



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



“Influencia de sustratos orgánicos sobre la germinación de (*Brassica oleracea* L. var. Milán) en el cantón Pangua el Corazón”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR

Gladys Dalida Yanchapanta Aguaiza

TUTOR

Ing. Jorge Dobronski Arcos

CEVALLOS - ECUADOR

2023

"Influencia de sustratos orgánicos sobre la germinación de (*Brassica oleracea* L. var. Milán) en el cantón Pangua el Corazón"

APROBADO Y REVISADO POR:



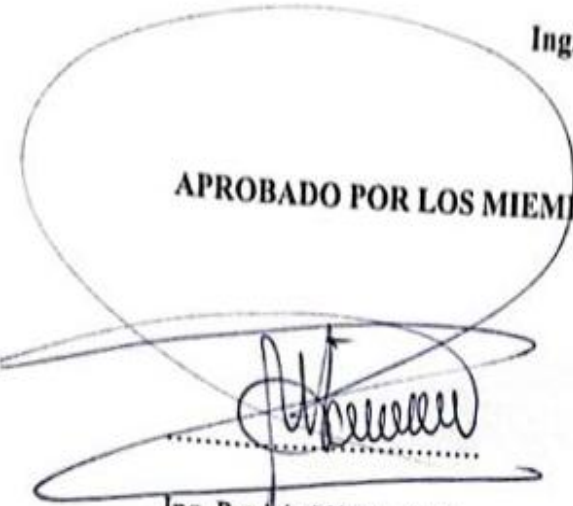
Ing. Mg Jorge Dobronski Arcos

Tutor

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

FECHA

30-08-2023



Ing. Patricio Núñez, PhD

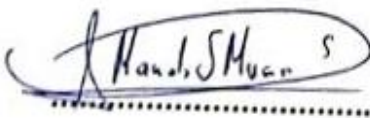
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Dr. Michel Leiva, PhD

30-08-2023

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



Ing. Manolo Muñoz, PhD

30/08/2023

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita **Gladys Dalida Yanchapanta Aguaiza**, portadora de cedula de ciudadanía con número: 0504542218, libre y voluntariamente declaro que el informe final del proyecto de investigación titulado: **“Influencia de sustratos orgánicos sobre la germinación de (*Brassica oleracea* L. var. Milán) en el cantón Pangua el Corazón”** es original, autentico y personal. En tal virtud declaro que el contenido es original legalmente y académica excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....
Gladys Dalida Yanchapanta Aguaiza

C.I. 0504542218

AUTORA

DERECHOS DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Influencia de sustratos orgánicos sobre la germinación de (*Brassica oleracea* L. var. Milán) en el cantón Pangua el Corazón**” como requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autora, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



.....

Gladys Dalida Yanchapanta Aguaiza

DEDICATORIA

A Dios con todo mi corazón por haberme dado la vida y sabiduría, quien ha sido mi guía y fortaleza para poder culminar mi carrera universitaria, porque sin él nada hubiera sido posible.

En especial a mis padres Gonzalo Yanchapanta, Narcisa Aguaiza quienes con su amor, paciencia y sacrificio me han ayudado a cumplir uno de mis más grandes sueños, ya que ellos fueron uno de los principales para la construcción de mi vida profesional, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar sus virtudes infinitas, su apoyo y sus nobles corazones hace que cada día sean mi admiración.

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Orgullosa de haberlos tenido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

A mis hermanos y hermanas Luz, Gerónimo, Fabricio, Lisbeth, Gonzalo, Cinthia por su apoyo incondicional durante todo el transcurso de mis estudios y creo que lo seguirán haciendo a un más adelante con todo el cariño. A toda mi familia, en especial a mi tío Daniel Aguaiza porque con sus oraciones, consejos y apoyo incondicional han hecho de mí una mejor persona ya que de una u otra forma me han acompañado en cada uno de mis sueños y por siempre darme ánimos a seguir adelante.

A mi cuñado Klever Cornelio quién me animó en este campo de estudio y, durante varios años me ha apoyado cuando más lo necesité para nunca rendirme. Su ejemplo me mantuvo soñando cuando quise rendirme.

A mis queridos abuelitos José Aguaiza, María Diocelina por su gran valentía, que a pesar de su edad es un ejemplo a seguir y sobre todo por el cariño y el amor que me han brindado día a día. Gracias a toda mi familia Yanchapanta Baño y Aguaiza Masabanda.

Gladys Dalida Yanchapanta Aguaiza

AGRADECIMIENTO

A Dios le doy las gracias por la vida que me ha otorgado de existir en este mundo y por haberme puesto la sabiduría en mí para poder terminar mi objetivo.

Gracias a mis padres por su apoyo y consejo he llegado a realizar la más grande de mis sueños, hoy puedo decir que he conquistado la meta que antes estaba lejos. La cual constituye la herencia más valiosa que puedo recibir.

Agradezco a mis hermanos y familiares en especial a mi cuñado Klever Cornelio por haberme aconsejando y motivado a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A la Universidad Técnica de Ambato, a mi Facultad de Ciencias Agropecuarias, carrera de agronomía mis más sinceros agradecimientos a todos los maestros y maestras por sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente y haber brindado todos sus conocimientos durante todo el proceso de formación profesional.

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor Ing. Jorge Dobrosnki por el conocimiento impartido durante el proceso de formación profesional, sobre todo por el apoyo invaluable que me brindó durante el desarrollo de mi investigación y de igual manera al Dr. Michel Leiva y al Ing. Manolo Muñoz por cada uno de sus consejos y enseñanzas para la elaboración de este proyecto. Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores queridos, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mi transitar profesional.

Finalmente agradezco a mis amigos y compañeros de viaje, hoy culminan esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas de trabajo nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre allí.

Gladys Dalida Yanchapanta Aguaiza

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes investigativos	3
1.3. Categorías fundamentales	5
1.3.1. Sustratos.....	5
1.3.2. Propiedades físicas de los sustratos	6
1.3.3. Residuos agrícolas y sus usos	7
1.3.4. Proceso de germinación de semillas de la col.....	10
1.3.5. Tipos de germinación.....	10
1.3.6. Factores que afectan a la germinación.....	11
1.3.7. Etapas del proceso de germinación.....	11
1.3.8. Trasplante.....	12
1.4. Cultivo de col (<i>Brassica oleracea</i>)	12
1.4.1. Descripción taxonómica.....	12
Tabla 1. Clasificación taxonómica de la col (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Milán).....	12
1.4.2. Requerimientos climáticos de la col	13
1.4.3. Morfología de la planta.....	13
1.4.4. Plagas y enfermedades.....	14
Tabla 2. Plagas del cultivo del cultivo de col (<i>Brassica oleracea</i>) (Guambo López, 2010).	14
Tabla 3. Enfermedades del cultivo de col (<i>Brassica oleracea</i>) (Santiago Lastra y Perales Rivera, 2007).....	15
1.5. OBJETIVOS	16
1.5.1. Objetivo general.....	16
1.5.2. Objetivos específicos	16
CAPÍTULO II.....	17
METODOLOGÍA.....	17
2.1. Ubicación del experimento	17
2.2. Características del lugar	17
2.3. Equipos y materiales	17

2.3.1. Equipos	17
2.3.2. Materiales.....	18
2.4. Factores de estudio.....	19
2.4.1. Sustratos orgánicos	19
2.4.2. Porcentaje de mezcla	19
2.4.3. Tratamientos.....	19
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.	19
2.5. Diseño experimental	19
2.6. Manejo del experimento	20
2.7. VARIABLES RESPUESTAS	25
CAPÍTULO III	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1. Determinación del efecto de sustratos orgánicos sobre la germinación de semillas de <i>B. oleracea</i> var. Milán.....	26
Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.	26
3.2. Altura de la plántula.....	28
Tabla 6. Análisis de varianza para la respuesta altura de la plántula a los 32 días.	28
3.3. Diámetro del tallo a los 32 días después de la siembra.	30
Tabla 7. Análisis de varianza para la respuesta diámetro de tallo.....	30
3.4. Volumen de la raíz a los 32 días después de la siembra.....	32
Tabla 8. Análisis de varianza para la respuesta volumen de la raíz.	32
CAPÍTULO IV	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
4.1. CONCLUSIONES	34
4.2. RECOMENDACIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la col (<i>Brassica oleracea</i> L. var. Milán).....	12
Tabla 2. Plagas del cultivo del cultivo de col (<i>Brassica oleracea</i>)	14
Tabla 3. Enfermedades del cultivo de col (<i>Brassica oleracea</i>)	15
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.....	19
Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.....	26
Tabla 6. Análisis de varianza para la respuesta altura de la plántula a los 32 días.....	28
Tabla 7. Análisis de varianza para la respuesta diámetro de tallo.	30
Tabla 8. Análisis de varianza para la respuesta volumen de la raíz.....	32
Tabla 9. Porcentaje de mezcla de la variable porcentaje de germinación (5).....	43
Tabla 10. Porcentaje de mezcla de la variable altura de la plántula (cm).....	43
Tabla 11. Porcentaje de mezcla de la variable diámetro del tallo (mm).....	43
Tabla 12. Sustratos de la variable volumen de la raíz (cc).	43
Tabla 13. Porcentaje de mezcla de la variable de volumen de la raíz (cc).	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del cantón Pangua el Corazón.....	17
Figura 2. Diagrama del procedimiento de las actividades desarrolladas para determinar el efecto de sustratos orgánicos sobre la germinación de semillas de col (<i>Brassica oleracea</i>).....	20
Figura 3. Diagrama de las actividades realizadas para determinar el efecto de diferentes mezclas de sustratos orgánicos sobre la germinación de <i>Brassica oleracea</i>	22
Figura 4. Diagrama del proceso de las actividades realizadas para evaluar las características morfológicas de las plántulas de <i>Brassica oleracea</i> germinadas en sustratos orgánicos.....	23
Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos para la variable porcentaje de germinación a los 12 días después de la siembra.	27
Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para sustratos en la variable porcentaje de germinación.	27
Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de plántula a los 32 días después de la siembra.....	29
Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para sustratos en la variable altura de plántula.	29
Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro del tallo a los 32 días después de la siembra.....	31
Figura 10. Prueba de Tukey al 5% para sustratos en la variable diámetro del tallo a los 32 días después de la siembra.....	32

