a base de fibra de coco proporciona una buena aireación y retención de humedad lo que lo convierte en un sustrato ideal para la producción de cultivos hortícolas.

1.8.2 Cascarilla de arroz en la germinación

La Tabla 2 presenta los resultados de la investigación de Tisalema (2018), el cual evaluó el desempeño agronómico de las plántulas de pimiento en sustratos a base de cascarilla de arroz. Se midieron indicadores claves como porcentaje de emergencia, altura de la planta, número de hojas, volumen y longitud radicular con la finalidad de determinar la influencia de cada sustrato sobre el desarrollo del cultivo.

Tabla 2. Desempeño de las variables agronómicas con la utilización de sustratos de enraizamiento a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (Tisalema, 2018).

Variables	Tratamientos			
	S1	S2	S3	T
Porcentaje de emergencia	91.50	97.03	95.64	96.40
Altura de plántula a los 45 días	8.17	9.54	8.80	9.30
Número de hojas a los 45 días	4.05	5.78	4.78	5.53
Volumen del sistema radicular	1.49	2.44	1.65	2.22
Longitud del sistema radicular	5.81	8.41	6.60	8.16
Porcentaje de sobrevivencia	81.66	96.15	93.04	94.74

Nota: S1= 100% cascarilla de arroz, S2= 50% cascarilla de arroz + 50% compost, S3= 100% compost, T= Turba comercial (Pinstrub).

Los resultados muestran que el S2 presentó mayor desempeño en la mayoría de las variables evaluadas, lo que evidencia que la aplicación de sustratos beneficia el desarrollo inicial de los cultivos de pimiento.

1.9 Importancia del pimiento a nivel mundial

El pimiento es una hortaliza consumida a nivel global debido a su alto contenido de vitaminas, minerales y antioxidantes bajo en calorías. La producción del género *Capsicum* ha mostrado un crecimiento sustancial. En el año 2017 se estimó un aproximado de 34.497,462 toneladas cosechadas, siendo China el principal con una participación del 49%, seguida de México con el 9% y Turquía e Indonesia con el 7% (Tabla 3) (Bautista y Tulio, 2019).

Tabla 3. Principales países productores de chile y pimienta a nivel mundial (FAO, 2017).

Posición	País	t. cosechadas
1	China	17.821,24
2	México	3.296,88
3	Turquía	2.608,17
4	Indonesia	2.359,44
5	España	1.277,91
6	Estados Unidos de América	962,68
7	Nigeria	748,56
8	Egipto	623,22
9	Argelia	614,92
10	Túnez	429,00

1.10 Importancia del pimienta en el Ecuador

En Ecuador se producen 5500 ton al año esto en 1700 ha sembradas, sin embargo el sector agrícola presenta una baja en la producción del cultivo, debido al ataque indiscriminado de plagas y enfermedades que afectan los rendimientos y la calidad del fruto (Ruiz et al., 2021).

1.11 Generalidades del pimienta

1.11.1 Taxonomía

Guevara (2024) indica que el pimienta o pimentón, desde el punto de vista botánico, se clasifica de la siguiente manera (Tabla 4).

Tabla 4. Taxonomía del cultivo de pimienta (*Capsicum annuum*) (Guevara, 2024).

Clasificación	Descripción
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridia
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>C. annuum</i>

La identificación anterior englobaría a toda la variedad del género, sin embargo es la más aceptada en las dos especies (*Capsicum annuum* y *Capsicum frutescens*), que se diferencian en el número y color de las flores, forma y tipo de fruto, entre otras

características. La primera especie engloba a los pimientos dulces al contrario de la otra que son los de tipo picante (Escalera et al., 2019).

1.11.2 Origen

Según Laínez (2023) menciona que el pimiento es originario de América, países como Bolivia y Perú se le atribuye esta hortaliza perteneciente a la familia de las solanáceas. Fue introducida en el viejo mundo por Cristóbal Colón en 1493.

1.11.3 Hojas

Las hojas del pimiento son simples, de forma lanceoladas y formadas por un peciolo alargado. Los tejidos que pertenecen al peciolo son semejantes a los del tallo. Las láminas foliares tienen tres tejidos: dérmico, vascular y parenquimático (Pérez, 2022).

1.11.4 Sistema radicular

Huamanlazo (2023) Menciona que el pimiento presenta un área radicular superficial y poco regenerativa, siendo sensible al estrés hídrico en especial durante la primera etapa vegetativa y etapa productiva. Este estrés puede ocasionar una serie de alteraciones en los mecanismos morfológicos de la planta como: reducción del área foliar, menor crecimiento de las raíces secundarias y en el llenado de las semillas.

1.11.5 Tallo

De acuerdo con Ordoñez (2019), el tallo del pimiento es erecto y de crecimiento limitado, alcanzando promedios de altura que ronda los 60 cm y un diámetro que varía entre 0.5 y 1.5 cm. Cuando la planta adquiere una cierta edad tienden a lignificarse parcialmente.

1.11.6 Suelo

Según Díaz (1977), citado por (Rivera, 2024), el pimiento prefiere suelos profundos de textura media que sean ricos en fosforo y nitrógeno. Se adapta a los rangos de pH que van de 5.5 a 7, sin embargo, no tolera la salinidad lo que puede ocasionar en una baja del rendimiento a una CE superior de 3.5 dS m⁻¹, también es importante evitar suelos propensos a encharcamiento debido a que la raíz del pimiento tiende a asfixiarse.

1.11.7 Plagas del pimiento

1.11.7.1 Monitoreo fitosanitario

Según Mitidieri (2012) el objetivo del monitoreo es conocer el estado sanitario del cultivos, evaluar la evolución poblacional de las plagas y verificar la efectividad de las labores adoptadas en el caso de efectuarse después de la aplicación el método de control.

*1.11.7.2 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)*

Los daños por mosca blanca en las plántulas de pimiento se deben a su aparato bucal, tienen la capacidad de succionar la savia de las hojas, flores y frutos produciendo manchas cloróticas de color oscuras o rojas, como consecuente se produce una disminución de la calidad del fruto debido a la maduración irregular (Vélez et al., 2022).

*1.11.7.3 Pulgón verde (*Myzus persicae*)*

Este áfido constituye a un grupo de insectos que succionan la savia de los tejidos, afectando numerosos cultivos. Además, inyectan sustancias tóxicas que producen deformaciones y transmiten numeroso virus, como el virus denominado “Tabacco etch virus”, su transmisión es extremadamente rápida y reduce la calidad comercial del pimiento al manchar los frutos (Casapaico, 2024).

*1.11.7.4 Araña roja (*Tetranychus urticae*)*

Dañan con su estilete las flores y frutos, llegando a deformarlos debido a la reacción de su saliva tóxica. Suelen aparecer en época seca, aumentando su población debido a las variaciones de temperatura. Se conocen como depredadores naturales de Trips a *Orius sp.* y *Aléothrips intermedius* (Rivas, 2021).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

2.1.1 Ubicación

El experimento se llevó a cabo en la parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena, en las instalaciones de la extensión Centro de Apoyo Manglaralto, perteneciente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), cuyas coordenadas geográficas (GPS) son latitud sur $1^{\circ}50'35.2''$ y longitud oeste $80^{\circ}44'30.3''$ con una altitud de 13 msnm.

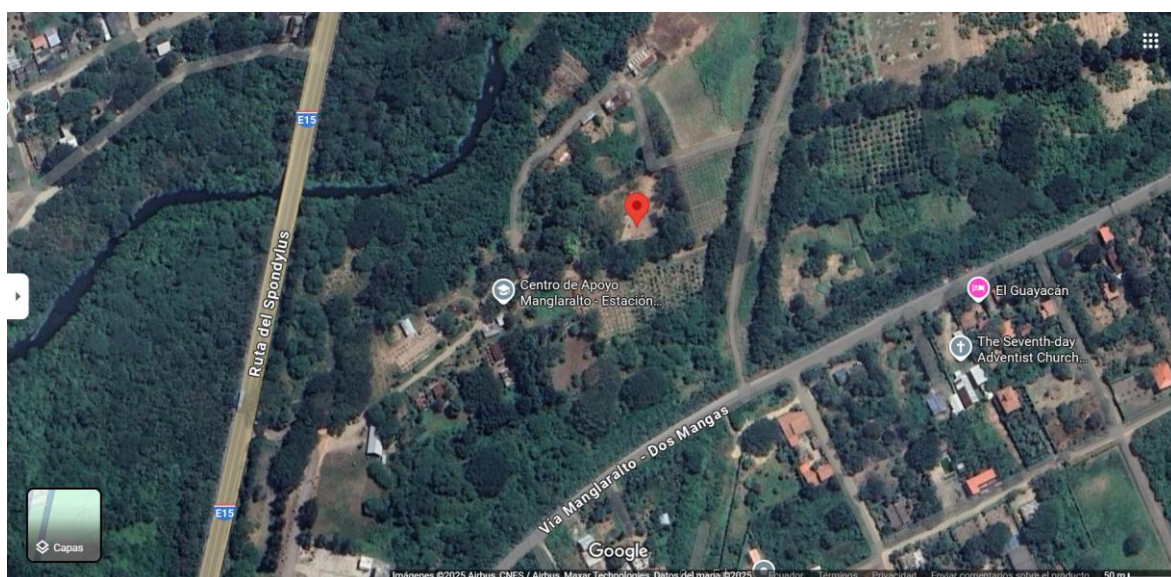


Figura 1. Ubicación satelital del área experimental (Google Maps, 2025).

2.1.2 Clima

La zona experimental presenta un clima característico de la región costera del Ecuador, con una humedad relativa promedio de 64%, una temperatura que oscila los 19 a 30 °C, precipitación media anual de 100 a 283 mm y una heliofanía de 12 horas luz (Malavé, 2021).

2.1.3 Suelo

El suelo empleado para el experimento proviene del Centro de Apoyo Colonche (CAC), posee una clase textural franco-arcilloso, compuesta de 22% de arena, 40% de limo y 38% de arcilla. La Tabla 5 indica las propiedades fisicoquímicas del suelo. En el Figura 2A. se encuentra el informe general del análisis de la muestra de suelo con el código COLSUS 01 PROF 0.2. Esta muestra corresponde a un aglomerado de suelos recolectadas y enviadas por la UPSE en un proyecto financiado.

Tabla 5. Propiedades físicas y químicas del tratamiento control SC INIAP (2024).

Parámetro	Resultado	Interpretación
Nitrógeno asimilable	9 µg/ml	Bajo
P	19 µg/ml	Medio
K	550 µg/ml	Alto
Ca	2637 µg/ml	Alto
Mg	524 µg/ml	Alto
M.O	1.50%	Bajo
pH	7.5	Prácticamente neutro
CE	221 µS/cm	No salino

Nota: P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; M.O: Materia orgánica; pH: Potencial de hidrógeno; CE.: Conductividad eléctrica

2.1.4 Agua de riego

El Centro de Apoyo Manglaralto (CAM) se encuentra cerca del Río Manglaralto que proviene de la Cuenca de Manglaralto, cuyo cause nace de la Cordillera Chongón Colonche antes de desembocar en el Océano Pacífico. El agua que se utilizó para el regío de los cultivos proviene de un pozo, en la Tabla 6 se presenta los resultados del análisis de agua, indicando un recurso ligeramente alcalino (Laínez, 2022).

Tabla 6. Propiedades del agua de riego en el CAM (Laínez, 2022).

Parámetro	Resultado	Interpretación
Temp	25.2 °C
CE	0.57 dS m ⁻¹	Ligeramente salino
pH	6.88	Prácticamente neutro

Nota: CAM: Centro de Apoyo Manglaralto, CE: Conductividad eléctrica, pH: Potencial de hidrógeno.

