

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMA



Evaluación de sustratos para la producción de plantones de Maracuyá
(*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO

AUTORES:

Bach. Matta Canova, Nelvin Eduardo

Bach. Rodríguez Bravo, Cristian Piero

ASESORA:

Ms. Escalante Espinoza, Nélida Guillesi

Código ORCID: 0009-0005-2115-7220

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

En cumplimiento con las disposiciones vigentes en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, la tesis denominado **Evaluación de sustratos para la producción de plántones de Maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero** ha sido ejecutado con rigor científico. Por lo que, en mi condición de asesor, doy conformidad para su revisión.

Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza
ASESORA
DNI: 40559155
Código ORCID: 0009-0005-2115-7220

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

El presente Jurado evaluador da la conformidad del trabajo de la tesis desarrollado en cumplimiento con las disposiciones vigentes en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, titulado **Evaluación de sustratos para la producción de plántones de Maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero.**

Ms. Walver Keyser Lazaro Rodriguez
PRESIDENTE
DNI: 40320788
Código ORCID: 0000-0002-2626-5010

Ms. Wilmer Aquino Minchán,
SECRETARIO
DNI: 26602902
Código ORCID: 0000-0002-2624-1174

Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza
INTEGRANTE
DNI: 40559155
Código ORCID: 0009-0005-2115-7220

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 11 días del mes de agosto del año dos mil veintiséis, siendo las 12:00 pm. en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma del Campus II de la UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución .N° 263-2026-UNS-CFI, integrado por los docentes: Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Presidente), Ms. Wilmer Aquino Minchan (Secretario) y Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza (Integrante), y de expedito según Resolución Decanal N° 411-2026-UNS-FI, para la sustentación de la Tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO"** , perteneciente a los bachilleres: RODRIGUEZ BRAVO CRISTIAN PIERO con código de matrícula N° 0201615036 y MATTA CANOVA NELVIN EDUARDO, con código de matrícula N° 0201615054, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quienes fueron asesorados por la docente: Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza (R.D. N° 084-2024-UNS-FI) .

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RODRIGUEZ BRAVO CRISTIAN PIERO	17	BUENO

Siendo la 1:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, agosto 11 del 2026



Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE



Ms. Wilmer Aquino Minchan
SECRETARIO



Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza
INTEGRANTE



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGRÓNOMA
epagronoma@uns.edu.pe

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 11 días del mes de agosto del año dos mil veintiséis, siendo las 12:00 pm. en el Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma del Campus II de la UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 263-2026-UNS-CFI, integrado por los docentes: Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Presidente), Ms. Wilmer Aquino Minchán (Secretario) y Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza (Integrante), y de expedito según Resolución Decanal N° 411-2026-UNS-FI, para la sustentación de la Tesis titulada: **"EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO"**, perteneciente a los bachilleres: RODRIGUEZ BRAVO CRISTIAN PIERO con código de matrícula N° 0201615036 y MATTA CANOVA NELVIN EDUARDO, con código de matrícula N° 0201615054, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quienes fueron asesorados por la docente: Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza (R.D. N° 084-2024-UNS-FI).

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MATTA CANOVA NELVIN EDUARDO	17	BUENO

Siendo la 1:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, agosto 11 del 2026


Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez
PRESIDENTE


Ms. Wilmer Aquino Minchán
SECRETARIO


Ms. Nélida Guillesi Escalante Espinoza
INTEGRANTE

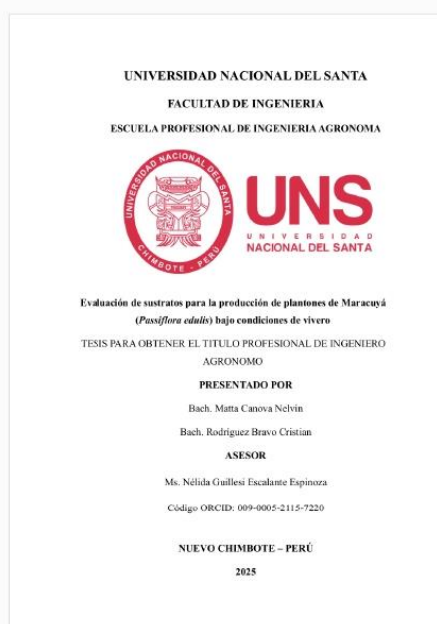


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Nelvin Matta
Título del ejercicio: EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO...
Título de la entrega: Evaluación de sustratos para la producción de plántones de M...
Nombre del archivo: INFORMA_FINAL_-_MARACUYA_-_FINAL_1_.docx
Tamaño del archivo: 2.48M
Total páginas: 84
Total de palabras: 18,180
Total de caracteres: 95,578
Fecha de entrega: 05-may-2026 08:32p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2953274315



Evaluación de sustratos para la producción de plantones de Maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	6 %	8 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	7 %
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.ulead.edu.ec Fuente de Internet	1 %
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1 %
7	repository.uniminuto.edu Fuente de Internet	1 %
8	revistas.iiap.gob.pe Fuente de Internet	1 %
9	apirepositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	<1 %
11	Submitted to Universidad de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1 %
	repositorio.uteq.edu.ec	

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, quienes han sido el pilar silencioso de cada paso que hemos dado, brindándonos fortaleza en los momentos difíciles y alegría en cada logro alcanzado. A nuestros padres, por enseñarnos que el esfuerzo y la perseverancia son el camino hacia los sueños; a nuestras madres, por su amor incondicional y su fe constante en nosotros; y a todas las personas que, con sus consejos, apoyo y confianza, nos impulsaron a no rendirnos.

Asimismo, dedicamos esta tesis a nosotros mismos, por la disciplina, el compromiso y la valentía de continuar incluso cuando el camino parecía incierto. Este logro representa no solo un objetivo académico cumplido, sino también la prueba de que la constancia, la amistad y el trabajo en equipo pueden convertir los desafíos en oportunidades.

Que este esfuerzo sea el inicio de nuevos retos, nuevas metas y un futuro lleno de aprendizajes y servicio a la sociedad.

Bach. Matta Canova Nelvin

Bach. Rodríguez Bravo Cristian

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a Dios por guiarnos y darnos la fortaleza necesaria para culminar este trabajo de investigación, permitiéndonos superar cada dificultad presentada durante el proceso.

Agradecemos profundamente a nuestras familias por su apoyo incondicional, su paciencia y su confianza en cada etapa de nuestra formación profesional, siendo el motor que nos impulsó a seguir adelante y no rendirnos ante los desafíos.

De manera especial, extendemos nuestro reconocimiento a nuestro asesor de tesis, por su orientación, dedicación y valiosos aportes académicos, que permitieron el desarrollo adecuado de esta investigación y el logro de los objetivos planteados.

Asimismo, agradecemos a los docentes, profesionales e instituciones que brindaron su apoyo y compartieron sus conocimientos durante la elaboración del estudio, contribuyendo significativamente al fortalecimiento de nuestra formación académica y profesional.

Finalmente, agradecemos a todas las personas que de una u otra manera aportaron con su tiempo, consejos y motivación para que este trabajo de investigación se haga realidad, convirtiéndose en un logro importante en nuestra vida profesional.

Bach. Matta Canova Nelvin

Bach. Rodríguez Bravo Cristian

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
INDICE.....	X
INDICE DE TABLAS	XIII
INDICE DE FIGURAS	XV
INDICE DE ANEXOS	XVI
RESUMEN	XVII
ABSTRAC	XVIII
I. INTRODUCCION.....	19
1.1 Descripción y formulación del problema	21
1.2 Objetivos de la investigación.....	23
1.2.1 Objetivo General.....	23
1.2.2 Objetivo Especifico	23
1.3 Formulación de la hipótesis.....	23
1.4 Justificación e importancia de la investigación	24
II. MARCO TEÓRICO	26
2.1 Antecedentes.....	26
2.2 Marco Conceptual.....	33
2.2.1 Origen y distribución geográfica de maracuyá.....	33
2.2.2 Importancia nutricional y económica del maracuyá.....	34

2.2.3	Clasificación taxonómica	37
2.2.4	Descripción botánica	37
2.3.1	Requerimientos Edafoclimáticos	38
2.2.5	Propagación del maracuyá.....	39
2.2.6	Manejo de plántones de maracuyá	40
2.2.7	Definición de vivero frutícola.....	41
2.2.8	Definición de sustrato	41
III.	METODOLOGIA.....	44
3.1	Métodos	44
3.2.1	Localización.....	44
3.2.2	Diseño experimental	45
3.2.3	Características del área experimental	46
3.2.4	Población y muestra	47
3.2.5	Variables y tratamiento	48
3.2.6	Operacionalización o categorización de las variables	51
3.2.7	Manejo agronómico del cultivo	52
3.2.8	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	54
3.2.9	Técnicas de análisis de resultados	54
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	56
4.1	Resultados.....	56
4.1.1	Porcentaje de germinación a los 20 DDS	56
4.1.2	Número de hojas a los 40 días después de la siembra	58

4.1.3	Número de hojas a los 70 días después de la siembra	61
4.1.4	Número de hojas a los 90 días después de la siembra	64
4.1.5	Altura de plántones a los 40 días después de la siembra	66
4.1.6	Altura de plántones a los 70 días después de la siembra	69
4.1.7	Altura de plántones a los 90 días después de la siembra	72
4.1.8	Longitud radicular de los plántones a los 90 DDS	74
4.2	Discusión	77
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
5.1	Conclusiones.....	80
5.2	Recomendaciones	81
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
VII.	ANEXOS.....	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Taxonomía del cultivo de maracuyá	37
Tabla 2	Propiedades físicas y químicas de los principales de los sustratos	43
Tabla 3	Descripción de los tratamientos a emplear en la investigación.....	49
Tabla 4	Operacionalización De Las Variables De Estudio	51
Tabla 5	Valores promedio de porcentaje de germinación (%) a los 20 DDS.....	56
Tabla 6	Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 20 DDS.....	56
Tabla 7	Comparación de medias del porcentaje de germinación a los 20 DDS	57
Tabla 8	Valores promedio de número de hojas a los 40 DDS.....	58
Tabla 9	Análisis de varianza del número de hojas a los 40 DDS.....	59
Tabla 10	Comparación de medias de número de hojas a los 40 DDS	60
Tabla 11	Valores promedio de número de hojas a los 70 DDS	61
Tabla 12	Análisis de varianza de número de hojas a los 70 DDS.....	62
Tabla 13	Comparación de medias de numero de hojas a los 70 DDS	62
Tabla 14	Valores promedio de número de hojas a los 90 DDS.....	64
Tabla 15	Análisis de varianza del número de hojas a los 90 DDS.....	64
Tabla 16	Comparación de medias de número de hojas a los 90 DDS	65
Tabla 17	Valores promedio de altura de plantones a los 40 DDS.....	66
Tabla 18	Análisis de varianza de la altura de plantones a los 40 DDS	67
Tabla 19	Comparación de medias de la altura de plantones a los 40 DDS.....	68
Tabla 20	Valores promedio de altura de plantones a los 70 DDS.....	69
Tabla 21	Análisis de varianza de la altura de plantones a los 70 DDS	70
Tabla 22	Comparación de medias de las alturas de plantones a los 70 DDS.....	70
Tabla 23	Valores promedio de altura de plantones a los 90 DDS	72
Tabla 24	Análisis de varianza de la altura de plantones a los 90 DDS	72

Tabla 25 Comparación de medias de la altura de plantones a los 90 DDS.....	73
Tabla 26 Valores promedio de la longitud radicular a los 90 DDS.....	74
Tabla 27 Análisis de varianza de la longitud radicular los 90 DDS.....	75
Tabla 28 Comparación de medias de la longitud radicular a los 90 DDS	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del área experimental	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 Distribución de las unidades experimentales de la investigación	47
Figura 3 Promedio del porcentaje de germinación a los 20 DDS.	58
Figura 4 Promedio de número de hojas entre los tratamientos a los 40 DDS	60
Figura 5 Promedio del número de hojas según los tratamientos a los 70 DDS.....	63
Figura 6 Respuesta de numero de hojas a los 90 DDS	66
Figura 7 Respuesta de altura de plantones a los 40 DDS	68
Figura 8 Promedio de la altura de plantones a los 70 DDS	71
Figura 9 Promedio de la altura de plantones a los 90 DDS	74
Figura 10 Promedio de la longitud radicular a los 90 DDS.....	76

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Datos de la evaluación de la germinación a los 20 DDS	85
Anexo 2	Datos de evaluación de altura de planta a los 40 DDS	85
Anexo 3	Datos de evaluación de altura de planta a los 70 DDS	86
Anexo 4	Datos de evaluación de altura de planta a los 90 DDS	86
Anexo 5	Datos de evaluación de número de hojas a los 40 DDS	87
Anexo 6	Datos de evaluación de número de hojas a los 70 DDS	87
Anexo 7	Datos de evaluación de número de hojas a los 90 DDS	88
Anexo 8	Datos de evaluación de la longitud de raíz a los 90 DDS.....	88
Anexo 9	Instalación de las unidades experimentales	89
Anexo 10	Evaluación de los parámetros número de hojas y longitud de planta	89
Anexo 11	Evaluación del parámetro longitud de raíz	90
Anexo 12	Raíces luego de ser evaluadas.....	90

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos en la producción de plántones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero en la provincia del Santa, región Áncash. El estudio fue de tipo experimental y se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron las variables porcentaje de germinación a los 20 días después de la siembra, número de hojas a los 40, 70 y 90 días, altura de planta y longitud radicular a los 90 días. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$). El tratamiento T3 (25% arena de río + 50% humus + 25% turba) presentó el mejor comportamiento en todas las variables evaluadas, alcanzando 100% de germinación, 10.99 cm de altura de planta, 6.00 hojas por planta y 14.54 cm de longitud radicular a los 90 días. Por el contrario, el tratamiento T0 registró los valores más bajos, evidenciando limitaciones en el crecimiento y desarrollo de los plántones. Se concluye que los sustratos con mayor contenido de materia orgánica y adecuadas propiedades físicas, como el tratamiento T3, favorecen significativamente la germinación, el crecimiento vegetativo y el desarrollo radicular de los plántones de maracuyá, permitiendo obtener material vegetal de mayor calidad y vigor, lo que contribuye a mejorar el establecimiento del cultivo en campo definitivo.

Palabras clave: sustratos, germinación, crecimiento vegetativo, longitud radicular, vivero.

ABSTRAC

The objective of this research was to evaluate the effect of different substrates on the production of passion fruit (*Passiflora edulis*) seedlings under nursery conditions in the province of Santa, Áncash region. The study was experimental in nature and a randomized complete block design with four treatments and three replications was used. The evaluated variables included germination percentage at 20 days after sowing, number of leaves at 40, 70, and 90 days, plant height, and root length at 90 days. The results showed statistically significant differences among treatments ($p \leq 0.05$). Treatment T3 (25% river sand + 50% humus + 25% peat) presented the best performance in all evaluated variables, reaching 100% germination, 10.99 cm plant height, 6.00 leaves per plant, and 14.54 cm root length at 90 days after sowing. In contrast, treatment T0 recorded the lowest values, indicating limitations in seedling growth and development. It is concluded that substrates with higher organic matter content and adequate physical properties, such as treatment T3, significantly improve germination, vegetative growth, and root development of passion fruit seedlings, allowing the production of higher quality and more vigorous planting material, which contributes to better crop establishment under field conditions.

Keywords: substrates, germination, vegetative growth, root length, nursery.

I. INTRODUCCION

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es uno de los cultivos frutícolas tropicales de mayor importancia económica a nivel mundial debido a su alta demanda en la industria agroalimentaria, especialmente en la producción de jugos, concentrados y derivados con alto valor comercial. Su cultivo se ha expandido en diversas regiones tropicales y subtropicales gracias a sus propiedades nutricionales, organolépticas y su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas, lo que lo convierte en una alternativa productiva rentable dentro de los sistemas agrícolas modernos (Pereira et al., 2023; Silva et al., 2022).

En el Perú, el maracuyá ha adquirido una relevancia estratégica dentro de la fruticultura, particularmente en la región costera, donde las condiciones climáticas favorecen su producción durante gran parte del año. El crecimiento del mercado de frutas tropicales ha impulsado la necesidad de mejorar los sistemas de producción, especialmente en las etapas iniciales del cultivo, donde la calidad de los plántones influye directamente en el establecimiento, crecimiento y rendimiento final de la plantación. Diversas investigaciones han demostrado que la fase de vivero es determinante en el desarrollo de las plántulas, ya que durante esta etapa se define el vigor inicial, la formación del sistema radicular y la capacidad de adaptación al trasplante en campo definitivo (Carranza-Patiño et al., 2021; Rodríguez et al., 2022).

El desarrollo adecuado de las plántulas de *P. edulis* depende en gran medida de las condiciones físicas, químicas y biológicas del medio de crecimiento, siendo el sustrato uno de los factores más importantes en la producción de plántones de calidad. Un sustrato adecuado debe garantizar una buena aireación, retención de humedad, disponibilidad de nutrientes y estabilidad estructural, permitiendo el crecimiento equilibrado de las raíces y la parte aérea de la planta. En este contexto, estudios recientes han demostrado que el uso de

sustratos orgánicos balanceados puede mejorar significativamente el crecimiento vegetativo, la acumulación de nutrientes y la calidad de las plántulas, favoreciendo su establecimiento en campo (Borges et al., 2022; Schmilewski, 2020).