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de obtener nuevas alternativas metodológicas que influyan en la germinación de plántulas de col (*Brassica oleracea* L.var. Milán), con abonos orgánicos a partir de residuos agrícolas como (maíz, cacao y plátano) con un porcentaje de mezclas de humus de lombriz de (60%-40% y 50%-50%). La investigación se efectuó en la provincia de Cotopaxi cantón Pangua El Corazón. El terreno se encuentra ubicado a una altitud de 377m de elevación sobre el nivel del mar, sus coordenadas son: altitud: 1°8'12,45" S y Longitud: 79°13'13,60" W. El ensayo empleó un diseño de bloques al azar (B.C.A) en arreglo factorial 3*2 con 6 tratamientos y 6 repeticiones. Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. La toma de datos se realizó a los 32 días después de la siembra. Se obtuvo como resultados para la variable porcentaje de germinación el tratamiento que sobresalió fue el T5 (Residuos de plátano 60% + humus de lombriz 40%) con un porcentaje de 80%. Mientras que en la variable altura de la plántula el tratamiento que más destacó fue el T6 (Residuos de plátano 50% + humus de lombriz 50%) con una altura de 8,12 cm; para la variable diámetro del tallo y volumen de la raíz el que mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T6 (Residuos de plátano 50% + humus de lombriz 50%) con un diámetro de tallo de 2,92 mm y volumen de la raíz 0,39 cc. Es decir, en la investigación realizada los tratamientos que mejor destacó fue el T5 y T6.

Palabras clave: Abonos orgánicos, humus de lombriz, rastrojo de maíz, residuos.

SUMMARY

The present investigation was carried out with the purpose of obtaining new methodological alternatives that influence the germination of cabbage seedlings (*Brassica oleracea* L.var. Milan), with organic fertilizers from agricultural residues such as (corn, cocoa and banana) with a percentage of worm humus mixtures of (60% - 40% and 50% - 50%). The investigation was carried out in the province of Cotopaxi canton Pangua El Corazón. The land is located at an elevation of 377m above sea level, its coordinates are: altitude: 1°8'12.45" S and Longitude: 79°13'13.60" W. The trial used a randomized block design (B.C.A) in a 3*2 factorial arrangement with 6 treatments and 6 repetitions. An analysis of variance and Tukey's test at 5% were performed. Data collection was carried out 32 days after sowing. Taking as results for the germination percentage variable, the treatment that stood out was T5 (60% plantain residue + worm humus 40%) with a percentage of 80%. While in the seedling height variable the treatment that stood out the most was T6 (50% plantain residue + 50% worm humus) with a height of 8,12 cm, for the variable stem diameter and root volume the best result was obtained was treatment T6 (50% plantain residue + 50% worm humus) with a stem diameter of 2,92 mm and 0,39 root volume. cc. That is, in the research carried out, the treatments that best stood out were T5 and T6.

Key words: Organic fertilizers, earthworm humus, corn stover, residues.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción

La col (*Brassica oleracea*) a nivel mundial ha crecido en consumo especialmente en zonas rurales, donde este cultivo ha alcanzado en segundo lugar en la producción de hortalizas, siendo obtenidos la mayor parte de ellos bajo manejo ecológico y con frecuente uso de diversos tipos de sustrato, compost o estiércol lo que origina suelos enriquecidos en materia orgánica, de elevada fertilidad (FAOSTATS, 2011).

La col es una especie originaria del mediterráneo, donde encuentra el clima idóneo para su correcto desarrollo. Se producen aproximadamente 70 millones de toneladas de repollo por año a nivel mundial, sobre una superficie de 3.8 millones de hectáreas en casi 150 países. La reproducción de repollo es más de cuatro veces la de coliflor y brócoli, como resultado de una creciente demanda en la población, la cual ha tenido un incremento del 20% durante los últimos años (FAOSTATS, 2011).

El repollo es una hortaliza muy importante en el caribe, Asia, América Central y otras partes del mundo. Su cultivo se ha incrementado en Cuba, principalmente en los últimos años debido a la creciente demanda de los productos hortícolas y su amplio reconocimiento de sus efectos benéficos para la salud humana. El consumo de col en países en desarrollo tiene un rápido crecimiento, como en China que aumentó a más de 300 kg por año, muy por encima del promedio mundial de 105 kg (Salcedo y Lya, 2014).

En la actualidad en el Ecuador, de la de col se cultivan 900 hectáreas con una producción de 11.637 Tm y un rendimiento promedio anual de 12.93 Tm/ha, ha sido de gran interés por la agricultura orgánica ya que presenta un mayor crecimiento en cuanto a la superficie que se dedica la producción de productos orgánicos, entre las principales provincias que se dedican a este cultivo se encuentran Pichincha, Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo. La agricultura aborda un tema de mucha importancia de planificación para el sector rural como es la agricultura familiar (Álvarez, Bravo y Armendaris, 2014).

En la actualidad ha surgido una secuencia de estudios que obedecen a la importancia en diferentes comunidades de productores rurales sobre las políticas públicas de la región. De esta manera, la agricultura familiar tiende a ocupar un lugar preponderante en las políticas planteadas por organismo multilaterales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 2019). El proceso de producción del cultivo de col se lleva a cabo de forma tradicional en diferentes provincias **(Martínez Valle, 2013)**.

Con esta investigación se estudió el aporte del sustrato de los rastrojos que quedan después de la cosecha de maíz, cacao y plátano en mezcla con humus de lombriz en diferentes porcentajes en la germinación de col y así poder compartir conocimientos a los agricultores para mantener una agricultura agroecológica, buscando mejorar la producción de plántulas al trasplantar al campo, así como el beneficio económico **(Álvarez Lorente, 2020)**.

El propósito de esta investigación está dirigido a proveer plántulas de *B. oleracea* var. Milán, aprovechando sustratos orgánicos formulados a partir de residuos de maíz, cacao y plátano del cantón Pangua, en la provincia de Cotopaxi.

Los beneficiarios directos de esta investigación son los productores, puesto que son las personas más afectadas por la escasez de plántulas de diferentes hortalizas. Igualmente, se aporta a la sociedad y sobre todo al sector agrícola puesto que se pretende generar plántulas de calidad a corto plazo. En general, se contribuye con la sociedad y con los productores de col que se han visto afectados porque no usan el sustrato adecuado para la germinación de semillas, sobre todo por la falta de recursos ya que en muchas ocasiones salen a comprar plántulas en otras provincias para su proceso productivo. Se ha podido demostrar que se puede obtener plántulas en nuestro cantón y con ello recomendar y garantizar el sustrato adecuado que es muy importante en la germinación de semillas.

1.2. Antecedentes investigativos

Guangatal Tipanguano (2002), en su trabajo de investigación realizada bajo condiciones de cubierta plástica evaluó sustratos orgánicos para la producción de plántulas de col (*B. oleracea* var. *Itálica*). En la cual utilizó cuatro tratamientos: turba, hojarasca, humus y compost en un diseño completamente al azar, las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y volumen radicular. Los sustratos orgánicos como el sustrato de hojarasca y sus mezclas con humus y compost presentaron los mejores resultados con 99,4% en germinación, 11,6 cm en altura de la planta y un diámetro de tallo con 2,26 mm.

Un estudio realizado en la parroquia El Corazón, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, recinto San Nicolás se evaluó la respuesta del cultivo de col (*B. oleracea* var. *Capitata*) con la aplicación de dos abonos orgánicos bajo las condiciones edafoclimáticas del sector. En la cual los resultados demostraron que al aplicar abono orgánico compost, reportó mayores valores para las variables estudiadas: altura de la planta y diámetro del tallo (**Llomitosa Gavilanez , 2022**).

Illbay (2012), en su estudio pudo demostrar los resultados de la combinación de sustratos orgánicos (turba y suelo de páramo) para la producción de plántulas de (*B. oleracea*) con tres porcentajes diferentes (25%, 50% y 75%) de turba ajustando al 100% del elemento total. Realizó siete tratamientos con tres repeticiones. El sustrato preparado con turba 75% + ácido húmico 25% fue el que demostró mejores resultados con mayor desarrollo en altura de la planta a los 15 días (6,14 cm) y el volumen del sistema radicular de 2,10 cc.

Según (**Telenchana, 2017**) en su trabajo de investigación en la parroquia de Izamba provincia de Tungurahua se evaluaron distintas fórmulas de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de col de Bruselas. En esta investigación se tomaron los datos agronómicos como altura de la plántula y volumen de la raíz. Los sustratos que se estudiaron fueron: fibra de coco, *Azolla Anabaena* y turba rubia, se realizaron varios tratamientos de los sustratos con diferentes porcentajes, llegando a determinar que el T2 75% *Azolla Anabaena* y 25% turba rubia, obtuvo mejores resultados al obtener 6,39 cm

de altura de la plántula a los 45 días de la siembra y 2,39 cc en volumen del sistema radicular.

Un estudio realizado bajo cubierta plástica se pudo demostrar una evaluación agronómica de la producción de semilleros de hortalizas implementado con diferentes sustratos. Se obtuvieron de tres sustratos a partir de biodesechos agrícolas de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Solanum betaceum*) con tres tratamientos y tres repeticiones. En el cual demostraron que el mejor resultado que se obtuvo fue a partir de subproductos agrícolas de los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), con un promedio de altura de plántulas de 3,3 mm y grosor del tallo 4,52 mm (**Rumipamba Curicama, 2022**).

Álvarez-Palomino (2018), en su investigación menciona que el sustrato es el principal material sólido que permitió el desarrollo del sistema radical y el crecimiento del cultivo pudiendo este intervenir en la nutrición de la planta. Hoy en la actualidad los residuos vegetales han sido de mucha importancia ya que se han convertido en un beneficio para la agricultura por lo que se utiliza como un factor de materia orgánica en los distintos suelos ya sea de forma fresca o después de haber pasado por un largo proceso de descomposición, los sustratos orgánicos pueden ser clasificados como ganadero, agrícola y forestal.

