UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE DIFERENTES FUENTES Y NIVELES DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DE COPOAZÚ (*Theobroma grandiflorum W.*) EN VIVERO.

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

YANICK TANIT AGUILAR RAMÍREZ

Pucallpa, Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **Yanick Tanit Aguilar Ramírez,** denominada: **"Efecto de diferentes fuentes y niveles de sustratos organicos en el crecimiento y calidad de plantones de copoazú (*Theobroma grandiflorum W.*) en vivero"** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: APROBADO POR UNANIMIDAD con el calificativo (*) DIECIOCHO

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 8 de NOVIEMBRE de 2024.

Dr. Raúl Armando Pileo Panduro
Presidente

M.Sc. José Manuel Ramírez Vásquez
Primer Miembro

M.Sc. Edwin Poquioma Yuimachi
Segundo Miembro

M.Sc. Rita Riva Ruiz
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Dr. Raúl Armando Pilco Panduro .....
PRESIDENTE

M.Sc. José Manuel Ramírez Vásquez .....
PRIMER MIEMBRO

M.Sc. Edwin Poquioma Yuimachi .....
SEGUNDO MIEMBRO

M.Sc. Rita Riva Ruiz .....
ASESOR

Bach. Yanick Tanit Aguilar Ramírez .....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0618-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE DIFERENTES FUENTES Y NIVELES DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DE COPOAZÚ (Theobroma grandiflorum) EN VIVERO**"

Autor(es)	:	**AGUILAR RAMIREZ, YANICK TANIT**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**M.Sc. RITA RIVA RUIZ**

Presenta un **porcentaje de similitud de 5%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 30/10/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, YANICK TANIT AGUILAR RAMIREZ

Autor de la tesis titulada : EFECTO DE DIFERENTES FUENTES Y NIVELES DE SUSTRATOS ORGANICOS EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DE COPOAZÚ (Theobroma grandiflorum W.) EN VIVERO.

Sustentada el año: 2024

Asesor(a): ING. MSc RITA RIVA RUIZ

Facultad: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional: AGRONOMÍA

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 25 / 11 / 2024

Email: yanickaguilarramirez@gmail.com Firma: 

Teléfono: 916179167 DNI: 44247307

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por ser el creador del conocimiento y el forjador de mi sendero, por ser quien guía nuestros pasos y nos levanta de los tropiezos, por conducir nuestros anhelos hasta este momento.

A mis queridos Padres, Cesar Ramírez, Antonia Gómez y Nancy Ramírez; por su amor incondicional, apoyo inquebrantable y sacrificio constante a lo largo de mi vida. Cada logro alcanzado es reflejo de su dedicación.

A mis hermanas (os), por ser fuente de mi inspiración para seguir luchando por nuestros mayores anhelos, somos el mejor pentágono sentimental de equilibrio, armonía, amor, estética y simetría.

A Bonito Ignacio Aguilar Ramírez, mi fiel compañero y fuente inagotable de alegría, por estar siempre a mi lado en las largas noches de estudio y por recordarme la importancia de disfrutar los pequeños momentos de la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali por haber sido el ente principal como mi casa de estudios, mi recinto de formación como Ing. Agrónoma.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP – Pucallpa, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi proyecto de investigación dentro de sus instalaciones.

A la Ing. M. Sc. Rita Riva Ruíz, asesora del proyecto de investigación, por su orientación experta y por el acompañamiento fundamental en este viaje académico. Este logro no hubiese sido posible sin su guía y su constante aliento.

Al Ing. Noé Ramírez Flores, co-asesor de esta investigación y responsable del proyecto frutales nativos del IIAP, por su invaluable contribución, compromiso y dedicación en el desarrollo de este proyecto; su orientación experta y su conocimiento han dejado en mí una admiración sincera.

A mis amigos, Richard Sáenz, Lucero Moreno, Susan Solsol, Jhon Panaifo y Flor Vela; con profunda gratitud, por su apoyo incondicional, motivación constante y valiosa colaboración en la instalación del proyecto de investigación. Su amistad es un tesoro invaluable que atesoro profundamente.

Al Dr. Roger Brayan Braga Sandoval y al Ing. Antonio López Ucariegue, por su motivación guía constante y sobre todo por compartir su experiencia y conocimiento conmigo en el desarrollo esta investigación.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN…… viii

ABSTRAC…… xiv

ÍNDICE DE TABLAS……... xv

ÍNDICE DE FIGURAS……. xviii

INTRODUCCIÓN……. 1

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA…….. 2

1.1. Descripción y fundamento del problema……. 2

1.2. Formulación del problema…….. 3

1.2.1. Problema general……... 3

1.2.2. Problemas específicos…….. 4

1.3. Objetivos…… 4

1.3.1. Objetivo general……. 4

1.3.2. Objetivos específicos……. 4

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis…… 5

1.4.1. Hipótesis general…… 5

1.4.2. Hipótesis específicas……. 5

1.5. Operacionalización de las variables……. 6

1.5.1. Variable independiente……. 6

1.5.2. Variable dependiente……. 6

1.5.3. Otros datos a registrar…….. 7

1.6. Justificación e importancia…….. 8

1.7. Viabilidad……... 9

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO……. 11

2.1. Antecedentes del problema…….. 11

2.1.1. Antecedentes Internacional…… 11

2.1.2. Antecedentes Nacional…… 12

2.2. Bases teóricas……... 14

2.2.1. Origen……... 14

2.2.2. Taxonomía……... 15

2.2.3. Descripción botánica…….. 15

2.2.3.1. Raíz…….. 15

2.2.3.2. Tallo……. 16

2.2.3.3. Corteza…… 16

2.2.3.4. Hojas…… 16

2.2.3.5. Flores……... 16

2.2.3.6. Fruto……. 17

2.2.3.7. Semilla……. 17

2.2.4. Condiciones edafoclimáticas…… 17

2.2.4.1. Suelo…… 17

2.2.4.2. Temperatura…….. 18

2.2.4.3. Humedad relativa…….. 18

2.2.5. Manejo de vivero…… 18

2.2.6. Plagas y enfermedades en vivero…… 19

2.2.7. Sustratos orgánicos…… 20

2.2.7.1. Fibra de coco……. 21
2.2.7.2. Fibra de palma aceitera…… 21
2.2.7.3. Cascarilla de arroz carbonizada……. 22
2.2.7.4. Gallinaza……... 22
2.2.8. Calidad de plantones……. 23
2.3. Definiciones conceptuales……... 26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA…… 28
3.1. Método de Investigación…….. 28
3.2. Tipo y nivel de investigación…… 28
3.3. Población y muestra……. 28
3.3.1. Población……. 28
3.3.2. Muestra……. 28
3.4. Componentes de estudio……. 29
3.5. Tratamientos en estudio……... 29
3.6. Diseño experimental……. 30
3.7. Materiales…… 32
3.8. Ejecución del experimento……... 32
3.8.1. Ubicación y duración del estudio…… 32
3.8.2. Condiciones ambientales…….. 33
3.8.3. Proceso experimental…… 34
3.8.3.1. Adquisición de materiales e insumos……. 34
3.8.3.2. Adquisición de material genético…… 34
3.8.3.3. Fase de almácigo…….. 35