Asimismo, investigaciones recientes evidencian que la utilización de sustratos sostenibles y materiales orgánicos locales permite obtener plantones más vigorosos, reducir el tiempo de permanencia en vivero y mejorar la resiliencia de las plantas frente a condiciones de estrés ambiental. La combinación de residuos orgánicos, fibras vegetales, compost y cascarilla de arroz ha mostrado resultados favorables en la producción de plántulas en vivero, contribuyendo a una agricultura más sostenible y eficiente (Watthier et al., 2017; Huang & Gu, 2019).

A pesar de los avances científicos, en muchas zonas productoras del Perú, especialmente en la región Áncash, la producción de plantones de maracuyá aún se realiza mediante prácticas empíricas, utilizando suelos agrícolas pesados o mezclas no estandarizadas que afectan el desarrollo radicular, la uniformidad de las plantas y su capacidad de adaptación al trasplante. Esta situación limita la productividad del cultivo y evidencia la necesidad de establecer protocolos técnicos que permitan optimizar la formulación de sustratos bajo condiciones de vivero, utilizando materiales disponibles en la zona y tecnologías apropiadas para mejorar la calidad de los plantones.

En este contexto, la presente investigación titulada “Evaluación de sustratos para la producción de plantones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero” tiene como finalidad evaluar diferentes tipos de sustratos que permitan mejorar el crecimiento y desarrollo de los plantones, generando información técnica que contribuya al fortalecimiento de la producción frutícola en la región Áncash y promueva el uso de tecnologías sostenibles en la propagación del cultivo.

1.1 Descripción y formulación del problema

A nivel internacional, la producción de maracuyá (*Passiflora edulis*) ha adquirido gran importancia dentro de la fruticultura tropical debido a su creciente demanda en la industria de jugos y productos agroindustriales, lo que ha generado la necesidad de mejorar la eficiencia productiva desde las etapas iniciales del cultivo. En este contexto, la producción de plántulas en vivero se ha convertido en un factor clave para garantizar el establecimiento exitoso de las plantaciones, ya que el desarrollo inicial de las plántulas depende en gran medida de las condiciones del sustrato utilizado como medio de crecimiento. Diversas investigaciones han demostrado que las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos influyen directamente en el crecimiento radicular, la absorción de nutrientes, la retención de humedad y el vigor de las plántulas, afectando la productividad final del cultivo (Fischer & Melgarejo, 2021; Huang & Gu, 2019).

En los principales países productores de maracuyá, como Brasil y Colombia, se han desarrollado estudios orientados a la evaluación de sustratos orgánicos e inertes para mejorar la producción de plántulas en vivero, evidenciando que las mezclas balanceadas permiten incrementar la altura de planta, el número de hojas, el diámetro de tallo y el desarrollo radicular, lo que favorece la adaptación al trasplante en campo definitivo. Asimismo, se ha determinado que sustratos con adecuada porosidad, aireación y retención de agua permiten obtener plántulas más vigorosas y uniformes, reduciendo el estrés hídrico y aumentando la eficiencia del sistema productivo (Borges et al., 2022; Watthier et al., 2017).

A nivel nacional, el cultivo de maracuyá representa una alternativa productiva importante dentro de la agroindustria peruana, especialmente en la costa, donde las condiciones climáticas favorecen su producción durante todo el año. Sin embargo, a pesar del crecimiento del mercado y la demanda de jugo de maracuyá, la productividad aún

presenta limitaciones relacionadas con el manejo agronómico del cultivo, principalmente en la producción de plántones en vivero. Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2024), los rendimientos del cultivo en el Perú se encuentran por debajo de los niveles alcanzados en sistemas tecnificados de otros países, lo que evidencia la necesidad de mejorar las prácticas de manejo desde la etapa inicial del cultivo, especialmente en la formulación de sustratos que garanticen un adecuado crecimiento de las plántulas.

A nivel local, en la provincia de Santa, región Áncash, la producción de plántones de maracuyá bajo condiciones de vivero se realiza mayormente mediante prácticas empíricas, utilizando suelos agrícolas pesados o mezclas de sustratos no estandarizadas que presentan problemas de compactación, baja aireación, escasa retención de nutrientes y deficiente desarrollo radicular. Esta situación afecta directamente la producción de plántones, generando plántulas de bajo vigor, menor altura, reducido número de hojas, tallos débiles y sistemas radiculares poco desarrollados, lo que disminuye la capacidad de adaptación al trasplante y reduce la productividad del cultivo en campo definitivo.

Asimismo, la falta de estudios técnicos en la zona que evalúen diferentes tipos de sustratos orgánicos e inertes limita la identificación de mezclas adecuadas que permitan mejorar los parámetros biométricos de los plántones de maracuyá, como altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y desarrollo radicular. Esta ausencia de información científica local genera incertidumbre en los productores al momento de seleccionar sustratos, incrementa los costos de producción y reduce la eficiencia del sistema productivo, afectando la competitividad de la fruticultura regional.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar científicamente diferentes sustratos que permitan mejorar la producción de plántones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero en la provincia de Santa, región Áncash, con el fin de determinar cuál

mezcla proporciona mejores condiciones de crecimiento y desarrollo de las plántulas, contribuyendo a la sostenibilidad del cultivo y al fortalecimiento de la producción frutícola regional.

Es por ello que formulamos la siguiente pregunta, ¿Cuál es el efecto de los sustratos en la producción de plantones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de diferentes sustratos en la producción de plantones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero.

1.2.2 Objetivo Especifico

- Indicar el efecto de diferentes sustratos en el porcentaje de germinación de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero.
- Comparar el efecto de diferentes sustratos en la altura de los plantones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero.
- Determinar el efecto de diferentes sustratos en el número de hojas de plantones de Maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero.
- Identificar el efecto de diferentes sustratos en la longitud radicular de plantones de Maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero.

1.3 Formulación de la hipótesis

Existen diferencias significativas en la germinación de las semillas, la altura de los plantones, número de hojas y la longitud de raíz de los plantones de maracuyá (*Passiflora edulis*) cultivados en diferentes sustratos bajo condiciones de vivero.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

La presente investigación se justifica debido a la importancia agronómica, económica, social y ambiental que representa la producción de plantones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero en la provincia de Santa, considerando que la calidad del material vegetal constituye un factor determinante en el establecimiento exitoso del cultivo y en la productividad final de las plantaciones. La evaluación de diferentes sustratos permitirá generar información técnica confiable que contribuya a optimizar el crecimiento inicial de las plántulas, mejorar el desarrollo radicular y fortalecer la eficiencia del sistema productivo en condiciones locales.

Desde el punto de vista científico y técnico, la investigación es relevante porque permitirá evaluar el comportamiento de diferentes mezclas de sustratos orgánicos e inertes en la producción de plantones de maracuyá, generando evidencia experimental sobre variables biométricas como germinación, altura, número de hojas y longitud de raíz. Esta información contribuirá a establecer parámetros técnicos para la formulación de sustratos adecuados en vivero, fortaleciendo el conocimiento agronómico y promoviendo el uso de tecnologías sostenibles en la propagación del cultivo, lo cual es fundamental para mejorar la calidad del material vegetal y reducir los riesgos en el trasplante a campo definitivo.

Desde una perspectiva económica, la investigación busca mejorar la rentabilidad del cultivo de maracuyá mediante la producción de plantones de mayor calidad, lo que permitirá reducir pérdidas por mortalidad, mejorar la uniformidad de las plantas y aumentar la productividad en las parcelas agrícolas. El uso de sustratos eficientes contribuye a optimizar los recursos económicos del productor al disminuir los costos asociados a fallas en el establecimiento del cultivo, favoreciendo una mayor competitividad en los mercados locales y regionales y fortaleciendo el desarrollo de la fruticultura en la provincia de Santa.

En el ámbito social, el cultivo de maracuyá representa una alternativa productiva importante para los agricultores de la región, ya que genera empleo, ingresos económicos y oportunidades de desarrollo rural. La mejora en la producción de plántones mediante el uso de sustratos adecuados permitirá fortalecer las capacidades técnicas de los productores, promover la adopción de prácticas agrícolas eficientes y contribuir al bienestar de las familias que dependen de esta actividad, impulsando el desarrollo sostenible de la comunidad agrícola.

Desde el enfoque ambiental, la investigación promueve el uso de sustratos elaborados con materiales orgánicos e insumos locales, lo que contribuye al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y a la reducción del uso de suelos agrícolas en vivero. La utilización de materiales reciclables o de bajo impacto ambiental favorece la conservación del suelo, reduce la contaminación y promueve prácticas agrícolas responsables, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema productivo y al cuidado del ecosistema local.

Finalmente, la importancia de esta investigación radica en que permitirá generar un protocolo técnico para la selección de sustratos adecuados en la producción de plántones de maracuyá bajo condiciones de vivero en la provincia de Santa, aportando conocimientos científicos que podrán ser utilizados por agricultores, viveristas, técnicos y estudiantes, contribuyendo al fortalecimiento del sector agrícola y al desarrollo sostenible de la región Áncash.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A nivel internacional, diversos estudios han demostrado la importancia del uso de sustratos y reguladores de crecimiento en la germinación y desarrollo de plántulas de *Passiflora edulis*, debido a su influencia directa en el porcentaje de germinación, crecimiento radicular y biomasa vegetal.

En este sentido, Domingues Neto et al. (2024), en la investigación titulada “Efecto de los reguladores del crecimiento vegetal en la germinación y el crecimiento de plántulas de *Passiflora edulis* y *Passiflora alata*”, evaluaron el uso de ácido giberélico (GA_3) en diferentes concentraciones (0, 250, 500, 750 y 1000 mg L⁻¹). Los resultados demostraron que la aplicación de GA_3 incrementó significativamente el porcentaje de germinación y el índice de velocidad germinativa, alcanzando valores superiores al tratamiento control. Asimismo, se evidenció un aumento en la biomasa radicular y aérea, donde los tratamientos óptimos (500–750 mg L⁻¹) incrementaron el peso seco de las plántulas en comparación con el control, confirmando que los reguladores de crecimiento mejoran la calidad de las plantas en vivero.

De manera similar, Carranza et al. (2025), en la investigación titulada “Sustratos y rizobacterias promotoras del crecimiento en la germinación y el establecimiento en vivero de *Passiflora edulis*”, evaluaron el efecto de diferentes sustratos combinados con rizobacterias promotoras del crecimiento. Los resultados mostraron que el tratamiento con *Pseudomonas protegens* alcanzó un área foliar de 12.92 cm², una longitud radicular de 11.61 cm y un diámetro de tallo de 1.33 mm, mientras que *Acinetobacter calcoaceticus* logró una altura de planta de 14.72 cm y hasta 8 hojas por planta, superando significativamente al

tratamiento control. Además, el peso seco alcanzó 0.3 g, evidenciando un incremento importante en la biomasa de las plántulas.

Asimismo, Castillo et al. (2020), en el estudio “Variabilidad estructural de las semillas y capacidad de germinación en *Passiflora edulis*”, determinaron que la germinación de *Passiflora edulis* varía según el tipo de pretratamiento de semillas. Los resultados indicaron que la escarificación mecánica permitió alcanzar tasas de germinación de hasta 85.7%, mientras que tratamientos con nitrato de potasio (KNO_3) alcanzaron solo 35.7% en algunas especies del género. Además, el régimen térmico alternado (20/30 °C) incrementó significativamente la germinación en comparación con condiciones constantes, evidenciando la importancia de las condiciones ambientales en la fase inicial del cultivo.

Por otro lado, Xu et al. (2019), en su investigación “Explorando el mecanismo de adaptación de *Passiflora edulis* en zonas kársticas”, señalaron que el cultivo de maracuyá presenta una alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, logrando una supervivencia superior al 80% en ambientes con estrés hídrico y suelos calcáreos. Asimismo, se evidenció que la eficiencia fotosintética aumentó en aproximadamente 25% en condiciones optimizadas de fertilización, lo que demuestra la importancia del manejo agronómico en el desarrollo del cultivo.

Finalmente, Lo et al. (2023), en la investigación “Establecimiento de un sistema integrado de propagación mediante injerto de plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis*)”, determinaron que el uso de portainjertos y reguladores de crecimiento redujo el tiempo de producción de plántulas de 3 meses a aproximadamente 60–70 días, mejorando la uniformidad del material vegetal en más del 70% en comparación con métodos tradicionales, lo que evidencia avances significativos en la propagación del cultivo. En el contexto nacional y regional, diversas investigaciones han evidenciado la importancia del uso de sustratos en

la producción de plántones en vivero, ya que estos influyen directamente en la germinación, el crecimiento inicial, el desarrollo radicular y la calidad de las plántulas. Según Gamboa (2024) en su investigación “Evaluación de diferentes tipos de sustratos en la germinación de semillas de lechuga cressa (*Lactuca sacriola var.Sativa L*)”. Este estudio evaluó el efecto de diferentes sustratos (humus de lombriz, gallinaza y cascarilla de arroz) en la germinación de semillas de lechuga cressa, comparándolos con un control. Se midieron el porcentaje y la velocidad de germinación a los 6 días, así como variables como longitud de raíces, peso fresco, peso seco y materia seca a los 20 y 25 días después de la emergencia. Los resultados mostraron que los sustratos orgánicos superaron al control en porcentaje de germinación y longitud de raíces, además de que la materia seca fue significativamente mayor en las plántulas de estos sustratos.

Ortega et al., (2010) en su trabajo de investigación “Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*lycopersicum esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero”. Este estudio evaluó el efecto de cuatro sustratos (aserrín de pino, composta de estiércol de ovino, tierra agrícola y tezontle rojo) y sus combinaciones (1:1) sobre el crecimiento y rendimiento del tomate genotipo Sun 7705 durante el ciclo 2008-2009. Utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones, se midieron variables como altura, grosor del tallo, peso de frutos y rendimiento por planta. La combinación aserrín-composta obtuvo los mejores resultados: altura de 4.61 m, grosor de 2.1 cm, frutos de 107.8 g y rendimiento de 4 kg/planta (25 kg/m²), siendo una opción viable para el cultivo en invernadero.

Ortega et al., (2010) “Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum MILL*)”, La investigación evaluó el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate en invernadero. Los sustratos analizados fueron suelo agrícola, aserrín compostado de pino, lombricomposta, cáscara de cacahuete y

turba (testigo), utilizando charolas con 200 cavidades y 100 semillas por sustrato, con cuatro repeticiones. Las variables se analizaron mediante ANOVA, prueba de Tukey y correlaciones en SPSS. Los sustratos de aserrín y lombricomposta mostraron resultados similares a la turba en capacidad de absorción de agua, favoreciendo la germinación y emergencia. Estos tres sustratos también produjeron las plántulas con mayor peso seco, altura y diámetro de tallo, destacando el aserrín y la lombricomposta como opciones viables para obtener plántulas vigorosas de tomate.

Pérez et al. (2013) en su investigación “Efecto de diferentes sustratos y ácido giberélico sobre el crecimiento, producción y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cV. Camarosa”, se evaluó el crecimiento de plantas de fresa cultivadas en diferentes sustratos y tratadas con ácido giberélico. Los sustratos fueron vermicompost + arena + cáscara de arroz, aserrín de coco + arena + cáscara de arroz y suelo mineral + arena + cáscara de arroz. Se aplicaron cuatro dosis de ácido giberélico (0, 10, 20 y 40 mg·L⁻¹). Los mejores resultados en crecimiento y producción se lograron con vermicompost o aserrín de coco. Las dosis de ácido giberélico favorecieron el crecimiento vegetativo, mientras que el contenido de clorofila fue similar en todos los tratamientos. La calidad de los frutos varió entre tratamientos, pero todos fueron comercialmente aceptables.

Según Domínguez y Vega (2021) en su investigación titulado “Desarrollo de plantones de quenual (*Polylepis incana*) en vivero como efecto de los distintos sustratos postrasplante”. Se evaluó el efecto de diferentes sustratos en la propagación vegetativa del quenual en vivero, utilizando un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los sustratos, elaborados con recursos locales y económicos, fueron: T0 (control: tierra agrícola + arena fina), T1 (tierra negra + humus + arena fina), T2 (tierra agrícola + tierra negra + arena fina) y T3 (tierra agrícola + humus + arena fina). A los 90 días, los tratamientos T3 y T2 mostraron mejores resultados en brotes,

hojas y longitud de raíz. La materia orgánica y los nutrientes como N, P y K fueron clave para el crecimiento. El sustrato T3 fue el más efectivo para obtener plantones saludables.