La mayoría de los sustratos orgánicos están elaborados con residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha, para abonos verdes (leguminosas fijadoras de nitrógeno) y restos orgánicos de la explotación agropecuaria como el estiércol de ganado, gallinaza, etc. Los sustratos orgánicos se pueden elaborar a base de diferentes cultivos, estiércoles de animales, es decir con la mezcla de todo recurso que este al alcance de nuestras manos para poder obtener un sustrato rico en nutrientes (**Pérez, 2017**).

Martínez Valle (2013) en su investigación mencionó diferentes desechos de cultivos después de la cosecha que se han convertido en un beneficio para la agricultura, ya que

estos materiales se utilizan como materia orgánica en los suelos de forma fresca o después de haber sido transformados por descomposición. Estos subproductos de la producción agrícola generan beneficios para los productores, logrando convertirlos en abono y ser devueltos al suelo para uso agrícola o con un potencial de reutilización en la producción agropecuaria.

1.3. Categorías fundamentales

1.3.1. Sustratos

El término sustratos se define como una mezcla de materiales que deben ser utilizados en porcentajes adecuadas para que las plantas tengan un buen desarrollo. Al hablar de un sustrato orgánico se hace referencia a un cultivo sin suelo donde se tiene un sistema de cultivo en que la planta desarrolla la raíz en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo. Es decir, involucra residuos utilizados para producir plantas. Al existir una elevada producción de residuos y subproductos se facilita la gestión y uso en agricultura de los residuos orgánicos de varias actividades, disminuyendo su peso y volumen, a la vez genera un producto útil (**Patrón Ibarra, 2014**).

El sustrato es uno de los materiales más utilizados para los cultivos de invernadero debido a la variedad de formas de dosificación disponibles para los cultivadores por lo que se utilizan en la retención de agua y nutrientes, sobre todo como anclaje para el sistema radicular. Los componentes de sustratos orgánicos incluyen turba, corteza de árboles, cáscaras de arroz, fibra de coco y fibra de madera, entre otros (**Lopéz, 2023**).

En la actualidad los sustratos orgánicos son aplicados en la producción agrícola día a día y se han convertido en una valiosa alternativa, por lo que se puede mejorar el rendimiento de distintos cultivos como: la col, lechuga y en general de las hortalizas. El uso de diversos sustratos orgánicos es de mucha importancia gracias a los benéficos que brindan como: el aporte de nutrientes, un adecuado drenaje y un sistema poroso adecuado para el desarrollo de los cultivos (**Navarro, et al., 2022**).

Numerosas investigaciones demuestran que la materia orgánica es importante para el buen desarrollo de los cultivos. Bajo ciertos esquemas de manejo, los suelos agrícolas

tienden a perder gradualmente su contenido de materia orgánica, lo que conduce a una disminución del rendimiento de cultivos con el paso del tiempo. Por lo mismo debemos optar por los residuos orgánicos y los estiércoles de animales, debido al importante aporte de nutrientes, el estiércol es claramente una excelente opción como abono orgánico **(Intagri, 2016)**.

1.3.2. Propiedades físicas de los sustratos

Las propiedades físicas del sustrato están estrechamente relacionadas con el tipo de material que forma el sustrato **(Pire y Pereira, 2003)**.

Granulometría

Las partículas que componen los sustratos pueden tener tamaños muy diversos. La distribución de tamaños de partículas que componen un material se expresa mediante la granulometría. El tamaño de las partículas de los sustratos determina el tamaño de los poros, situados entre ellas. El tamaño de partículas afecta al crecimiento de la planta a través del tamaño de los poros. La distribución del tamaño de partículas y de los poros determina el balance de agua y el aire del sustrato a cualquier nivel de humedad **(Patrón Ibarra, 2014)**.

Porosidad

La porosidad y la aireación son importantes para el movimiento de agua y nutrientes y el intercambio de aire dentro y en toda la zona de la raíz. Las raíces de las plantas necesitan una aireación adecuada para transportar nutrientes. Es decir que la porosidad en los sustratos influye ya que en los poros pequeños existe retención de humedad, mientras en los poros grandes hay mayor escasez para la retención de agua, por esta razón es necesario contar con un sustrato que se encuentre en equilibrio, ya que por un desequilibrio provocaría la muerte de una planta por exceso de agua y sequía **(López, 2023)**.

1.3.3. Residuos agrícolas y sus usos

Los procesos de producción de sustratos orgánicos más conocidos son: Bokashi, compost, tierra fermentada, vermicompost, extractos de plantas, abonos verdes y los rastrojos transformados en sustratos que son útiles como sustrato para semillas.

Los desechos agrícolas manejados en forma inadecuada originan problemas de contaminación al ambiente ya que los residuos agropecuarios son considerados fuente de contaminación y no se han valorado como el subproducto de la agricultura susceptible de originar abonos orgánicos de calidad debido hay desconocimiento de nuevas alternativas, mientras que los desechos o biomásas agropecuarios transformados en sustratos orgánicos, mediante técnicas como el compostaje o vermicompost, poseen propiedades físicas, químicas y biológicas que permiten el crecimiento de los cultivos (**Morales Maldonado y Casanova Lugo, 2015**).

Compost

Es un abono que se obtiene por la descomposición de residuos o desechos de diferentes cultivos y animales que son transformados en una masa homogénea de estructura grumosa, rica en humus y en microorganismos. Este proceso es aeróbico, por lo tanto, se realiza en presencia de aire, ya que la descomposición es realizada por bacterias y hongos (**Mejía y Palencia, 2002**).

Cultivo de maíz

Actualmente, el maíz es considerado uno de los cultivos más importantes de nuestro país una parte de la economía también se sustenta en los cultivos a gran escala; su nombre científico es *Zea mays*, pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta herbácea americana de tallos largos y duros, en su parte terminal se desarrollan las espigas, además se forman sus respectivas mazorcas (**López Villacis, 2022**).

Usos del rastrojo del cultivo de maíz

En la antigüedad para reducir grandes cantidades de residuos de maíz, tradicionalmente se ha utilizado la quema para eliminar los residuos de cultivos de forma económica, sencilla y rápida, ya que reduce grandes cantidades de biomasa, además de reducir plagas y enfermedades, liberan el suelo para continuar con la labranza y la siembra. Estas actividades afectan negativamente las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, reduciendo significativamente la biomasa microbiana y el contenido de materia orgánica en el suelo **(Venegas y Carrasco, 2015)**.

En la actualidad algunos agricultores han ido reduciendo la quema de residuos agrícolas en la búsqueda de alternativas para no contaminar el medio ambiente, por ello han decidido incorporar al suelo para mejorar sus condiciones físicas. Se llegó a determinar que un 75% de ellos los incorpora al suelo como abono orgánico, un 15% los utiliza para alimentación animal y un 10% los quema **(Venegas y Carrasco, 2015)**.

La biomasa de maíz se utiliza para producir abonos o sustratos orgánicos, mediante un proceso eficiente y respetuoso con el medio ambiente, este tipo de residuos agrícolas es considerado una importante fuente de energía renovable; aprovecha al máximo el enorme potencial de estos residuos, con esta alternativa será posible reducir la quema de estos residuos agrícolas en el campo y por lo tanto dejar de contaminar el ambiente **(López Villacis, 2022)**.

Residuo de cacao

Cacao (*Theobroma cacao* L.) corresponde a la familia de las Malvaceae, es un árbol tropical que crece en lugares húmedos, cuyos cultivos se distribuyen principalmente en las regiones costeras y amazónicas. En el Ecuador existen dos tipos de cacao, el cacao fino de aroma conocido como criollo nacional y la colección castro naranjal (CCN51). La producción de cacao en el Ecuador se concentra principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos **(Delgado Gutiérrez, 2018)**.

Usos de los residuos de cacao

Los residuos de cacao hoy en la actualidad han generado un gran aprovechamiento como una estrategia que utilizan diversos productores para generar abonos o sustratos orgánicos que sirven para sus cultivos y así poder remplazar los fertilizantes de carácter químico, ya que los abonos orgánicos que produce el cacao tienen contenidos de calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y Nitrógeno (N), y aparte de generar un ahorro económico del productor genera un beneficio en la retención de nutrientes y en la fijación de carbonos **(Vera Rodríguez, 2021)**.

Residuo de plátano

El plátano (*Musa × paradisiaca*) pertenece a la familia de las Musáceas, es nativo del Sudeste Asiático. La planta de plátano es un arbusto monocotiledóneo perenne, que alcanza una altura de hasta 7 metros, además tiene una consistencia herbácea que posee un pseudotallo o rizoma donde se almacena los elementos nutritivos elaborados por las hojas, cuando se cosecha el racimo, solo se utiliza del 20 al 30% de su biomasa, quedando un 70 a 80% por utilizar, lo que ha generado una de las principales problemáticas ambientales **(Mazzeo y León, 2010)**.

A nivel mundial, el desarrollo de esta industria genera una gran cantidad de residuos por la implementación de nuevas tecnologías y procesos para producir y satisfacer la alta demanda. Sin embargo, muchas veces no se utiliza de manera efectiva por el desconocimiento de las diversas alternativas tecnológicas disponibles para el tratamiento de residuos agrícolas, y no se aprovechan de manera eficaz **(Haro, et. al., 2017)**.

Humus de lombriz

El humus es un derivado de la lombricultura, es un producto soluble en agua, muy fino y rico en nutrientes, aplicando al suelo mejora varios aspectos como la germinación y el crecimiento de diversas especies de cultivos. Entre otros beneficios, mejora la estructura del suelo para que sus nutrientes puedan incorporarse al suelo de manera rápida **(Tenecela, 2012)**.

El humus de lombriz beneficia la germinación de semillas y el desarrollo inicial de la planta, mejorando el aporte en comparación con otras plantas. Durante el proceso del trasplante ayuda a que las plantas crezcan más y pueden soportar condiciones de estrés (Tenecela, 2012).

1.3.4. Proceso de germinación de semillas de la col

Semillas

Las semillas constituyen en uno de los principales insumos en la producción agrícola, es decir, básico en el mecanismo de reproducción, están constituidas por un embrión y por compuestos de reserva. Las semillas finalizando su desarrollo permanecen en un estado de reposo hasta que estén con las condiciones favorables de germinación (Pita Villamil y Perez Garcia, 1998).