2.2 Materiales, equipos y reactivos

2.2.1 Material biológico

- 800 Semillas certificadas de pimiento (Hibrido Yolo Wonder)
- Fibra de coco (Sustrato)
- Cascarilla de arroz (Sustrato)
- Suelo (Testigo)

2.2.2 *Material de campo*

- Machete
- Pala
- Pico
- Excavadora
- 40 semilleros de 20 cavidades
- Plywood 2 planchas 2.54m x 1.35m
- Fundas Ziploc
- Rastrillo
- Tornillos ½ pulgada
- Tuercas
- Plástico (Cerramiento del vivero)
- Alambre
- Piola
- Clavos de 1 pulgada
- Martillo
- Cinta métrica
- Taladro inalámbrico TOTAL 12V
- Cámara fotográfica
- Regadera
- 1 recipiente de 15 L para preparar las soluciones nutritivas
- Fundas de papel kraft
- 800 vasos plásticos (Semilleros) (5cm x 6cm)

2.2.3 *Material de laboratorio*

- 10 Vasos de precipitación 250 ml
- Colador
- Papel toalla
- Criba de 2mm ADVANTECH

2.2.4 *Equipos de oficina*

- Impresora

- Computadora portátil
- Escáner
- GPS

2.2.5 Equipos de laboratorio

- Potenciómetro (Calibrado) “pH-2 Pro Meter”
- Conductímetro (Calibrado) “TDS 3 en 1 “2da generación”
- Balanza analítica (calibrada) “A&D FX-300i”
- Estufa “Rebelk RS-40+”

2.2.6 Reactivos

- Agua destilada
- Solución buffer 4.00;6.94;9.00 para calibración del potenciómetro
- Sustratos
- Soluciones nutritivas AQUANT
 - Solución A (macronutrientes)
 - Solución B (Micronutrientes).

2.3 Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental, en el cual se evaluó la eficiencia de diferentes sustratos orgánicos en la germinación de pimiento dulce híbrido Yolo Wonder bajo condiciones controladas, aplicados en diferentes porcentajes.

2.4 Diseño de investigación

2.4.1 Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), conformado por el testigo absoluto más tres proporciones de sustratos como tratamientos, y 10 repeticiones como lo indica la Tabla 8. En los parámetros del diseño se consideraron aspectos como: porcentaje de emergencia, biomasa seca radicular, altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y propiedades fisicoquímicas de los sustratos.

Tabla 7. Esquema ANOVA del Diseño Completamente al Azar (DCA).

Fuente de variación	Fórmula	Grados de Libertad
Tratamientos	$t - 1$	3
Error	$t * (r - 1)$	36
Total	$(t * r) - 1$	39

Nota: t = número de tratamientos (4). r = número de repeticiones (10).

2.4.2 Descripción de los tratamientos

En la Tabla 8 se detallan los tipos de tratamientos utilizados. El T1 correspondió al uso de suelo empleado como testigo de comparación, el T2 consistió en la mezcla de suelo convencional con cascarilla de arroz en una proporción 1:1, el T3 fue únicamente de cascarilla de arroz y el T4 se conformó de fibra de coco al 100% dado su reconocimiento como sustrato orgánico.

Tabla 8. Descripción de los tratamientos utilizados.

Tratamiento	Símbolo	Descripción
T1	SC	Suelo 100%
T2	SCCA	Suelo convencional + cascarilla de arroz 1:1
T3	CA	Cascarilla de arroz 100%
T4	FC	Fibra de coco 100%

2.4.3 Especificaciones del experimento

- Diseño experimental: DCA
- Número de tratamientos: 4
- Número de repeticiones: 10
- Total de unidades experimentales (semilleros): 40
- Distancia entre Tratamientos: 0.2 m
- Distancia entre repetición: 0.05 m
- Largo del invernadero: 6 m
- Ancho de la invernadero: 2 m
- Área total de la invernadero: 12 m²
- Área útil de la invernadero: 6 m²
- Número de plántulas por repetición: 20
- Numero de plántulas por tratamiento: 200
- Número total de plantas: 800 plantas

- Área útil de invernadero: 6 m^2
- Área total del experimento: 12 m^2

2.4.4 Distribución de los tratamientos en el área experimental

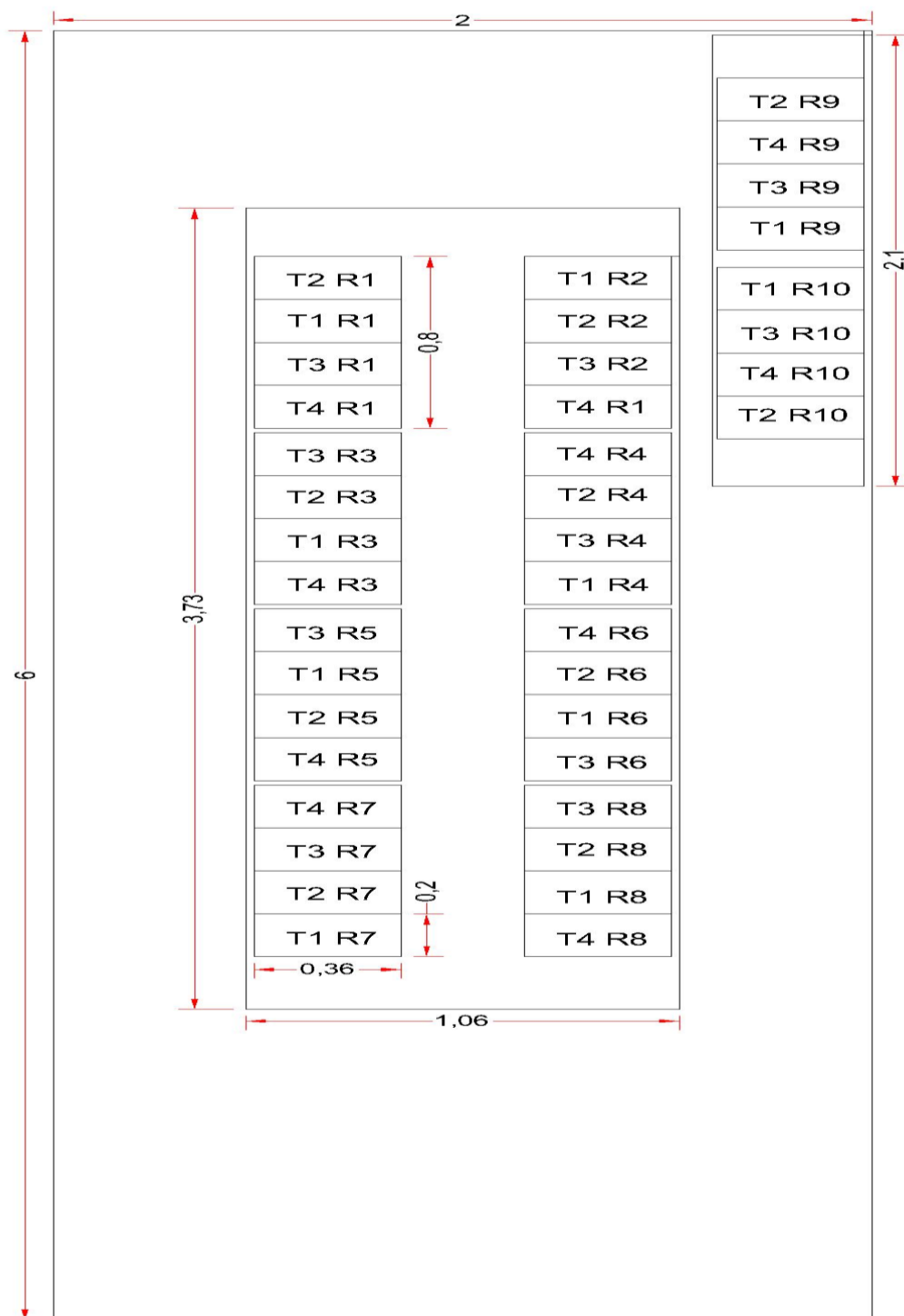


Figura 2. Croquis del área experimental

2.4.5 Diseño de la unidad experimental

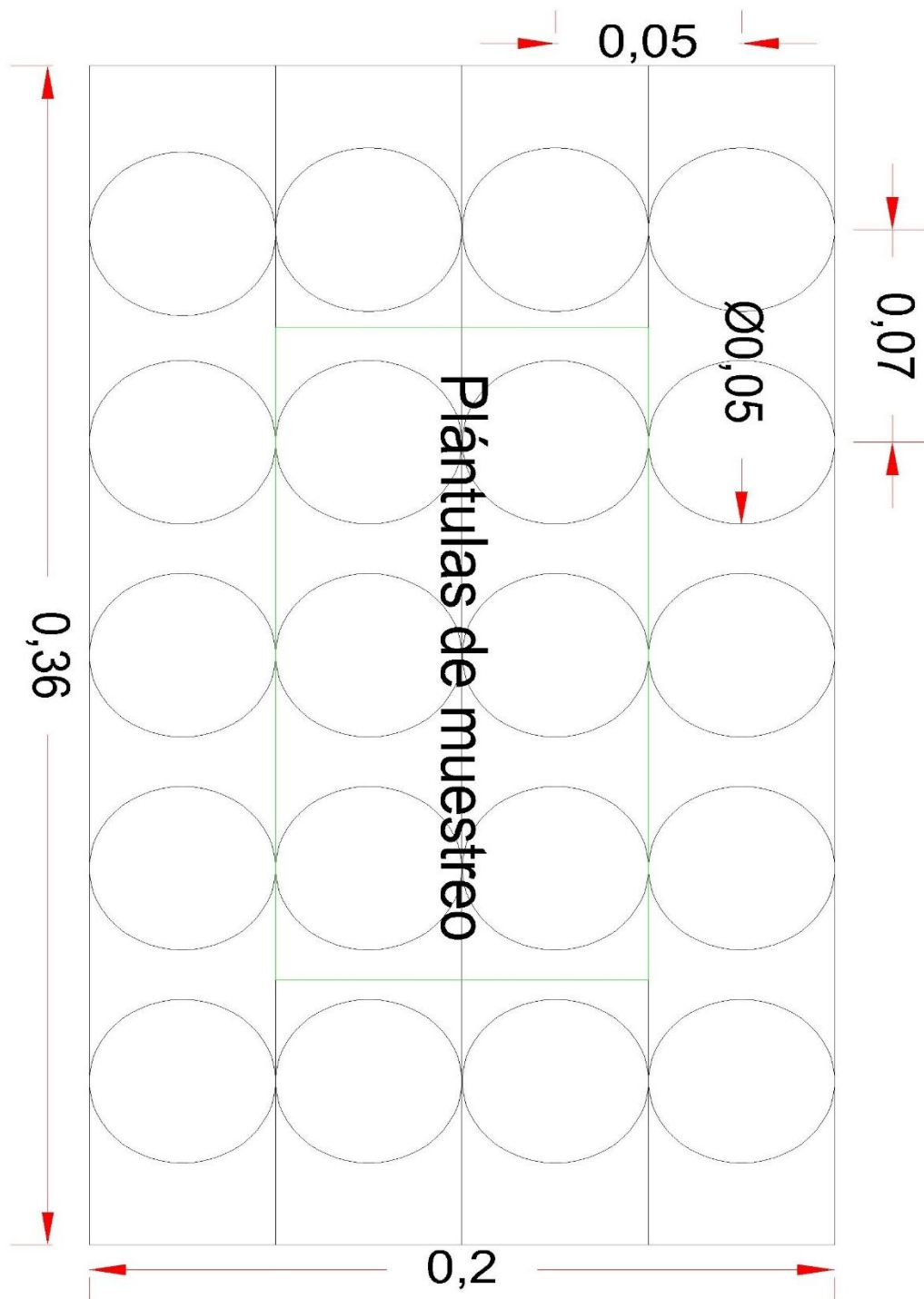


Figura 3. Esquema de la unidad experimental (repetición)

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 *Recolección de sustratos*

Para la investigación se utilizaron tres diferentes materiales: tierra, cascarilla de arroz y fibra de coco. Con la finalidad de evaluar alternativas sostenibles al momento de la germinación de plántulas hortícolas que cambien el uso de la turba debido a sus complicaciones ambientales, y el uso de suelo convencional ya que presenta varios problemas en la actualidad.