Ortega et al., (2023) en su investigación “Efecto de Sustratos Enriquecidos con Materia Orgánica en Parámetros de Crecimiento de Bolaina Blanca (*Guazuma Crinita C. Martius*) en Vivero- Puerto Inca”. Este estudio evaluó el efecto de sustratos enriquecidos con abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de bolaina blanca en vivero. Los sustratos combinaban tierra agrícola y arena con estiércol de vacuno (T1), gallinaza (T2), guano de isla (T3) y aserrín descompuesto (T4), comparados con un testigo (T0), en Puerto Inca-Huánuco. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, midiendo altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas. A los 45 días después del repique (DDR), T3, T4 y T2 destacaron en número de hojas, y a los 75 DDR, T4 y T3 lograron la mayor altura y diámetro. Estos resultados demuestran el efecto positivo de los abonos orgánicos en el desarrollo temprano y la calidad de los plantones, sugiriendo su uso en reforestación.

Ilbay (2013) en su investigación “Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea Var. Itálica*)”, Se evaluaron seis tratamientos que combinaban turba y suelo de páramo con ácidos húmicos en tres concentraciones (25%, 50% y 75%), además de un tratamiento testigo con 100% turba. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Los mejores resultados se lograron con el tratamiento de turba al 75% y ácidos húmicos al 25%, que mostró mayor crecimiento en altura, número de hojas y desarrollo radicular a los 15 y 30 días. El tratamiento con 75% de suelo de páramo y 25% de ácidos húmicos también tuvo buenos resultados, aunque inferiores a los de la turba.

Révolo y Révolo, (2018) en su trabajo de investigación “Efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo y crecimiento de bambú guadua (*Guadua angustifolia kunth*) a nivel de vivero en Chanchamayo”, Se utilizaron sustratos de aserrín, fibra de coco, microorganismos de montaña, compost y un testigo de tierra y arena. Los resultados mostraron que el compost (T2) tuvo la mayor supervivencia (79%) y el mayor número de brotes (8) y hojas (12.75), además del mayor diámetro de tallo (3.38 cm). Los microorganismos de montaña (T4) destacaron en la longitud de brotes (29.75 cm). Se concluyó que el compost y los microorganismos de montaña favorecen el crecimiento, mientras que el aserrín y la tierra negra son menos eficaces. El mayor crecimiento se observó entre los días 80 y 100.

Palacios et al. (2019) en su investigación “Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc.”, El estudio evaluó el efecto de tres sustratos en el crecimiento de plántulas de *Dasyllirion acrotrichum* en un invernadero de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, utilizando tres tratamientos: tierra agrícola-tezontle (2:1), tierra agrícola (100%) y tierra agrícola-tezontle (1:1). A los seis meses, el tratamiento tierra agrícola-tezontle (1:1) mostró el mayor crecimiento en biomasa radicular y total. A los 18 meses, este tratamiento también superó a los demás en biomasa aérea y total, sugiriendo que la combinación tierra agrícola-tezontle (1:1) favorece el crecimiento inicial de *D. acrotrichum*.

Vargas et al., (2020) en su investigación titulado “Efecto de tamaño de envases y tres tipos de sustratos para la obtención de portainjerto de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero”. Se evaluó el impacto de la dimensión del envase y el tipo de sustrato en la calidad de portainjertos de cacao en vivero, utilizando un diseño completamente aleatorio con 12 tratamientos y tres repeticiones. A los 120 días, se midieron el crecimiento y desarrollo de los portainjertos. Los mejores resultados se obtuvieron con envases de 8”x12”x2 mm y un

sustrato 3:1:1/4 de tierra agrícola, cascarilla de arroz y gallinaza. Se concluyó que el tipo de sustrato fue fundamental para mejorar las variables evaluadas, mientras que la dimensión del envase tuvo un menor efecto.

Vega (2020) en su investigación titulado “Efecto de los sustratos en la propagación vegetativa por esquejes del quenual (*Polylepis Incana*) en condiciones de vivero en la localidad de Huacrachuco- Marañon- 2018”. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes sustratos en la propagación vegetativa por esquejes del quenual en vivero. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, resultando en 12 unidades experimentales con 18 plántulas por unidad. Se evaluaron variables como número de hojas, longitud y número de brotes, así como el número y longitud de raíces, y el porcentaje de prendimiento. Aunque no hubo diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento, se encontraron diferencias en el número de hojas y brotes. El tratamiento T3 (mezcla de tierra agrícola, humus y arena fina en proporción 2:1:1) obtuvo los mejores resultados, con 8,38 hojas y 5,87 brotes a los 90 días, además del mayor número de raíces (11,76) y longitud de raíces (11,08 cm).

Ontivero et al. (2021) en su investigación titulado “Evaluación del efecto de tres sustratos en el desarrollo de plantas de *Moringa oleifera* en vivero”, compararon dos sustratos: suelo ferralítico rojo y una mezcla de suelo con aserrín. Las plantas en suelo puro crecieron más en altura (24 cm) y acumularon más biomasa seca (0.22 g) que las cultivadas en suelo: aserrín (19.8 cm y 0.18 g). Sin embargo, el sustrato suelo: aserrín favoreció el desarrollo de las hojas a los 14 días y del sistema radical a los 28 días, mostrando una mayor tasa de crecimiento absoluto y relativo. Se concluye que el suelo puro estimula el crecimiento aéreo, mientras que el sustrato suelo: aserrín mejora el desarrollo radicular, siendo una opción adecuada para zonas con baja precipitación.

Domínguez y Espinosa (2021) en su investigación “Evaluación de sustratos alternativos en la germinación y crecimiento inicial de *Hymenaea courbaril* L. en condiciones de vivero”, Este estudio evaluó el impacto de diferentes sustratos alternativos en el crecimiento inicial de *Hymenaea courbaril* L. en vivero, utilizando seis tratamientos con combinaciones de tierra negra, peat moss y aserrín de mango. El sustrato de tierra negra favoreció el mejor crecimiento en altura, mientras que la combinación de tierra negra, peat moss y aserrín de mango (1:1:1) resultó óptima para el diámetro del tallo. Por otro lado, el sustrato de aserrín de mango con peat moss (2:1) promovió una mayor longitud de raíces.

Namuche (2020) en su investigación titulado “Comparativo de Germinación y Crecimiento de cultivares de Maracuyá en diferentes sustratos, bajo condiciones del valle Huaura”. Se evaluaron dos variedades de maracuyá y seis tipos de sustratos: tierra de chacra, arena, mezclas de arena con compost, tierra de chacra o humus. El diseño experimental fue completamente aleatorio, con 12 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas incluyeron porcentaje de emergencia, vigor vegetativo, altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y costo de producción. Los mejores resultados en las primeras cuatro variables se obtuvieron con los sustratos de 50% arena y 50% compost (T11) y 50% arena y 50% humus (T09).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Origen y distribución geográfica de maracuyá

Según Campos et al. (2023), el maracuyá (*Passiflora edulis*) es una especie originaria de la región tropical de América del Sur, especialmente de Brasil, desde donde se difundió progresivamente hacia diferentes continentes, convirtiéndose en un cultivo ampliamente establecido en zonas tropicales y subtropicales del mundo, como América Latina, África, Asia y Oceanía, debido a su importancia económica, nutricional y

agroindustrial. En esa misma línea, Silva y Souza (2020) señalan que *Passiflora edulis* es una de las especies más importantes del género *Passiflora*, cuyo origen se ubica en Sudamérica, particularmente en Brasil, desde donde se expandió hacia otros países tropicales, consolidándose como un cultivo comercial relevante por su adaptabilidad, productividad y valor en los mercados internacionales.

Asimismo, He et al. (2020) indican que el género *Passiflora*, perteneciente a la familia *Passifloraceae*, comprende alrededor de 500 especies de plantas trepadoras, entre las cuales *Passiflora edulis* destaca por su amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales del mundo, su alto valor nutricional y su creciente demanda en la industria alimentaria, farmacéutica y agrícola, lo que ha impulsado su cultivo en países como Brasil, Perú, Colombia, Ecuador, Australia, Sudáfrica e India. En consecuencia, el maracuyá se ha consolidado como una de las especies frutales tropicales de mayor importancia económica y comercial a nivel mundial, debido a su capacidad de adaptación, su valor nutricional y su amplia distribución geográfica, lo que justifica la necesidad de continuar desarrollando investigaciones orientadas a mejorar su producción, especialmente en la etapa de vivero, donde la calidad de los plántones depende en gran medida del manejo adecuado de los sustratos y las condiciones de cultivo.

2.2.2 Importancia nutricional y económica del maracuyá

Según Cedeño y Mesa (2024), el maracuyá (*Passiflora edulis*) constituye una alternativa importante para la promoción de la salud y la prevención de enfermedades, debido a su alto contenido de vitaminas, fibra, antioxidantes naturales y minerales esenciales, los cuales contribuyen significativamente al bienestar humano y al fortalecimiento del sistema inmunológico. En ese mismo sentido, la Dirección de Estudios Económicos (2023) señala que el incremento de la demanda y el desarrollo de la cadena productiva del maracuyá

han permitido diversificar su comercialización, no solo como fruta fresca, sino también en productos transformados como pulpa, jugos, aceites, saborizantes, bebidas, golosinas, infusiones y mezclas para repostería y coctelería, lo que evidencia su creciente importancia en la agroindustria.

Asimismo, Campos et al. (2023) destacan que el maracuyá presenta una composición nutricional altamente favorable, conformada principalmente por agua (73%), carbohidratos (22%), proteínas (2%) y grasas (0,7%), además de una alta acidez con un pH aproximado de 3,10 y una acidez de 3,48%, atribuida principalmente a los ácidos cítrico y málico. Del mismo modo, el fruto contiene sólidos solubles de 12,43 °Brix y un importante aporte vitamínico, destacando la vitamina C (20 a 44,4 mg por cada 100 g de jugo), niacina (2,46 mg/100 g) y riboflavina (0,131 mg/100 g), así como minerales esenciales como potasio, magnesio, sodio, calcio e hierro, lo que refuerza su valor nutricional y su potencial en la alimentación humana y la industria alimentaria.

Por otro lado, Souza et al. (2022) señalan que Brasil se ha consolidado como el principal productor mundial de maracuyá (*Passiflora edulis*), con una producción aproximada de 700 mil toneladas anuales, debido a sus condiciones climáticas favorables, amplia superficie cultivada y desarrollo tecnológico en la producción, lo que permite cosechas continuas durante gran parte del año. Asimismo, Ramos et al. (2023) destacan que el liderazgo de Brasil en la producción mundial de maracuyá se debe a la alta concentración de áreas productivas en estados como Bahía, Ceará y Santa Catarina, los cuales representan una gran parte de la producción nacional y generan un importante impacto económico y social en la cadena productiva del cultivo.

En el caso de Perú, Campos et al. (2023) indican que el cultivo de maracuyá ha mostrado un crecimiento sostenido en productividad y superficie cultivada, favorecido por

las condiciones agroclimáticas de la costa norte, el uso de tecnologías de riego, fertilización y manejo agronómico, lo que ha permitido alcanzar rendimientos competitivos y fortalecer su participación en la agroindustria, destinándose una parte importante de la producción al mercado fresco y otra al procesamiento industrial. En ese contexto, la modernización de la producción y el manejo técnico del cultivo han contribuido a mejorar los rendimientos y la competitividad del maracuyá en el mercado nacional e internacional, consolidándolo como un cultivo estratégico dentro del sector frutícola tropical.

En concordancia con ello, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego señala que el cultivo de maracuyá en el Perú ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años, superando las 6,800 hectáreas cultivadas y las 90,000 toneladas de producción anual, con rendimientos promedio cercanos a 13,2 toneladas por hectárea, pudiendo superar las 20 toneladas en valles tecnificados de la costa norte, donde destacan Lima, La Libertad, Piura y Lambayeque (MIDAGRI, 2025).

Asimismo, se reporta que en el año 2024 la producción nacional de maracuyá alcanzó aprox. 89,319 toneladas, con un incremento cercano al 19% respecto al año anterior, siendo Lima la principal región productora con el 49,25% del total nacional, seguida de La Libertad, Piura y Lambayeque, lo que evidencia la consolidación del cultivo dentro de la fruticultura tropical peruana (Agromercado, 2025).

En cuanto al comercio exterior, las exportaciones de maracuyá alcanzaron 17,479 toneladas por un valor de 59,8 millones de dólares en 2024, mientras que en el primer semestre de 2025 se registraron exportaciones superiores a 40 millones de dólares, reflejando un crecimiento importante en los envíos hacia mercados internacionales como Países Bajos, Estados Unidos y Francia (ADEX, 2025).

2.2.3 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del maracuyá (*Passiflora edulis*) permite su adecuada identificación dentro del reino vegetal, perteneciendo a la división Espermatofita, subdivisión Angiosperma, clase Dicotiledónea, familia *Passifloraceae* y género *Passiflora*, el cual agrupa especies trepadoras de importancia económica y agrícola. La especie presenta dos variedades principales: purpúrea y flavicarpa, siendo esta última la más cultivada por su mayor productividad y adaptación a condiciones tropicales (Campos et al., 2023; He et al., 2020).

Tabla 1

Taxonomía del cultivo de maracuyá

División	<i>Espermatofita</i>
Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Dicotyledonea</i>
Subclase	<i>Arquiclamidea</i>
Orden	<i>Periales</i>
Suborden	<i>Flacourtiinae</i>
Familia	<i>Passifloraceae</i>
Genero	<i>Passiflora</i>
Especie	<i>Edulis</i>
Variedad	Purpúrea y Flavicarpa

2.2.4 Descripción botánica

La *Passiflora edulis* es una planta trepadora perenne de hábito enredador y semileñoso, caracterizada por su crecimiento vigoroso y continuo, con tallos verdes provistos de zarcillos axilares que le permiten sujetarse a estructuras de soporte. Sus hojas son palmeadas y trilobuladas, mientras que sus flores son grandes y vistosas, y el fruto es una baya aromática de alto valor comercial (He et al., 2020).

- a. **Hojas-** Las hojas de *P. edulis* son simples, alternas y generalmente trilobuladas, con márgenes ligeramente dentados y color verde oscuro, presentando variaciones morfológicas durante su desarrollo vegetativo, lo que constituye una característica importante en su identificación botánica (He et al., 2020).
- b. **Zarcillos-** Los zarcillos se originan en las axilas de las hojas y cumplen la función de permitir el crecimiento trepador de la planta, facilitando su fijación a soportes y estructuras, lo que favorece su desarrollo vertical y su adaptación a sistemas de conducción en vivero y campo (He et al., 2020).
- c. **Tallo-** El tallo es semileñoso, flexible y de crecimiento continuo, permitiendo el desarrollo de ramas largas que sostienen hojas, flores y frutos, característica típica de las especies del género *Passiflora* (Xu et al., 2019).
- d. **Raíces-** El sistema radicular es superficial y ramificado, adaptado a suelos bien drenados, lo que permite una eficiente absorción de agua y nutrientes, siendo sensible al exceso de humedad y compactación del suelo (He et al., 2020).
- e. **Flor-** Las flores de *P. edulis* son grandes, solitarias y vistosas, con sépalos y pétalos blancos, corona filamentosa púrpura y estructuras reproductivas bien diferenciadas, lo que facilita la polinización y la formación del fruto (He et al., 2020).
- f. **Fruto-** El fruto es una baya globosa u ovoide de color amarillo o púrpura al madurar, con pulpa aromática y semillas negras rodeadas por un arilo comestible, característica que le otorga su alto valor nutricional y comercial (Narain et al., 2010).

2.3.1 *Requerimientos Edafoclimáticos*

- a. **Clima-** El maracuyá se desarrolla en climas tropicales y subtropicales, con temperaturas óptimas entre 23 °C y 28 °C, tolerando rangos entre 21 °C y 32 °C, condiciones que influyen directamente en la floración, el crecimiento vegetativo y el rendimiento del cultivo (2023; Fonseca et al., 2022).

- b. Precipitación-.** El cultivo requiere una precipitación anual entre 800 y 1750 mm bien distribuidos, siendo necesario un adecuado suministro de agua para garantizar la floración, el cuajado y el desarrollo de los frutos, ya que el déficit hídrico reduce la productividad (Campos et al., 2023).
- c. Humedad relativa-.** La humedad relativa óptima se encuentra entre 60% y 80%, lo que favorece la viabilidad del polen, la fecundación y el desarrollo uniforme de los frutos; sin embargo, excesos de humedad pueden incrementar la incidencia de enfermedades (Campos et al., 2023).
- d. Fotoperiodo-.** La especie requiere aproximadamente 11 horas diarias de luz para inducir la floración y mantener su desarrollo fisiológico, debido a que la radiación solar influye en la fotosíntesis y la formación de flores y frutos (Fonseca et al., 2022).
- e. Suelo y pH-.** El cultivo se adapta a suelos franco arenosos a franco arcillosos, profundos, bien drenados y con pH entre 5.5 y 7.0, ya que estas condiciones favorecen el desarrollo radicular, la absorción de nutrientes y el rendimiento del cultivo (Campos et al., 2023).

2.2.5 *Propagación del maracuyá*

La propagación del maracuyá es una etapa clave en la producción de plantones, ya que permite obtener material vegetal de calidad, uniforme y con buen potencial productivo. En los sistemas de producción tropical, la especie se propaga principalmente por semillas, aunque también se utilizan métodos asexuales como esquejes, injertos y micropropagación, los cuales contribuyen a mejorar la sanidad y uniformidad del cultivo (Qin et al., 2023).

a. Propagación sexual

La propagación sexual mediante semillas es el método más utilizado en la producción comercial debido a su facilidad, bajo costo y alta capacidad de multiplicación de plantas.