Germinación

La germinación empieza con la entrada de agua en las semillas y finaliza con el inicio de la elongación de la radícula. Es decir, germinación es un conjunto de procesos que se producen en las semillas en el momento que el embrión empieza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma (Pita Villamil y Perez Garcia, 1998).

1.3.5. Tipos de germinación

El tipo de germinación se debe a la posición de los cotiledones con respecto al suelo (Huerta Jardín, 2018).

Epigea: los cotiledones salen a la superficie y se transforman en órganos capaces de realizar fotosíntesis, luego se desarrollan las hojas, por ejemplo: col, lechuga, judía, en general las leguminosas.

Hipogea: los cotiledones quedan bajo la tierra, las hojas verdaderas son los primeros órganos que realizan la fotosíntesis, por ejemplo, las gramíneas.

1.3.6. Factores que afectan a la germinación

Dentro de los factores existen dos tipos externos e internos (Vargas, 1991).

Factores internos

Madurez de la semilla: las semillas maduras son aquellas que están completamente desarrolladas tanto morfológica como fisiológicamente.

Viabilidad de la semilla: el vigor de la semilla es el período durante el cual las semillas conservan su capacidad de germinar. Es un período variable según el tipo de semilla y las condiciones de almacenamiento.

Factores externos

Temperatura: es tal vez el factor ambiental más importante que regula la germinación y controla el crecimiento de las plántulas, la temperatura óptima es de 15 a 25°C.

Humedad: el agua es esencial para la germinación, ya que este proceso se inicia con la imbibición de la semilla.

Luz: la luz provee la energía necesaria para que la planta realice la fotosíntesis, con la cual se produce la materia orgánica para su crecimiento y desarrollo.

1.3.7. Etapas del proceso de germinación

La germinación se divide en tres fases o etapas (Huerta Jardín, 2018).

Hidratación: la primera etapa que tiene lugar durante el proceso de germinación, es la absorción de agua por parte de la semilla. Sin esta etapa, el proceso de la germinación no puede darse.

Germinación: durante esta etapa se produce la activación generalizada del metabolismo de la semilla, dando lugar a todas las transformaciones metabólicas necesarias para el correcto desarrollo de la posterior plántula.

Crecimiento: es la última fase del proceso de germinación de las semillas y se caracteriza por el aumento de la absorción de agua, así como por el aumento de la actividad

respiratoria. La extensión de la radícula a través de las envolturas seminales es el hecho que supone la finalización de la fase de germinación.

1.3.8. Trasplante

El trasplante se realiza cuando la planta tiene de 3 a 4 hojas verdaderas y tallos cortos, entre 25 y 35 días después de la siembra de acuerdo con condiciones en el área. El trasplante se realiza en las camas de 1 m de ancho o en un surco de 50 a 60 cm de distancia entre planta, dependiendo de la variedad (León, 2001).

1.4. Cultivo de col (*Brassica oleracea*)

Historia

La col (*Brassica oleracea*) es una especie originaria del Mediterráneo, donde se encuentra el clima idóneo para su correcto desarrollo. Existen teorías que hablan de ella como la más antigua de las crucíferas, retrasando el nacimiento de su variedad silvestre hace 4.000 a 4500 años. En la antigüedad sus grandes hojas probablemente eran usadas por los egipcios como plantas medicinales, mientras que los griegos la servían en comidas públicas (Zamora, 2016).

1.4.1. Descripción taxonómica

La col es una planta comestible perteneciente a la familia Brassicaceae (Zamora, 2016).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la col (*Brassica oleracea* L. var. Milán).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta (Fanerógama)
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledónea)
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae (Crucíferas)
Género	Brassica
Especie	<i>Brassica oleracea</i> var. Milán

1.4.2. Requerimientos climáticos de la col

Los requerimientos climáticos como: altitud, suelo, pH, temperatura son muy importantes en los cultivos (**Zamora, 2016**).

Altitud: se adapta bien a altitudes desde los 100 metros hasta los 3100 metros sobre el nivel del mar.

Suelo: los cultivos de repollo pueden crecer en diferentes suelos, pero prospera en suelos arcillosos bien drenados para evitar el encharcamiento de agua, que retiene la humedad y proporciona mucha materia prima.

pH: los cultivos crecen bien en suelos ligeramente ácidos con un pH de 5,5 a 6,5, pero un pH más cercano a 7 es mejor para prevenir la pudrición severa de las raíces.

Humedad relativa: el repollo tiene altos requerimientos de humedad debido a su proceso de crecimiento. La humedad relativa media de las hojas debe estar entre el 60% y el 90%.

1.4.3. Morfología de la planta

Fornaris Rullán (2014) indica entre las características morfológicas de la col (*Brassica oleracea* L.var. Milán) que es una planta herbácea y bienal, la cual se cultiva como planta anual.

Plantas: hay diferentes tipos de repollo; redondos, ovalados o planos y una variedad de tonos, incluidos verde azulado y gris. Cuando el repollo alcanza la madurez comercial puede medir de 40 a 60 cm.

Tallo: en la primera etapa de cultivo, las plantas forman tallos herbáceos, relativamente gruesos y sin ramificaciones con aspecto leñoso y entrenudos cortos.

Hojas: la superficie de las hojas es rugosas y rizada, esto se debe a que las nervaduras se desarrollan menos que el parénquima lo que provoca que el limbo se rice.

Sistema radicular: es cilíndrica, pivotante, con numerosas ramificaciones radiculares muy finas y pelos absorbente, miden entre 40 a 50 cm.

Flores: la planta produce racimos de flores; corola de color amarillo pálido, pétalos ovados, miden de 1 cm cuando están abiertos, son hermafroditas y de polinización cruzada por el viento e insectos.

1.4.4. Plagas y enfermedades

Tabla 2. Plagas del cultivo del cultivo de col (*Brassica oleracea*) (Guambo López, 2010).

Plagas	Nombre científico	Daños
Oruga de la col	<i>Pieris rapae L.</i>	Se alimentan de crucíferas, realizando pequeños orificios en las hojas.
Gusano medidor	<i>Trichoplusia ni</i> (Hubner)	Se alimenta de las hojas bajas, pero conforme la larva crece, mastica y crea orificios grandes.
Afido del repollo	<i>Brevicoryne brassicae L.</i>	Ataca el repollo principalmente antes de la formación de la cabeza.
Gusano soldado	<i>Spodoptera exigua</i> (Hubner)	Realizan orificios grandes en la hoja, desgarrando la hoja hasta el nervio central, también atacan a las flores y yemas.
Chinche arlequín	<i>Murgantia histrionica</i> (Hohn)	Las plantas pueden marchitarse, morir si los chinches son abundantes.
Chinches hediondas	<i>Euschistus obscurus</i>	Dañan las plantas al perforar y succionar la savia de las hojas, capullos, flores y frutos.

Enfermedades

Tabla 3. Enfermedades del cultivo de col (*Brassica oleracea*) (Santiago Lastra y Perales Rivera, 2007).

Enfermedad	Nombre científico	Daño
Pudrición negra	<i>Xanthomonas campestris</i>	Las venas se van ennegreciendo, con el tiempo de la hoja se torna color marrón, reduce el tamaño de las pellas y las hojas exteriores.
Pudrición blanda	<i>Erwinia caratovora</i>	Manchas de apariencia aceitosa en la superficie de las hojas, el tejido se oscurece, se torna blando y baboso produciendo un olor desagradable.
Necrosis marginal	<i>Pseudomonas marginalis</i>	En el borde de las hojas se observa una necrosis marrón que se extiende por las venas hacia el centro. Infecta los repollos almacenados.
Mancha foliar	<i>Alternaria</i>	Ocurre por el exceso de humedad y ataca principalmente a las hojas dejando círculos concéntricos.
Damping off		Se presenta en semillero, es causada por hongos, como <i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> y <i>Rhizoctonia</i> que ocasiona un ahorcamiento del cuello de la raíz.
Pudrición del tallo	<i>Rhizoctonia solani</i>	Se seca y oscurece la corteza externa del tallo formando un chancro.
Botrytis	<i>Botrytis cinerea</i>	Se presenta por un exceso de humedad y ataca a la pella.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de sustratos orgánicos sobre la germinación y características morfológicas de *Brassica oleracea* var. Milán en el cantón Pangua el Corazón.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de sustratos orgánicos sobre la germinación de semillas de *B. oleracea*.
- Determinar el efecto de diferentes mezclas de sustratos orgánicos sobre la germinación de semillas de *B. oleracea*.
- Evaluar las características morfológicas de las plántulas de *B. oleracea* germinadas en sustratos orgánicos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El lugar del estudio está ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Pangua El Corazón, parroquia Moraspungo, recinto San Francisco de Sillahua. En la propiedad del Sr. Klever Cornelio. El terreno se encuentra ubicado a una altitud de 377 m de elevación sobre el nivel del mar, sus coordenadas son: altitud: 1°8'12,45" S y Longitud: 79°13'13,60" W, datos otorgados por el propietario del terreno.

2.2. Características del lugar

Moraspungo la principal parroquia del cantón Pangua El Corazón tiene un clima subtropical con una temperatura entre 22 a 30 °C, su principal fuente de riqueza es la agricultura destacándose la producción de cacao, plátano, maíz, etc. De estos cultivos se recogieron los residuos agrícolas en diferentes parroquias a campo abierto de la provincia de Cotopaxi (**Muñoz Solano, 2018**).

Figura 1. Mapa del cantón Pangua el Corazón.



2.3. Equipos y materiales

2.3.1. Equipos

- Trituradora de ramas (modelo Calero group).
- Computadora.
- Impresora.

- Balanza (modelo SAP-110T).

2.3.2. Materiales

Materiales para la recolección de residuos

- Sacos dreamstime.
- Machete.
- Azadón.
- Guantes.

Materiales para la elaboración de sustratos

- Pala.
- Guantes.
- Tamizador.
- Humus de lombriz.

Materiales para la siembra de semillas

- Residuos agrícolas de cacao, maíz y plátano.
- Sustrato de humus de lombriz más residuos orgánicos, según los tratamientos.
- Semillas de la variedad Milán, certificada por: Agrocalidad.
- Bandejas de germinación (marca plastro con 100 alvéolos).
- Guantes.
- Rotuladores.
- Regadera.