2.5.1.1 *Cascarilla de arroz*

La cascarilla de arroz fue proporcionada por la empresa piladora “Genesis” ubicada en la provincia del Guayas, la cual facilitó dos sacos del material, la cascarilla pasó por un proceso de triturado siguiendo la metodología descrita por Zambrano *et al.* (2021), a un espesor <2mm que fue pasado por una criba de marca ADVANTECH de 2mm para proporcionar un mejor medio para el crecimiento de las plántulas.

2.5.1.2 *Fibra de coco*

La fibra de coco fue adquirida a través de la plataforma “mercado libre”, con un precio de 20\$ los 19 kg, suficiente para todo el experimento, ya contaba con la preparación previa de lavado, lo cual es indispensable para eliminar excesos de sales, debido a que la fibra de coco sin tratar puede presentar altos índices de CE >5dS m⁻¹ según Projar (2020), lo que imposibilitaría la germinación del pimiento.

2.5.1.3 *Tierra*

La tierra se recolectó en el Centro de Apoyo Colonche (CAC) perteneciente a la UPSE, se empleó una pala, con la cual se extrajo la capa superficial de 0-20cm de profundidad, zona donde ocurre la mayor actividad radicular. Posteriormente, fue guardado en un saco de yute previamente identificado y trasladado al área experimental. Se realizó una limpieza manual retirando restos de materiales vegetales y piedras, que pueden interferir en la germinación de las plántulas.

2.5.2 *Construcción de semilleros*

Los semilleros se elaboraron con una capacidad de 20 cavidades cada uno, utilizando 19 tubos de PVC de 2 pulgadas de diámetro, el cual fueron unidos con tornillos de media pulgada y asegurados con tuercas para una buena firmeza. Las cavidades se realizaron con una broca tipo campana de 5 cm de diámetro, utilizando un taladro inalámbrico de marca TOTAL. Las dimensiones finales de los semilleros fueron 20cm de ancho y 36cm de largo.

En total se realizaron 40 semilleros, obteniendo así 800 cavidades destinadas a la siembra de las plántulas de pimiento.

2.5.3 *Análisis físicos y químicos de los sustratos*

Las características físicas y químicas de los sustratos utilizados (suelo, cascarilla de arroz y fibra de coco) se evaluaron mediante diferentes procedimientos de muestreo y análisis, con el fin de determinar su idoneidad para la germinación de plántulas hortícolas.

El análisis de pH y CE de los sustratos se realizó en las instalaciones de la UPSE en el laboratorio de Agua y Suelo de Manglaralto, utilizando equipos previamente calibrados bajo normas técnicas estandarizadas.

2.5.3.1 *Muestreo de suelo*

Se utilizó la metodología implementada por Osorio (2012). Se recolectaron 10 submuestras de suelo distribuidas en forma de Zigzag a lo largo de toda el área agrícola de la extensión, a una profundidad de 20 cm. Posteriormente las muestras se homogenizaron hasta obtener 1 kg para la muestra final, la cual mediante una funda Ziploc fue guardada y etiquetada con un código para su identificación “COLSUS-01-PROF-0.2”.

2.5.3.2 *Análisis químico del suelo*

Dentro del marco de un proyecto financiado por la UPSE, se mandaron diferentes muestras de suelo para su previo análisis realizado por el INIAP (2024), en la estación experimental Litoral Sur. En el que se evaluaron diferentes parámetros fisicoquímicos del suelo Figura 1A., utilizando varios métodos de medición (Colorimetría para NH₄ y P, absorción atómica para K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, turbidimetría S, Walkey Black %M.O).

2.5.3.3 *pH*

Para la determinación de pH en cascarilla de arroz y suelo se empleó el método de dilución 1:2 (masa:volumen) descrito por Soto *et al.* (2019), utilizando 80g de muestra diluidas en 160ml de agua destilada.

Para la fibra de coco se empleó la metodología propuesta por Projar (2020), se recomienda el método de Sonneveld con proporciones 1:1,5, es decir, Para 80g de muestra se adicionó 120ml de agua destilada. Las soluciones obtenidas fueron homogenizadas mediante filtración y dejadas en reposo durante 45 minutos antes de realizar las lecturas.

El potenciómetro digital pH-2 Pro Meter fue calibrado siguiendo el procedimiento estándar de ajuste a tres puntos descrito por Castillo *et al.* (2019), utilizando tres soluciones buffer con diferentes concentraciones de pH (4.00;6.94;9.00), cada una preparada en 100 ml

de agua destilada. Entre cada lectura, el electrodo fue debidamente enjuagado con agua destilada para evitar la contaminación cruzada.

Dado que el pH es una escala logarítmica, definida por la ecuación $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$, el promedio aritmético directo de los valores de pH no representa correctamente la acidez media de las muestras tomadas. Por ello, las lecturas tomadas con el potenciómetro se transformaron a concentraciones de iones de hidrógeno mediante $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$, se calculó el promedio aritmético de $[\text{H}^+]$, finalmente se transformó de nuevo esos promedios a pH con la fórmula $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$ (Vázquez et al., 2018).

2.5.3.4 *CE*

Para la determinación de CE en las muestra de suelo y cascarilla de arroz se empleó el método de dilución 1:5 descrito por Postemsky y López (2016), las muestras utilizadas en la medición de pH fueron ajustadas hasta alcanzar la proporción requerida mediante la adición de agua destilada. Las muestras se dejaron reposar durante 45 minutos, garantizando una homogenización y estabilización de la solución.

Finalmente se tomaron las lecturas con un conductímetro digital marca TDS 3 en 1 (2da generación), previamente calibrado a una temperatura de 25°C, obteniendo los valores de conductividad expresados en dS m^{-1} .

2.5.4 *Acondicionamiento del área*

2.5.4.1 *Limpieza del área*

El experimento se realizó en el área denominada “Cámara de secado solar”, la cual cuenta con unas dimensiones de 12 m². Previo a la instalación de los tratamientos, se ejecutó una limpieza de manera interna y externa con un rango de 1 metro a la redonda, con la finalidad de garantizar un espacio libre de residuos que puedan afectar la investigación.

2.5.4.2 *Preparación de las mesas*

Se efectuaron las mediciones de la mesa central con la ayuda de un flexómetro, con dimensiones de 1 x 4 m, lo que permitió verificar el espacio disponible que contaba para la distribución de los tratamientos. Durante el proceso se determinó que para completar la distribución haría falta otra mesa con dimensiones de 0.8 x 1.20 m, por lo que se construyó la mesa con madera del lugar, haciendo los huecos con una excavadora manual, y por último, como base se colocó dos planchas de playwood previamente cortadas a medida en ambas mesas.

2.5.5 Mezcla de sustratos

Para el tratamiento SCCA correspondiente a la mezcla de cascarilla de arroz y suelo en proporciones iguales 1:1, se empleó un recipiente plástico como contenedor de la mezcla, primero se introdujo la cascarilla de arroz hasta completar la mitad del tacho, luego se adicionó el suelo convencional hasta completar la mitad faltante. Posteriormente ambos materiales fueron mezclados manualmente de manera uniforme asegurando la correcta integración de los tratamientos.

2.5.6 Llenado de los semilleros

Una vez preparados los sustratos correspondientes a los diferentes tratamientos (T1, T2, T3 y T4), se procedió al llenado de los semilleros. En cada cavidad se colocó un vaso plástico de 3 onzas, el cual fue llenado con el sustrato asignado a su respectivo tratamiento, tal como se presenta en la Tabla 8. Este procedimiento se realizó de manera uniforme, asegurando la homogeneidad en las condiciones iniciales para la germinación de las plántulas.

2.5.7 Colocación de las semillas

El híbrido seleccionado fue el Yolo Wonder, como una mejora del California Wonder, este híbrido produce frutos más grandes, de 3 a 4 lóbulos y paredes gruesas, con un follaje denso. Es comercializada por la marca Agrosad en presentaciones de 6g, aproximadamente cuenta con 400 semillas. En cada vaso previamente llenado con el sustrato correspondiente al tratamiento, se realizaron orificios de 1 cm de profundidad, según las recomendaciones de Seeds´N Such (2025), posteriormente, se colocaron dos semillas por cavidad con el propósito de garantizar el mayor éxito en la germinación.

Una vez sembradas, las semillas fueron cubiertas por una fina capa del sustrato correspondiente, para asegurar un entorno de óptimo desarrollo y humedad que favorezca la germinación. Los semilleros fueron previamente identificados mediante carteles conforme como lo indica la Figura 2.

2.5.8 Frecuencia de riego

El régimen de riego se estableció considerando las características de retención e infiltración de humedad. Se suministró 30 ml de agua cada dos días asegurando así el humedecimiento de los sustratos, cantidad equivalente a un tercio del volumen del recipiente

(88 ml), con el fin de evitar encharcamiento y garantizar una adecuada aireación al sistema radicular.

2.5.9 Fertilización

Una vez superado el 90% de emergencia y las primeras hojas verdaderas, se inició el proceso de fertilización tal como lo menciona Mejía *et al.* (2023). Se aplicaron soluciones nutritivas de la marca AQUANT, divididas en solución A (Macronutrientes) y solución B (micronutrientes), se aplicó una dosificación baja de 0.50ml L⁻¹ de las dos soluciones, se tomó una muestra para medir el pH y la CE de la solución nutritiva tal como lo muestra la tabla 9.

Tabla 9. Parámetros químicos de la solución nutritiva por litro de agua.

Muestra	Parámetros	
	Ph	CE dS m ⁻¹
Solución nutritiva A+B	7.66	1.07

Nota: pH: Potencial de hidrógeno; CE: Conductividad eléctrica

2.6 Parámetros evaluados

2.6.1 Parámetros físicos y químicos de los sustratos

Se utilizó la metodología propuesta por Dilger (1998), la cual se describe a continuación:

Se determinó el volumen de los contenedores utilizando un envase de características similares, el cual fue rotulado a la altura que se encuentra el sustrato llenándolo hasta el nivel rotulado con agua, a continuación con una pipeta se absorbió el contenido de agua y se determinó el volumen del vaso (Vc).

Posterior al proceso germinativo se realizó el pesado de los contenedores para registrar el peso húmedo (Ph), con la finalidad de asegurar la correcta identificación de cada muestra se rotuló cada pesa filtro con el número de tratamiento y número de repetición. Se procedió a colocar en la estufa a 105°C por 24 horas para obtener el peso seco (Ps). Una vez obtenidos los valores Vc, Ph, Ps. Se determinaron las siguientes propiedades físicas mediante las siguientes formulas.