3.8.3.4. Fase de vivero…… 36
3.8.4. Variables evaluadas……... 40
3.8.4.1. Crecimiento……. 40
3.8.4.2. Calidad…… 41
CAPÍTULO IV. RESULTADOS……..…… 44
4.1. Crecimiento……. 44
4.1.1. Altura de la planta……... 44
4.1.2. Diámetro de tallo……. 47
4.1.3. Diámetro de copa…… 50
4.1.4. Número de hojas ..……. 52
4.1.5. Área foliar……. 55
4.2 Calidad……. 57
4.2.1. Índice de robustez……... 57
4.2.2. Índice de calidad de Dickson……. 59
4.2.3. Índice de proporcionalidad biométrica……. 61
4.2.4. Índice de lignificación……. 64
4.2.5. Contenido de clorofila……. 66
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN……. 69
5.1. Crecimiento……. 69
5.2. Calidad……. 73
CONCLUSIONES ……..……..…… 76
RECOMENDACIONES…… 72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…….. 74

ANEXOS…… 83

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP, Pucallpa C.F.B km. 12.400. Tuvo como objetivo principal determinar el efecto de diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.) en vivero. Para el análisis estadístico se empleó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con un arreglo factorial 4A x 4B. El primer factor (4A) incluyó cuatro fuentes de sustratos orgánicos, mientras que el segundo factor (4B) correspondió a cuatro niveles, lo que resultó en 16 tratamientos con 3 repeticiones, sumando un total de 48 unidades experimentales. Los resultados, analizados a través de la prueba de Tukey, mostraron que en la variable crecimiento, los indicadores de altura de planta (28.43 cm), diámetro de tallo (5.37 mm), diámetro de copa (26.32 cm), número de hojas (9.14) y área foliar (108.87 cm^2), el tratamiento con mayores promedios fue el T_{14}, correspondiente a la aplicación de gallinaza al 10%. En contraste, para la variable calidad, el mejor resultado en el índice de robustez se obtiene en el T_{10}, compuesto por cascarilla de arroz carbonizada al 10%, con un promedio de 5,26. En el índice de calidad de Dickson, el T_6, con fibra de palma al 10%, obtuvo el mejor resultado con un promedio de 1,04. En cuanto al índice de proporcionalidad biométrica, el T_{14} (gallinaza al 10%) se destacó con un promedio de 4,41. No obstante, en el índice de lignificación, el tratamiento T_6, con fibra de palma al 10%, mostró el mejor resultado con 29,73. Finalmente, en cuanto al contenido de clorofila, el mayor promedio fue registrado en el T_{14} (gallinaza al 10%) con 39.34.

Palabras claves: Calidad, copoazú, crecimiento, fuentes, niveles, sustratos, orgánicos, vivero.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to determine the effect of different sources and levels of organic substrates on the growth and quality of Copoazú (Theobroma grandiflorum W.) seedlings in the nursery. For statistical analysis, a randomized complete block design (BCA) with a 4A x 4B factorial arrangement was used. The first factor (4A) included four sources of organic substrates, while the second factor (4B) corresponded to four levels, which resulted in 16 treatments with 3 repetitions, adding a total of 48 experimental units. The results, analyzed using the Tukey, indicated that in the growth variable, the indicators of plant height (28.43 cm), stem diameter (5.37 mm), crown diameter (26.32 cm), number of leaves (9.14) and leaf area (108.87 cm^2), The treatment with the highest averages was T14, corresponding to the application of 10% chicken manure. In contrast, for the quality variable, the best result in the robustness index is obtained in T10, composed of 10% carbonized rice husk, with an average of 5.26. In the Dickson quality index, T6, with 10% palm fiber, obtained the best result with an average of 1.04. Regarding the biometric proportionality index, T14 (10% chicken manure) stood out with an average of 4.41. However, in the lignification index, treatment T6, with 10% palm fiber, showed the best result with 29.73. Finally, regarding chlorophyll content, the highest average was recorded in T14 (10% chicken manure) with 39.34.

Keywords: Quality, copoazú, growth, sources, levels, substrates, organic, nursery.

ÍNDICE DE TABLAS

En el texto Pág.

Tabla 1. *Análisis de Varianza*……... 31

Tabla 2. *Prueba de promedios de Tukey para altura en el factor A y B*….. 44

Tabla 3. *Prueba de Promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para altura*…… 45

Tabla 4. *Prueba de promedios de Tukey para diámetro de tallo en el factor A y B*…… 47

Tabla 5. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para diámetro de tallo*……... 48

Tabla 6. *Prueba de promedios de Tukey para diámetro de copa en el factor A y B*……..…….….. 50

Tabla 7. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para diámetro de copa*…….. 51

Tabla 8. *Prueba de promedios de Tukey para número de hojas en el factor A y B*…….. 53

Tabla 9. *Prueba de promedios de Tukey para las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para número de hojas*…… 53

Tabla 10. *Prueba de promedios de Tukey para área foliar en el factor A y B* 55

Tabla 11. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para área foliar*……..... 56

Tabla 12. *Prueba de promedios de Tukey para índice de robustez en el factor A y B*…….. 58

Tabla 13. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de robustez*…….. 58
Tabla 14. *Prueba de promedios de Tukey para índice de calidad de Dickson en el factor A y B*…… 60
Tabla 15. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de calidad de Dickson*…….. 60
Tabla 16. *Prueba de promedios de Tukey para índice de proporcionalidad biométrica en el factor A y B*…… 62
Tabla 17. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de proporcionalidad biométrica*…….. 62
Tabla 18. *Prueba de promedios de Tukey para índice de lignificación en el factor A y B*…….. 64
Tabla 19. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de lignificación*…… 64
Tabla 20. *Prueba de promedios de Tukey para contenido de clorofila en el factor A y B*…….. 66
Tabla 21. *Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para contenido de clorofila*…… 67

En el anexo Pág.

Tabla 22a. *ANVA (SC tipo III) para el indicador Altura de plantones de Copoazú*…….. 90
Tabla 23a. *ANVA (SC tipo III) para el indicador Diámetro de tallo de plantones de Copoazú*…… 90

Tabla 24a. *ANVA (SC tipo III) para el indicador Diámetro de copa de plantones de Copoazú*……..…….... 90
Tabla 25a. *ANVA (SC tipo III) para el indicador Número de hojas por planta de Copoazú*…….…..…… 91
Tabla 26a. *ANVA (SC tipo III) para el indicador Área foliar de plantones de Copoazú*…….…….. 91
Tabla 27a. *ANVA (SC tipo III) para el Índice de robustez de plantones de Copoazú*……... 91
Tabla 28a. *ANVA (SC tipo III) para el Índice de calidad de Dickson de plantones de copoazú*…… 92
Tabla 29a. *ANVA (SC tipo III) para el Índice de proporcionalidad biométrica de plantones de Copoazú*……...…….. 92
Tabla 30a. *ANVA (SC tipo III) para el Índice de lignificación de plantones de Copoazú*……..…… 92
Tabla 31a. *ANVA (SC tipo III) para el indicador contenido de clorofila de plantones de Copoazú*……... 93