Materiales de oficina

- Esfero.
- Cuaderno.
- Lápiz.
- Borrador.
- Calculadora.

Materiales para la toma de datos

- Calibrador Vernier (modelo Mitutoyo).
- Escuadra.
- Probeta (100 ml de vidrio).

2.4. Factores de estudio

2.4.1. Sustratos orgánicos

T1: Rastrojo de maíz + humus de lombriz.

T2: Residuo de cacao + humus de lombriz.

T3: Residuo de plátano + humus de lombriz.

2.4.2. Porcentaje de mezcla

M1: 60% - 40%, respectivamente.

M2: 50% - 50%, respectivamente.

2.4.3. Tratamientos

Tabla 4. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Simbología	Descripción
1	T1M1	Rastrojo de maíz 60% + humus de lombriz 40% en peso.
2	T1M2	Rastrojo de maíz 50% + humus de lombriz 50% en peso.
3	T2M1	Residuo de cacao 60% + humus de lombriz 40% en peso.
4	T2M2	Residuo de cacao 50% + humus de lombriz 50% en peso.
5	T3M1	Residuo de plátano 60% + humus de lombriz 40% en peso.
6	T3M2	Residuo de plátano 50% + humus de lombriz 50% en peso.

2.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 3 x 2, con 6 repeticiones. Para la interpretación de las variables que resultaron significativas se aplicó la prueba de Tukey al 5% mediante el software estadístico Infostat.

2.6. Manejo del experimento

Figura 2. Diagrama del procedimiento de las actividades desarrolladas para la recolección y molienda de los residuos agrícolas.





Se sometieron a un tratamiento de molienda donde cada uno de los desechos agrícolas fueron molidos y transformados en pequeñas partículas.



Finalmente se rotularon los sacos con el nombre de su respectivo sustrato.



Figura 3. Diagrama de las actividades realizadas para la mezcla de diferentes sustratos orgánicos.

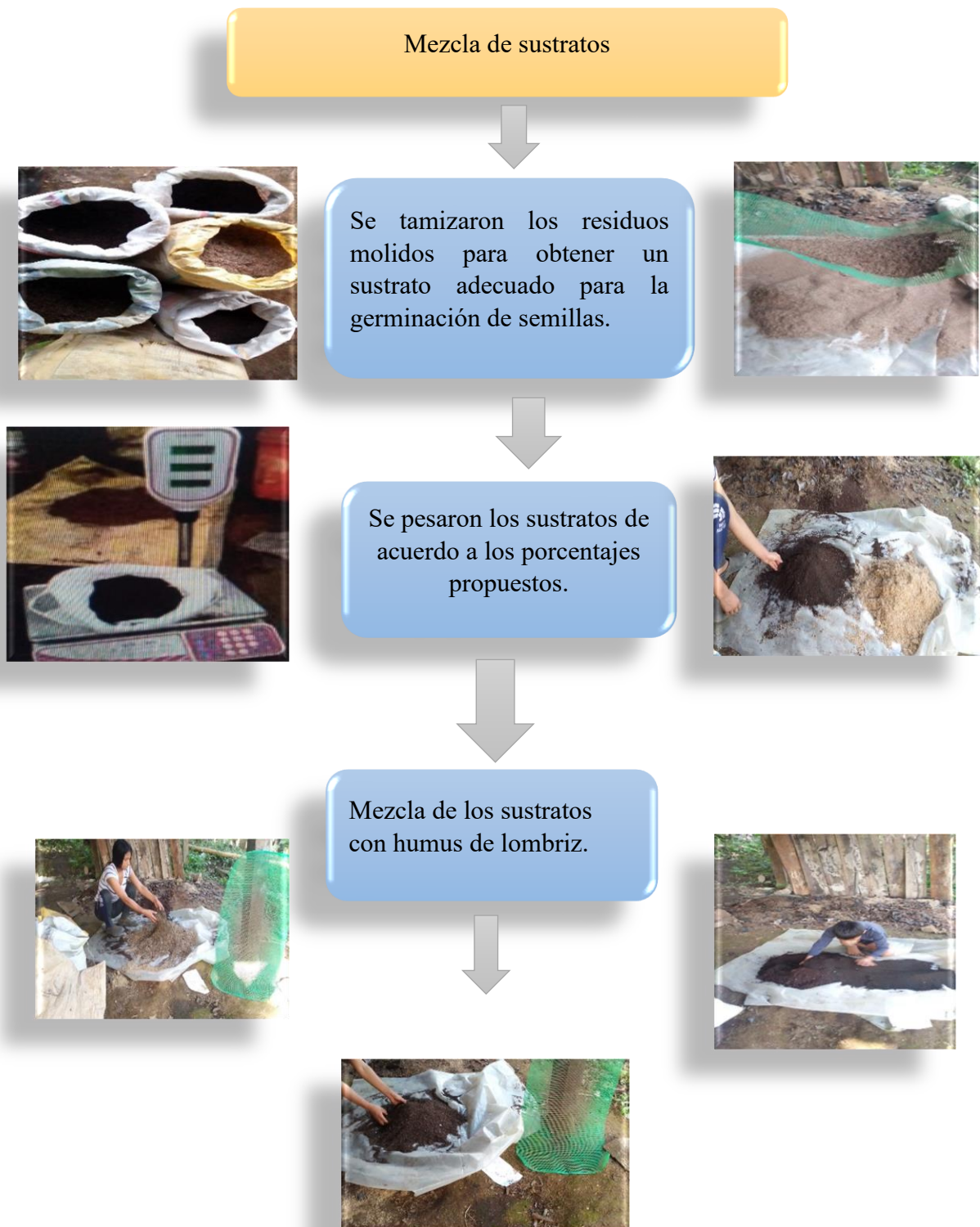
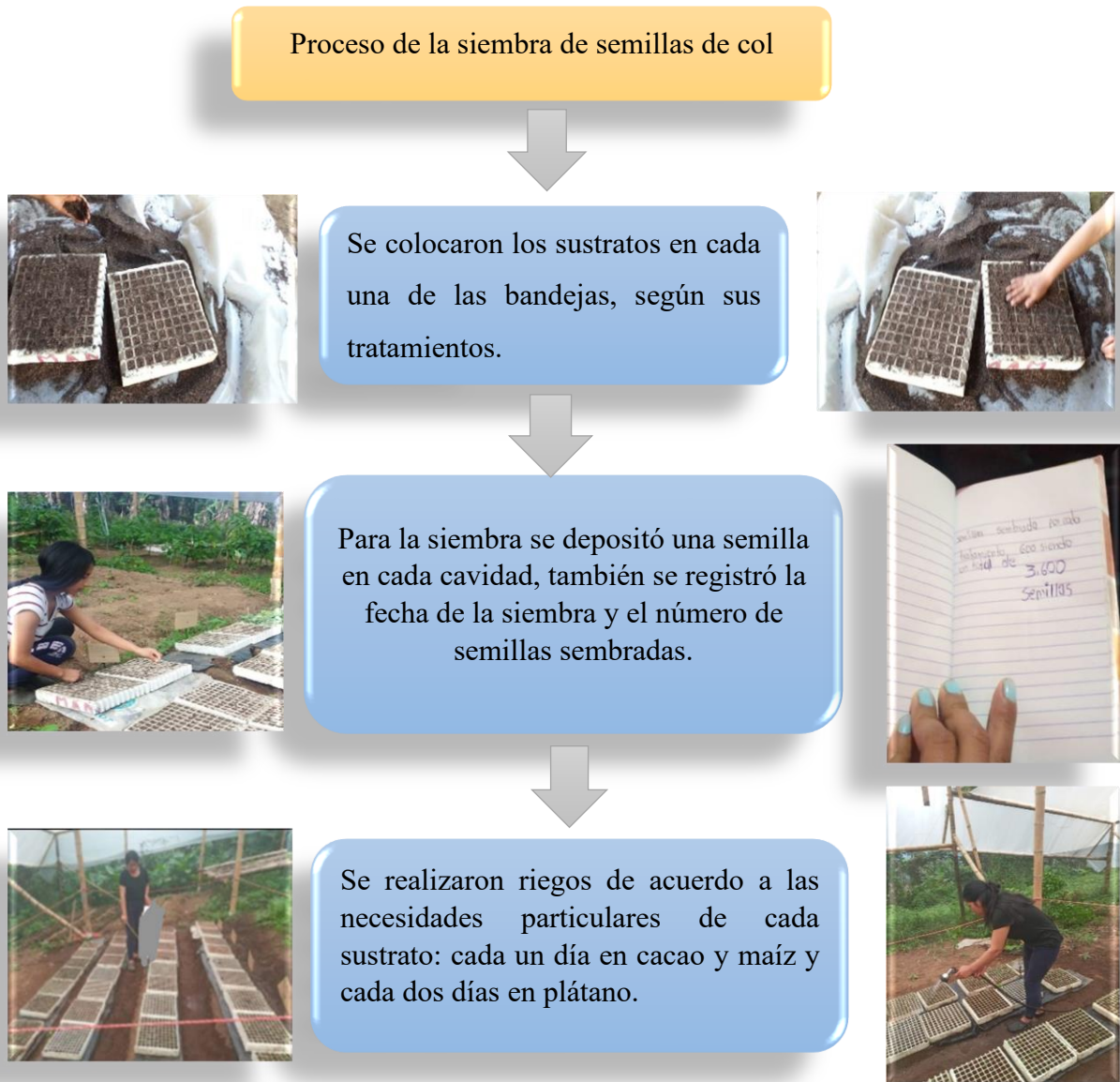
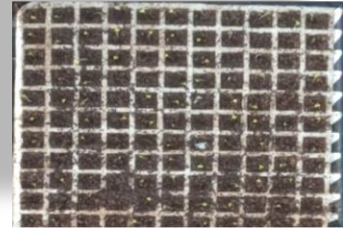


Figura 4. Diagrama del proceso de las actividades realizadas para evaluar las características morfológicas de las plántulas de *Brassica oleracea* germinadas en sustratos orgánicos.