Este método permite obtener plántulas vigorosas, aunque puede generar variabilidad genética, lo que influye en el rendimiento y la calidad del fruto (Rodríguez et al., 2020).

La germinación de las semillas depende de factores como la calidad del fruto, las condiciones de luz, la temperatura y el manejo del vivero, ya que estos influyen directamente en la viabilidad y uniformidad de las plántulas. Estudios recientes indican que el proceso de germinación y el desarrollo inicial de las plántulas determinan el éxito del establecimiento del cultivo en campo definitivo (Lima et al., 2024).

b. Propagación asexual

La propagación asexual permite obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre, garantizando uniformidad en la producción y mejor control de características agronómicas. Entre los métodos más utilizados se encuentran los esquejes, injertos y la micropropagación, los cuales permiten obtener plantas libres de enfermedades y mejorar la productividad en sistemas tecnificados (Qin et al., 2023).

Asimismo, la micropropagación y la embriogénesis somática se han convertido en herramientas modernas que permiten la producción masiva de plantas sanas, la conservación del germoplasma y el mejoramiento genético del cultivo, contribuyendo al desarrollo sostenible de la producción de maracuyá (Qin et al., 2023).

2.2.6 Manejo de plantones de maracuyá

El manejo de plantones en vivero es una etapa fundamental para garantizar el establecimiento adecuado del cultivo, ya que permite obtener plantas vigorosas, sanas y con buen desarrollo radicular, lo que influye directamente en la supervivencia y productividad en campo definitivo (Silva et al., 2023). La siembra de semillas en vivero se realiza generalmente en bolsas o contenedores con sustratos ligeros y bien drenados, colocando de una a tres semillas por recipiente a una profundidad aproximada de 1 a 2 cm, con el objetivo

de asegurar una adecuada germinación y desarrollo inicial de las plántulas. Asimismo, el uso de sustratos orgánicos y condiciones de humedad controlada favorece la emergencia uniforme y el crecimiento radicular (Rodríguez et al., 2020).

El raleo consiste en seleccionar las plántulas más vigorosas y eliminar las débiles, dejando una planta por contenedor para evitar la competencia por nutrientes, agua y espacio, lo que permite mejorar el desarrollo de los plantones (Faleiro et al., 2019). Asimismo, el riego en vivero debe ser constante y controlado, manteniendo la humedad adecuada del sustrato sin provocar encharcamientos, ya que el exceso de agua favorece la aparición de enfermedades fúngicas y afecta el desarrollo radicular. Un manejo hídrico adecuado contribuye al crecimiento uniforme y a la sanidad de los plantones (Annjoe, 2020).

2.2.7 *Definición de vivero frutícola*

Un vivero frutícola es una instalación agrícola destinada a la propagación, producción y manejo de plantas jóvenes bajo condiciones controladas, con el objetivo de obtener plantones uniformes, sanos y de alta calidad para el establecimiento de huertos comerciales (Choi et al., 2024). Asimismo, los viveros de frutales cumplen la función de multiplicar material vegetal y mejorar la calidad de las plantas mediante técnicas de manejo, nutrición y control sanitario, lo que permite garantizar una producción eficiente y sostenible en los sistemas frutícolas modernos (Silvestri et al., 2024).

2.2.8 *Definición de sustrato*

El sustrato es el medio físico donde se desarrollan las raíces de las plantas, proporcionando soporte mecánico, retención de agua, aireación y disponibilidad de nutrientes, lo que permite un adecuado crecimiento y desarrollo vegetal. En la horticultura moderna, los sustratos pueden estar formados por materiales orgánicos, minerales o mezclas de ambos, diseñados para optimizar las condiciones físicas, químicas y biológicas del cultivo

(Monsalve et al., 2021). Por otra parte, los sustratos agrícolas son fundamentales en viveros y producción de plantones, ya que influyen directamente en la germinación, crecimiento radicular y calidad de las plántulas, permitiendo controlar la retención de humedad, la aireación y la disponibilidad de nutrientes (Huang & Gu, 2019).

- a. **Arena de río-**. Es un sustrato mineral utilizado principalmente para mejorar la aireación y el drenaje en mezclas de cultivo, debido a su estructura granular que permite la circulación de aire y evita la compactación del medio. Generalmente se recomienda una granulometría media que favorezca el desarrollo radicular y la estabilidad del sustrato (Gayosso et al., 2018).
- b. **Humus de lombriz-**. Es un fertilizante orgánico estabilizado que se obtiene mediante la descomposición de residuos orgánicos por acción de lombrices y microorganismos. Se caracteriza por mejorar la estructura del sustrato, aumentar la retención de agua, aportar nutrientes disponibles y favorecer la actividad microbiana, lo que contribuye al crecimiento de las plantas en viveros y sistemas hortícolas (Huang & Gu, 2019).
- c. **Cascarilla de arroz-**. Es un material orgánico ampliamente utilizado como componente de sustratos debido a su bajo costo, buena aireación y capacidad de drenaje. Además, puede ser utilizada en forma cruda, carbonizada o compostada, mejorando las propiedades físicas del sustrato y favoreciendo la producción de plántulas en viveros (Monsalve et al., 2021).
- d. **Turba rubia-**. Es uno de los componentes más utilizados en la elaboración de sustratos hortícolas debido a su alta capacidad de retención de agua, buena aireación y baja densidad, lo que la convierte en un material ideal para la producción de plantones en viveros (Schmilewski, 2020).

Tabla 2*Propiedades físicas y químicas de los principales de los sustratos*

Sustrato	pH aproximado	Porosidad (%)	Retención de agua	Aporte nutricional	Función agronómica principal
Arena de río	6.5 – 7.5	30 – 40	Baja	Muy bajo	Mejora el drenaje y la aireación del sustrato
Humus de lombriz	6.5 – 7.2	60 – 70	Alta	Alto (N, P, K, micronutrientes)	Aporta nutrientes y microorganismos benéficos
Cascarilla de arroz	6.0 – 7.0	70 – 80	Media	Bajo	Aumenta la porosidad y reduce la compactación
Turba rubia	4.5 – 6.0	80 – 90	Muy alta	Bajo a medio	Retiene agua y mejora la estructura del sustrato

En la Tabla 2 se presentan las principales propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados en viveros frutícolas, destacando su influencia en la aireación, retención de agua y aporte nutricional, factores que determinan el crecimiento y desarrollo de los plantones (Barrett et al., 2021).

III. METODOLOGIA

3.1 Métodos

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que se basó en la medición de variables biométricas como el porcentaje de germinación, la altura de la planta, el número de hojas y la longitud radicular.

El nivel de investigación fue experimental, debido a que se manipuló la variable independiente (tipo de sustrato) para evaluar su efecto sobre las variables dependientes en condiciones controladas.

3.2.1 Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del vivero frutícola JAZAC SAC, el cual dispone de una infraestructura de propagación con dimensiones de 18 metros de largo por 6 metros de ancho (108 m²). El área de estudio se encuentra georreferenciada bajo el sistema de proyección UTM (Universal Transverse Mercator), específicamente en la Zona 17L, con las coordenadas 765065 E y 9000007 N. Estas condiciones de confinamiento en vivero permitieron mantener un control riguroso sobre las variables ambientales y el manejo fitosanitario de los plántones de maracuyá durante toda la fase experimental.



Figura 1. *Ubicación del área experimental*

3.2.2 *Diseño experimental*

La investigación se ejecutó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), estructura elegida por su eficacia para controlar la variabilidad ambiental dentro del vivero y permitir una evaluación rigurosa de los efectos de cada tratamiento. Mediante este esquema, las unidades experimentales se distribuyeron de forma aleatoria en cada bloque. Como variable independiente, se evaluaron tres tipos de sustratos: arena de río, humus de lombriz y turba. La interacción y combinación de estos materiales dio lugar a un total de cuatro tratamientos, los cuales, al ser establecidos con tres repeticiones, conformaron un conjunto de 12 unidades experimentales. Cabe precisar que, con el fin de garantizar la homogeneidad del ensayo, se utilizaron exclusivamente semillas de maracuyá de la variedad colombiana, seleccionada por su alta relevancia en el mercado comercial.

Modelo Estadístico Lineal.- El análisis de los datos se rigió bajo un modelo estadístico lineal, el cual fungió como la representación matemática diseñada para aislar y cuantificar el efecto de los distintos sustratos (variables independientes) sobre el desarrollo de los

plantones de maracuyá (variable dependiente o de respuesta). Este modelo permitió discriminar la variabilidad propia del diseño en bloques y determinar la significancia de los tratamientos evaluados.

La estructura matemática del modelo se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

- Y_{ijk} = Es la respuesta en la k-ésima repetición o bloque en la que se usó la j-ésima sustratos sujeto al i-ésimo producción de plantones de Maracuyá.
- μ = Media general de la variable respuesta.
- τ_i = Efecto del bloque (repetición).
- α_j = Efecto de la aplicación de sustratos.
- β_k = Efecto de la producción de plantines de maracuyá.
- $\alpha\beta_{jk}$ = Efecto de la interacción de $\alpha\beta$.

3.2.3 Características del área experimental

- a. Unidad experimental
 - Ancho: 0.5 m
 - Largo: 2 m
 - Área: 1 m²
 - Número de unidades experimentales: 12
 - Separación entre unidades experimentales: 0.3 m
- b. Bloques
 - Ancho: 0.5 m
 - Largo: 8.9 m
 - Área: 4.45 m²
 - Distancia entre bloques: 0.3 m
- c. Área total del experimento
 - Ancho: 2.1 m

- Largo: 8.9 m
- Área total: 18.69 m²

d. Distribución de las unidades experimentales

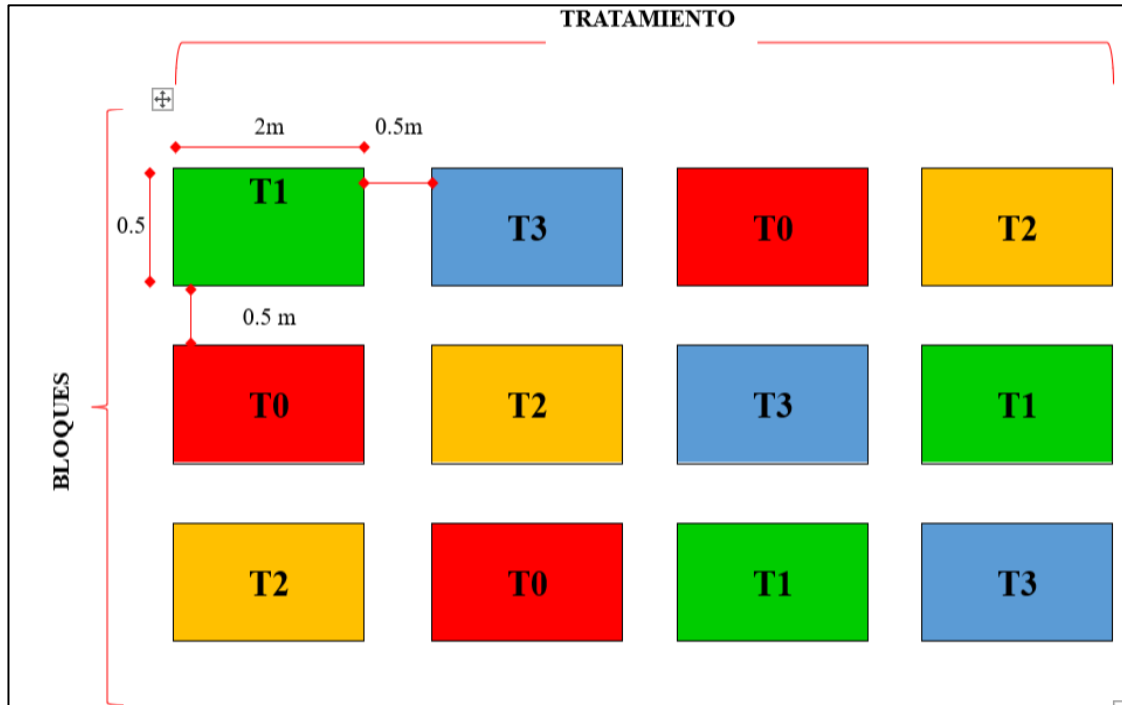


Figura 2. Distribución de las unidades experimentales de la investigación

La figura muestra el diseño experimental del ensayo, donde se distribuyen los tratamientos T0, T1, T2 y T3 en un arreglo tipo bloques, con tres repeticiones. Cada bloque contiene los cuatro tratamientos dispuestos de manera aleatoria, manteniendo distancias de separación de 0,5 m entre unidades experimentales y 2 m entre tratamientos, lo que permite asegurar condiciones homogéneas para la evaluación en vivero.

3.2.4 Población y muestra

a. Población

La investigación se realizó con 180 plántones de maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad colombiana, distribuidos en 12 unidades experimentales bajo condiciones

controladas de vivero. Esta distribución permitió una adecuada representatividad para evaluar los tratamientos y las variables de crecimiento.

b. Muestra

Para la determinación de la muestra se empleó la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 * P * Q * N}{\epsilon^2 * (n - 1) + Z^2 * P * Q}$$

- n = Tamaño de muestra
- N = Tamaño de la población
- Z = Nivel de confianza (95%)
- e = Error de muestra (0.05)
- P = Probabilidad que ocurra el evento estudiado (0.5)
- $q = (1 - p)$ = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (0,5)

$$n = \frac{180 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (120 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} \Rightarrow n = 122$$

Se evaluaron 120 plántones de maracuyá, distribuidos en unidades experimentales de 15 plántones, alcanzando 45 por tratamiento. Para disminuir el error experimental y el efecto de borde, se seleccionaron 10 plántones representativos por unidad experimental para las mediciones biométricas. Esto permitió obtener datos más uniformes y confiables en condiciones de vivero.

3.2.5 Variables y tratamiento

a. Variable Dependiente

El desempeño de los sustratos se evaluó mediante el desarrollo morfológico de los plántones. Se analizaron variables como porcentaje de germinación, altura de planta, número de hojas y longitud de raíz. La germinación se registró diariamente en función de las semillas emergidas. La altura se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice con

regla milimétrica. El número de hojas se contabilizó manualmente, y la longitud de raíz se determinó al final del vivero tras el lavado del sustrato, utilizando un vernier para mayor precisión.

b. Variable independiente

Como variables independientes se consideraron tres sustratos con distintas propiedades físicas y químicas: turba, arena de río y humus de lombriz, utilizados para la conformación de los medios de crecimiento.

c. Tratamientos

En la Tabla 3 se presentan los tratamientos establecidos para la presente investigación, los cuales estuvieron conformados por diferentes combinaciones volumétricas de sustratos orgánicos e inertes. La formulación de los tratamientos permitió estandarizar las mezclas utilizadas en cada unidad experimental, garantizando condiciones homogéneas durante la fase de vivero y facilitando la evaluación del efecto de los sustratos en el desarrollo de los plantones de maracuyá.

Tabla 3

Descripción de los tratamientos a emplear en la investigación

Tratamientos	Proporciones de los sustratos
T0	100% arena de río
T1	50% arena de río + 25% de humus + 25% de turba
T2	25% arena de río + 25% de humus + 50% de turba
T3	25% arena de río + 50% de humus + 25% de turba

El tratamiento T0 fue el testigo, conformado por 100% arena de río, para evaluar el cultivo sin materia orgánica. Los tratamientos T1, T2 y T3 fueron mezclas de arena, humus

de lombriz y turba rubia en distintas proporciones, con el fin de analizar el efecto del contenido orgánico en el desarrollo de las plántulas. Asimismo, T1 presentó una mezcla equilibrada (50% arena, 25% humus y 25% turba). T2 tuvo mayor proporción de turba (50%), orientado a evaluar la retención de humedad y el desarrollo radicular. T3 incluyó mayor proporción de humus de lombriz (50%), para analizar su efecto en el aporte nutricional y crecimiento vegetativo.