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto		**Pág.**
Figura 1.	*Croquis de distribución de tratamientos*……	31
Figura 2.	*Ubicación del vivero de frutales nativos del IIAP-Pucallpa*…..	33
Figura 3.	*Altura de planta por tratamiento en 3 evaluaciones*……..	46
Figura 4.	*Diámetro de tallo por tratamiento en 3 evaluaciones*……	49
Figura 5.	*Diámetro de copa por tratamiento en 3 evaluaciones*……	52
Figura 6.	*Número de hojas por tratamiento en 3 evaluaciones*……..	54
Figura 7.	*Área foliar por tratamiento en 3 evaluaciones*……..	57
Figura 8.	*Promedio de índice de Robustez*……..……..	59
Figura 9.	*Promedio de Índice de calidad de Dickson*……	61
Figura 10.	*Promedio de Índice de proporcionalidad biométrica*… ……..	63
Figura 11.	*Promedio de Índice de Lignificación*…… ……	65
Figura 12.	*Contenido de clorofila por tratamiento en 2 evaluaciones*……	68
En el Anexo		**Pág.**
Figura 1a	*Análisis de suelo en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina*……..	94
Figura 2a	*Ficha técnica de la fibra de palma*…….……..…...	94
Figura 3a	*Ficha técnica de la fibra de coco*……	95
Figura 4a	*Ficha técnica de la cascarilla de arroz carbonizado*……..	96
Figura 5a	*Ficha técnica de la Gallinaza*……	97
Figura 6a	*Adquisición de insumos*……	98
Figura 7a	*Preparación de cama germinadora*……	98

Figura 8a *Siembra de semillas*…….. 99

Figura 9a *Riego de cama germinadora*……..... 99

Figura 10a *Limpieza de vivero*…… 100

Figura 11a *Preparación de los insumos – Tierra agrícola*……... 100

Figura 12a *Fibra de coco*…….. 101

Figura 13a *Fibra de palma*……..... 101

Figura 14a *Cascarilla de arroz carbonizada*…….. 102

Figura 15a *Gallinaza*…….. 102

Figura 16a *Preparación de los sustratos*……... 103

Figura 17a *Toma de muestra*…… 103

Figura 18a *Llenado y colocación de bolsas*…….….. 104

Figura 19a *Aplicación de fungicida a los sustratos*…….…… 104

Figura 20a *Repique de plántulas a bolsas*…… 105

Figura 21a *Control de plagas y enfermedades*…… 105

Figura 22a *Riego*…… 106

Figura 23a *Evaluación de los parámetros de crecimiento*……... 106

Figura 24a *Evaluación de índices de calidad*…… 107

Figura 25a *Supervisión de los jurados*……..... 107

INTRODUCCIÓN

En la agricultura productiva eficiente, es crucial emplear sustratos orgánicos en la producción de plantones en vivero. Estos sustratos se adaptan a las necesidades específicas de cada cultivo para obtener plantones con características óptimas para su trasplante a campo definitivo (Sáenz, 2015).

El Copoazú (*Theobroma grandiflurum* W.) es una especie arbórea perenne de la familia Sterculeaceae, nativa de la Amazonía (Ferreyra et al, 2009). Recientemente domesticada, destaca por sus notables características organolépticas como su sabor y aroma. Se perfila como una de las frutas más prometedoras para la región (Rodrígues *et al.,* 2003).

La calidad de los plantones en vivero se evalúa mediante varios indicadores que permiten predecir su crecimiento y desarrollo exitoso tras el trasplante al campo. Loyola (2019) indica que existen 4 tipos de calidad de planta, genética, biológica, fisiológica y morfológica. Esta última se refiere a características cualitativas y cuantitativas relacionadas con la forma y estructura de la planta

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue establecer el efecto de diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.) en vivero, con el propósito de proporcionar un paquete tecnológico apropiado y que sea de utilidad como conocimiento para los productores de esta especie en nuestra región.

CAPÍTULO I

PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamento del problema

El estudio del Instituto Nacional para la protección de la competencia y la Propiedad Intelectual (Indecopi, 2019), indica que el Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W***.)*** es un árbol frutal originario de la región amazónica con un origen neotropical único. Su centro de diversidad está en Brasil, pero cubre toda la región amazónica. Su importancia económica radica en su pulpa y semillas por su alto contenido de proteínas y grasas. Cajo y Díaz (2022) nos comentan que en nuestro país el sector con mayor área de producción de Copoazú es el sector de Madre de Dios, con un total de 41 hectáreas sembradas y un rendimiento de 1352 kg/ha con precio de S/. 8.00 por kilogramo en temporada.

Delgado (2014), menciona que a causa de los serios problemas de salud por los que atraviesa gran parte de la población mundial, se hace necesario recurrir a frutas exóticas como el copoazú, que cuenta con grandes propiedades hidratantes y con un alto contenido de antioxidantes, sin embargo, el conocimiento sobre la explotación de este cultivo es limitado; apenas existen pequeños emprendimiento por parte de productores locales, quienes aplican un método empírico en la producción agronómica, desconociendo los métodos biotecnológicos para su producción, desde su primera etapa.

Gonzales (2012), plantea que el recurso suelo con potencial de ser utilizado es relativamente escaso en el Perú, más del 42% son suelos de protección, y el

suelo aprovechable para la agricultura es limitado, en tal sentido se hace importante la necesidad de potencializar los frutales nativos como el Copoazú, mediante el manejo nutricional del suelo, ya que Alvares (2019), describe que esta se desarrolla adecuadamente en suelos de tierra firme, profundos, con alta fertilidad , no inundables, de buen drenaje; sin embargo, resiste periodos cortos de anegamiento.

En nuestra localidad, no existe un paquete tecnológico para la producción de plantones de copoazú, debido a los pocos conocimientos biotecnológicos existentes, especialmente sobre el uso de sustratos orgánicos y otros recursos disponibles del bosque que sirvan de insumos para la producción eficiente y de ese modo obtener plantones de calidad en la fase de vivero, aptas para ser llevados a campo definitivo, por lo tanto, existe la necesidad de generar protocolos para mejorar la calidad de los plantones y de esta manera tener un buen inicio de una plantación establecida de copoazú, esto conlleva a la necesidad de realizar investigaciones de sustratos orgánicos que le brinden condiciones óptimas para un buen crecimiento y desarrollo de los plantones de copoazú en vivero.

Por lo expuesto, en este trabajo de investigación se planteó la siguiente incógnita:

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del uso de diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.*)* en vivero?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico de fibra de coco en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.*)* en vivero?
- ¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico de fibra de palma aceitera en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.) en vivero?
- ¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico de cascarilla de arroz carbonizada en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.*)* en vivero?
- ¿Cuál es el efecto del sustrato orgánico de gallinaza en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.) en vivero?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el efecto de diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.) en vivero.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del sustrato orgánico de fibra de coco en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.*)* en vivero.
- Evaluar el efecto del sustrato orgánico de fibra de palma aceitera en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.*)* en vivero.

- Evaluar el efecto del sustrato orgánico Cascarilla de arroz carbonizada en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.) en vivero.
- Evaluar el efecto del sustrato orgánico de gallinaza en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.) en vivero.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Si probamos diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos, por lo menos una de ellas tendrá efectos positivos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.) en vivero.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Con la aplicación del sustrato orgánico de fibra de coco se obtendrá resultados positivos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W*.)* en vivero.
- Con la utilización del sustrato orgánico de fibra de palma aceitera se obtendrá resultados positivos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.) en vivero.
- Con el empleo del sustrato orgánico de cascarilla de arroz carbonizado se obtendrá resultados positivos en el crecimiento y calidad de platones de Copoazú *(Theobroma grandiflorum* W.) en vivero.

- Con el uso del sustrato orgánico de gallinaza se obtendrá resultados positivos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.) en vivero.