2.6.1.1 Capacidad de retención de humedad (%)

La capacidad de retención de humedad (%) se determinó mediante la relación entre el peso húmedo y el peso seco del sustrato tal como lo describe Segura *et al.* (2008), expresando el resultado como el porcentaje de agua retenida respecto al volumen del

recipiente. Esta variable permite evaluar la habilidad del sustrato para conservar la humedad disponible para la planta, lo cual influye directamente en la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas, según la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de retención de humedad} = \left[\frac{(Ph - Ps)}{Vc} \right] * 100$$

Donde:

Ph= peso húmedo del sustrato (g)

Ps= peso seco del sustrato (g)

Vc= volumen del recipiente (cm³)

2.6.1.2 Densidad aparente (Mg m⁻³)

Por otro lado, la densidad aparente (Mg m⁻³) se calculó dividiendo el peso seco del sustrato entre el volumen del recipiente, con el propósito de estimar la compactación y porosidad del material, características que inciden en la aireación y el desarrollo radicular de las plántulas (Bárbaro et al., 2019).

$$\text{Densidad aparente (Mg m}^{-3}\text{)} = \frac{Ps}{Vc}$$

2.6.2 Morfológicos

Las variables morfológicas fueron registradas a partir del 11 día después de la siembra, momento en el cual se empezó a notar los primeros indicios de germinación de las plántulas, se tomaron datos diariamente hasta el día 25 después de la siembra, día el cual acaba la fase germinativa del pimiento.

2.6.2.1 Porcentaje de germinación (%)

Un total de 800 semillas fueron empleados para los cuatro tratamientos. El porcentaje de germinación se evaluó a los 14 días después de la siembra, empleando la fórmula descrita por (Reyes, 2025).

$$G\% = \frac{N}{Ns} * 100$$

G%: es porcentaje de plantas germinadas

N: es el número de plantas germinadas

Ns: es el número total de semillas colocadas

2.6.2.2 Altura de la planta:

Se tomó en cada semillero 6 plantas centrales, con ayuda del pie de rey (calibrador), se evaluó la altura de la planta en mm, desde el ras del suelo hasta el ápice iniciando a los

10 días después de la siembra hasta los 25 días haciendo una toma de datos diaria (Delgado et al., 2021).

2.6.2.3 *Diámetro del tallo:*

Se tomó en cada semillero 6 plantas centrales al alzar y con la ayuda del calibrador se midió el diámetro en mm, en la parte media del tallo a los 15 días después de la siembra hasta los 25 días (Rivera, 2022).

2.6.2.4 *Peso de la biomasa seca radicular*

Fue realizado según la metodología Méndez *et al.* (2021). Se retiró la raíz de las plántulas seleccionadas al azar al acabar el proceso germinativo, el cual se pesó en húmedo en la balanza analítica A&D FX-300i, posteriormente las muestras se colocaron en bolsas de papel Kraft debidamente etiquetadas (tratamiento, repetición) para luego secarlas en una estufa a 60°C por 72 horas, tras la eliminación de la humedad, se efectuó el pesaje correspondiente para determinar la biomasa seca radicular.

2.6.2.5 *Peso de la biomasa seca aérea*

Se estimó el contenido de biomasa a través del método destructivo utilizado por García, (2009), fraccionando las plántulas por componentes: raíz, tallo + hojas, a continuación se colocaron en bolsas de papel Kraft debidamente etiquetadas (tratamiento, repetición), y finalmente se introdujo a la estufa “Rebelk RS-40+” a 60°C por 72 horas. Posterior a este proceso se pesó en una balanza analítica “A&D FX-300i” con un margen de error $d=0.001$ g, proporcionando el peso de la biomasa seca.

2.7 **Análisis estadístico de los resultados**

Los datos obtenidos fueron tabulados y analizados mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), y en los casos donde existieron diferencias significativas, se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Parámetros Físicos y químicos de los sustratos

En la tabla 10 se presentan los valores obtenidos para los parámetros de los cuatro tratamientos. Se evaluó el pH, CE (dS m⁻¹), con el fin de determinar las condiciones iniciales de los sustratos empleados en la investigación, demostrando una diferencia altamente significativa entre tratamientos para ambas variables.

Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas de los sustratos evaluados antes de la siembra.

Tratamiento	pH	Tratamiento	CE (dS m ⁻¹)
FC	6.16±0.02 a	FC	0.34±0.003 a
CA	6.91±0.02 b	SC	0.22±0.003 b
SCCA	7.36±0.02 c	SCCA	0.18±0.003 c
SC	7.76±0.02 d	CA	0.13±0.003 d
CV.	3.79		2.85
p-valor	<0.0001		<0.0001

Nota: SC (Suelo 100%), SCCA(Suelo + cascarilla de arroz 50/50), CA(Cascarilla de arroz 100%), FC (Fibra de coco 100%).

3.1.1 pH de los sustratos

Los resultados obtenidos en el día 27 después de la siembra muestran una notable diferencia significativa entre tratamientos en el pH de los sustratos evaluados tal como lo muestra la Tabla 11, el tratamiento de fibra de coco al 100% (FC) presentó un valor de 6.75, el cual se encuentra dentro del rango óptimo para el desarrollo favorable del pimiento (5.5-7.0). Esto evidencia que el tratamiento FC favorece las condiciones adecuadas para la disponibilidad de nutrientes.

En contraste con el tratamiento de suelo (SC) que alcanzó valores promedios de 8.26 considerado un suelo alcalino, que es un suelo poco favorable para el desarrollo del cultivo, debido a su capacidad de reducir la disponibilidad de nutrientes, comprometiendo así el crecimiento y vigor de las plántulas en las primeras instancias. Como consecuente, los resultados resaltan a la fibra de coco como el sustrato más adecuado para mantener el cultivo de pimiento en la fase germinativa.

Tabla 11. Valores de pH registrados en los diferentes tratamientos de sustratos evaluados a los 27 días después de la siembra de pimiento, en la parroquia Manglaralto Península de Santa Elena.

Tratamiento	pH promedio de los sustratos al día 27 DDS
FC	6.73±0.06 a
SCCA	7.59±0.06 b
CA	7.61±0.06 b
SC	8.25±0.06 c
CV.	2.5
p-valor	<0.0001

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

Resultados similares fueron reportados en el estudio de Cardoza *et al.* (2024) los cuales mencionan que los sustratos orgánicos como la cascarilla de arroz elevan el pH a 7.71 ± 0.03 con respecto al pH inicial, teniendo suelos que en el transcurso del tiempo presentaran problemas de disponibilidad de nutrientes.

Castro y Suárez (2022) obtuvo resultados cercanos con respecto a la fibra de coco como sustrato para la germinación de badea, con un pH de 5.7 valores que se encuentran dentro del rango óptimo para la producción de especies vegetales.

3.1.2 Conductividad eléctrica ($dS m^{-1}$)

Los valores de conductividad eléctrica (CE) presentaron diferencia significativa entre los tratamientos tal como lo demuestra la Tabla 12. El tratamiento SCCA registró el valor más bajo con un promedio de $0.40 dS m^{-1}$ que corresponde a un índice bajo de sales solubles en el suelo. En contraste con los tratamientos FC y CA que alcanzaron valores mayores de 1.12 y $1.15 dS m^{-1}$ situándose en la categoría de moderada salinidad en sustratos tal como lo menciona (Torres *et al.*, 2019).

El coeficiente de variación de 13.18 muestra que las mediciones de los datos son aceptables, lo que respalda la veracidad del experimento. Estos resultados reflejan que los tratamientos de FC y CA podrían favorecer a la germinación y el desarrollo inicial más uniforme de las plántulas de pimiento ya que presentan valores normales de salinidad, mientras que el tratamiento de SCCA presentan valores bajos lo que puede ocasionar disminución del desarrollo de las plántulas.

Tabla 12. Conductividad eléctrica evaluada en diferentes sustratos empleados en la germinación de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a los 27 días después de la siembra, en la parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena.

Tratamiento	CE de los sustratos al día 27 DDS
CA	1.15±0.04 a
FC	1.12±0.04 a
SC	0.71±0.04 b
SCCA	0.40±0.04 c
CV.	13.18
p-valor	<0.0001

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

Neira (2024) menciona que los cultivos de pimiento que son expuestos a una conductividad eléctrica de 3 dS m^{-1} o mayores presentan problemas de desarrollo y son más propensas a plagas y enfermedades. Tal como lo menciona Barcenás (2006) que a 1.5 dS m^{-1} a 25°C en el suelo y sustratos no presenta una reducción del rendimiento a comparación de los 3.3 dS m^{-1} que presenta una reducción del 25%.

3.1.3 Densidad aparente (Da Mg m^{-3})

Los valores de densidad aparente de los sustratos evaluados a los 27 días después de la siembra mostraron diferencia altamente significativa como lo demuestra el p-valor ($p < 0.0001$) de la Tabla 13, el tratamiento FC presentó el valor más bajo 0.068 Mg m^{-3} , lo que refleja en una estructura extremadamente ligera favorable para el desarrollo radicular, de manera similar el tratamiento CA registró un valor de 0.186 Mg m^{-3} manteniendo los niveles recomendables para favorecer la aireación del suelo.

Por otra parte, los tratamientos SCCA y SC presentaron valores elevados de 0.688 y 0.881 Mg m^{-3} respectivamente, lo que refleja en una compactación del medio de crecimiento. Este comportamiento limita la penetración radicular y reduce la cantidad de macro y microporos, resultando así en una disminución del oxígeno en el sustrato, factores que pueden repercutir en las fases iniciales del pimiento.

Tabla 13. Evaluación de la densidad aparente (Mg m^{-3}) a los 32 días después de la siembra de diferentes sustratos orgánicos durante la fase germinativa de las plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*) en la parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena.

Tratamiento	Densidad aparente (Mg m^{-3}) \bar{x}
FC	0.068±0.02 a
CA	0.186±0.02 b
SCCA	0.688±0.02 c
SC	0.881±0.02 d
CV.	11.794
p-valor	<0.0001

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

Tal como lo menciona Guido (2007) en su estudio con sustratos orgánicos en plántulas de pimiento, el tratamiento de cascarilla de arroz + suelo obtuvo una densidad aparente de 0.72 Mg m^{-3} , al comparar estos resultados con los rangos sugeridos por Quijano *et al.* (2022) que oscilan entre $0.1 - 0.7 \text{ Mg m}^{-3}$, se percibe que los tratamientos FC, CA, SCCA se encuentran dentro del rango.

3.1.4 Porcentaje de retención de humedad (%)

Los resultados obtenidos en cuanto a la variable de porcentaje de retención de humedad presentan diferencia altamente significativa según ($p < 0.001$). Los tratamientos SCCA y SC presentaron los valores más bajos, SCCA (30.68%) y SC (35.15%), lo que se afirma que estos materiales poseen menor capacidad para retener agua disponible para la zona radicular, lo que ocasiona incrementos en los costos de producción debido al aumento de la frecuencia de riego y el riesgo del estrés hídrico de las plántulas.

Por contraste los tratamientos FC y CA presentaron los valores más elevados con 47.90% para FC y 53.14% para CA como lo demuestra la Tabla 14, lo que representa propiedades físicas más favorables para sostener el agua disponible para las plántulas de pimiento. Similar a la investigación de Gayosso *et al.* (2018) que obtuvo un porcentaje de 58.89% con la utilización de fibra de coco.

Tabla 14. Efecto de distintos tratamientos de sustratos orgánicos sobre la capacidad de retención de humedad evaluado a los 32 días después de la siembra, en la parroquia Manglaralto, Península de Santa Elena.

Tratamiento	Capacidad de retención de humedad (%) \bar{x}
CA	53.14±1.73 a
FC	47.90±1.73 a
SC	35.15±1.73 b
SCCA	30.68±1.73 b
CV.	13.14
p-valor	<0.0001

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

Desde un punto de vista agropecuario, los resultados confirman que la composición de cada sustrato influye directamente en las propiedades físicas de los mismos, la capacidad de retención de humedad es indispensable para asegurar la germinación y desarrollo inicial de las plántulas. Al comparar, los tratamientos FC y CA se posicionan como los más adecuados para el sistema de propagación por vivero.