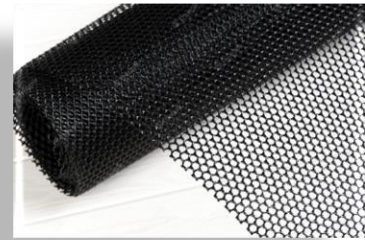




Al cuarto día de la siembra las semillas empezaron a germinar.



Se cubrieron los tratamientos con una malla de color negra para evitar que entre mucha luz solar.



A los 32 días se inició el registro de las características morfológicas de la planta de cada tratamiento, según las variables: altura de la plántula, diámetro del tallo y volumen de la raíz.



Para tomar el dato del volumen radicular se utilizó la probeta de 50 ml.



2.7. VARIABLES RESPUESTAS

Porcentaje de germinación

Para calcular el porcentaje de la germinación de las semillas de col se contabilizó la cantidad total de semillas que germinaron en el experimento y se determinó el porcentaje según:

$$PG = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas utilizadas}} \times 100$$

Altura de la plántula

Para poder determinar la altura de la planta se utilizó una regla milimétrica y se tomó la medida en centímetros de 10 plantas al azar, la medida se realizó desde la base de la planta hasta el ápice de la planta, el dato se registró a los 32 días después de la siembra.

Diámetro del tallo

Para medir el diámetro del tallo se utilizó un calibrador Vernier mitutoyo, con el cual se determinó el diámetro del tallo en milímetros a una altura de 2 cm de la base de la planta de diez plantas al azar, a los 32 días después de la siembra.

Volumen de la raíz

Para determinar el volumen de la raíz se utilizó el principio de Arquímedes, por lo cual se tomaron 10 plantas de col al azar de cada tratamiento, se procedió a medir el volumen radicular con la ayuda de una probeta de 100 ml, para ello se dejó secar la raíz por 40 segundos sobre papel periódico, a sombra, y se procedió a sumergir en el agua que contenía la probeta y se calculó de acuerdo al agua desplazada, el dato se realizó a tomar a los 32 días después de la siembra.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación del efecto de sustratos orgánicos sobre la germinación de semillas de *B. oleracea* var. Milán.

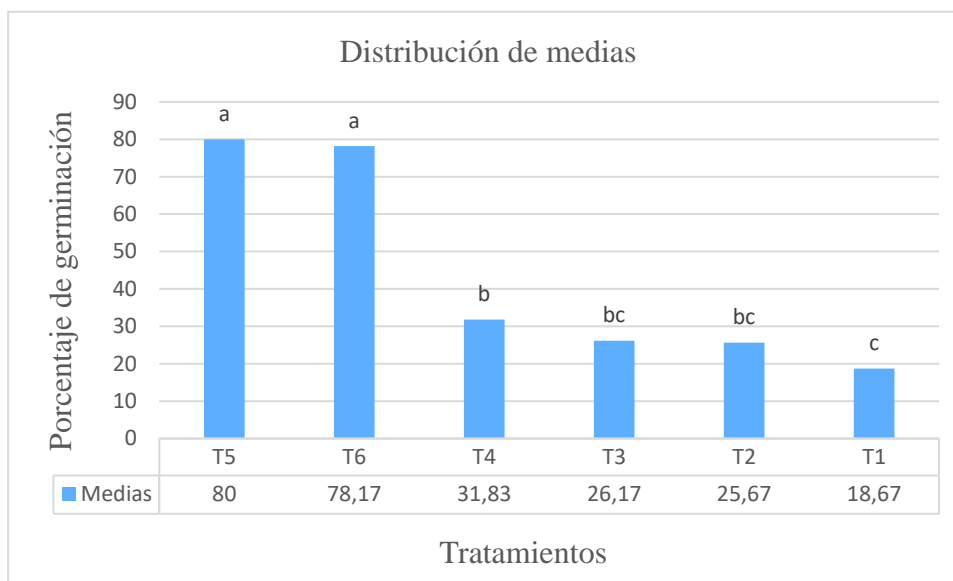
Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.

Fuente de variación	gl	CM	F	
Tratamiento	5	4686,32	114,35	**
Repeticiones	5	69,72	1,70	ns
Sustratos	2	11589,08	253,19	**
Porcentaje de mezcla	1	117,36	2,56	ns
Sustratos * Porcentaje de mezcla	2	68,03	1,49	ns
Error	25	40,98		
Total	35			

Según el análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación a los 12 días después de la siembra (**Tabla 5**), se determinó una alta significancia estadística para los tratamientos y sustratos, mientras para las repeticiones, porcentaje de mezcla y la interacción entre sustratos por porcentaje de mezcla no existen diferencias estadísticas significativas, con un coeficiente de variación de 15.58%.

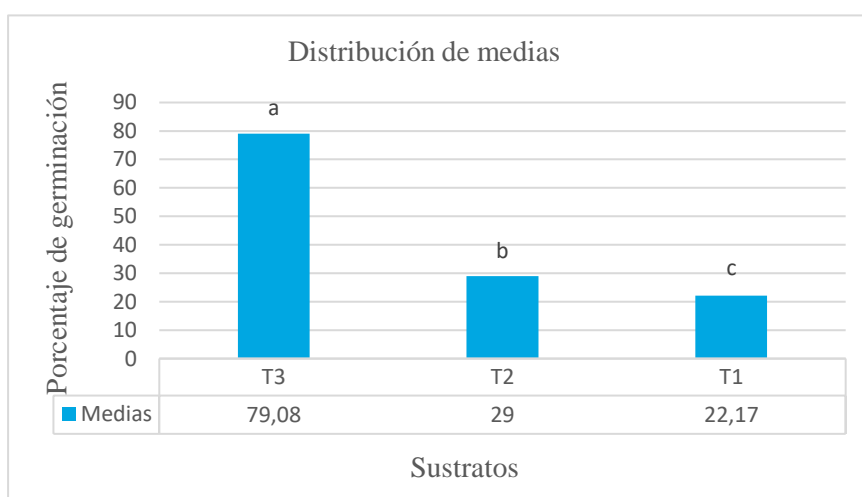
En la distribución de medias mediante la prueba de Tukey al 5%, para tratamientos en la variable porcentaje de germinación a los 32 días (**Figura 5**), se determinó que existen tres rangos estadísticos, destacando el tratamiento T5 (Residuo de plátano 60% + humus de lombriz 40%) con un valor de 80% y T6 (Residuo de plátano 50% + humus de lombriz 50%) con media de 78,17%, seguido el tratamiento T4 (Residuo de cacao 50% + humus de lombriz 50%), mientras que el tratamiento T1 presentó valores bajos con una media de 18,67%. Estos resultados pueden ser atribuidos a la influencia que tiene cada tratamiento empleado en el ensayo.

Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos para la variable porcentaje de germinación a los 12 días después de la siembra.



Se visualiza la distribución de medias para el porcentaje de germinación por sustratos utilizados (**Figura 6**), presentando un valor superior el sustrato T3 (Residuos de plátano) con 79,08%, T2 (Residuos de cacao) tuvo un menor porcentaje de germinación con un valor de 29%, mientras que el sustrato T1 resultó ser la menor media con 22,17%.

Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para sustratos en la variable porcentaje de germinación.



Según (**Guangatal Tipanguano, 2002**) en su trabajo de investigación obtuvo un 99,40% de germinación de las plántulas de *B. oleracea* al utilizar sustrato de hojarasca al 100% y el sustrato de hojarasca 75% + humus de lombriz 25%, observándose un alto poder germinativo con 99.40%. Concluyendo que si comparamos las investigaciones los valores no concuerdan, la diferencia se debería a la temperatura por lo que en la parroquia Quisapincha se tiene una temperatura que oscila entre los 6 a 12°C, mientras que en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, El Corazón la temperatura oscila de 22 a 30°C.

3.2. Altura de la plántula

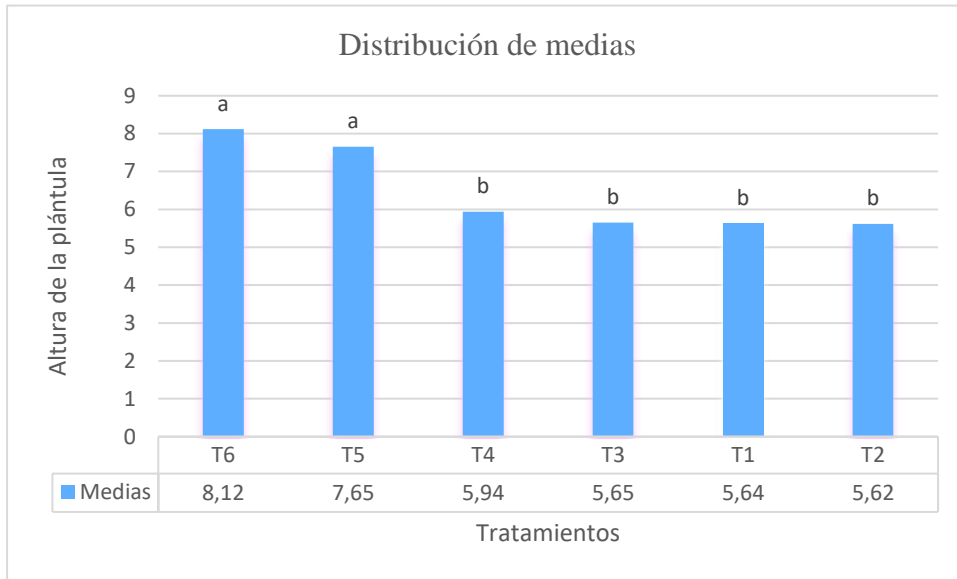
Tabla 6. Análisis de varianza para la respuesta altura de la plántula a los 32 días.

Fuente de variación	gl	CM	F	
Tratamiento	5	7,75	8,84	**
Repeticiones	5	3,14	3,58	*
Sustratos	2	18,93	15,09	**
Porcentaje de mezcla	1	0,56	0,44	ns
Sustratos * Porcentaje de mezcla	2	0,18	0,14	ns
Error	25	0,88		
Total	35			

Se muestra la respuesta al análisis de varianza para la variable altura de la plántula a los 32 días después de la siembra (**Tabla 6**), donde se determinó una alta significancia estadística para los tratamientos, sustratos y repeticiones, mientras para porcentaje de mezcla y la interacción entre sustratos por porcentaje de mezcla no existió significancia estadística con un coeficiente de variación de 14,55%.