1.5. Operacionalización de las variables

1.5.1. Variable Independiente

Factor A: Fuentes

- Fibra de coco (a1)
- Fibra de palma aceitera (a2)
- Cascarilla de arroz carbonizado (a3)
- Gallinaza (a4)

Factor B: Niveles

- 0 % (b1)
- 10 % (b2)
- 20 % (b3)
- 30 % (b4)

1.5.2. Variables dependientes

Crecimiento:

- Altura de planta
- Número de hojas

- Diámetro de tallo
- Diámetro de copa
- Área foliar

Coeficientes de calidad:

- Índice de robustez
- Índice de calidad de Dickson
- Índice de proporcionalidad biométrica
- Índice de lignificación
- Contenido de clorofila

1.5.3. Otros datos registrados

- Análisis de suelo
- Biomasa verde total
- Biomasa seca total
- Biomasa seca aérea
- Biomasa seca radicular

1.6. Justificación e importancia

En Los últimos 20 años, el cultivo del copoazú ha tenido un significativo avance, siendo una de las especies que rompió el ciclo de recolección extractivista de cosecha, cultivándose actualmente a una escala más amplia en todas las regiones amazónicas del Perú (FAO, 1999).

No obstante, con el incremento del volumen de producción, es importante estudiar la expansión del área cultivada, considerando que el cultivo de copoazú viene siendo plantado en áreas que anteriormente estaban ocupadas por otras especies nativas que por condiciones de mercado o fitosanitarios se extinguieron. Por lo tanto, el propósito de la presente investigación busca generar información de carácter científico para el uso correcto de diferentes sustratos orgánicos para la producción en vivero de plantones de copoazú con calidad óptima para campo definitivo que favorezca un buen inicio desde su establecimiento, ya que nuestra región posee suelos con limitaciones nutritivas.

En tal sentido, esta investigación se llevó a cabo con el objetivo de determinar las mejores fuentes y proporciones más adecuadas de sustratos orgánicos en la producción de plantones de copoazú, los cuales se pueden encontrar a disposición del agricultor en relativa abundancia. Sin embargo, para este frutal, aún no se ha avanzado en la determinación de proporciones óptimas con las que el cultivo pueda manifestar su potencial genotípico en las primeras etapas de su crecimiento. Por otro lado, se generó tecnología para potencializar las plantas de copoazú desde la etapa de vivero; permitiendo generar información útil al alcance del productor y el desarrollo de la comunidad agropecuaria, considerando que este cultivo pasó de

ser una especie estacionaria a lograr su industrialización y por ende su requerimiento permanente gracias a sus condiciones nutricionales de gran aceptación por los consumidores locales y nacionales, que miran este cultivo como una especie nativa promisoria con gran aporte al desarrollo económico de la región.

1.7. Viabilidad

El proyecto de investigación mostró viabilidad debido a que logró responder al problema de investigación, se pudo determinar el efecto de diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* w.) en vivero; este a su vez se vio favorecida por los siguientes factores:

En primer lugar, el recurso tiempo fue apremiante, ya que la ejecución del proyecto de tesis se realizó durante unos cortos 6 meses (4 de campo y 2 en gabinete). En este tiempo se trabajó la tabulación de datos registrados, redacción del informe, resultados finales y conclusiones.

Se contó con el recurso económico necesario, ya que el proyecto de investigación fue financiado por el instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP.

Tuvimos la accesibilidad de contar con los equipos y herramientas que el proyecto necesitaba para su ejecución y recopilación de datos.

Contamos con la disponibilidad del material genético, a pesar que esta especie no es nativa de la región, sin embargo, existen zonas que se dedican a producir el Copoazú en pequeñas extensiones.

El recurso mano de obra se contó con lo necesario en épocas de evaluaciones, ya que estas actividades se realizaron al unísono en conjunto con el co-asesor y responsable del proyecto frutales nativos del IIAP.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes Internacional

Cerda (2021) en su proyecto de investigación ejecutada en Puyo, Ecuador. El cual tuvo como objetivo evaluar la calidad de plantones de *S. parahybum* (Pachaco) bajos los efectos de diferentes sustratos orgánicos; con 3 tratamientos y un testigo, T_0 (Testigo) con suelo natural del lugar, T_1 100% gallinaza, T_2 100% compost y T_3 50% compost + 50% gallinaza. Esta investigación se realizó con un diseño de bloques completos al azar, donde las variables a evaluar fueron los atributos morfológicos y los índices de calidad. En parámetros de crecimiento y calidad los mejores resultados se obtuvieron en el T0 (testigo) y T3 (Compost 50 % y gallinaza 50 %) en todas las variables estudiadas.

Castro y Pineda (2023) llevaron a cabo su estudio de investigación en Mangua, Nicaragua. Con el objetivo principal de evaluar el efecto de tres sustratos orgánicos en comparación al uso de fertilización química, determinando la respuesta en parámetros de crecimiento. El diseño estadístico fue un diseño completo al azar con 4 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron tres sustratos orgánicos, siendo la primera cascarilla de arroz carbonizada, un segundo con polvo de frijol carbonizado, el tercero era suelo de cerro con estiércol de bovino y finalmente el ultimo de suelo puro. Se evaluaron los indicadores de crecimiento como altura, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de hojas. Registrando los mejores resultados con el sustrato de cascarilla de arroz carbonizada.

Chairez (2023), en su investigación realizada en Oaxaca, México. Dónde su objetivo fue evaluar la germinación, crecimiento e índices de calidad de *Prunus spp* (Durano). Trabajó con un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 4x4, cuyos sustratos utilizados fueron suelo al 100%, seguidamente suelo 60% + 40 % gallinaza, suelo 60% + estiércol bovino 40%, y suelo 60% + tierra de monte 40%. Los mejores resultados en la variable crecimiento y calidad se encontró en el sustrato de suelo + gallinaza.

En cuanto a plantones de calidad, Chevez (2021) menciona en su investigación realizada en Quevedo, Ecuador. Cuyo objetivo fue analizar los efectos de tres tipos de sustratos orgánicos en el crecimiento inicial de Pashaco (*Schizolobium parahybum* (Vell) S.F Blake) a nivel de vivero. El diseño de investigación fue un diseño completamente al azar (DCA) con muestras de tres repeticiones cada uno más un testigo, lo que generó 480 unidades experimentales, se empleó la prueba de tukey con el a=0.05 de confiabilidad que determino las diferencias de promedios en los tratamientos de cada variable. En la investigación se realizó la siembra con cuatro tipos de sustratos como la arena, cascarilla de arroz y el abono Prodeuteg, cada uno de ellos mezclado con tierra agrícola y el testigo siendo la tierra agrícola pura. Llegando a determinar que el mejor resultado en las variables crecimiento y calidad de platones se obtuvo en el sustrato prodeuteq con tierra agrícola.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Cercado (2022) en la ciudad de Pucallpa, Ucayali. Investigó el efecto de diferentes sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de planta de

Calycophyllum spruceanum. se probaron cuatro sustratos (arena fina de rio (testigo), suelo aluvial, aserrín descompuesto y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín descompuesto (1:1:1). Cuyo diseño de investigación fue un DCA con arreglo factorial, distribuido en seis tratamientos, cuatro repeticiones y 20 plantas por repetición. Por tanto, se recomienda el uso de sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza (1:1), para la variable crecimiento y calidad por tener los mejores resultados.

Alvarado (2023) realizó su investigación en Tingo María, Húanuco. Cuyo objetivo fue determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos a nivel de vivero en la propagación asexual de Anturio (*Anturium andreanum*). El diseño experimental aplicado fue un DCA con arreglo factorial de 2A X 4B, con tres repeticiones; los sustratos usados fueron, fibra de coco, bocashi, fibra de palma, cascarilla de arroz y con los resultados de la variable crecimiento que puede concluir que la mayor altura se obtuvo con el sustrato de bocashi y fibra de coco.