3.2 Variables morfológicas

3.2.1 Altura (mm)

En la tabla 15 se presentan los resultados obtenidos en el comportamiento de la altura de las plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*) en la fase inicial, evaluados a los días 15, 20 y 25 después de la siembra, sostenidas en diversos sustratos orgánicos. Al día 15 y 20 no se mostraron diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0.05$), lo que demuestra un desarrollo inicial homogéneo independientemente del sustrato.

Al día 25 después de la siembra, los tratamiento SC y SCCA mostraron un desarrollo significativamente superior ($p < 0.0001$) en comparación al FC y la CA. Estos resultados demuestran que el suelo aporta naturalmente una mayor cantidad de nutrientes, lo que favorece el crecimiento inicial de las plántulas, resaltando la importancia de una buena fertilización del sustrato para garantizar un desarrollo y crecimiento eficiente.

Tabla 15. Comportamiento de la altura de las plántulas de pimienta (mm) en diferentes sustratos orgánicos, evaluadas en los días 15,20,25 después de la siembra en la parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena.

Tratamiento	AP15	Tratamiento	AP20	Tratamiento	AP25
SCCA	18.76±0.42 a	SCCA	25.85±0.46 a	SC	32.27±0.48 a
FC	18.50±0.42 a	SC	25.82±0.46 a	SCCA	31.58±0.48 a
CA	17.80±0.42 a	CA	25.02±0.46 a	CA	29.19±0.48 b
SC	17.22±0.42 a	FC	24.52±0.46 a	FC	28.81±0.48 b
CV%	7.31		5.71		4.96
p-valor	0.0557		0.1292		<0.0001

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

Gastélum (2007) menciona que la oxigenación en sustratos favorece ligeramente la altura de las plántulas. De acuerdo con Delfine *et al.* (2000) el estrés reduce en la planta el crecimiento vegetativo de la parte aérea, una oxigenación adecuada mejora el metabolismo y el equilibrio hormonal en las plantas.

3.2.2 Diámetro del tallo (mm)

Los resultados observados a partir de la Tabla 16, demuestran la evolución en cuanto al diámetro del tallo en mm de las plántulas de pimienta en los diferentes sustratos, registrados a los días 15, 20 y 25 después de la siembra. A los 15 días se observó de manera estadística una diferencia ligeramente significativa entre tratamientos ($p < 0.05$), el mayor diámetro registrado fue el del tratamiento SC con 1.08 mm, a comparación del tratamiento CA que presentó los valores más bajos con 0.99 mm, mientras que SCCA y FC presentaron valores intermedios sin diferencia estadística de ambos grupos.

Al día 20 de evaluación, las diferencias se mantuvieron ligeramente significativas ($p = 0.0293$). El sustrato SC mantuvo su lugar con el mejor diámetro (1.23 mm), diferenciándose del tratamiento FC (1.18 mm), mientras que SCCA y CA mantuvieron valores intermedios entre los dos grupos estadísticos.

Para el día 25 de evaluación, la diferencia estadística fue altamente significativa tal como lo muestra su p valor ($p < 0.0001$), los tratamientos SC (1.40 mm) y SCCA (1.37 mm) alcanzaron los diámetros más altos, en contraste con los tratamientos FC y CA que obtuvieron promedios de 1.29 mm. El conjunto de los datos refleja que el tratamiento control y SCCA favorecen un mejor desarrollo del diámetro del tallo en las plántulas de pimienta durante sus primeras etapas fisiológicas.

Tabla 16. Comparación del diámetro del tallo (mm) tomados en los días 15,20,25 después de la siembra en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*), cultivadas en diferentes sustratos en la parroquia Manglaralto provincia de Santa Elena.

Tratamiento	DT15	Tratamiento	DT20	Tratamiento	DT25
SC	1.08±0.02 a	SC	1.23±0.01 a	SC	1.40±0.01 a
SCCA	1.04±0.02 ab	SCCA	1.21±0.01 ab	SCCA	1.37±0.01 a
FC	1.01±0.02 ab	CA	1.19±0.01 ab	FC	1.29±0.01 b
CA	0.99±0.02 b	FC	1.18±0.01 b	CA	1.29±0.01 b
CV%	6.32		2.89		3.52
p-valor	0.0463		0.0293		<0.0001

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Masabanda (2022) quien obtuvo 1.30 mm en el diámetro del tallo utilizando fibra de coco a los 26 días de evaluación. Ambos resultados afirman que la fibra de coco posee propiedades físicas y químicas óptimas para el desarrollo del cultivo.

Jaramillo (2022) afirma que la mezcla de sustratos con cascarilla de arroz mejora el desarrollo de las plántulas en cuanto al diámetro del tallo, tal como lo indica su investigación que obtuvo 1.36 ± 0.01 mm de diámetro, valores similares a los obtenidos en el experimento. Lo cual realza la importancia de la adición de sustratos a los suelos agrícolas para un aumento en el rendimiento vegetal.

No obstante Castillo (2018) menciona que el suelo proporciona nutrientes de manera natural, posee una mayor capacidad de intercambio catiónico y posee macro-microbiota del suelo a comparación de los sustratos inertes, estos atributos permiten que el suelo proporcione condiciones más favorables para el desarrollo vegetal

3.2.3 Porcentaje de emergencia

De acuerdo con la Tabla 11, el porcentaje de emergencia de las plántulas de pimiento tuvo diferencia significativa entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p > 0.05$), el rango del porcentaje de emergencia estuvo entre 86% y 98%, siendo el tratamiento T4 el de mayor valor con 98% respectivamente, mientras que el de menor valor se registró en el tratamiento T1 con 86% evaluados a los 14 días después de la siembra.

Tabla 17. Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el porcentaje de emergencia de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) evaluados a los 14 días después de la siembra en Manglaralto, Provincia de Santa Elena, Ecuador.

Tratamiento	Porcentaje de emergencia \bar{x}
FC	98.50±2.87 a
CA	91.50±2.87 ab
SCCA	90.00±2.87 ab
SC	86.50±2.87 b
CV.	9.89
p-valor	0.0391

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

De manera similar con otras investigaciones, coinciden en señalar la fibra de coco como un buen sustrato para la obtención de plántulas, así Muñoz (2007), utilizando fibra de coco, corteza de pino y mezclas de vermiculita y perlita como tratamientos para la producción de *Eucalyptus globulus*, señaló que la fibra de coco alcanzó el máximo de semillas germinadas al día 8 a comparación de los otros sustratos que alcanzaron el máximo de semillas germinadas al día 11.

No obstante Pérez *et al.* (2019), en su investigación acerca de la evaluación de diferentes sustratos en la germinación de cacahuete *Arachis hypogaea*, determinó que la fibra de coco obtuvo 0% de germinación a los 7 días después de la siembra a comparación de la composta de cachaza y sustrato suelo-lombricomposta 50/50 que presentaron rangos de 80-100% de germinación.

3.2.4 *Peso seco de la biomasa aérea de la planta (g)*

El análisis estadístico con la prueba de Tukey al 5% mostró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados (p -valor<0.001). El tratamiento SC registró el mayor promedio en cuanto a peso seco de la parte aérea 0.032, diferenciándose de los otros tratamientos, seguido de la FC con 0.015 el cual presentó un comportamiento intermedio y compartió grupo estadístico con el tratamiento SCCA. En contraste con el tratamiento CA, que mostró los valores más bajos 0.014 demostrando ser el tratamiento de menor desarrollo de biomasa aérea.

Tabla 18. Análisis estadístico del peso en seco (g) de la biomasa seca aérea en plántulas de pimiento evaluados en diversos sustratos orgánicos a los 32 días después de la siembra, en la parroquia Manglaralto península de Santa Elena.

Tratamiento	Peso seco de la parte aérea (g) \bar{x}
SC	0.032± 0.001 a
FC	0.015±0.001 ab
SCCA	0.014±0.001 b
CA	0.010±0.001 c
CV.	23.29
p-valor	<0.0001

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

(Negreros, 2010) detalla que el uso de sustratos con respecto a la biomasa seca del tallo (tallo y hojas) mejoran significativamente el peso, debido a las propiedades positivas que aportan los sustratos con respecto al uso de suelo convencional.

3.2.5 *Peso seco de la parte radicular de la planta (g)*

Los resultados presentados en la Tabla 18, demuestran el comportamiento de la biomasa seca radicular a los 32 días después de la siembra. Se observó una ligera tendencia a la diferencia significativa entre tratamientos. Evidenciando que el tipo de sustrato influyó en el desarrollo de la biomasa radicular.

El mejor promedio fue el del tratamiento FC alcanzando los 0.009 g seguidos de los tratamientos SCCA y SC con 0.008 y 0.007 respectivamente, mientras que el menor valor fue el de CA con 0.006 g. A pesar de no existir diferencia significativa al nivel de probabilidad de 5%, los resultados reflejan una tendencia positiva a la hipótesis, que los sustratos con mayor porosidad y mejor aireación ayudan a favorecer el desarrollo radicular.

La tendencia general demuestra que los materiales con mayor contenido de materia orgánica y buena estructura porosa son más eficientes en el crecimiento subterráneo durante los primeros estadios de las plántulas de pimiento. Tal como lo demuestra López (2020) que obtuvo valores de 0.010 g en el peso de la biomasa seca radicular en el tratamiento de fibra de coco evaluando plántulas de pimiento dulce.

Tabla 19. Comportamiento del promedio de la biomasa seca radicular de las plántulas de pimiento bajo distintos sustratos orgánicos, evaluadas a los 32 días después de la siembra en la parroquia Manglaralto, península de Santa Elena.

Tratamiento	Peso seco de la raíz (g) \bar{x}
FC	0.009±0.001 a
SCCA	0.008±0.001 ab
SC	0.007±0.001 ab
CA	0.006±0.001 b
CV	27.66
p-valor	0.065

Nota: Suelo 100% (SC); Suelo + Cascarilla de arroz (1:1) (SCCA); Cascarilla de arroz 100% (CA); Fibra de coco 100% (FC). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de separación de medias de Tukey ($p > 0.05$).

3.2.6 Valoración de los sustratos.

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento FC presentó el mejor desempeño general en la germinación de pimiento, al mantener óptimos niveles de pH y CE para el cultivo, además de una elevada capacidad de retención de humedad y baja densidad aparente. Por su parte el SC, a pesar de mostrar cualidades no favorables para el cultivo, evidenció mejores resultados en el crecimiento aéreo de la planta (Altura y diámetro del tallo).

De manera general, la fibra de coco se consolida como el sustrato más eficiente para la germinación de plántulas de pimiento bajo condiciones controladas. Sin embargo, considerando las ventajas nutricionales y las propiedades físicas de los sustratos, se recomienda la elaboración de mezclas en distintas proporciones, con el propósito de equilibrar la disponibilidad de nutrientes y retención de humedad, optimizando el desarrollo de las plántulas.

De manera similar Puerta *et al.* (2012) menciona que los sustratos formulados a partir de mezclas de fibra de coco con otros materiales, presentan propiedades físicas adecuadas para cultivos en pequeños contenedores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La evaluación de las propiedades físicas y químicas de los sustratos detalla que, los materiales de fibra de coco y cascarilla de arroz poseen condiciones más adecuadas para la germinación de plántulas de pimiento. Ambos materiales mantienen un pH dentro del rango óptimo del cultivo, presentan una baja densidad aparente y una alta capacidad de retención de humedad, factores que se consideran claves debido que, mejoran la disponibilidad de agua y oxígeno para el sistema radicular.