3.2.6 Operacionalización o categorización de las variables

Tabla 4

Operacionalización de las variables de estudio

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Técnicas e instrumentos
Producción (Dependiente)	Es una medición de la productividad de un cultivo determinado.	Consistió en la evaluación del porcentaje de germinación, Altura de plantón y longitud de raíz para la producción de plantones de maracuyá.	Producción de plantones	Porcentaje de germinación	%	Conteo visual
				Altura de los plantones	cm	Wincha
				Numero de hojas	Cm	Conteo visual
				Longitud de raíz	cm	centímetro
Sustrato (Independiente)	El tipo de material utilizado para el crecimiento y desarrollo de las raíces y los plantones en el vivero.	Se evaluaron diferentes tipos de sustratos (arena de rio, humus y turba) en el vivero para determinar su impacto en el desarrollo de los plantones.	Sustratos solidos	Proporción de arena de rio	Kg	Balanza digital
				Proporción de humus de lombriz	Kg	
				Proporción de turba	Kg	

3.2.7 Manejo agronómico del cultivo

a. Obtención del material biológico

El material biológico fue adquirido a un productor del valle de Pativilca, ubicado en la provincia de Huaura. Para el desarrollo del estudio, se realizó la adquisición de 100 g de semillas de maracuyá correspondientes a la variedad colombiana.

b. Preparación de los tratamientos

Previamente a la preparación de los tratamientos, se procedió a la adquisición de los principales sustratos utilizados en el experimento, entre ellos turba, arena de río y humus de lombriz. Posteriormente, se realizó la mezcla de estos materiales de acuerdo con los tratamientos establecidos. En el tratamiento T1 se empleó una combinación de 50 % de arena de río, 25 % de humus de lombriz y 25 % de turba. Para el tratamiento T2, las proporciones correspondieron a 25 % de arena de río, 25 % de humus de lombriz y 50 % de turba. En el caso del tratamiento T3, se utilizaron 25 % de arena de río, 50 % de humus de lombriz y 25 % de turba. Asimismo, se consideró un tratamiento testigo (T0), en el cual se utilizó únicamente arena de río como sustrato.

c. Desinfección del sustrato

La desinfección del sustrato se realizó con agua caliente (80–100 °C) para eliminar patógenos, hongos, bacterias, nematodos y semillas de malezas. Previamente, el material fue tamizado para retirar impurezas y obtener una textura homogénea. Luego, se aplicó el agua caliente de forma uniforme y se dejó reposar de 20 a 30 minutos. Finalmente, el sustrato se enfrió y se mantuvo en condiciones higiénicas para su uso en la siembra.

d. Desinfección de la semilla

La desinfección de las semillas se realizó mediante la aplicación del fungicida Homai, empleando una dosis de 5 g por litro de agua. Las semillas fueron sumergidas en la solución durante un período de cinco minutos con el fin de reducir la presencia de posibles patógenos. Posteriormente, se retiraron de la solución y se dejaron orear a temperatura ambiente hasta que alcanzaron un estado completamente seco, quedando listas para su posterior siembra.

e. Riegos

Los riegos se realizaron de manera diferenciada según la etapa fenológica del cultivo. Durante la fase de germinación se aplicaron riegos frecuentes con el fin de mantener una adecuada humedad en el sustrato y favorecer la emergencia de las plántulas. Posteriormente, a medida que avanzó el desarrollo del cultivo, los riegos se efectuaron de forma periódica, ajustándose a los requerimientos hídricos de la planta.

f. Raleo

Posteriormente a la siembra, en la cual se colocaron dos semillas por golpe en cada bolsa, se realizó el raleo con el objetivo de seleccionar la plántula más vigorosa. En este proceso se eliminó la planta de menor desarrollo, dejando únicamente la que presentó mejores características de crecimiento y vigor.

g. Control de malezas

Durante esta etapa se realizó el control manual de malezas que emergían en las bolsas con sustrato, con el fin de evitar la competencia por nutrientes, agua y espacio con los plantones en desarrollo.

3.2.8 *Técnicas e instrumentos para la recolección de datos*

- a. **Porcentaje de germinación-.** Las semillas fueron colocadas en los sustratos correspondientes a cada unidad experimental. Transcurridos 20 días después de la siembra, se realizó el conteo de las semillas germinadas mediante observación directa, con el propósito de determinar el porcentaje de germinación en cada tratamiento.
- b. **Número de hojas de plántones-.** Se realizó un conteo manual de las hojas presentes en cada plánton de maracuyá a los 40, 70 y 90 días después de la siembra (DDS), registrándose el número total de hojas por planta con el fin de evaluar el desarrollo foliar.
- c. **Altura de los plántones-.** Se midió la altura de cada plánton a los 40, 70 y 90 días después de la siembra (DDS). La medición se efectuó desde la base del tallo hasta el ápice de la planta utilizando una escuadra, registrándose los valores obtenidos en centímetros con la mayor precisión posible.
- d. **Longitud radicular-.** Para esta actividad, se retiró cuidadosamente el plánton de la bolsa, eliminando el sustrato adherido al sistema radicular. Posteriormente, con la ayuda de la escuadra, se procedió a registrar los datos correspondientes. Este procedimiento se llevó a cabo a los 90 días después de la siembra (DDS).

3.2.9 *Técnicas de análisis de resultados*

Para el análisis de los datos obtenidos en la investigación se utilizaron técnicas de estadística descriptiva e inferencial, con el fin de determinar el efecto de los sustratos en la producción de plántones de maracuyá (*Passiflora edulis*) bajo condiciones de vivero.

En la estadística descriptiva se elaboraron tablas de frecuencias, medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación), para

describir variables como germinación, altura de planta, número de hojas y longitud de raíz. En la estadística inferencial se aplicó el Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), para determinar diferencias significativas entre tratamientos. Cuando existieron diferencias, se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para identificar el mejor tratamiento.

El procesamiento de datos se realizó con IBM SPSS, Microsoft Excel y/o R, y los resultados fueron presentados en tablas y gráficos interpretados según los objetivos de la investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados

4.1.1 Porcentaje de germinación a los 20 DDS

La evaluación del porcentaje de germinación a los 20 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo I*).

Tabla 5

Valores promedio de porcentaje de germinación (%) a los 20 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	86.7%	86.7%	100.0%	100.0%	93.3%
II	66.7%	73.3%	100.0%	100.0%	85.0%
III	86.7%	86.7%	93.3%	100.0%	91.7%
PROMEDIO	80%	82%	98%	100%	

El tratamiento T3 presentó 100% de germinación en todos los bloques, evidenciando un comportamiento uniforme y alta eficacia. El T2 también mostró resultados elevados, con un promedio de 98% y mínima variación. En cambio, T1 y T0 registraron menores porcentajes (82% y 80%, respectivamente), reflejando menor eficiencia. Por bloques, el I alcanzó el mayor promedio, seguido del III y finalmente el II, aunque sin diferencias marcadas entre ellos.

Tabla 6

Análisis de varianza del porcentaje de germinación a los 20 DDS

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	959.929	3	319.976	7.379	.019
Bloque	156.112	2	78.056	1.800	.244
Error	260.188	6	43.365		

El análisis de varianza muestra que el factor tratamientos presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.019 < 0.05$), lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron significativamente en el porcentaje de germinación a los 20 días después de la siembra. Esto evidencia que las diferencias observadas entre los promedios de germinación no se deben al azar, sino al efecto de los tratamientos evaluados. Por otro lado, el factor bloque no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.244 > 0.05$), lo que indica que no hubo efecto del bloqueo sobre la variable en estudio, sugiriendo que las condiciones experimentales fueron relativamente homogéneas.

Tabla 7

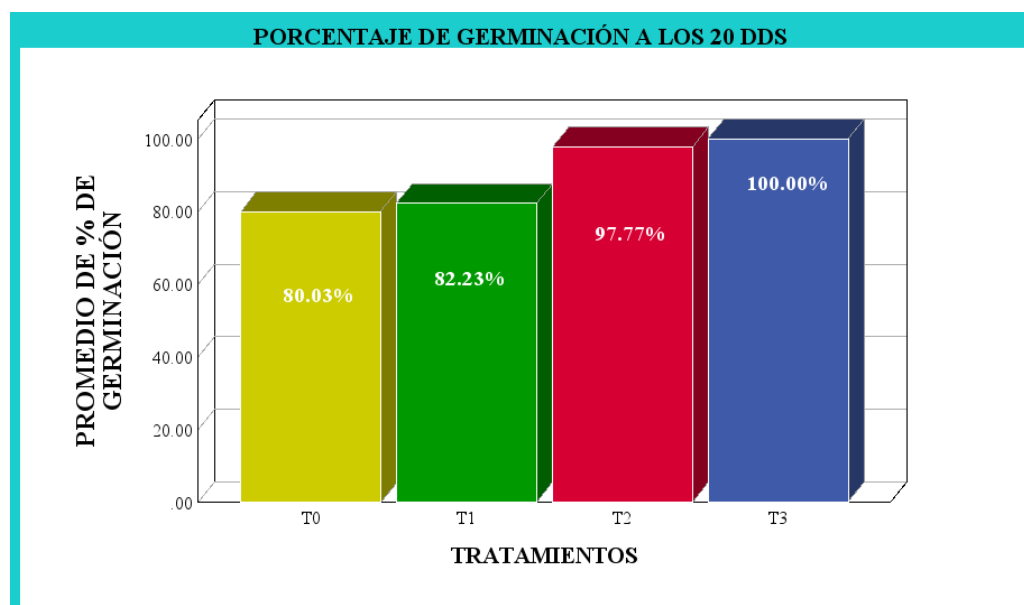
Comparación de medias del porcentaje de germinación a los 20 DDS

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T0	3	80.0333	
T1	3	82.2333	82.2333
T2	3	97.7667	97.7667
T3	3		100.0000
Sig.		.060	.060

La prueba de Tukey indica que los tratamientos no son completamente diferentes entre sí. T0, T1 y T2 se comportan de manera similar, mientras que T1, T2 y T3 también presentan resultados parecidos. Esto significa que T1 y T2 son intermedios, ya que se parecen tanto a los de menor como a los de mayor germinación. Aunque T3 tiene el valor más alto, no es significativamente diferente de T1 y T2. Sin embargo, sí se diferencia de T0, que presenta el menor porcentaje. En general, hay una ligera mejora de T3 respecto a los demás, pero no lo suficientemente fuerte como para marcar diferencias claras entre todos los tratamientos.

Figura 3

Promedio del porcentaje de germinación a los 20 DDS.



La figura 3, muestra que el porcentaje de germinación a los 20 días aumenta progresivamente desde T0 hasta T3. Se observa que T3 alcanza el valor más alto (100%), evidenciando el mejor desempeño. El tratamiento T2 también presenta una germinación elevada, aunque ligeramente menor. En cambio, T1 y T0 muestran valores más bajos, siendo T0 el de menor rendimiento. En general, la figura permite apreciar que a medida que mejora el tratamiento, aumenta el porcentaje de germinación.

4.1.2 Número de hojas a los 40 días después de la siembra

La evaluación del número de hojas se dio a los 40 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo 2*).

Tabla 8

Valores promedio de número de hojas a los 40 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	0	1	2	2	1.10
II	1	1	1	2	1.08
III	1	1	2	2	1.35
PROMEDIO	0.47	1.03	1.50	1.70	

En la tabla 8, el número de hojas a los 40 días fue mayor en T3, mostrando la mejor respuesta y de forma constante. El tratamiento T2 también presentó un buen desempeño, aunque ligeramente menor. En cambio, T1 tuvo un valor más bajo pero uniforme, mientras que T0 registró el menor número de hojas, evidenciando una respuesta limitada. En general, los tratamientos con mejor manejo favorecieron el desarrollo de hojas. Las diferencias entre bloques fueron pequeñas, lo que indica condiciones experimentales similares.

Tabla 9

Análisis de varianza del número de hojas a los 40 DDS

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	de Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3.333	3	1.111	5.714	.034
Bloque	.167	2	.083	.429	.670
Error	1.167	6	.194		

El análisis de varianza muestra que el factor tratamientos presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.034 < 0.05$), lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron significativamente en el número de hojas. Este resultado evidencia que las variaciones observadas entre los tratamientos no se deben al azar, sino al efecto de los mismos. Por otro lado, el factor bloque no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.670 > 0.05$), lo que sugiere que no existió efecto del bloqueo sobre la variable evaluada, indicando que las condiciones del experimento fueron relativamente homogéneas.

Tabla 10

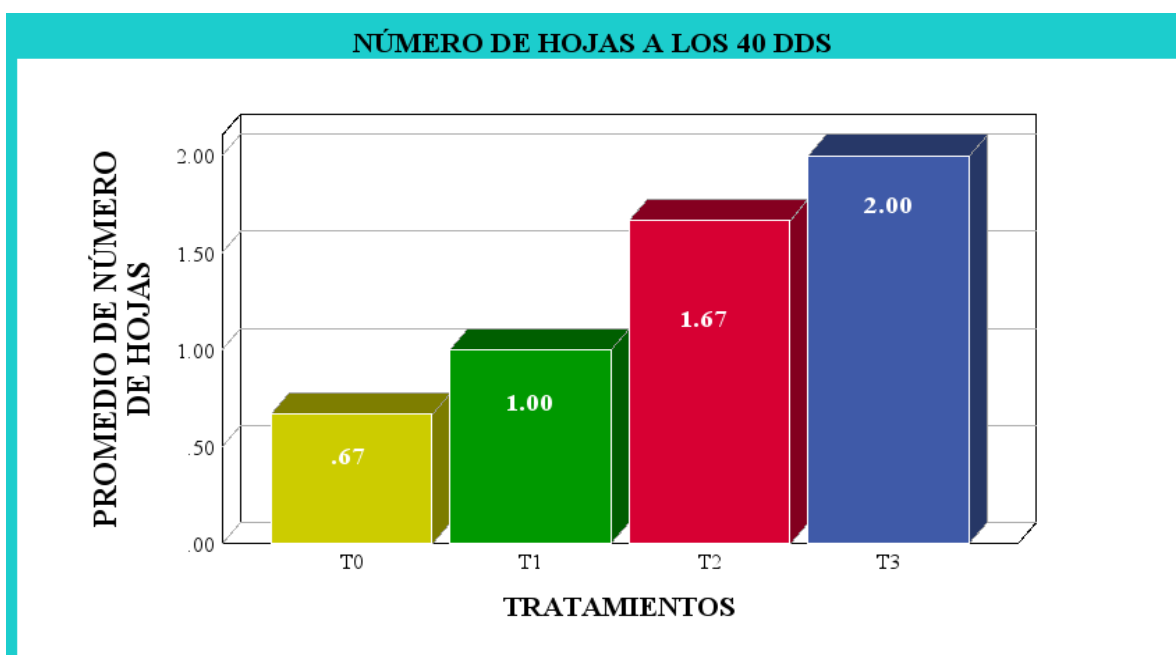
Comparación de medias de número de hojas a los 40 DDS

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T0	3	.6667	
T1	3	1.0000	1.0000
T2	3	1.6667	1.6667
T3	3		2.0000
Sig.		.112	.112

En la tabla 10, la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra que varios tratamientos tienen resultados parecidos en número de hojas. T0, T1 y T2 no presentan diferencias importantes entre sí. Asimismo, T1, T2 y T3 también se comportan de forma similar. Esto indica que T1 y T2 tienen un comportamiento intermedio. El tratamiento T3 tiene el mayor número de hojas, pero no es muy diferente de T1 y T2. Sin embargo, sí se diferencia de T0, que presenta el valor más bajo. Además, como el valor de significancia (0.112) es mayor a 0.05, se confirma que dentro de cada grupo no hay diferencias estadísticas importantes.

Figura 4

Promedio de número de hojas entre los tratamientos a los 40 DDS



La figura muestra que el número de hojas aumenta desde T0 hasta T3. El tratamiento T3 presenta el mayor valor, indicando el mejor desarrollo de las plantas. El T2 también muestra buenos resultados, aunque un poco menores. En cambio, T1 y T0 tienen valores más bajos, siendo T0 el de menor desarrollo. En general, la figura permite ver que, a mejores tratamientos, mayor número de hojas, destacando T3 como el más eficiente.

4.1.3 *Número de hojas a los 70 días después de la siembra*

La evaluación de número de hojas de los plantones a los 70 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo 3*).

Tabla 11

Valores promedio de número de hojas a los 70 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	1	3	3	3	2.60
II	2	3	3	3	2.65
III	2	3	4	4	2.92
PROMEDIO	1.58	2.63	3.28	3.40	

En la tabla 11, la variable evaluada muestra valores más altos en T3, que presenta el mejor resultado y de forma constante. El tratamiento T2 también tiene un buen desempeño, aunque ligeramente menor. En cambio, T1 muestra valores intermedios y estables, mientras que T0 presenta el valor más bajo, evidenciando menor respuesta. En general, los tratamientos mejoran la variable evaluada. Las diferencias entre bloques son pequeñas, lo que indica condiciones experimentales similares, con una ligera ventaja en el bloque III.

Tabla 12*Análisis de varianza de número de hojas a los 70 DDS*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	5.667	3	1.889	13.600	.004
Bloque	1.167	2	.583	4.200	.072
Error	.833	6	.139		

El análisis de varianza evidencia que el factor tratamientos presentó diferencias altamente significativas ($p = 0.004 < 0.05$), lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron de manera significativa en la variable evaluada. Este resultado demuestra que las diferencias observadas entre los tratamientos no se deben al azar, sino al efecto de los mismos, mostrando una clara respuesta a las condiciones experimentales. En cuanto al factor bloque, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.072 > 0.05$), aunque su valor se encuentra cercano al nivel de significancia, lo que sugiere una ligera tendencia de influencia, sin llegar a ser concluyente. Esto indica que las condiciones del experimento fueron relativamente homogéneas, con una posible variación leve entre bloques.