Por otro lado, Rivera (2022) investigó el efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos en la producción de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en condiciones de vivero; cuyo objetivo fue determinar el efecto de los cuatro sustratos sobre el desarrollo de plantones de cacao a nivel de vivero. Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA). Evaluando 4 tratamientos con 3 repeticiones, el cual estuvo constituido por 204 plantones distribuidos en 12 unidades experimentales y cada unidad experimental conformados por 17 plantones. Se concluye que los tratamientos con T_1, arena,

suelo agrícola 2.1 y T 100% suelo agrícola, obtuvieron los mejores resultados; siendo T_1 el que más sobresalió.

La Torre (2023) expone en su tesis de investigación titulada, “Efecto de cinco sustratos en la germinación de semillas de Cacao criollo (*Theobroma cacao* L.), bajo condiciones de vivero, San Cristobal - Cajaruro, 2023” cuyo objetivo general fue, Evaluar el efecto de cinco sustratos en la germinación de semillas de Cacao criollo (*Theobroma cacao* L.), bajo condiciones de vivero. El diseño experimental DCA, con 5 tratamientos incluyendo al testigo y cuatro repeticiones: Los tratamientos fueron: T_0: Tierra agrícola, T_1: Tierra agrícola (70%) + cascarilla de arroz (30%), T_2: Tierra agrícola (70%) + Aserrín (30%), T_3: Aserrín, T_4: Cascarilla de arroz. La muestra estuvo conformada por 170 plantones de cacao. El instrumento utilizado fue la guía de observación. Resultados: El mejor tratamiento en lo que respecta a porcentaje de germinación y diámetro de tallo lo obtuvo el T_1: Tierra agrícola (70%) + cascarilla de arroz (30%) con 91.67% y 4.78 respectivamente sobresaliendo con respecto al testigo y demás tratamiento, donde se concluye que el mejor tratamiento es el T_1: tierra agrícola (70%) + Cascarilla de arroz (30%).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen

Sánchez et al. (2006), señala que *Theobroma grandiflorum* W, es comúnmente llamada Copoazú, recibe diversos nombres en dialectos indígenas tales como, Cupuazú (Baré), Kupuatsú (Curripaco), Barehua (Piaroa), Maweni (Yakeuana), es una especie arbórea nativa de la amazonía oriental, distribuida en

la cuenca amazónica en el norte de Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

El Copoazú es una especie que habita en la cuenca del río Amazonas, debe su nombre al termino de tupi guaraní (Lengua étnica de Brasil) “Cupuacu” que significa cacao grande. Se encuentra distribuido en zonas cacaoteras, es semejante al cacao por sus características biológicas ya que pertenecen a la misma familia y género taxonómico. El nombre específico “grandiflorum” hace referencia a las “flores grandes”, destacando el tamaño de la flor del Copoazú, la más grande dentro del género (Luna, 2011).

2.2.2. Taxonomía

El Copoazú está clasificado de la siguiente manera (FAO, 1999, P.11).

- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Dilleniidae
- Orden: Malvales
- Familia: Sterculiaceae
- Género: *Theobroma*
- Especie: *Theobroma grandiflorum*

2.2.3. Descripción botánica

2.2.3.1. Raíz

Se distingue por tener una raíz pivotante robusta, que puede expandirse más de un metro, particularmente cuando se encuentra en suelos

permeables, con una estructura granular uniforme y textura arcillo-arenosa; las raíces secundarias son numerosas y superficiales, concentrándose principalmente en la parte que corresponde al extremo de la planta, que alcanza en los ejemplares adultos una extensión de hasta 6 m, con abundantes raíces laterales (FAO, 1999, p. 16)

2.2.3.2. Tallo

Cuando el árbol de Copoazú se desarrolla a partir de una semilla, el tallo presenta un crecimiento simpodial, lo que significa que tiene un solo eje vertical. Su primera ramificación puede variar considerablemente, se presenta en el intervalo de 0.4 metros a 1.7 metros de altura (Escobar *et al*., 2009, p. 9).

2.2.3.3. Corteza

Corteza extrema viva, es fibrosa anaranjada con ramificaciones tricotómicas, con ramas superiores ascendentes y las inferiores horizontales. El crecimiento de la parte aérea sigue un patrón bien definido (Alvares, 2019, p. 16).

2.2.3.4. Hojas

Las hojas son simples, alternas y enteras, lamina foliar alargada, presentan color verde en el haz y verde claro o rosado pálido en el envés con un suave recubrimiento de vellosidad (Balarezo, 2019).

2.2.3.5. Flores

Flor hermafrodita, con cinco sépalos triangulares libres o están parcialmente unidos en el tercio inferior; cinco pétalos carnosos con base

redonda, presenta un androceo con dos verticilos de estambres (Escobar *et al*., 2009, p 11).

2.2.3.6. Fruto

El fruto es una baya drupácea de forma oblongada, elíptico, aovada u orbicular, que pueden tener el ápice redondeado u obtuso y una base que puede ser apenas marcada, ligera intermedia o fuerte, unido a las ramas mediante un pedúnculo (Escobar *et al*., 2009, p. 12).

2.2.3.7. Semilla

Son de forma elípticas, aovada u oblonga. En cuanto a su sección transversal pueden ser aplanadas, redondeadas o intermedias, la cantidad varía entre 17 y 77 por fruto y representa hasta un 20 % del peso su peso total (Escobar *et al*., 2009, p. 13).

2.2.4. Condiciones edafoclimáticas

2.2.4.1. Suelo

De preferencia, en suelos de tierra firme, profundos, que retengan bien el agua. Aunque el copoazú puede adaptarse a suelos ácidos, y de poca fertilidad natural, produce mejor en suelos de alta fertilidad. Los suelos arenosos, por presentar escasa retención de agua, no son ideales para el cultivo del Copoazú, especialmente en zonas donde la distribución de las lluvias no es uniforme (FAO, 1999, p. 33).

2.2.4.2. Temperatura

Necesita temperaturas promedias que oscilen entre 21.6 a 27.5°C, sin embargo, se adapta a las temperaturas de climas tropicales como los de nuestra selva peruana. Se ha notado que tiene buen desempeño de la especie en regiones super húmedos, con lluvias anuales superiores a 1800 mm, bien distribuidas donde la temperatura media anual es mayor a los 22°C (Montaño, 2006).

2.2.4.3. Humedad relativa

En los agro sistemas la humedad relativa media anual entre el 77 y 88 por ciento, de la región amazónica el grado hidrométrico de la atmosfera tiende a estar cerca de la saturación (Escobar et al, 2009, p. 20).

2.2.5. Manejo de vivero

2.2.5.1. Vivero

Es un área específicamente seleccionada previamente por determinadas características, que se diseña y construye con ambientes para favorecer la germinación y crecimiento óptimos de plantas agrícolas, forestales nativas y exóticas, frutales, ornamentales y medicinales, de la mejor calidad. Este espacio cuenta con un conjunto de instalaciones, equipos, herramientas y suministros necesarios, en el cual se aplican técnicas apropiadas para la producción de plántulas, como temperatura, luz, agua, nutrientes y sanidad, asegurando la calidad desde la germinación de la semilla hasta que tenga el tamaño, la calidad y edad adecuada para ser trasplantadas en el lugar definitivo de cultivo (Cuellar y Garrido, 2020, p. 6).