La variable del porcentaje germinativo, el tratamiento de fibra de coco al 100%, obtuvo los mejores registros con un promedio de 98% de emergencia, superando significativamente al suelo convencional. Evidenciando la capacidad de la fibra de coco para proporcionar un ambiente estable, con una buena humedad y oxigenación, favoreciendo la emergencia uniforme y buen desarrollo inicial de las plántulas.

La cuantificación de la biomasa seca confirmó que la fibra de coco promovió un mayor desarrollo radicular, evidenciando que una estructura porosa y aireada influye y estimula la expansión de las raíces, mientras que la parte aérea se desarrolló mejor en el tratamiento de suelo convencional. Por lo tanto, los datos indican un intercambio funcional: mientras que la fibra de coco favorece el desarrollo radicular, el suelo promueve el crecimiento vegetal.

Los resultados obtenidos demuestran la eficiencia del uso de sustratos orgánicos en la fase germinativa del pimiento, demostrando ser una opción para considerar en las prácticas agrícolas sostenibles, que son indispensables en las zonas áridas de la Provincia de Santa Elena. La utilización de materiales como la fibra de coco y cascarilla de arroz como medios alternativos que promueven el buen uso de los recursos naturales, habilita nuevas posibilidades para optimizar la producción de plántulas en vivero sugiriendo así, la combinación de los materiales para optimizar el desarrollo de la plántula.

Recomendaciones

- Evaluar nuevas combinaciones de materiales orgánicos en diferentes proporciones, con el fin de identificar mezclas que promuevan alternativas de prácticas sostenibles en la germinación, disminuyendo así los costos de producción.
- Ampliar el estudio con otras especies hortícolas cultivadas en la zona, de modo que se pueda comprobar si el comportamiento observado se ve reflejado en otros cultivos de ciclo corto bajo las mismas condiciones.
- Difundir los resultados obtenidos con los productores de la zona, promoviendo el uso de sustratos alternativos de bajo costo y fácil disponibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R. y Abarca, S. (2005) *Manual producción de sustratos para viveros*. OIRSA. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/upse/92022> (Accedido: 18 de octubre de 2025).
- Albuja, V. *et al.* (2021) «Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas», *.: Multidisciplinaria de Investigación Científica*, 2(4), pp. 45-54.
- Aragón, H., Martínez, J. y Amador, C. (2020) «Manejo y características de los suelos agrícolas de colonia Providencia, Nueva Guinea, 2017», *Revista Universitaria del Caribe*, 24(01), pp. 78-97. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ruc.v24i01.9913>.
- Atzori, G. *et al.* (2021) «The Role of Peat-Free Organic Substrates in the Sustainable Management of Soilless Cultivations», *Agronomy*, 11(6), p. 1236. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy11061236>.
- Bárbaro, L. *et al.* (2019) «Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos», *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(2), pp. 126-136. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>.
- Barcenas, E. (2006) «El manejo de la fertirrigación del pimiento morrón con diferentes sustratos en invernadero». Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/592>.
- Bautista, B. y Tulio, M. (2019) «Influencia del injerto en el rendimiento y calidad de fruto de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivado en fibra de coco». Disponible en: <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/46453> (Accedido: 26 de octubre de 2024).
- Belmonte, Á., Aguilar, J. y Amaya, G. (2023) «Sustrato de hidrogel de celulosa modificado con macroporosidad mediante microtomografía computarizada e impresión 3D para cultivo sin suelo», *Revista de ciencias tecnológicas*, 6(3). Disponible en: <https://doi.org/10.37636/recit.v6n3e256>.
- Benavides, C. y Ramos, J. (2021) «Evaluación de cuatro soluciones nutritivas en el rendimiento de siete especies de hortalizas de hoja cultivadas simultáneamente bajo la técnica de flujo laminar de nutrientes». Disponible en: <https://doi.org/10/20579>.
- Bianchi, B. *et al.* (2023) *Modelo Prolab: Pachawak Producción de Sustrato de Fibra de Coco, una Propuesta Sostenible para Mejorar la Calidad en la Producción de Cultivos Frutales - ProQuest*. Thesis. Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/27dc8a5ec2bdcda585dd63a1484d56bd/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y> (Accedido: 26 de octubre de 2024).
- Bula, A. (2020) «Importancia de la Agricultura en el Desarrollo socio-económico».
- Cardoza, A. *et al.* (2024) «Sustratos orgánicos alternos en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de vivero», *Revista Terra Latinoamericana*, 42. Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1867>.

- Casapaico, V. (2024) «Manejo integrado de principales plagas en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de Cayalti – Trujillo». Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/604725079.pdf>.
- Casasnovas, J. y Satorra, J. (2022) «Sensores de conductividad eléctrica aparente para el análisis de la variabilidad del suelo en Agricultura de Precisión», (2).
- Castillo, J. *et al.* (2019) «Introducción al análisis químico manual de prácticas.»
- Castillo, M. (2018) «Función e impacto de la biología de suelos en la nutrición vegetal».
- Castro, C. y Suárez, C. (2022) «Comportamiento de germinación de semillas de badea (*Passiflora quadrangularis*) con uso de bioestimulantes en sustrato de fibra de coco.» Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4173>.
- Cercado, E., Balmaceda, C. y Quevedo, N. (2021) *Evaluación cualitativa de suelos de la parroquia Colonche mediante cromatografía de pfeiffer*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6362> (Accedido: 25 de octubre de 2024).
- Cruz, W. *et al.* (2020) «Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México», *Terra Latinoamericana*, 38(3), pp. 475-480. Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506>.
- Delfine, S. *et al.* (2000) «Effects of water stress on the yield and photosynthesis of field-grown sweet pepper (*Capsicum annuum* L.)», *Acta Horticulturae*, 537, pp. 223-229. Disponible en: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.537.23>.
- Delgado, I. *et al.* (2021) «Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la parroquia La Victoria, Ecuador», *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), pp. 92-103.
- Dilger, D. (1998) «Container substrate and irrigation.», pp. 1-2.
- Doria, J. (2010) «Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento», *Cultivos Tropicales*, 31(1), pp. 00-00.
- Escalera, A. *et al.* (2019) «Caracterización de variedades cultivadas de *Capsicum pubescens* en Michoacán, México», (23). Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-CharacterizacionDeVariedadesCultivadasDeCapsicumPub-7048805.pdf>.
- FAO (2020) *Condiciones climáticas y la actividad humana impactan en la degradación de la tierra, comprometiendo la seguridad alimentaria*. Disponible en: <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/> (Accedido: 25 de octubre de 2024).
- Fortis, M. (2012) *Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(6), 2012. Red Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/upse/32531> (Accedido: 18 de octubre de 2025).
- Garbi, M. y Puerta, A. (2021) *Simposio Internacional Virtual de Cultivo en Sustrato e Hidroponía*. Asociación Argentina de Horticultura. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/119684> (Accedido: 27 de julio de 2025).

- García, A. (2009) *Acumulación de biomasa seca en diferentes órganos de la planta de arroz en condiciones de déficit hídrico*. *Revista Científica Agronomía Tropical Vol. 59(1)*, 2009. Red Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/upse/78> (Accedido: 18 de octubre de 2025).
- Gastélum, W. (2007) «Morfología y fisiología de la raíz de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) con aireación en sustratos orgánicos y minerales». Disponible en: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/1641> (Accedido: 29 de septiembre de 2025).
- Gayosso, S. *et al.* (2018) «Caracterización física y química de materiales orgánicos para sustratos agrícolas», *Agrociencia*, 52(4), pp. 639-652.
- Gómez, N. (2024) «Estado físico, químico y microbiológico del suelo en el cultivo de café *Coffea arabica* L. en Manglaralto y Colonche, provincia de Santa Elena.» Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12063> (Accedido: 9 de septiembre de 2025).
- Guevara, C. (2024) «Evaluación de diferentes extractos de algas en pimiento (*Capsicum annuum* L.) en etapa vegetativa». Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/41029> (Accedido: 22 de agosto de 2025).
- Guido, S. (2007) «Validación de diferentes sustratos en la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*) en el periodo de Mayo-Julio del 2006.» Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/971/1/204141.pdf>.
- Huamanlazo, J. (2023) «Manejo agronómico para la producción de semilla híbrida de Pimiento (*Capsicum annuum*) en Casa Malla - Cañete». Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5650> (Accedido: 24 de agosto de 2025).
- Jacho, J. (2021) «Efecto de la melatonina exógena sobre la germinación y crecimiento de plántulas de pimiento».
- Jaramillo, M. (2022) *Evaluación de alternativas a la utilización de turba en semilleros de cultivos de ciclo corto bajo invernadero*. Universidad de Cuenca. Disponible en: <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3553700e1571414bad0250e5a0796976/content>.
- Laínez, J. (2023) «Valoración fenológica y rendimiento del pimiento (*Capsicum annum* L.) en relación con la aplicación de bioestimulantes en la unidad experimental Río verde, Santa Elena».
- Laínez, M. (2022) «Calidad de agua de pozos en la comuna Dos Mangas de la parroquia Manglaralto para el riego de cultivos agrícolas.» Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8737> (Accedido: 24 de agosto de 2025).
- Lopez, C. (2023) *Evaluación del efecto de tres sustratos orgánicos en el desarrollo de plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.) Milagro-Guayas*. Thesis. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/L%C3%93PEZ%20JIM%C3%89NEZ%20CECILIA%20ESTEFAN%C3%8DA.pdf>.

- López, G. (2020) «Ensayo de vermicompost en semillero con cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) “tipo Lamuyo”». Disponible en: <https://repositorio.ual.es/handle/10835/9747> (Accedido: 6 de octubre de 2025).
- Lugo, R. (2022) «Efecto de la mezcla de sustratos y las concentraciones de la solución nutritiva en el crecimiento de fresa cv. “frontera”». Disponible en: <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/48122> (Accedido: 26 de octubre de 2024).
- Malavé, O. (2021) «Diseño de una granja integral sustentable para el Centro Experimental Manglaralto UPSE». Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6312> (Accedido: 24 de agosto de 2025).
- Mantuano, N. (2024) *Uso de fertilizantes químicos y su efecto en la degradación de suelo agrícola en la finca Alejandro Ponce, Parroquia La América*. bachelorThesis. Jipijapa - Unesum. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6188> (Accedido: 9 de septiembre de 2025).
- Marquez, R.Y. (2020) «Estimación de las relaciones espaciales entre la conductividad hidráulica y las propiedades físicas del suelo en el cultivo de banano». Disponible en: Va (Accedido: 26 de octubre de 2024).
- Masabanda, L. (2022) «Evaluación de sustratos con la adición de ácidos húmicos para la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) VAR. PIETRO.» Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/218ee4b9-2ab3-41d4-a818-8faf92347390/content>.
- Mejía, M. *et al.* (2023) «Manual de producción de plántulas de pimiento morrón», 21. Disponible en: <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/issue/view/30> (Accedido: 30 de agosto de 2025).
- Méndez, A. *et al.* (2021) «Efecto de las Concentraciones de Soluciones Nutritivas y Lombricomposta en el Crecimiento radicular y acumulación de biomasa seca en plantas de fresa cv. Camino Real».
- Mitidieri, M. (2012) «Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento», *Boletín de divulgación técnica / EEA San Pedro*; no. 22 (mayo 2012) [Preprint]. Disponible en: https://www.academia.edu/83644407/Gu%C3%ADa_de_monitoreo_y_reconocimiento_de_plagas_enfermedades_y_enemigos_naturales_de_tomate_y_pimiento (Accedido: 20 de octubre de 2024).
- Mixquititla, G. *et al.* (2022) «Propiedades físicas y químicas de sustratos en función de su granulometría y componente orgánico-mineral». Disponible en: <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2610/132-Texto%20del%20art%3%adculo-1776-1-10-20220826.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Morales, K. (2021) *Caracterización del residuo de la fibra de coco como sustrato para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum*), en la provincia de Santa Elena*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa