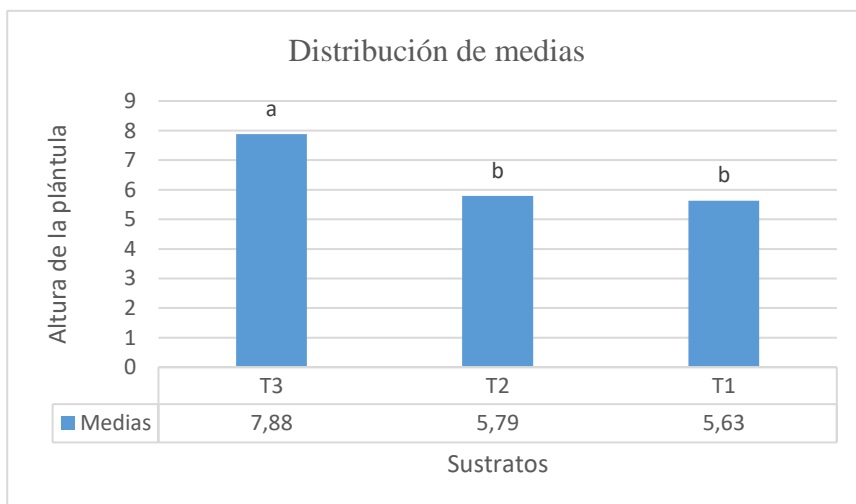
Visualizando separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5%, para tratamientos en la variable altura de la plántula a los 32 días (**Figura 7**), se identificó la existencia de dos rangos de significación, destacando el tratamiento T6 (Residuo de plátano 50% + humus de lombriz 50%) con una media de 8,12 cm, seguido del tratamiento T4 (Residuo de cacao 50% + humus de lombriz 0%) con una media de 5,94 cm.

Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de plántula a los 32 días después de la siembra.



Según lo observado en la gráfica de la distribución de medias para altura de la plántula (**Figura 8**), el sustrato T3 (Residuos de plátano) presentó el mayor valor con 7,88 cm, mientras que el sustrato T2 (Residuos de cacao) mostró un menor desarrollo de altura de plántula con un valor de 5,79 cm.

Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para sustratos en la variable altura de plántula.



Según (Ilbay, 2012) señaló que las alturas de plántulas de *B. oleracea* en su ensayo al utilizar el sustrato turba alcanzaron en promedio de 8,10 cm a los 30 días después de la siembra, concordando con nuestra investigación, ya que los resultados demuestran una igualdad en los valores obtenidos.

Pinto Tenorio (2013) observó que los sustratos con diferentes composiciones influyeron en el desarrollo de plántulas de *B. oleracea*, ya que al utilizar humus de lombriz 100% obtuvieron valores de 10,99 cm en altura de planta, valores superiores a nuestra investigación, debido a que al utilizar 100% de humus de lombriz cuenta con carbono, nitrógeno y oxígeno en mayores cantidades; adicionalmente, le permite fijar y retener los nutrientes, mejora la estructura física del suelo, formando agregados y reduciendo la erosión.

3.3. Diámetro del tallo a los 32 días después de la siembra.

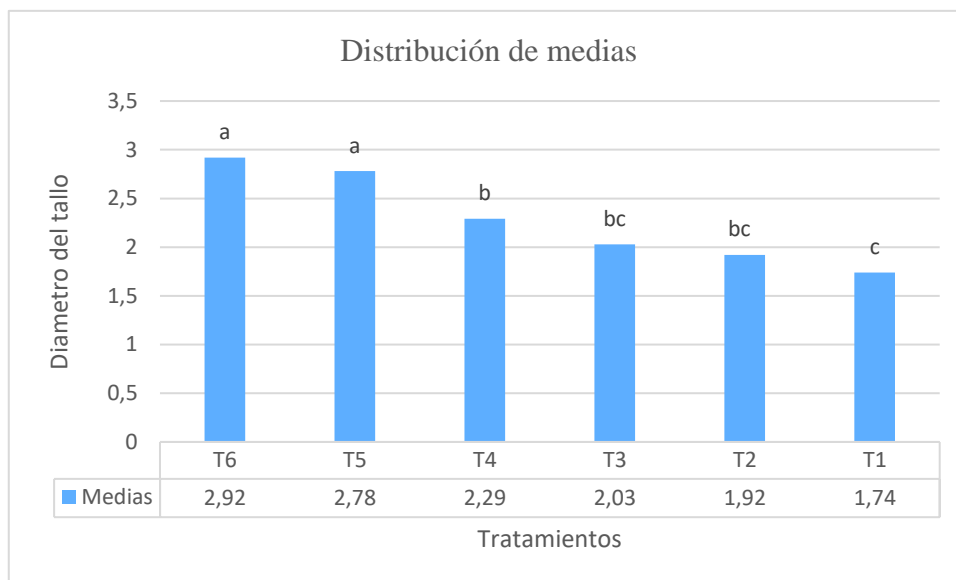
Tabla 7. Análisis de varianza para la respuesta diámetro de tallo.

Fuente de variación	gl	CM	F	
Tratamiento	5	1,37	20,27	**
Repeticiones	5	0,31	4,61	**
Sustratos	2	3,25	30,02	**
Porcentaje de mezcla	1	0,33	3,05	ns
Sustratos * Porcentaje de mezcla	2	0,01	0,09	ns
Error	25	0,07		
Total	35			

Según lo observado en el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 32 días después de la siembra (**Tabla 7**), se identificaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, repeticiones y sustratos, mientras que para la interacción entre sustratos por porcentaje de mezcla no existió significación estadística; presentándose un coeficiente de variación de 11,40%.

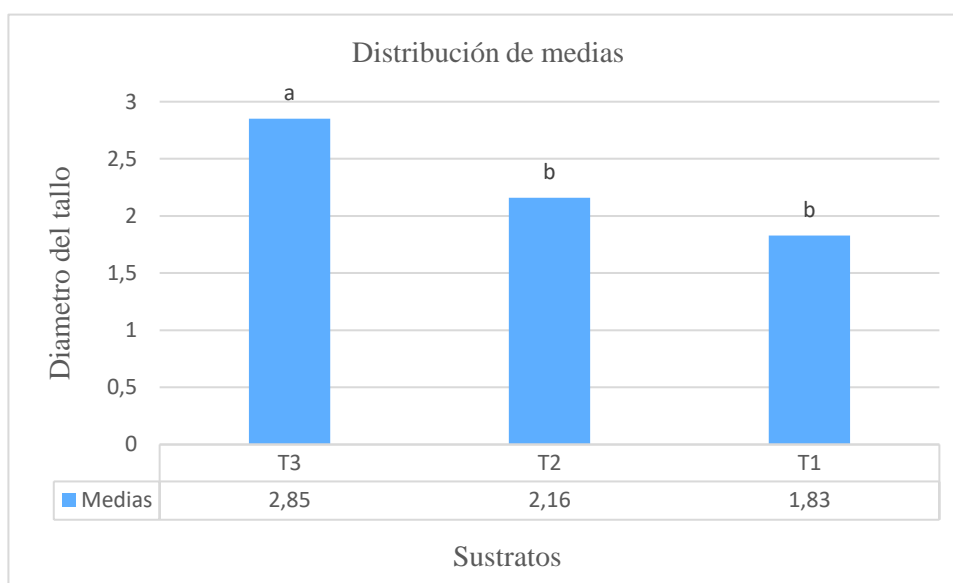
Según lo observado en la figura de la distribución de medias mediante la prueba de Tukey al 5%, para tratamientos la variable diámetro del tallo a los 32 días de la siembra (**Figura 9**), se determinó la existencia de tres rangos de significación, destacando el tratamiento T5 (Residuo de plátano 50% + humus de lombriz 50%) con una media de 2,92 mm, seguido el tratamiento T4 (Residuo de cacao 50% + humus de lombriz 50%) con una media de 2,29 mm y el último el tratamiento T1 (Residuo de cacao 60% + humus de lombriz 40%) con 1,74 mm.

Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro del tallo a los 32 días después de la siembra.



Se muestra la distribución de medias para el diámetro del tallo a los 32 días por sustratos (**Figura 10**), donde se determinaron dos rangos de significación, mostrando un valor superior el sustrato T3 (Residuos de plátano) con un valor 2,85 mm, mientras que el sustrato T2 (Residuos de cacao) presentó un menor desarrollo de diámetro de tallo con un valor 2,16 mm.

Figura 10. Prueba de Tukey al 5% para sustratos en la variable diámetro del tallo a los 32 días después de la siembra.



En la investigación realizado por **(Ordonéz Cabrera, 2017)** se observó que el diámetro de tallo en la producción de plántulas de *B. oleracea* fue de 2,43 y 2,47 mm al haber utilizado humus de lombriz 100% y cascarilla de arroz 33% + compost 67%. Por lo tanto, concuerda con lo obtenido en la investigación. Se debe mencionar que el humus de lombriz facilita la absorción de potasio, magnesio, fósforo, calcio y además facilita el enraizamiento de las plantas y evita la deshidratación.

3.4. Volumen de la raíz a los 32 días después de la siembra

Tabla 8. Análisis de varianza para la respuesta volumen de la raíz.