2.2.5.2. Características del vivero

Antes de establecer un vivero, es importante tener en cuenta varios aspectos y/o características a considerar, como la accesibilidad de vías de acceso, la disponibilidad de un terreno, la topografía del área (terreno con buen drenaje), la calidad y disponibilidad del agua, las condiciones edafoclimáticas adecuados al proyecto. Otros aspectos esenciales son la disponibilidad de terreno para futura ampliación, disponibilidad de energía eléctrica y la correcta orientación de las camas del vivero de este a oeste (Reyes, 2015, p. 8).

2.2.5.3. Importancia de los viveros

Los beneficios encontrados al establecer y gestionar un vivero destacan los siguientes enunciados, se producen especies deseables, se produce la calidad deseada en base al control de las condiciones edafoclimáticas, se produce la cantidad deseada, se controla la calidad del material a plantar en campo definitivo con un manejo de control de riego, temperatura y el control de malezas; un vivero bien planificado puede ser altamente rentable y sobre todo contribuye a la mejora del medio ambiente con el uso de sustratos orgánicos (Oliva *et al*., 2014, p. 9).

2.2.6. Plagas y enfermedades en vivero

2.2.6.1. Plagas

Hormigas cortadoras (*Atta cephalotes*), Su daño se caracteriza por cortes semicirculares desde los bordes hacia la nervadura central de la hoja. Estas hormigas tienen una relación simbiótica con los chinches, este

comportamiento puede resultar en un daño que afecta entre el 1 % y el 10 % del área foliar y de los brotes jóvenes (Pérez *et al*., 2017).

Orugas perforadoras (*Agrostis sp*), viven bajo el suelo y son de hábitos nocturnos, suelen atacar en viveros o en plantas recién trasplantadas y sus efectos dañinos pueden ser graves, pero a menudo no se detectan con facilidad. Éstos pueden ser severos pero inusuales (Pérez *et al*., 2017).

2.2.6.2. Enfermedades

Marchitamiento o clorosis (*Phytophthora sp*), actualmente es el principal patógeno que se presenta en viveros de copoazú. El exceso de humedad en el sustrato es una condición que favorece el desarrollo de los síntomas de este patógeno, provoca clorosis y marchitamiento en las hojas (Pérez *et al.,* 2017).

Antractacnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), Es más frecuente en tejidos jóvenes, y se presenta principalmente en viveros con poca sombra cuyos síntomas son manchas de 1 a 2 milímetros de diámetro, rodeadas de un halo amarillo intenso que se distribuyen de manera dispersa sobre la lámina foliar. Estas a su vez se unen hasta formar Parches pardos oscuros, lo que puede llevar al secado completo de la hoja (Pérez *e*t al., 2017).

2.2.7. Sustratos orgánicos

Pizango (2015), señala que los fertilizantes orgánicos provienen de animales, restos vegetales de alimentos, residuos de cultivos de hongos comestibles u otra fuentes naturales y orgánicas. Por otro lado, los fertilizantes

inorgánicos se fabrican industrialmente, como los fertilizantes nitrogenados que se obtienen a partir de combustibles fósiles y aire, como la urea, o los que extraen de la minería, como los fosfatos, potasio, calcio, zinc.

2.2.7.1. Fibra de Coco

La fibra de coco es un material compuesto por fibras, con una parte de fibra larga y otra de finas, que se utilizan para crear sustrato. La fibra de coco es sutilizada como sustrato y aporta cualidades beneficiosas para la planta. Debido a su lenta degradación, mantienen sus propiedades de aireación e hidratación durante todo el ciclo del cultivo. La fibra de coco tiene una alta capacidad de absorción de solución nutritiva, que es fácilmente asimilable por la planta gracias a su pH ácido (Estupiñán y Sánchez, 2019).

Entre sus características físico/químicas podemos mencionar que incluyen un alto contenido de espacios porosos para retener aire y agua, baja densidad aparente, y una elevada concentración de lignina, celulosa y hemicelulosa, además de potasio, nitrógeno y un buen intercambio iónico (Rincón *et al*., 2016)

2.2.7.2. Fibra de palma aceitera

Neyra (2021) indica que la fibra es uno de los subproductos más se aprovechados y utilizados en las plantas para su beneficio, principalmente, como combustible en calderas. Además, indica que la fibra también se emplea en la producción de compost, gracias a su capacidad de retención de humedad. El excedente se destina a los campos como abono para las plantaciones.

Sus características físico/químicas incluyen lignina, celulosa, hemicelulosa, grasas, ceras, resinas, proteínas y sales minerales (estas últimas destinadas como cenizas). Estos componentes son beneficiosos para las plantas. Además, presenta solubilidad en agua caliente y en carbohidratos (Neyra, 2021).

2.2.7.3. Cascarilla de arroz carbonizada

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países, posee excelentes propiedades para su uso como sustrato hidropónico (Vásquez, 2012). Al carbonizarse, este producto adquiere un alto contenido de sílice, siendo eficaz en la producción de plantones. El nivel de carbonización puede variar entre un 50 y 100%, respectivamente, según el grado de carbonización que se requiera, sin llegar a convertirse en cenizas (Valdés *et al*., 2023).

La cascarilla de arroz es utilizada generalmente como sustrato, pero cuando es carbonizada sus características físico/químicas se compone de un 17% de carbono fijo 18% de cenizas y 65% de volátiles. Entre sus características físicas podemos encontrar baja densidad, por lo cual requiere grandes espacios para su almacenamiento (Rodríguez *et al.,* 2019).

2.2.7.4. Gallinaza

La gallinaza es un fertilizante orgánico compuesta por excrementos de gallinas, al que se le añaden microorganismos para acelerar su fermentación. Es un abono es concentrado y de rápida acción. Se distingue de otros estiércoles por su alta calidad y mayor cantidad de nutrientes, los cuales varían según su proceso y almacenamiento (Arbildo, 2021).

Las propiedades físico/químicas de la gallinaza varían según el momento de recolección y almacenamiento. La gallinaza seca contiene una mayor concentración de nutrientes, cuya cantidad depende del tiempo y velocidad del secado, así como de la composición del nitrógeno, fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). Esto es especialmente importante en lo que respecta al nitrógeno y el fósforo; además, contiene microorganismos eficientes, es liposoluble, tiene carbono orgánico, y presenta ciertos niveles de pH y conductividad (Estrada, 2005 p. 45).

2.2.8. Calidad de plantones

Sáenz (2015), expresa que es la habilidad de una planta para adaptarse y desarrollarse a las condiciones climáticas y del suelo del lugar de plantación, depende de las características genéticas del germoplasma y de las técnicas de propagación utilizadas en el vivero. No hay un modelo único para las características ideales de cada especie. Una cierta calidad de la planta puede ser adecuada para algunos propósitos de restauración, pero no para otros.

2.2.8.1. Factores que influyen en la calidad de plantones

Los factores y operaciones que influyen en la calidad de la planta en vivero son el material genético, tamaño del contenedor, la densidad de siembra en almácigo, repique, tipo de sustrato, riegos, fertilización y condiciones ambientales (Loyola, 2019).

2.2.8.2. Tipos de calidad de plantones

Loyola (2019), indica que en la actualidad se reconocen cuatro tipos de calidad de planta, las cuales son: genética (Procedencia u origen de la semilla o material genético), biológica (Plantas libre de plagas y enfermedades),

fisiológica (estado nutricional e hídrico, resistencia y tolerancia) y morfológica (es un conjunto de caracteres tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa sobre la forma y estructura de la planta o alguna de sus partes).