- Elena, 2021. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6321> (Accedido: 26 de octubre de 2024).
- Muñoz, Z. (2007) «Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill)».
- Negreros, P. (2010) *Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. Revista Madera y Bosques. 16(2), 2010.* Red Instituto de Ecología A.C. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/upse/18430> (Accedido: 18 de octubre de 2025).
- Neira, G. (2024) «Efecto de tres niveles de salinidad en pimiento *Capsicum annuum* L inoculado con hongos micorrízicos y adición de hidrogel». Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12018> (Accedido: 28 de septiembre de 2025).
- Ordoñez, C. (2019) «Tratamiento convencional de fungosis del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Salaverry - La Libertad», *Universidad Nacional de Cajamarca* [Preprint]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3137> (Accedido: 1 de octubre de 2024).
- Ortiz, R. (2022) «Efecto de diferentes conductividades eléctricas en la germinación de semillas de maíz *Zea mays* en Santa Elena, Ecuador». Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8775> (Accedido: 15 de septiembre de 2025).
- Osorio, N.W. (2012) «Toma de muestras de suelos para evaluar la fertilidad del suelo», 1(1).
- Pérez, E. *et al.* (2019) «Evaluación de sustratos endémicos en la germinación, crecimiento y desarrollo de plántulas de cacahuete (*Arachis hypogaea*)».
- Pérez, J. (2022) «Estudio comparativo de variedades de pimiento de color (*Capsicum annuum* L.) en un invernadero de cristal de la EPSI.» Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/26790> (Accedido: 24 de agosto de 2025).
- Pérez, M. *et al.* (2023) «Manual de producción de plántulas de pimiento morrón», 21.
- Piluy, N. (2022) *Evaluación del cultivo hidropónico de cuatro variedades de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*) en sustrato sólido en el municipio de El Alto.* Thesis. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/31508> (Accedido: 26 de octubre de 2024).
- Postemsky, P. y López, R. (2016) «Aplicaciones de sustrato residual del cultivo de hongos en la producción hortícola.» Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/19417/CONICET_Digital_Nro.23437.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Projar (2020) «2020_Cat_Fibra-de-Coco_ONLINE». Disponible en: https://www.projar.es/wp-content/uploads/2020_Cat_Fibra-de-Coco_ONLINE.pdf.
- Puerta, C., Russián, T. y Ruiz, C. (2012) «Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco», *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2), pp. 298-306.

- Quijano, L. *et al.* (2022) «La densidad aparente y el tamaño de agregados del suelo controlan el crecimiento radical de *Megathyrus maximus*», *Acta Agronómica*, 70(4), pp. 353-362. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/acag.v70n4.88785>.
- Ramón, D. (2021) «Producción de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) con manejo regenerativo 3M (minerales, materia orgánica y microorganismos) en un suelo de Oaxaca, México.»
- Reyes, J. (2025) *Comportamiento agronómico del pimiento (Capsicum annuum L.) utilizando diferentes fertilizantes orgánicos en la comuna Valdivia, provincia de Santa Elena.*
- Rivas, O. (2021) *Evaluación de insectos-plagas tempranas y daños al cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.), referenciados y convalidados al umbral económico, Manta, 2021.* Thesis. Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/3338> (Accedido: 24 de agosto de 2025).
- Rivera, E. (2022) «Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento *Capsicum annuum* L. con el uso de diferentes tipos de compost, en el Centro de Apoyo Río Verde, Santa Elena». Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8757> (Accedido: 26 de agosto de 2025).
- Rivera, N. (2024) *Manejo integrado de Phytophthora capsici en el cultivo de pimiento Capsicum annuum en el Ecuador.* bachelorThesis. BABAHOYO: UTB, 2024. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16063> (Accedido: 1 de octubre de 2024).
- Rocha, G. *et al.* (2022) «La técnica del cultivo sin suelo y su contribución al mejoramiento tecnológico de la agricultura bajo cubierta: Un análisis bibliométrico.», *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), pp. 7053-7074. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i7.3887.
- Rodríguez, E. (2018) *La contaminación del suelo: una realidad oculta.* FAO ; Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i9183es> (Accedido: 24 de julio de 2025).
- Rodríguez, J. *et al.* (2024) «Efecto bioestimulante de los microorganismos sobre la germinación in vitro de semillas híbridas de pimiento», *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(1). Disponible en: https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num1_art:3306.
- Rodríguez, S. *et al.* (2021) «Características micromorfológicas de sustratos orgánicos y su relación con retención de agua y crecimiento radical.», *Agrociencia*, 55(3), pp. 195-208. Disponible en: <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v55i3.2413>.
- Romero, G., Aristizabal, D. y Jaramillo, C. (1998) *Encuentro nacional de labranza de conservación.* Primera. Villavicencio, Colombia: Guadalupe Ltda.
- Ruiz, A. *et al.* (2021) «Identificación de la entomofauna presente en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el sector Lodana del cantón Santa Ana, Ecuador», *Manglar*, 18(4), pp. 397-402.
- Ruiz, J. y Mallen, E. (2022) «Efecto fisiológico del tipo de sustrato en el crecimiento y desarrollo de plantas de *Paulownia elongata* S.Y. Hu. En condiciones semi-controladas.» Disponible en:

<https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4439> (Accedido: 26 de octubre de 2024).

- Sadeghian, S. y Marín, C.D. (2020) «Corrección de la acidez del suelo: alteraciones químicas del suelo», *Revista Cenicafé*, 71(1), pp. 7-20. Disponible en: <https://doi.org/10.38141/10778/1116>.
- Seeds'N Such (2025) *Semillas de pimiento Yolo Wonder*. Disponible en: <https://seedsnsuch.com/>.
- Segura, M. *et al.* (2008) «Adición de material pomáceo a sustratos de arena para incrementar la capacidad de retención de humedad.», 33(12).
- Silva, A. y Mirás, J. (2024) «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia: Porosidad del suelo». Disponible en: C.
- Soto, F. y Betancourt, A. (2022) «Evaluación de metodologías para determinar las características físicas de un sustrato de fibra de coco», *Agronomía Costarricense*, 46(2), pp. 29-42. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rac.v46i2.52044>.
- Soto, J., Incio, F. y Valdez, J. (2019) «Influencia de la dilución y concentración de los electrolitos en la medición del pH en suelos ácidos», *Revista Científica Pakamuros*, 7(2). Disponible en: <https://doi.org/10.37787/ksq9jx59>.
- Tisalema, J. (2018) «Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.)». Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/28196729-64b3-48d5-8cda-be79bbe1c1cb/content>.
- Tomalá, H., Lazo, R. y Balmaceda, C. (2023) «Eficiencia del agua en tomate cultivado en sustrato inerte», *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 10(2), pp. 23-34. Disponible en: <https://doi.org/10.26423/rctu.v10i2.753>.
- Torres, A.P. *et al.* (2019) «Medición de pH y Conductividad Eléctrica en Sustratos».
- Valencia, F. (2020) «Sistemas de producción: Conceptos y definiciones», en *Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café*.
- Vargas, B. *et al.* (2020) «Propiedades químicas del suelo en cuatro fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba», 26, pp. 1-10 e3323.
- Vázquez, S. *et al.* (2018) «pH determination as a quality standard for the elaboration of oral liquid compounding formula», *Farmacia Hospitalaria*, 42(6), pp. 221-227. Disponible en: <https://doi.org/10.7399/fh.10932>.
- Vélez, M. *et al.* (2022) «Uso de extractos botánicos para el control de pulgón (*Myzus persicae*: *Aphididae*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*: *Aleyrodidae*) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*: *Solanaceae*), en Ecuador», *Terra Latinoamericana*, 40. Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1454>.
- Zambrano, G. *et al.* (2021) «Aprovechamiento de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) para la obtención de fibras de celulosa». Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-AprovechamientoDeLaCascarillaDeArrozOryzaSativaPar-7927005.pdf>.
- Zamora, J. (2011) *Interacción planta-insecto en cuatro cultivos de ciclo corto tradicionales de la provincia de Santa Elena como una herramienta para el manejo ecológico de plagas*. bachelorThesis. Espol. Disponible en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31418> (Accedido: 11 de septiembre de 2025).

Zapata, V. y Mauricio, H. (2021) «Determinación de las curvas de retención de humedad de un suelo mediante diferentes metodologías para su aplicación en el manejo del riego». Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/177694> (Accedido: 26 de octubre de 2024).

ANEXOS



ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL SAE
N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre : <u>UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA</u>	Nombre : <u>UPSE</u>	Informe No. : 00891 - 24	Factura No. : 10565		
Dirección : <u>SANTA ELENA</u>	Provincia : <u>SANTA ELENA</u>	Responsable Muestreo : Cliente	Fecha Análisis : 23/12/2024		
Ciudad : <u>LA LIBERTAD</u>	Cantón : <u>SANTA ELENA</u>	Fecha Muestreo : <u>NE</u>	Fecha Emisión : 27/12/2024		
Teléfono : <u>042781732</u>	Parroquia : <u>SANTA ELENA</u>	Fecha Ingreso : 12/12/2024	Fecha impresión : 06/01/2025		
Fax : <u>042781971</u>	Ubicación : <u>NE</u>	Condiciones Ambientales : T°C: 26.0 %H: 49.0	Cultivo Actual : <u>Suelo Costa</u>		

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH 4	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	* Mn	* B	* Cl
80576	CÓDIGO MAS 01 PROF 0.35	7.4 PN	12 B	11 M	1309 A	3510 A	458 A	5 B	3.8 M	6.6 A	11 B	6.0 M	1.40 A	
80577	CÓDIGO MAS 02 PROF 0.35	7.1 PN	11 B	7 B	1031 A	3056 A	469 A	5 B	2.2 M	8.5 A	18 B	6.0 M	1.20 A	
80578	CÓDIGO MAS 03 PROF 0.20	7.3 PN	12 B	7 B	932 A	3283 A	434 A	6 B	1.9 B	7.0 A	13 B	6.0 M	1.20 A	
80579	CÓDIGO MAS 04 PROF 0.25	6.6 PN	11 B	16 M	1279 A	3067 A	452 A	7 B	1.8 B	7.0 A	19 B	11.0 M	1.00 M	
80580	CÓDIGO MAS 05 PROF 0.32	7.6 LAI	18 B	22 A	1546 A	3226 A	507 A	32 A	1.6 B	6.4 A	19 B	6.0 M	1.30 A	
80581	CÓDIGO MAS 06 PROF 0.27	7.9 LAI	7 B	13 M	850 A	3203 A	504 A	30 A	1.4 B	5.7 A	8 B	5.0 B	1.20 A	
80582	CÓDIGO MAS 07 PROF 0.25	8.2 MeAl	6 B	15 M	697 A	2863 A	437 A	23 A	0.9 B	5.3 A	10 B	5.0 B	1.30 A	
80583	CÓDIGO COLSUS 01 PROF 0	7.5 PN	9 B	19 M	550 A	2637 A	524 A	13 M	1.4 B	8.2 A	15 B	5.0 B	1.50 A	
80584	CÓDIGO DN-1020	7.9 LAI	10 B	15 M	1088 A	2999 A	391 A	9 B	2.5 M	3.9 M	10 B	8.0 M	1.50 A	
80585	M. FAUNA G.02 (B) M03	7.9 LAI	12 B	20 M	972 A	3135 A	376 A	4 B	1.3 B	7.8 A	16 B	5.0 B	1.30 A	
80586	MONq-1.844218-80.741965	8.3 MeAl	4 B	24 A	606 A	2931 A	156 M	7 B	1.6 B	2.0 M	14 B	4.0 B	1.60 A	
80587	MONOLITO 7 150*27.2-5	7.4 PN	7 B	38 A	990 A	2988 A	452 A	6 B	1.6 B	6.3 A	12 B	5.0 B	1.09 A	
80588	PUNTO 1 SUGERAY (0-30CM)	7.4 PN	19 B	33 A	1425 A	4193 A	340 A	8 B	1.9 B	4.8 A	10 B	7.0 M	1.30 A	
80589	MONO G. MANGLARALTO S.-	7.3 PN	16 B	48 A	1373 A	3965 A	483 A	9 B	1.8 B	6.7 A	14 B	7.0 M	1.00 M	
80590	MONO 1 MANGLARALTO S.-1	7.4 PN	12 B	81 A	1410 A	4044 A	407 A	9 B	2.6 M	6.4 A	15 B	7.0 M	1.00 M	
80591	MONOLITO # 05	7.1 PN	13 B	29 A	1360 A	4136 A	451 A	4 B	1.4 B	5.4 A	14 B	6.0 M	0.69 M	
80592	MONO 4 PROF 0.30 CM	7.3 PN	12 B	80 A	1364 A	4124 A	502 A	8 B	1.9 B	6.1 A	17 B	6.0 M	1.10 A	
80593	CÓDIGO FCA-17-POS L-M	6.4 LAc	12 B	41 A	296 A	3430 A	394 A	8 B	3.5 M	5.2 A	63 A	10.0 M	0.76 M	