Fuente de variación	gl	CM	F	
Tratamiento	5	0,01	1,74	ns
Repeticiones	5	3,9	0,96	ns
Sustratos	2	0,01	3,22	ns
Porcentaje de mezcla	1	9,04	0,22	ns
Sustratos * Porcentaje de mezcla	2	4,03	1,03	ns
Error	25	4,03		
Total	35			

Según el análisis de varianza para la variable volumen de la raíz a los 32 días (**Tabla 8**), no existe significancia estadística para tratamientos, repeticiones, sustratos, porcentaje de mezcla y la interacción de sustratos por porcentaje de mezcla, con un coeficiente de variación de 19,06%.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo de la investigación acerca de la “Influencia de sustratos orgánicos sobre la germinación de (*B. oleracea* L. var. Milán) en el cantón Pangua el Corazón”, se concluye lo siguiente:

- La germinación de plántulas de col (*B. oleracea* L.var. Milán) en los diferentes tratamientos resultó ser muy eficiente el tratamiento T5 (Residuos de plátano 60% + humus de lombriz 40%) que en su totalidad alcanza un valor de 80% de germinación, considerando como óptimos para la germinación de semillas de col.
- Como resultado de la investigación se determinó que el mejor porcentaje de mezclas de residuos para el porcentaje de germinación fue (Residuo de plátano 60% + humus de lombriz 40%).
- Los tratamientos T5 y T6 (Residuos de plátano 60% + humus de lombriz 40%) y (Residuos de plátano 50% + humus de lombriz 50%) presentaron las mejores características morfológicas a los 32 días después de la siembra tales como: altura de la plántula 8,12 cm, diámetro del tallo 2,92 mm y volumen del sistema radicular 0,39 cc, siendo estos valores apropiados para la multiplicación de plántulas de col (*B. oleracea* L. var. Milán).

4.2. RECOMENDACIONES

Para la obtención de mejores plántulas de las semillas col (*B. oleracea* L. var. Milán) con mejores características morfológicas como: altura de la plántula, diámetro del tallo y volumen del sistema radicular y un porcentaje de germinación se recomienda a los productores del cantón Pangua, El corazón, provincia de Cotopaxi los siguientes:

- Utilizar otros porcentajes de mezclas de sustratos orgánicos para la germinación de semillas de col (*B. oleracea* var. Milán).
- Investigar otros residuos agrícolas para la obtención de sustratos de calidad que puedan ser utilizados para multiplicar plantas de otras especies a nivel de invernadero y en campo definitivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Delgado Gutiérrez., N. (2018). *Plan de manejo integral de residuos derivados de la extracción de la pulpa de cacao en la hacienda Bellavista, Luz de América, provincia de Azuay-Ecuador*". Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Mazzeo Meneses, M., León Agatón, L., Mejía Gutiérrez, L., Guerrero Mendieta , L., y Botero López, J. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha de plátano en el departamento de caldas. pág. 3. Obtenido de <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/14/13>
- Álvarez Lorente, T. (2020). *La agroecología mas alla de una agricultura ecologica*, Universidad de Granada, España.
- Álvarez, T., Bravo, E., y Armendaris, E. (2014). Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en el Ecuador. *Redalyc*, pág. 46. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047265006.pdf>
- Álvarez-Palomino, L. V.-b.-d. (2018). *Abono orgánico : aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales*. Obtenido de <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/3556/3049>
- Cardenas, M. (2018). *“Extracción de almidón a partir de residuos de banano (Musa paradisiaca) para la elaboración de un biopolímero*. Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Cruz Crespo, E., Cam Chulim, A., Sandoval Villa, M., Bugarin Montaya, R., Robles Bermudez, A., y Juárez López, P. (2012). Sustratos en la agricultura. *Articulo*, pág. 19. Obtenido de <file:///C:/Users/DELL%20PC/Downloads/victorw,+biociencias+3-2-2.pdf>
- FAOSTATS. (2011). *Produccion mundial de coles y otras Brassicas*.
- Fornaris Rullán, G. (2014). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo1, Características de la planta*. Universidad de Puerto Rico. Obtenido de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2.-REPOLLO-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA-v.-2>

- Guambo López, M. (2010). *Estudio bioagronómico de 20 cultivares de col (Brassica oleracea L. var. Capitata)*, Spoch, Canton, Riobamba provincia de Chimborazo. Escuela superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/647/1/13T0670%20.pdf>
- Guangatal Tipanguano, C. (2002). *Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (Brassica oleracea Var. Itálica)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Haro Velasteguí, A., Borja Arévalo, A., y Triviño Bloisse, S. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. pág. 6.
- Huerta Jardín. (2018). Obtenido de Semillas: Definición, tipos, germinación y almacenamiento: <https://comercialmida.es/blogs/blog/semillas>
- Ilbay, L. (2012). “Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (Brassica oleracea Var. Itálica)”. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Tugurahua, Ecuador.
- Intagri. (2016). Obtenido de Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutri>
- Jose, C. L. (2023). *Principios básicos de los sustratos*. México. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- León, D. (2001). *Producción de repollo con buenas prácticas agrícolas*. Guatemala. Obtenido de https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_repollo_2.pdf
- Llomitoa Gavilanez, N. (2022). “Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de col (Brassica oleracea var. capitata) con la aplicación de dos abonos orgánicos con tres diferentes dosis en el recinto San Nicolás, cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi 2022”. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- López Villacis, I. (2022). “Evaluación de la biomasa residual agrícola de los cultivos de papa (Solanum tuberosum), MAÍZ (Zea mays) y tomate de árbol (solanum

- betaceum) como recurso energético renovable en la provincia de Tungurahua*". Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34072/1/t1921mquim.pdf>
- López, J. (2023). *Principios básicos de los sustratos*. Mexico. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- Martínez Valle, L. (2013). *La Agricultura Familiar en el Ecuador Informe del Proyecto Análisis de la Pobreza y de la Desigualdad en América Latina Rural*. RIMISP, Santiago.
- Mejía, L., y Palencia, G. (2002). *Abonos orgánicos*. Bucaramanga, Colombia. Obtenido de <http://canacacao.org/wp-content/uploads/Abonos-organicos-CORPOICA.pdf>
- Morales Maldonado, E., y Casanova Lugo, F. (2015). Mezclas de Sustratos Orgánicos e Inorgánicos, Tamaño de Partícula y Proporción. *Redalyc*, págs. 2,3.
- Muñoz Solano, J. (2018). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Pangua*.
- Navarro, C., Urriola, L., Rubatino, L., Barba, A., Vasquez, J., y Barahona, L. (2022). *Influencia de sustratos orgánicos*. Panama. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/343/3433504006/3433504006.pdf>
- Ordonéz Cabrera, C. (2017). "Evaluación de humus y compost en mezclas con materiales orgánicos como sustratos alternativos para la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea L.*) En la quinta experimental docente la argelia". Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18473/1/CLAUDIO%20ALEXANDER%20ORDO%c3%91EZ%20CABRERA.pdf>
- Patrón Ibarra, J. (2014). *Sustratos orgánicos alternativos en la producción de papa tubérculos en invernadero*. Instituto de enseñanza de investigación en ciencias agrícolas, Montesillo,, Mexico.
- Perez, P. (2017). *Evaluación de sustratos orgánicos*. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/4452/1/Martha>

- Pinto Tenorio, V. (2013). *“Obtención de plántulas de coliflor (brassica olerace var. botrytis) a través de activadores ecológicos”*. Universidad técnica de Ambato, Ambato, Tungurahua, Ecuador. Obtenido de
- Pire, R., y Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos. *Redalyc*, págs. 2, 3. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf>
- Pita Villamil, J., y Perez Garcia, F. (1998). *GERMINACION DE SEMILLAS*. Madrid. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Puente Figueroa, N. (2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Obtenido de [file:///C:/Users/DELL%20PC/Downloads/abonos_organicos%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/DELL%20PC/Downloads/abonos_organicos%20(2).pdf)
- Reinaldo, P., y Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. *Scielo*.
- Rumipamba Curicama, M. (2022). *Evaluación de sustratos orgánicos a base de subproductos agrícolas en la germinación de semillas de lechuga (Lactuca sativa) variedad General”*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Salcedo, S., y Lya, G. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- Santiago Lastra, J., y Perales Rivera, H. (2007). Producción campesina con alto uso de insumos industriales: el cultivo de repollo (Brassica oleracea var. capitata) EN LOS ALTOS DE CHIAPAS . *Redalyc*, págs. 16,17. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46130215.pdf>
- Tamara Álvarez Lorente, T. (2020). *La agroecología más allá de una agricultura ecológica agroecology beyond ecological agriculture*. Universidad Granada, España.
- Tenecela, J. (2012). *Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos*. Universidad de Cuenca.
- Vargas, M. (1991). *Factores que afectan ala germinacion de semillas*. Obtenido de <file:///C:/Users/DELL%20PC/Downloads/3Vargas-semillas>

Venegas Sepúlveda, A., Carrasco Jiménez, J., y Aguirre Aguilera, C. (2015). *15,16,17,18*.
Obtenido de Manejo de rastrojos de maíz:

Vera Rodríguez, J. (2021). Residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.).
pág. 2. Obtenido de <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/e839/956>

William, T. (2017). *Evaluacion de distitantas formúlas de sustratos orgánicos para la producción de plantulas de col de bruselas (Brassica oleracea var.gemmifera) en la parroquia Izamba. Ambato.*

Zamora, R. (2016). *EL CULTIVO DEL REPOLLO*. Universidad de Sonora, Sonora .

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de sustratos con residuos de cacao, maíz y plátano.



Anexo 2. Semillas germinadas de col (*Brassica oleracea*) en 1 semana.



Anexo 3. Plántulas de col (*Brassica oleracea*) en 2 semanas.



Anexo 4. Plántulas de col (*Brassica oleracea*) en 32 días.



Anexo 5. Levantamiento de datos altura de plántulas (cm) y diámetro del tallo (mm).



Anexo 6. Levantamiento de datos del volumen de la raíz (cc).



Tabla 9. Porcentaje de mezcla de la variable porcentaje de germinación (5).

<u>Porcentaje de mezcla</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E. E.</u>	
M2	45,22	18	1,59	A
M1	41,61	18	1,59	A

Tabla 10. Porcentaje de mezcla de la variable altura de la plántula (cm).

<u>Porcentaje de mezcla</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
M2	6,56	18	0,26	A
M1	6,31	18	0,26	A

Tabla 11. Porcentaje de mezcla de la variable diámetro del tallo (mm).

<u>Porcentaje de mezcla</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
M2	2,38	18	0,08	A
M1	2,19	18	0,08	A

Tabla 12. Sustratos de la variable volumen de la raíz (cc).

<u>Sustratos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T3	0,37	12	0,02	A
T1	0,32	12	0,02	A
T2	0,31	12	0,02	A

Tabla 13. Porcentaje de mezcla de la variable de volumen de la raíz (cc).

<u>Porcentaje de mezcla</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
M1	0,34	18	0,01	A
M2	0,33	18	0,01	A