2.2.8.3. Coeficientes para determinar la calidad de una planta.

Loyola (2019), también menciona que existen una serie de parámetros que deben cumplir las plantas coníferas y latifoliadas, cuyos atributos morfológicos son difíciles de interpretar, por ello se han desarrollado diferentes coeficientes o índices que permiten evaluar y determinar la calidad de la planta.

2.2.8.3.1. Índice de Robustez

La relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) es un crucial para evaluar la resistencia de la planta a la desecación por el viento, así como para prever su supervivencia y potencial de crecimiento en ambientes secos. Un valor deseable para esta relación es inferior a seis, indicando una mejor calidad de la planta. Plantas con un crecimiento más robusto, con baja altura y cuellos gruesos, son más adecuados para condiciones de humedad limitada. Valores superiores a seis sugieren una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados, lo cual pueden comprometer la adaptabilidad de la planta (Prieto, 2003 citado por Sáenz *et al*., 2014).

2.2.8.3.2. Índice de calidad de Dickson

Índice crucial para evaluar la calidad de la planta, ya que refleja el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, lo cual ayuda a

evitar la selección de plantas desproporcionadas y descartar ejemplares de menor altura, pero con mayor vigor, el rango establecido indica que una calidad de Dickson alta se encuentra > a 0.50, media 0.49 y baja <0.20 (García, 2007 citado por Sáenz *et al*., 2014).

2.2.8.3.4. Índice de proporcionalidad biométrica

Refleja cómo se desarrolla la planta en el vivero. Una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor a la aérea; al contrario; si el valor es mayor a uno, la biomasa a aérea es mayor a la subterránea. Es ideal que este índice se encuentre en una relación que debe fluctuar entre 1.5 y 2.5, ya que los valores más altos pueden indicar una desproporción, especialmente en áreas con poca precipitación, lo cual sugiere un sistema radical insuficiente para suministrar energía a la parte aérea de la planta (Saénz *et al.,* 2014).

2.2.8.3.5. Índice de lignificación

Consiste en determinar el porcentaje de peso seco, con relación al contenido de agua en plantas, lo que indica el grado de reacondicionamiento de las plantas donde los valores óptimos de lignina presentes en las coníferas están entre 25 y 30 % (Tinoco y Ramírez, 2014).

2.3. Definiciones conceptuales

- **Sustratos orgánicos**

Según lo manifestado por Chamaya (2023), señala que los sustratos orgánicos son materiales diferentes de los suelos naturales, empleados para el cuidado y crecimiento de las plantas. Estos materiales sólidos pueden ser distintos al suelo natural o restos orgánicos dependiendo de su origen o grado de descomposición, pueden ser utilizados de forma pura o mezclados, facilitando el anclaje del sistema radicular. Su propósito es proporcionar soporte físico o químico a la planta, así como mejorar la aireación, el suministro de agua y diversos nutrientes para su adecuado desarrollo.

- **Copoazú**

De acuerdo con Báez y Humpiri (2022) comentan que, el copoazú es una planta arbórea perenne, originario de la región oriental de la selva sudamericana, en la selva nordeste de Brasil y en el sur de Venezuela, su ambiente natural es el frondaje húmedo del trópico en las zonas altas que no son inundables; esta especie cuenta con muchas cualidades organolépticas, se puede decir que presenta un elevado contenido de fósforo, peptina, calcio y ácido ascórbico, del fruto se puede aprovechar, la pulpa y la semilla, que hacen que su producción se vea en excelente crecimiento económico.

- **Calidad de plantones**

Se puede definir como aquellos atributos necesarios para que un plantón sobreviva y se desarrolle después de plantado en el campo; para eso existen

parámetros de evaluación como el índice de robustez, calidad de Dickson, índice de proporcionalidad biométrica e índice de lignificación, estos a su vez evalúan si el plantón cuenta con las características de calidad que requieres para ser llevados a campo definitivo y tengan un óptimo desarrollo (Fonseca *et al.,* 2002).

- **Vivero**

Según Rodríguez (2021), indica que el vivero es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas. Es un lugar, donde se desarrollan diversas clases de especies vegetales, utilizando para ellos diversos métodos de propagación de plantas. Este lugar es destinado para la producción de plantones con la misión de obtener plantas de calidad; la importancia de producir plantones en un vivero radica en que se produce la cantidad deseada, se controla ciertos parámetros deseados, es rentable si tiene buena planificación y te brinda beneficios si tiene la ubicación correcta.

- **Características morfológicas**

Ramos y Lombardi (2020) señalan que es un conjunto de caracteres tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa sobre la forma y estructura de la planta o alguna de sus partes, estas características varían según la especie en propagación, dentro de ellas podemos evaluar la altura, el diámetro de tallo, diámetro de copa y número de hojas de la planta; dentro de esas evaluaciones también están los índices ya mencionados como calidad de Dickson entre otros.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

Los principales enfoques empleados en este estudio de investigación fueron los métodos cuantitativos, descripciones estadísticas, análisis de datos y razonamiento inductivo.

3.2. Tipo y nivel de investigación

El trabajo de investigación fue de tipo experimental, observacional y comparativo, dado que se realizó bajo los principios básicos de experimentación de repetición y de aleatorización de tal manera que se pudo contrastar los efectos de las diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos, en el crecimiento y calidad de plantones de copoazú, todo esto con el propósito de establecer la veracidad de la hipótesis planteada.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo compuesta por 1680 plantones de Copoazú, provenientes de 16 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 48 unidades experimentales, sembrándose 35 semillas por cada unidad experimental.

3.3.2. Muestra

La muestra según los cálculos, se determinó en 546 plantones, lo cual indica que fue suficiente para obtener un resultado confiable al 95%. Por ello de cada unidad experimental se evaluó 14 plantas netas, lo que nos dio una cantidad de 546 plantones en total, este representó un 40 % del muestreo.

3.4. Componentes de estudio

Los plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.), los diferente fuentes y niveles de los sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad.

3.5. Tratamientos en estudio

- Tratamiento 1: 0 % de fibra de coco +100% de tierra agrícola
- Tratamiento 2: 10% de fibra de coco + 90% de tierra agrícola
- Tratamiento 3: 20% de fibra de coco + 80% de tierra agrícola
- Tratamiento 4: 30% de fibra de coco + 70% de tierra de agrícola
- Tratamiento 5: 0% de fibra de palma aceitera + 100% de tierra de agrícola
- Tratamiento 6: 10% de fibra de palma aceitera + 90% de tierra agrícola
- Tratamiento 7: 20% de fibra de palma aceitera + 80% de tierra agrícola
- Tratamiento 8: 30% de fibra de palma aceitera + 70% de tierra de agrícola
- Tratamiento 9: 0 % de cascarilla de arroz carbonizada + 100% de tierra de agrícola
- Tratamiento 10: 10% de cascarilla de arroz carbonizada + 90% de tierra agrícola
- Tratamiento 11: 20% de cascarilla de arroz carbonizada + 80% de tierra agrícola
- Tratamiento 12:30% de cascarilla de arroz carbonizada + 70% de tierra de agrícola
- Tratamiento 13: 0% de gallinaza + 100% de tierra de agrícola
- Tratamiento 14: 10% de gallinaza + 90% de tierra agrícola
- Tratamiento 15: 20% de gallinaza + 80% de tierra agrícola

- Tratamiento 16: 30% de gallinaza + 80% de tierra agrícola

3.6. Diseño experimental

La investigación se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con un arreglo factorial 4A x 4B. El primer factor (4A) correspondió a cuatro fuentes de materia orgánica, y el segundo factor (4B) a cuatro niveles. del primer factor, lo que dio como resultado 16 tratamientos, con 3 repeticiones por tratamiento, sumando un total de 48 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental consistió en 35 plantas, de las cuales se evaluaron 14 plantas netas, mientras que las restantes. se consideraron como plantas de borde. Los datos fueron analizados mediante la prueba de promedio de Tukey (α = 0.05).