Interpretación		pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MÁc = Muy Acido	N	= Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAI	= Lig. Alcalino
	MeAc = Med. Acido	MeAl	= Med. Alcalino
	LAc = Lig. Acido	Al	= Alcalino
	PN = Prac. Neutro	RC	= Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Óptimos		
Medio (ug/ml)		
NH ₄ 20 - 40	Mg 121.5 - 243	Fe 20 - 40
P 10 - 20	S 10 - 20	Mn 5 - 15
K 78 - 156	Zn 2.0 - 7.0	B 0.5 - 1.0
Ca 800 - 1600	Cu 1.0 - 4.0	Cl 17 - 34

NE = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE.

** Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente


Responsable Técnico del Laboratorio

Figura 1A. Análisis de suelo realizado por el INIAP



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	Nombre :	UPSE	Informe No. :	00891 - 24	Factura No. :	10565
Dirección :	SANTA ELENA	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	23/12/2024
Ciudad :	LA LIBERTAD	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	NE	Fecha Emisión :	27/12/2024
Teléfono :	042781732	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Ingreso :	12/12/2024	Fecha Impresión :	06/01/2025
Fax :	042781971	Ubicación :	NE	Condiciones Ambientales :	T°C:26.0 %H: 49.0	Cultivo Actual :	Suelo Costa

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	C.E.	meq/100ml					Ca	Mg	Ca+Mg						
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na			* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases				Mg	K	K			
80576	CÓDIGO MAS 01 PROF 0.35	28	42	30	Franco-Arcilloso					2.10	B	3.36	A	17.55	A	3.77	A	24.68	4.66	M	1.12	B	6.35	B
80577	CÓDIGO MAS 02 PROF 0.35	26	44	30	Franco-Arcilloso					1.80	B	2.64	A	15.28	A	3.86	A	21.78	3.96	M	1.46	B	7.24	B
80578	CÓDIGO MAS 03 PROF 0.20	26	48	26	Franco					2.10	B	2.39	A	16.42	A	3.57	A	22.38	4.60	M	1.49	B	8.36	B
80579	CÓDIGO MAS 04 PROF 0.25	26	46	28	Franco					1.80	B	3.28	A	15.34	A	3.72	A	22.33	4.12	M	1.13	B	5.81	B
80580	CÓDIGO MAS 05 PROF 0.32	32	42	26	Franco					3.00	B	3.96	A	16.13	A	4.17	A	24.27	3.87	M	1.05	B	5.12	B
80581	CÓDIGO MAS 06 PROF 0.27	34	38	28	Franco-Arcilloso					1.20	B	2.18	A	16.02	A	4.15	A	22.34	3.86	M	1.90	B	9.25	B
80582	CÓDIGO MAS 07 PROF 0.25	48	30	22	Franco					1.00	B	1.79	A	14.32	A	3.60	A	19.70	3.98	M	2.01	B	10.02	B
80583	CÓDIGO COLSUS 01 PROF 0.2	22	40	38	Franco-Arcilloso					1.50	B	1.41	A	13.19	A	4.31	A	18.91	3.06	M	3.06	M	12.41	B
80584	CÓDIGO DN-1020	36	48	16	Franco					1.60	B	2.79	A	15.00	A	3.22	A	21.00	4.66	M	1.15	B	6.53	B
80585	M. FAUNA G.02 (B) M03	30	44	26	Franco					2.10	B	2.49	A	15.68	A	3.09	A	21.26	5.07	M	1.24	B	7.53	B
80586	MONOg-1.844218-80.741965	94	6	6	Arena					0.60	B	1.55	A	14.66	A	1.28	M	17.49	11.4	A	0.83	B	10.26	B
80587	MONOLITO 7 150*27.2-5	32	42	26	Franco					1.20	B	2.54	A	14.94	A	3.72	A	21.20	4.02	M	1.47	B	7.35	B
80588	PUNTO 1 SUGERAY (0-30CM)	36	46	18	Franco					3.25	M	3.65	A	20.97	A	2.80	A	27.42	7.49	M	0.77	B	6.50	B
80589	MONO G. MANGLARALTO S. -1.841	26	44	30	Franco-Arcilloso					2.70	B	3.52	A	19.83	A	3.98	A	27.32	4.99	M	1.13	B	6.76	B
80590	MONO 1 MANGLARALTO S. -1.84161	30	44	26	Franco					2.10	B	3.62	A	20.22	A	3.35	A	27.19	6.04	M	0.93	B	6.52	B
80591	MONOLITO # 05	28	42	30	Franco-Arcilloso					2.20	B	3.49	A	20.68	A	3.71	A	27.88	5.57	M	1.06	B	6.99	B
80592	MONO 4 PROF 0.30 CM	26	46	28	Franco-Arcilloso					2.10	B	3.50	A	20.62	A	4.13	A	28.25	4.99	M	1.18	B	7.08	B
80593	CÓDIGO FCA-17-POS L-M	42	40	18	Franco					2.07	B	0.76	A	17.15	A	3.24	A	21.15	5.29	M	4.27	M	26.87	M

Interpretación	
Al+H, Al, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligeram Tóxico	LS = Lig Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
CIC Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Niveles de Referencia			
Lig. Tóxico meq/100ml.	Lig. Salino (dS/m)	Medio	Medio (meq/100ml.)
Al+H 0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4
Al 0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K 2.5 - 10.0	Ca 4 - 8
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0	Mg 1 - 2

NE = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE

** Ensayo subcontratado.

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

Responsable Técnico del Laboratorio

Figura 2A. Análisis textural del tratamiento testigo SC



Figura 3A. Armado de los semilleros



Figura 4A. 40 Semilleros armados con 20 cavidades cada uno



Figura 5A. Molienda de la cascarilla de arroz



Figura 6A. Recolección del suelo convencional proveniente del CAC



Figura 7A. Área de trabajo antes de la limpieza



Figura 8A. Armado de la mesa faltante



Figura 9A. Calibración del potenciómetro con la norma estándar a tres puntas



Figura 10A. Toma de pH inicial de los sustratos



Figura 11A. Lectura de CE inicial de los sustratos



Figura 12A. Tratamientos sometidos al método de dilución y Sonnenveld



Figura 13A. Llenado de los sustratos en los semilleros



Figura 14A. Incorporación de la cascarilla de arroz en el suelo convencional en proporción 1:1 para el tratamiento SCCA



Figura 15A. Distribución de tratamientos



Figura 16A. Siembra de las semillas de pimiento Var. Yolo Wonder



Figura 17A. Humedecimiento de los sustratos

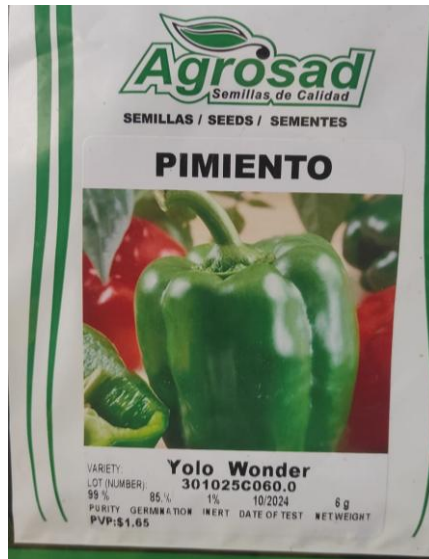


Figura 18A. Semillas de pimiento Var. Yolo Wonder



Figura 19A. Elaboración de carteles



Figura 20A. Humedecimiento de los sustratos



Figura 21A. Primera toma de datos con la variable % de emergencia



Figura 22A. Incidencia de hongo en el tratamiento testigo SC



Figura 23A. Inicio de la germinación en los diferentes sustratos



Figura 24A. Toma de variable diámetro del tallo a los 15 DDS



Figura 25A. Toma de variable altura de la planta a los 15 DDS.



Figura 26A. Soluciones nutritivas empleadas en la fertilización de las plántulas



Figura 27A. Dosificación de las soluciones nutritivas diluidas en 10 litros de agua



Figura 28A. Lectura de CE después de la aplicación de los fertilizantes



Figura 29A. Incidencia de malezas en el tratamiento control SC



Figura 30A. Crecimiento de las plántulas en los diferentes tratamientos

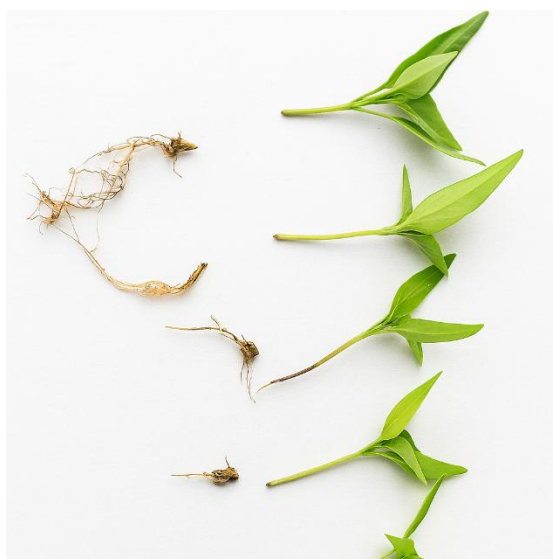


Figura 31A. Disección de la planta para la cuantificación de biomasa



Figura 32A. Separación de plántulas y raíz por tratamientos-repeticiones



Figura 33A. Muestras rotuladas introducidas en la estufa



Figura 34A. Configuración de la estufa



Figura 35A. Pesaje de la biomasa seca aérea



Figura 36A. Muestras de sustratos seco



Figura 37A. Pesaje del sustrato CA en seco

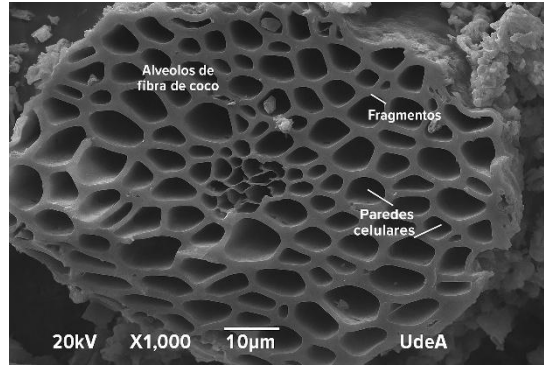


Figura A 38. Microscopía de la fibra de coco