Tabla 13*Comparación de medias de numero de hojas a los 70 DDS*

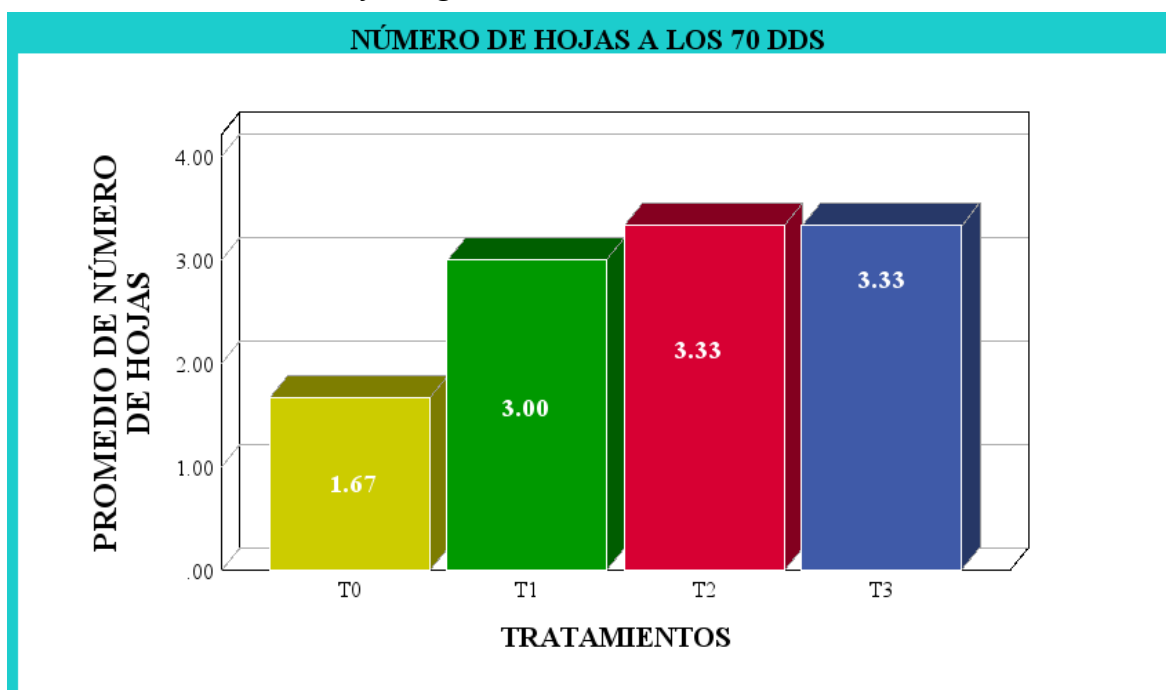
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T0	3	1.6667	
T1	3		3.0000
T2	3		3.3333
T3	3		3.3333
Sig.		1.000	.705

En la tabla 13, la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra que el tratamiento T0 se diferencia de los demás, ya que aparece solo en el primer grupo y presenta el valor más bajo.

En cambio, T1, T2 y T3 se agrupan juntos, lo que indica que tienen resultados similares y no hay diferencias importantes entre ellos. Esto significa que estos tres tratamientos tienen un comportamiento parecido en la variable evaluada. Además, los valores de significancia (mayores a 0.05) confirman que dentro de cada grupo no existen diferencias estadísticas. En general, T0 tiene el menor desempeño, mientras que T1, T2 y T3 muestran mejores resultados.

Figura 5

Promedio del número de hojas según los tratamientos a los 70 DDS



Se aprecia un incremento progresivo desde T0 (1.67 hojas) hasta T2 y T3 (3.33 hojas), siendo estos los de mejor desempeño, mientras que T1 presenta un valor intermedio (3.00 hojas). Esto indica que los sustratos con mayor contenido orgánico favorecen el desarrollo foliar inicial.

4.1.4 Número de hojas a los 90 días después de la siembra

La evaluación de número de hojas a los 90 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo 4*).

Tabla 14

Valores promedio de número de hojas a los 90 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	2	4	5	6	4.25
II	3	5	5	6	4.75
III	3	5	5	6	4.75
PROMEDIO	2.67	4.67	5.00	6.00	

En la tabla 14, la variable evaluada muestra que T3 tiene el valor más alto, con resultados iguales en todos los bloques, lo que indica un comportamiento uniforme y el mejor desempeño. El tratamiento T2 también presenta valores altos y estables. Por su parte, T1 muestra un nivel intermedio con poca variación. En cambio, T0 tiene el valor más bajo, evidenciando menor respuesta. En general, a mejores tratamientos se obtienen mayores valores. Las diferencias entre bloques son pequeñas, lo que indica condiciones similares en el experimento.

Tabla 15

Análisis de varianza del número de hojas a los 90 DDS

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	17.583	3	5.861	52.750	<.001
Bloque	.667	2	.333	3.000	.125
Error	.667	6	.111		

El análisis de varianza muestra que el factor tratamientos presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.001$), lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron de manera muy significativa en la variable evaluada. Este resultado evidencia que las

diferencias observadas entre los tratamientos son claras y no se deben al azar, reflejando un efecto marcado de los mismos. En cuanto al factor bloque, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.125 > 0.05$), lo que indica que no hubo efecto del bloqueo, sugiriendo que las condiciones experimentales fueron homogéneas.

Tabla 16

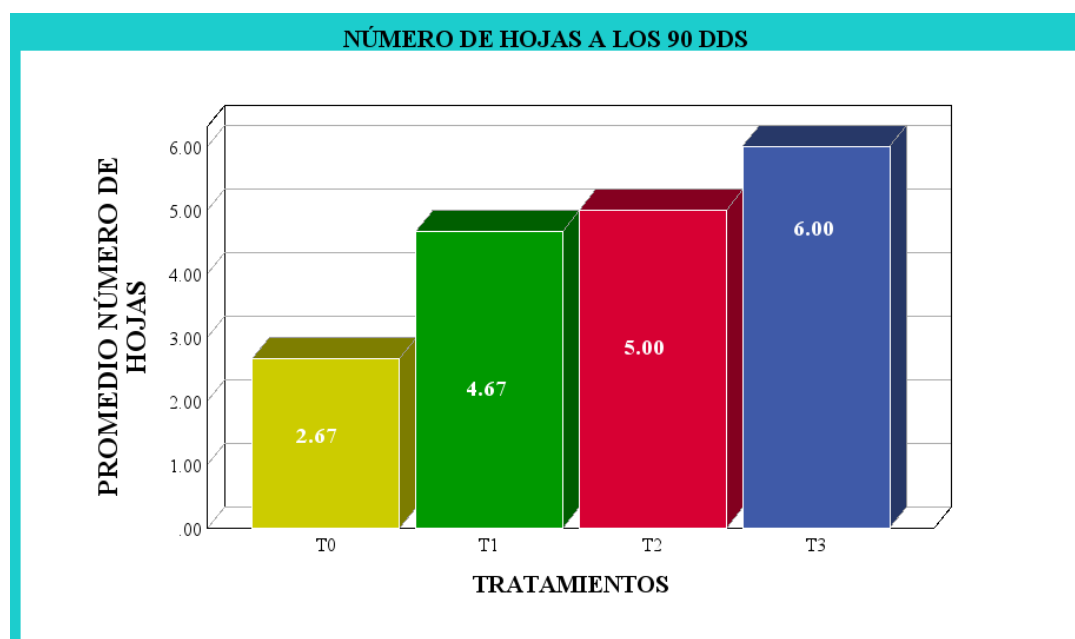
Comparación de medias de número de hojas a los 90 DDS

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T0	3	2.6667		
T1	3		4.6667	
T2	3		5.0000	
T3	3			6.0000
Sig.		1.000	.635	1.000

La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra tres grupos de tratamientos. En el primero está T0, que tiene el valor más bajo y se diferencia de los demás. En el segundo grupo se encuentran T1 y T2, que presentan resultados similares entre sí. En el tercer grupo está T3, que tiene el valor más alto. Esto indica que T3 es el mejor tratamiento, seguido por T1 y T2, mientras que T0 es el de menor desempeño. Además, como los valores de significancia son mayores a 0.05, se confirma que dentro de cada grupo no hay diferencias estadísticas, pero sí entre los grupos.

Figura 6

Respuesta de numero de hojas a los 90 DDS



El comportamiento se acentúa con el tiempo, donde T3 alcanza el mayor valor (6.00 hojas), seguido de T2 (5.00), T1 (4.67) y T0 (2.67). Esto confirma que el tratamiento T3 promueve un mayor crecimiento vegetativo.

4.1.5 *Altura de plantones a los 40 días después de la siembra*

La evaluación de la altura de los plantones a los 40 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo 5*).

Tabla 17

Valores promedio de altura de plantones a los 40 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	2.55	3.49	3.75	4.17	3.49
II	2.5	3.47	3.96	3.96	3.47
III	2.56	3.55	3.84	4.35	3.58
PROMEDIO	2.54	3.50	3.85	4.16	

La variable evaluada muestra que T3 presenta el mayor valor, evidenciando el mejor desempeño y de forma constante. El tratamiento T2 también tiene buenos resultados, aunque ligeramente menores. Por su parte, T1 muestra un nivel intermedio y estable, mientras que T0 presenta el valor más bajo. En general, se observa que a mejores tratamientos se obtienen mejores resultados. Las diferencias entre bloques son mínimas, lo que indica condiciones experimentales homogéneas.

Tabla 18

Análisis de varianza de la altura de plantones a los 40 DDS

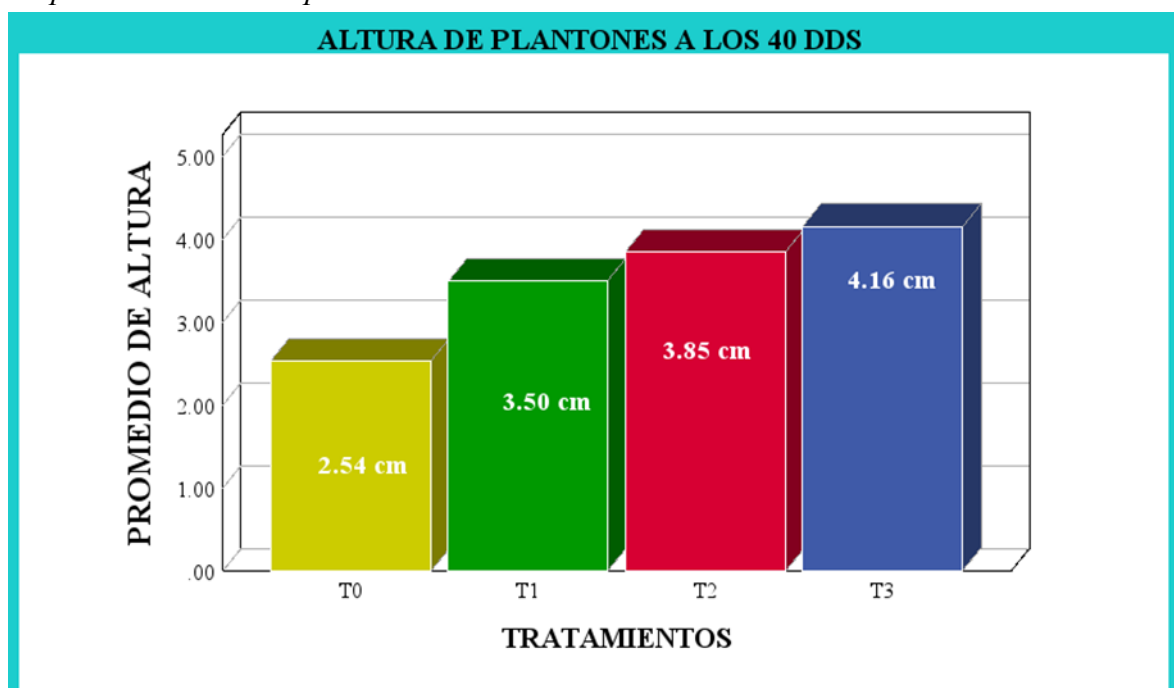
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	4.456	3	1.485	111.575	<.001
Bloque	.024	2	.012	.903	.454
Error	.080	6	.013		

El análisis de varianza evidencia que el factor tratamientos presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.001$), lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron de manera muy significativa en la variable evaluada. Este resultado refleja un efecto fuerte y claramente diferenciado de los tratamientos sobre la respuesta analizada. En contraste, el factor bloque no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.454 > 0.05$), lo que indica que no hubo efecto del bloqueo, sugiriendo que las condiciones experimentales fueron homogéneas y no influyeron en los resultados obtenidos.

Tabla 19*Comparación de medias de la altura de plantones a los 40 DDS*

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T0	3	2.5367		
T1	3		3.5033	
T2	3			3.8500
T3	3			4.1600
Sig.		1.000	1.000	.061

La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra tres grupos de tratamientos. En el primero está T0, que tiene el valor más bajo y se diferencia de los demás. En el segundo grupo se encuentra T1, con un valor intermedio. En el tercer grupo están T2 y T3, que presentan los valores más altos y son similares entre sí. Esto indica que T3 y T2 tienen el mejor desempeño, seguido de T1, mientras que T0 es el de menor resultado. Además, como los valores de significancia son mayores a 0.05, se confirma que dentro de cada grupo no hay diferencias estadísticas, pero sí entre los grupos.

Figura 7*Respuesta de altura de plantones a los 40 DDS*

En la figura 7, se evidencia una tendencia creciente desde T0 (2.54 cm) hasta T3 (4.16 cm), mostrando que los sustratos mejorados influyen positivamente en el crecimiento inicial de la planta.

4.1.6 *Altura de plántones a los 70 días después de la siembra*

La evaluación de la altura de los plántones a los 70 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo 6*).

Tabla 20

Valores promedio de altura de plántones a los 70 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	4.37	5.01	6.15	6.32	5.46
II	4.16	5.67	6.13	6.24	5.55
III	4.22	5.29	6.17	6.96	5.66
PROMEDIO	4.25	5.32	6.15	6.51	

La variable evaluada muestra que T3 presenta el valor más alto, evidenciando el mejor desempeño y de forma constante. El tratamiento T2 también muestra valores elevados, aunque ligeramente menores. Por su parte, T1 presenta un nivel intermedio y estable, mientras que T0 tiene el valor más bajo. En general, se observa que a mejores tratamientos se obtienen mejores resultados. Las diferencias entre bloques son mínimas, lo que indica condiciones experimentales similares.

Tabla 21*Análisis de varianza de la altura de plantones a los 70 DDS*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	9.049	3	3.016	37.959	<.001
Bloque	.078	2	.039	.493	.634
Error	.477	6	.079		

El análisis de varianza evidencia que el factor tratamientos presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.001$), lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron de manera muy significativa en la altura de planta. Este resultado demuestra que las diferencias observadas entre los tratamientos son claras y no se deben al azar, evidenciando un efecto marcado de los mismos sobre el crecimiento del cultivo. Por otro lado, el factor bloque no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.634 > 0.05$), lo que indica que no hubo efecto del bloqueo, sugiriendo que las condiciones experimentales fueron homogéneas y no influyeron en la variable evaluada.

Tabla 22*Comparación de medias de las alturas de plantones a los 70 DDS*

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T0	3	4.2500		
T1	3		5.3233	
T2	3			6.1500
T3	3			6.5067
Sig.		1.000	1.000	.468

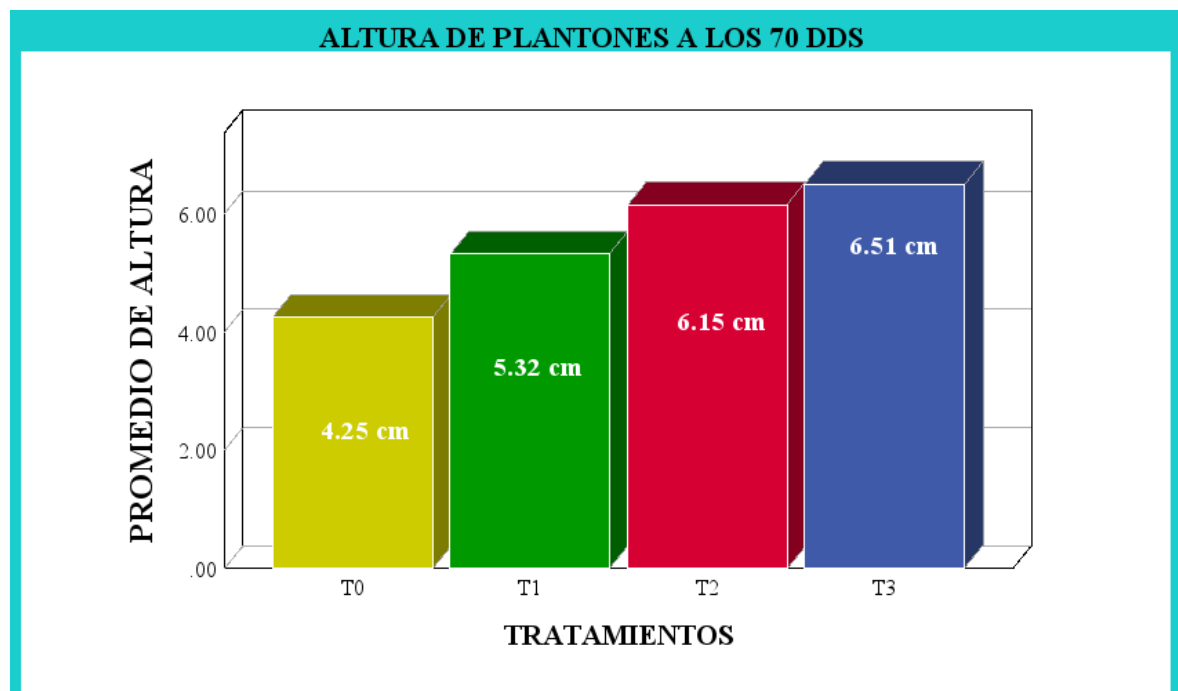
La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) permitió identificar la formación de tres subconjuntos homogéneos entre los tratamientos evaluados. En el subconjunto 1 se ubica exclusivamente el tratamiento T0 (4.25), lo que indica que presenta el menor valor promedio y un comportamiento claramente diferenciado respecto a los demás tratamientos. En el subconjunto 2 se encuentra el tratamiento T1 (5.32), el cual presenta un valor intermedio,

diferenciándose del tratamiento T0 y evidenciando una mejora en la variable evaluada. En el subconjunto 3 se agrupan los tratamientos T2 (6.15) y T3 (6.51), indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos, y que ambos presentan los valores más altos de altura de planta.

Los valores de significancia (Sig. = 1.000; 1.000; 0.468), al ser mayores que 0.05, confirman que no existen diferencias significativas dentro de cada subconjunto, aunque sí se evidencia diferenciación entre los grupos formados.

Figura 8

Promedio de la altura de plantones a los 70 DDS



En la figura 8, nos muestra que mantiene el mismo patrón donde destaca T3 con la mayor altura (6.51 cm), seguido de T2 (6.15 cm), T1 (5.32 cm) y T0 (4.25 cm), lo que refleja un crecimiento sostenido en el tiempo.

4.1.7 *Altura de plantones a los 90 días después de la siembra*

La evaluación de la altura de los plantones a los 90 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo 7*).

Tabla 23

Valores promedio de altura de plantones a los 90 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	5.67	8.09	9.38	10.86	8.50
II	5.58	3.47	9.91	10.75	7.43
III	5.08	8.75	10.48	11.36	8.92
PROMEDIO	5.44	6.77	9.92	10.99	

La variable evaluada muestra que T3 presenta el valor más alto, evidenciando el mejor desempeño y de forma constante. El tratamiento T2 también presenta valores elevados y bastante uniformes. En cambio, T1 muestra un nivel intermedio, pero con mayor variación, especialmente por un valor bajo en uno de los bloques. Por su parte, T0 tiene el valor más bajo, reflejando menor respuesta. En general, se observa que a mejores tratamientos se obtienen mejores resultados. Las diferencias entre bloques son pequeñas, aunque se nota cierta variación influenciada por T1.

Tabla 24

Análisis de varianza de la altura de plantones a los 90 DDS

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bloque	4.726	2	2.363	1.104	.391
Tratamientos	61.114	3	20.371	9.515	.011
Error	12.845	6	2.141		

El análisis de varianza evidencia que el factor tratamientos presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.011 < 0.05$), lo que indica que los tratamientos

aplicados influyeron significativamente en la variable evaluada. Esto demuestra que las diferencias observadas entre los tratamientos no se deben al azar, sino al efecto de los mismos. En cuanto al factor bloque, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.391 > 0.05$), lo que indica que no hubo efecto del bloqueo, sugiriendo que las condiciones experimentales fueron relativamente homogéneas.

Tabla 25

Comparación de medias de la altura de plantones a los 90 DDS

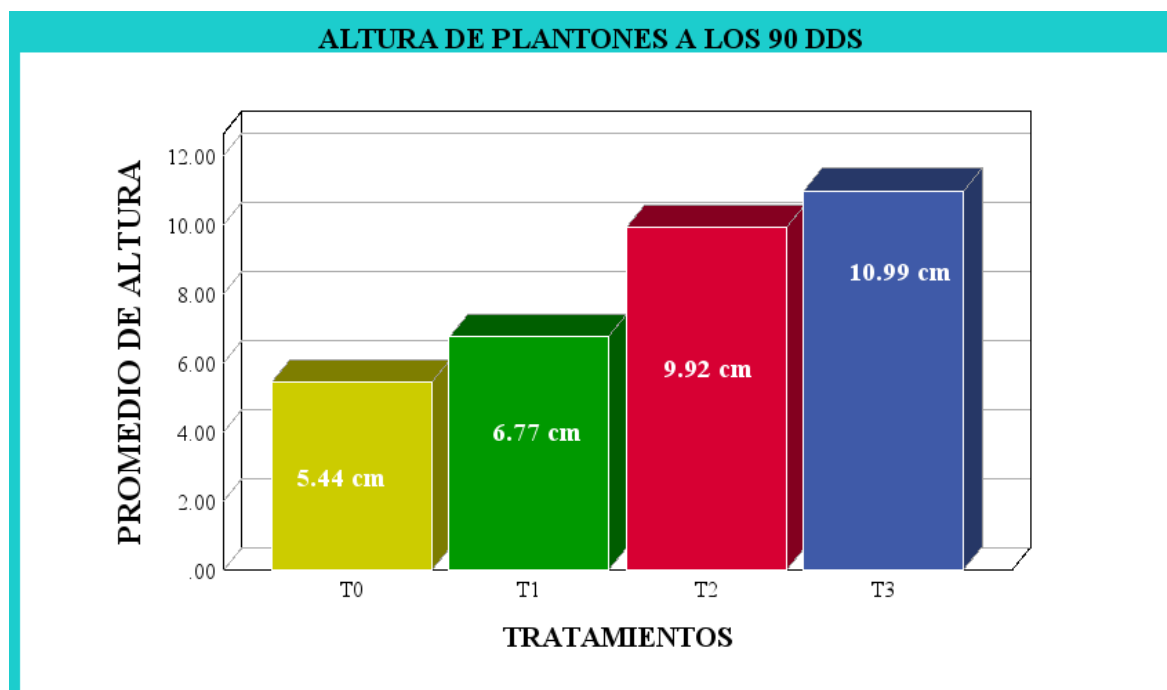
Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T0	3	5.4433		
T1	3	6.7700	6.7700	
T2	3		9.9233	9.9233
T3	3			10.9900
Sig.		.697	.133	.809

La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) permitió identificar la formación de tres subconjuntos homogéneos entre los tratamientos evaluados. En el subconjunto 1 se ubican los tratamientos T0 (5.44) y T1 (6.77), lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos, evidenciando un comportamiento similar en los niveles más bajos de la variable evaluada. En el subconjunto 2 se agrupan los tratamientos T1 (6.77) y T2 (9.92), lo que indica que tampoco presentan diferencias significativas entre sí, mostrando una superposición en sus respuestas. Finalmente, en el subconjunto 3 se incluyen los tratamientos T2 (9.92) y T3 (10.99), indicando que no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, los cuales presentan los valores más altos.

Los valores de significancia (Sig. = 0.697; 0.133; 0.809), al ser mayores que 0.05, confirman que no existen diferencias significativas dentro de cada subconjunto, aunque sí se observa una diferenciación progresiva entre los niveles de respuesta.

Figura 9

Promedio de la altura de plantones a los 90 DDS



Los resultados muestran que la altura aumenta desde T0 hasta T3. El tratamiento T3 presenta el mayor promedio, indicando el mejor crecimiento. T2 también muestra un valor alto, seguido de T1 con un nivel intermedio, mientras que T0 registra el menor valor. Esto indica que los tratamientos favorecen el crecimiento en altura.

4.1.8 Longitud radicular de los plantones a los 90 DDS

La evaluación de la longitud radicular de los plantones a los 90 DDS, los resultados obtenidos se detallan en la ficha de evaluación (*Anexo 8*).

Tabla 26

Valores promedio de la longitud radicular a los 90 DDS

BLOQUE	TRATAMIENTOS				PROMEDIO
	T0	T1	T2	T3	
I	8.8	12.3	12.8	13.8	11.93
II	10.5	12.8	14.5	15.4	13.30
III	10.2	11.9	13.4	14.1	12.40
PROMEDIO	9.83	12.33	13.57	14.43	

En la tabla 26, se muestra que el tratamiento T3 presenta el mayor promedio (14.43), seguido de T2 (13.57), T1 (12.33) y T0 (9.83), evidenciando una tendencia creciente en la variable evaluada. Esto indica que los tratamientos con mayor proporción de materia orgánica generan mejores resultados. Por bloques, el bloque II tiene el mayor promedio (13.30), aunque las diferencias con los demás son pequeñas, lo que sugiere condiciones experimentales homogéneas. En general, T3 muestra el mejor desempeño en todos los bloques, mientras que T0 el menor.

Tabla 27

Análisis de varianza de la longitud radicular los 90 DDS

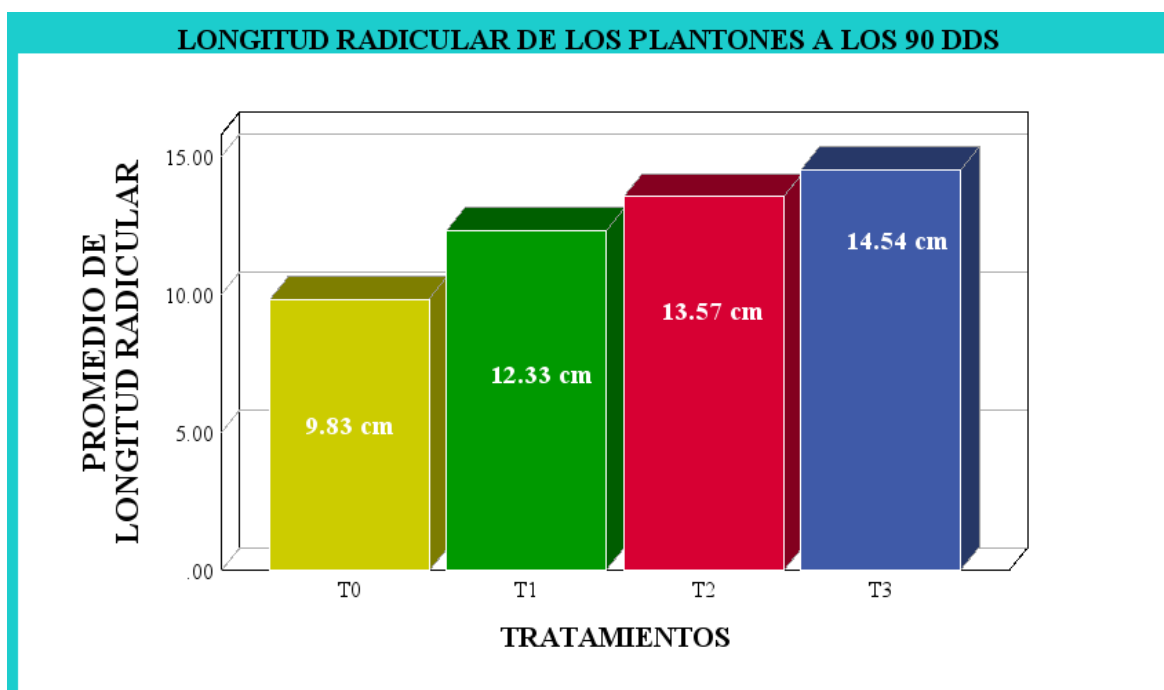
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	37.298	3	12.433	73.643	<.001
Bloque	3.826	2	1.913	11.332	.009
Error	1.013	6	.169		

El análisis de varianza evidencia que el factor tratamientos presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.001$), lo que indica que los tratamientos aplicados influyeron de manera muy significativa en la variable evaluada. Este resultado demuestra que las diferencias observadas entre los tratamientos son claras y no se deben al azar, reflejando un efecto fuerte de los mismos. En cuanto al factor bloque, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.702 > 0.05$), lo que indica que no hubo efecto del bloqueo, sugiriendo que las condiciones experimentales fueron homogéneas y no influyeron en los resultados.

Tabla 28*Comparación de medias de la longitud radicular a los 90 DDS*

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T0	3	9.8333		
T1	3		12.3333	
T2	3			13.5667
T3	3			14.5433
Sig.		1.000	1.000	.096

La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) muestra tres grupos de tratamientos. T0 se ubica solo en el primer grupo, indicando el valor más bajo. T1 forma el segundo grupo con un valor intermedio. En el tercer grupo se encuentran T2 y T3, que presentan los valores más altos y no difieren entre sí. Esto indica una mejora progresiva desde T0 hasta T3. Además, como los valores de significancia son mayores a 0.05, se confirma que dentro de cada grupo no hay diferencias estadísticas importantes.

Figura 10*Promedio de la longitud radicular a los 90 DDS*

Se observa la misma tendencia creciente desde T0 hasta T3. El tratamiento T3 alcanza la mayor longitud de raíz, seguido de T2 y T1, mientras que T0 presenta el menor

desarrollo. Esto evidencia que los tratamientos mejoran el desarrollo radicular, destacando nuevamente T3 como el más eficiente.

4.2 Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que los diferentes tipos de sustratos evaluados influyeron significativamente en la germinación, crecimiento vegetativo y desarrollo radicular de los plántones de maracuyá (*Passiflora edulis*), lo cual confirma que el sustrato constituye un factor determinante en la producción de plántulas en vivero. Este comportamiento ha sido ampliamente reportado en estudios recientes, donde se destaca que las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato condicionan el establecimiento inicial y la calidad del material vegetal (Borges et al., 2022; Carranza-Patiño et al., 2021).

En relación con el porcentaje de germinación a los 20 días después de la siembra, el tratamiento T3 presentó los valores más altos, superando significativamente a los demás tratamientos. Este resultado puede atribuirse a las mejores condiciones físicas del sustrato, particularmente en términos de porosidad, aireación y capacidad de retención de humedad, las cuales favorecen la imbibición de la semilla y la activación de los procesos metabólicos necesarios para la germinación. Según Domingues Neto et al. (2024), la germinación de *Passiflora edulis* está altamente influenciada por la disponibilidad de oxígeno y humedad en el sustrato, factores que permiten una adecuada respiración celular y aceleran la emergencia. Asimismo, investigaciones recientes señalan que sustratos con buena estructura física incrementan la uniformidad y velocidad de germinación, mejorando el establecimiento inicial del cultivo (Silva et al., 2022).

Respecto al número de hojas evaluado a los 40, 70 y 90 días después de la siembra, el tratamiento T3 mostró un comportamiento significativamente superior en comparación con los demás tratamientos, evidenciando un mayor desarrollo foliar. Este resultado se relaciona con la mayor disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales son esenciales para la formación de tejido vegetal y la actividad fotosintética. La materia orgánica presente en el sustrato mejora la capacidad de intercambio catiónico y estimula la actividad microbiológica, facilitando la liberación progresiva de nutrientes. De acuerdo con Carranza et al. (2025), el uso de sustratos enriquecidos con materia orgánica y microorganismos promotores del crecimiento incrementa significativamente el número de hojas y el área foliar en plántulas de maracuyá. Asimismo, estudios recientes indican que la nutrición equilibrada en vivero es clave para lograr plántulas vigorosas con mayor capacidad fotosintética (Pereira et al., 2023).

En cuanto a la altura de planta, los resultados muestran que el tratamiento T3 alcanzó los mayores valores en todas las evaluaciones (40, 70 y 90 días), lo que indica un crecimiento más eficiente en comparación con los demás tratamientos. Este comportamiento está directamente relacionado con la calidad del sustrato, ya que un medio con adecuada retención de humedad y disponibilidad de nutrientes favorece la elongación celular y el crecimiento vegetativo. Además, la adecuada aireación del sustrato evita condiciones de anoxia radicular, lo que mejora la absorción de agua y nutrientes. Borges et al. (2022) reportan que los sustratos balanceados incrementan significativamente la altura de planta en vivero, debido a su efecto positivo sobre la eficiencia fisiológica y el desarrollo radicular. De manera similar, Rodríguez et al. (2022) señalan que el crecimiento en altura está estrechamente vinculado a la calidad del sistema radicular y la disponibilidad hídrica del sustrato.

En relación con la longitud radicular a los 90 días después de la siembra, el tratamiento T3 presentó los mayores valores, evidenciando un mejor desarrollo del sistema radicular. Este resultado es fundamental, ya que un sistema radicular bien desarrollado incrementa la capacidad de absorción de agua y nutrientes, mejora la estabilidad de la planta y favorece su adaptación al trasplante. El mayor crecimiento radicular puede explicarse por la menor compactación del sustrato y su adecuada estructura, lo que facilita la penetración de las raíces. Asimismo, la presencia de materia orgánica favorece la actividad microbiológica, contribuyendo a la mineralización de nutrientes. Según Domingues Neto et al. (2024), condiciones óptimas del sustrato promueven un mayor desarrollo radicular y biomasa en plántulas de *Passiflora edulis*. Además, estudios recientes destacan que sustratos con alta porosidad y contenido orgánico favorecen la arquitectura radicular y la eficiencia en la absorción de nutrientes (Schmilewski, 2020; Pereira et al., 2023).

De manera general, los resultados obtenidos demuestran que los sustratos con mejores propiedades físicas y químicas, especialmente aquellos con mayor contenido de materia orgánica, favorecen significativamente el crecimiento y desarrollo de los plantones de maracuyá en vivero. Esto se debe a que estos sustratos proporcionan un equilibrio adecuado entre retención de agua, aireación y disponibilidad de nutrientes, factores esenciales para el desarrollo óptimo de las plántulas. Estos resultados coinciden con lo reportado por diversos autores, quienes destacan que la calidad del sustrato es un factor clave en la producción de plantones de alta calidad (Borges et al., 2022; Silva et al., 2022). Finalmente, los resultados obtenidos tienen una importante implicancia agronómica, ya que evidencian que la adecuada selección y formulación de sustratos permite mejorar la calidad de los plantones, reducir el tiempo de permanencia en vivero y aumentar la probabilidad de éxito en el establecimiento del cultivo en campo definitivo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se indicó que el tipo de sustrato ejerce un efecto significativo sobre la germinación de semillas de *Passiflora edulis* ($p = 0.019$), evidenciándose que el tratamiento T3 alcanzó el 100% de germinación, superando a T2 (97.77%), T1 (82.23%) y T0 (80.03%). Estos resultados indican que la composición del sustrato en T3 proporcionó condiciones óptimas de aireación, retención de humedad y disponibilidad de nutrientes, favoreciendo los procesos fisiológicos de imbibición, activación enzimática y emergencia uniforme de las plántulas.
- Se comparó que el crecimiento en altura de los plantones fue influenciado significativamente por el tipo de sustrato, alcanzando el tratamiento T3 el mayor valor promedio a los 90 días después de la siembra (10.99 cm), seguido de T2 (9.92 cm), mientras que T1 (6.77 cm) y T0 (5.44 cm) presentaron valores considerablemente inferiores. Este comportamiento evidencia que los sustratos con mejores propiedades físicas y nutricionales promueven la elongación celular, el desarrollo de tejidos y una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, traducándose en un mayor vigor de las plántulas.
- Se determinó que el número de hojas, como indicador del crecimiento vegetativo y capacidad fotosintética, fue mayor en los tratamientos con sustratos de mejor calidad, registrándose en T3 un promedio de 6.00 hojas, seguido de T2 (5.00 hojas), T1 (4.67 hojas) y T0 (2.67 hojas). Estos resultados evidencian que la disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, y las condiciones físicas del sustrato influyen directamente en la formación de estructuras foliares, contribuyendo a un mayor desarrollo vegetativo y potencial productivo de los plantones.

- Se indicó que la longitud radicular fue significativamente influenciada por el tipo de sustrato, alcanzando el tratamiento T3 el mayor valor promedio (14.54 cm), superando ampliamente a T2 (13.57 cm), T1 (12.33 cm) y T0 (9.83 cm). Este resultado demuestra que los sustratos con adecuada porosidad, estructura y capacidad de retención de agua favorecen el crecimiento del sistema radicular, incrementando la capacidad de exploración del medio, la absorción de agua y nutrientes y la adaptación de las plántulas al trasplante..

5.2 Recomendaciones

- A los productores de plantones de maracuyá, se recomienda utilizar el sustrato correspondiente al tratamiento T3 (25% arena de río + 50% humus + 25% turba) en la producción de plantones de *Passiflora edulis*, debido a que presentó el mejor desempeño en todas las variables evaluadas, alcanzando altos niveles de germinación, crecimiento y desarrollo radicular, lo que garantiza la obtención de plántulas de mayor calidad y vigor.
- A los técnicos y viveristas, se recomienda priorizar el uso de sustratos con mayor proporción de materia orgánica, especialmente humus ($\geq 50\%$), ya que estos favorecen la germinación, el desarrollo vegetativo y el crecimiento radicular de los plantones, mejorando la eficiencia en la producción y la calidad del material vegetal.
- A los estudiantes e investigadores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, se sugiere realizar evaluaciones complementarias en campo definitivo utilizando plantones producidos con el tratamiento T3, con el fin de determinar su comportamiento en condiciones reales de cultivo, especialmente en términos de prendimiento, adaptación y crecimiento inicial.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADEX. (2025). Reporte de exportaciones agroindustriales del Perú. Asociación de Exportadores del Perú. <https://www.adexperu.org.pe>
- Agromercado. (2025). Reporte de producción y comercialización de maracuyá en el Perú. <https://www.agromercado.gob.pe>
- Annjoe J. y Sobhana (2020). Estudios de propagación de la fruta de la pasión (*Passiflora Edulis* Sims.) mediante esquejes. *European Journal of Medicinal Plants* 31 (10):57-63. <https://doi.org/10.9734/ejmp/2020/v31i1030282>.
- Barrett, G. E., Alexander, P. D., Robinson, J. S., & Bragg, N. C. (2021). Lograr sustratos de cultivo ambientalmente sostenibles para sistemas de cultivo de plantas sin suelo. *Scientia Horticulturae*, 295, 110–195. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110195>
- Campos, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., & Paucar-Menacho, L. M. (2023). Maracuyá (*Passiflora edulis*): composición nutricional y aprovechamiento agroindustrial. *Scientia Agropecuaria*, 14(4). <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>
- Cedeño, J., & Mesa, L. (2024). Propiedades nutricionales y funcionales del maracuyá (*Passiflora edulis*): una revisión. *Revista de Nutrición y Salud*, 18(2), 45–58.
- Choi, H., Kim, J., & Lee, S. (2024). Sistemas de producción en vivero para cultivos frutales en ambientes controlados. *Horticultura, Medio Ambiente y Biotecnología*. 65(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s13580-024-00001>
- Faleiro, F. G., Junqueira, N. T. V., & Junghans, D. T. (2019). Sistemas de mejoramiento genético y propagación de la fruta de la pasión.
- FAO. (2023). Anuario estadístico mundial sobre alimentación y agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>

- Fonseca, S., Souza, M., & Lima, R. (2022). Requisitos ambientales y productividad de la fruta de la pasión (*Passiflora edulis*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 44(2).
- Gayosso-Rodríguez, J., López-Cruz, I. L., & Hernández, R. (2018). Propiedades físicas de los sustratos utilizados en la producción hortícola. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 24(2), 85–95. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.08.033>
- Gruda, N. (2022). Aumento de la sostenibilidad de los componentes y sustratos de los medios de cultivo en sistemas sin suelo. *Agronomía*, 12(2), 277. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020277>
- He, X., Liu, X., & Zhang, Y. (2020). Taxonomía y distribución de las especies de *Passiflora*. *Sistemática y Evolución de las Plantas*, 306, 45–60. <https://doi.org/10.1007/s00606-020-01658>
- Huang, K., & Gu, M. (2019). Efectos del vermicompost en el crecimiento de las plantas y la salud del suelo. *Gestión de Residuos*, 85, 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.12.015>
- Lima, F., Oliveira, A. y Santos, R. (2024). Germinación de semillas y desarrollo temprano de maracuyá. *Scientia Horticulturae*, 318, 112–145. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112145>
- Monsalve, J., Pérez, A. y Rodríguez, L. (2021). Sustratos orgánicos en horticultura: propiedades y aplicaciones. *Revista de agronomía*, 113 (4), 2100–2112. <https://doi.org/10.1002/agj2.20654>
- Narain, N., De Sousa, D. y Da Silva, J. (2010). Caracterización fisicoquímica de la pulpa de maracuyá. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 30(2), 342–348.
- Paul, LC y Metzger, JD (2005). Efecto del vermicompost en el crecimiento de las plantas. *HortScience*, 40(5), 1347–1350.

- Qin, Y., Wang, X. y Zhang, L. (2023). Micropropagación de especies de Passiflora. Cultivo de células, tejidos y órganos vegetales, 154(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11240-022-02456>
- Rodríguez, J., García, M., & Torres, P. (2020). Propagación de semillas y manejo de viveros de maracuyá. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 14(2), 180–190. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.10845>
- Schmilewski, G. (2020). Turba y alternativas en sustratos hortícolas. Acta Horticulturae, 1273, 17-28. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1273.3>
- Silva, J., Souza, R. y Pereira, A. (2023). Prácticas de manejo de viveros en cultivos de frutas tropicales. Horticultura Brasileira, 41(1), 55–63. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620230010>
- Silvestri, C., Rossi, L., & Bianchi, A. (2024). Avances en sistemas de viveros frutales. Agriculture, 14(3), 201–215. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030201>
- Wattier, M., Bernardi, F. H., & Duarte, V. (2017). Cáscara de arroz como sustrato en la producción vegetal. Ciência Rural, 47(6), 1–7. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160612>
- Xu, X., Zhang, Y., & Li, H. (2019). Mecanismos adaptativos de Passiflora edulis. BMC Plant Biology, 19, 320. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1797-8>

VII. ANEXOS

Anexo 1

Datos de la evaluación de la germinación a los 20 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA GERMINACION (20 DDS)											
BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
13	13	15	15	10	11	15	15	13	13	14	15

Anexo 2

Datos de evaluación de altura de planta a los 40 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA ALTURA DE PLANTA (40 DDS)												
N°	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	2.50	3.70	4.50	4.20	2.00	3.00	4.20	3.70	3.00	3.60	4.50	5.00
2	2.50	3.00	4.00	3.90	2.50	4.00	3.20	3.20	3.00	4.20	4.00	4.50
3	1.90	4.00	4.00	4.20	2.50	3.00	4.50	3.50	1.50	2.70	4.20	4.00
4	2.80	2.90	2.50	5.20	3.00	3.00	4.50	3.80	2.80	4.30	3.70	3.50
5	3.30	3.50	3.50	3.90	2.50	3.70	4.00	3.90	2.50	2.80	4.40	5.00
6	3.30	3.90	3.50	4.00	2.60	3.50	3.70	3.50	2.50	3.20	3.00	4.50
7	1.60	3.40	4.00	3.40	2.00	3.50	3.80	4.50	2.50	3.50	4.00	4.30
8	2.30	3.00	4.20	4.20	2.50	4.30	4.00	4.70	2.40	3.30	3.80	3.60
9	1.80	3.50	4.30	4.20	3.00	3.70	4.40	4.30	3.00	4.40	3.50	4.00
10	3.50	4.00	3.00	4.50	2.40	3.00	3.30	4.50	2.40	3.50	3.30	5.10
PROMEDIO	2.55	3.49	3.75	4.17	2.50	3.47	3.96	3.96	2.56	3.55	3.84	4.35

Anexo 3

Datos de evaluación de altura de planta a los 70 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA ALTURA DE PLANTA (70 DDS)												
N°	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	4.50	4.80	7.50	5.80	4.80	6.00	6.50	8.00	4.50	4.60	6.20	7.00
2	4.00	5.50	6.50	6.50	4.00	5.00	5.00	7.00	4.00	6.00	7.40	5.00
3	4.00	4.80	6.60	7.00	4.50	5.40	7.00	5.50	4.60	5.50	6.00	7.30
4	3.80	5.50	6.40	6.30	3.80	4.90	6.00	7.50	4.30	4.00	4.80	7.40
5	5.00	4.80	4.00	7.30	4.00	5.60	6.00	5.00	4.00	5.50	5.50	6.60
6	5.00	5.80	4.00	6.00	3.50	4.80	5.00	5.00	4.20	5.00	7.00	7.00
7	4.30	4.50	6.70	6.00	5.40	6.50	7.40	5.50	4.30	4.80	6.80	8.00
8	4.50	4.80	6.80	5.30	4.50	6.00	6.00	5.40	3.60	6.00	5.00	7.30
9	4.60	4.70	6.00	5.50	3.50	5.00	6.40	7.50	4.00	5.00	7.00	6.60
10	4.00	4.90	7.00	7.50	3.60	7.50	6.00	6.00	4.70	6.50	6.00	7.40
PROMEDIO	4.37	5.01	6.15	6.32	4.16	5.67	6.13	6.24	4.22	5.29	6.17	6.96

Anexo 4

Datos de evaluación de altura de planta a los 90 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA ALTURA DE PLANTA (90 DDS)												
N°	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	7.00	7.00	9.50	12.70	5.00	3.00	8.00	11.00	4.00	9.50	11.00	10.00
2	5.00	8.20	11.50	10.50	7.00	4.00	9.40	11.50	5.50	8.50	10.00	13.00
3	5.50	9.50	9.00	11.00	5.50	3.00	10.60	12.00	6.00	9.00	10.00	13.00
4	5.40	7.80	10.50	10.80	4.80	3.00	11.00	9.00	4.50	9.50	8.50	11.50
5	6.00	8.00	7.00	11.80	6.00	3.70	9.00	9.50	4.00	8.40	10.50	11.00
6	3.50	8.30	8.50	10.00	6.00	3.50	9.60	10.50	6.00	8.60	12.00	9.00
7	6.00	9.00	8.50	10.30	5.00	3.50	11.50	9.50	5.00	9.00	10.50	12.60
8	5.80	7.50	9.50	9.00	5.00	4.30	10.80	9.00	5.50	7.50	13.00	8.50
9	7.00	7.00	9.80	12.00	5.00	3.70	9.70	13.00	5.30	8.50	11.00	12.00
10	5.50	8.60	10.00	10.50	6.50	3.00	9.50	12.50	5.00	9.00	8.30	13.00
PROMEDIO	5.67	8.09	9.38	10.86	5.58	3.47	9.91	10.75	5.08	8.75	10.48	11.36

Anexo 5

Datos de evaluación de número de hojas a los 40 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA NÚMERO DE HOJAS (40 DDS)												
N°	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	1	1	2	2	0	1	1	2	1	1	2	2
2	0	0	2	2	0	1	1	2	0	2	1	2
3	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	2	2
4	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2
5	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2
6	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
7	0	1	2	1	0	1	1	1	0	1	2	2
8	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1
9	0	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1
10	0	1	2	2	0	2	1	1	1	1	2	2
PROMEDIO	0	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2

Anexo 6

Datos de evaluación de número de hojas a los 70 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA NÚMERO DE HOJAS (70 DDS)												
N°	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	2	3	4	3	2	2	3	4	2	2	4	4
2	1	3	5	2	1	2	2	4	2	3	3	3
3	1	2	3	3	2	3	3	3	2	3	4	3
4	1	3	3	4	1	3	3	2	1	2	4	4
5	2	3	2	4	2	3	3	3	1	3	4	4
6	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	4	3
7	1	2	2	4	2	2	3	3	1	2	3	4
8	2	2	3	3	2	3	4	4	2	3	3	4
9	1	3	3	3	1	3	3	3	2	3	4	3
10	1	3	3	4	1	3	4	4	2	3	3	4
PROMEDIO	1	3	3	3	2	3	3	3	2	3	4	4

Anexo 7

Datos de evaluación de número de hojas a los 90 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA NÚMERO DE HOJAS (90 DDS)												
N°	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	3	5	5	6	2	4	6	6	2	5	4	5
2	2	4	6	5	2	4	4	6	3	5	5	6
3	2	4	5	6	3	5	5	6	4	4	6	7
4	3	4	6	6	2	5	4	6	2	4	5	6
5	2	5	4	5	3	5	5	5	2	5	5	7
6	3	4	5	6	3	5	5	6	3	5	5	5
7	2	4	4	5	2	4	5	6	2	4	5	6
8	3	4	6	5	2	5	4	5	3	4	6	5
9	2	4	5	6	3	5	5	6	2	5	5	6
10	2	4	5	6	3	5	4	6	2	4	4	6
PROMEDIO	2	4	5	6	3	5	5	6	3	5	5	6

Anexo 8

Datos de evaluación de la longitud de raíz a los 90 DDS

FICHA DE EVALUACIÓN PARA LONGITUD DE RAIZ (90 DDS)												
N°	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
1	8.50	15.00	17.00	13.00	11.00	15.00	12.00	18.00	11.00	12.00	15.00	15.00
2	7.50	13.00	12.00	15.00	12.00	10.00	17.00	15.00	8.50	13.00	15.00	15.00
3	10.50	10.00	13.00	14.00	12.00	15.00	12.00	13.00	10.00	11.00	13.00	15.00
4	8.50	11.00	11.00	12.00	10.60	11.00	12.00	15.00	13.00	11.00	14.00	14.00
5	10.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	15.00	16.00	10.50	11.00	12.00	13.00
6	9.00	11.00	10.00	15.00	10.50	15.00	16.00	14.00	12.00	13.00	13.00	13.00
7	9.80	13.00	13.00	12.00	9.50	13.00	16.00	17.00	9.80	12.00	12.00	15.00
8	9.40	14.00	14.00	15.00	9.60	12.00	15.00	17.00	10.00	10.00	13.00	15.00
9	6.50	12.00	12.00	16.00	9.80	12.00	14.00	15.00	8.50	13.00	14.00	15.00
10	8.60	12.00	14.00	14.00	7.80	13.00	16.00	14.00	8.50	13.00	13.00	11.00
PROMEDIO	8.83	12.30	12.80	13.80	10.48	12.80	14.50	15.40	10.18	11.90	13.40	14.10

Anexo 9

Instalación de las unidades experimentales



Anexo 10

Evaluación de los parámetros número de hojas y longitud de planta



Anexo 11

Evaluación del parámetro longitud de raíz



Anexo 12

Raíces luego de ser evaluadas