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$Y_{ijk} = \mu + \tau_i(a_i + b_j + a_i b_j) + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$

Donde:

Y_{ijk}: j-ésima observación en el i-ésimo tratamiento en estudio.

μ: Media general.

a_i: Efecto del i-ésimo factor a en estudio.

b_j: Efecto del j-ésimo fator b en estudio.

$a_i b_j$: Efecto de la interacción del i-ésimo factor a y del j.ésimo factor b en estudio

β_k: Efecto del k-ésimo bloque en estudio.

ε_{ijk}: Error residual $\mu = 0\ y\ \delta^2 = 1$ NID.

Análisis de Variancia

Los componentes de variabilidad se sometieron al análisis de varianza (ANVA) y la significación estadística se determinó con la prueba promedio de Tukey a un nivel de significancia de 0,05. Bajo el supuesto:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \cdots = \mu_n$

$H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \cdots \neq \mu_n$

$F_c > F_t \rightarrow H_A$

$F_c \leq F_t \rightarrow H_0$

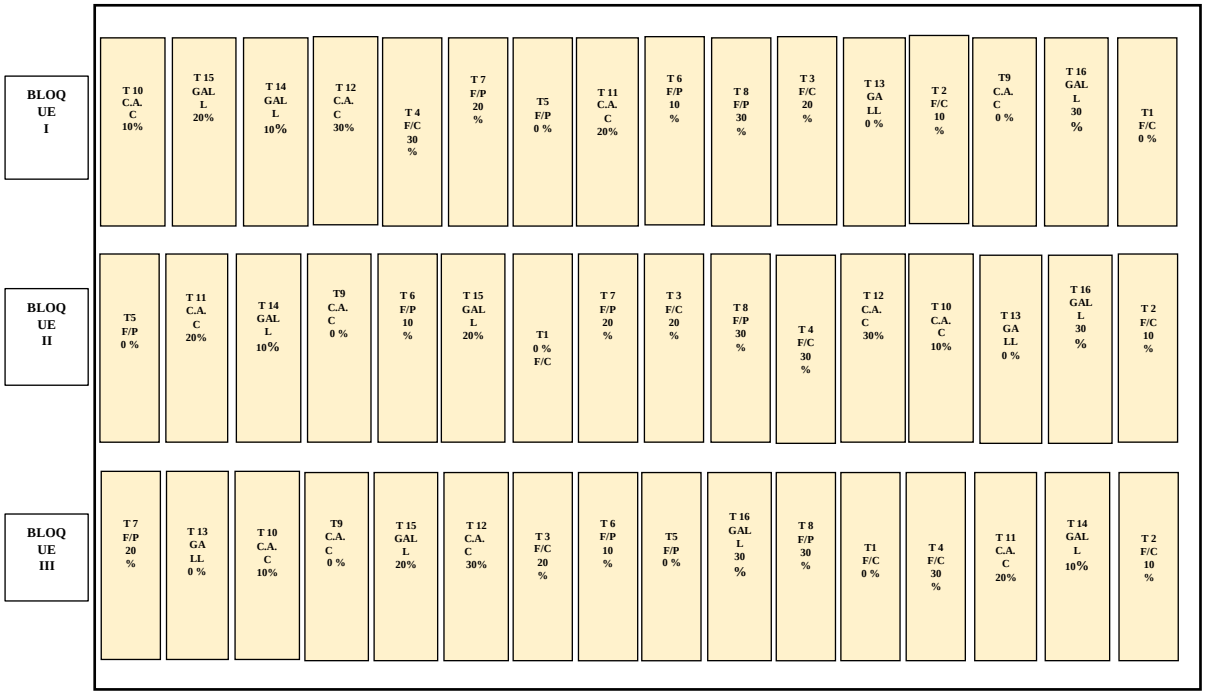
Tabla 1.

Análisis de Varianza

FV Fuente de Variabilidad		GL Grados de Libertad
Bloque	r-1	2
Factor A	(a-1)	3
Error (a)	(r-1)(a-1)	6
Factor B	(b-1)	3
A*B	(a-1)(b-1)	9
Error (b)	a(b-1)(r-1)	24
Total	a*b*r-1	47

Figura 1.

Croquis de distribución de tratamientos



Nota. Elaboración propia

3.7. Materiales

3.7.1. Material genético

Semilla de Copoazú (*Theobroma grandiflorum* W.*)*

3.7.2. Insumos

Fibra de coco, Fibra de palma aceitera, cascarilla de arroz carbonizada, gallinaza, tierra agrícola, fungicida e insecticida.

3.7.3. Herramientas

Pala, machete, pico, rastrillo, azadón, wincha, martillo, clavo, malla raschell, regla graduada, vernier digital, letreros, Fuentes, bandejas, bolsas de vivero, tijera podadora, regadera, manguera, mochila fumigadora, bolsas ziploc, zaranda de malla metálica, rociador y letreros.

3.7.4. Equipos

Clorofilómetro, balanza digital, estufa, laptop, cámara fotográfica, embudo de carbonización

3.7.5. Materiales de escritorio

Calculadora, libreta de campo, folder manilla, papel bond, sobres manilla, lápiz, lapicero, tablero de campo, marcadores

3.8. Ejecución del experimento

3.8.1. Ubicación y duración del estudio

El presente trabajo de investigación se ejecutó en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP-Pucallpa, el cual se encuentra ubicado en el km 12,400 de la Carretera Federico Basadre, distrito de

Yarinacocha, región Ucayali. Se encuentra en WGS 18L 539608m E y 9071685m S a 153 msnm.

Figura 2.

Ubicación del vivero de frutales nativos del IIAP-Pucallpa



3.

8.2. Condiciones ambientales

La investigación se ejecutó durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto del 2024, según la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali durante los meses de evaluación (febrero, marzo, abril y mayo) la temperatura promedio se mantuvo en 28° C. Con una humedad promedio de 80.66 y con una precipitación de 280.2 mm en el mes de febrero.

3.8.3. Proceso experimental

3.8.3.1. Adquisición de materiales e insumos

En relación con los materiales y herramientas de campo, el IIAP nos suministró lo necesario. El proyecto frutales nativos dispone de un almacén del cual se pudieron obtener las herramientas requeridas para llevar a cabo el proyecto.

Con lo que respeta a los insumos, se realizaron las cotizaciones necesarias para luego proceder a la compra de aquellos proveedores que ofrecían la calidad requerida, para proceder a la instalación de la investigación. El proyecto Frutales nativos contaba con la tierra agrícola rica y con disponibilidad de nutrientes. La cascarilla de arroz carbonizada se adquirió de una piladora de arroz de la zona, la fibra de coco se obtuvo de la empresa Agriplant S.R.L, en una presentación de cubos prensados. La fibra de palma aceitera se compró de la empresa procesadora de aceite Olamsa y finalmente, la gallinaza se obtuvo de una empresa dedicada a la crianza de aves PUCAFER DEL ORIENTE, asegurándonos que tuviera el grado de descomposición necesario.

3.8.3.2. Adquisición y manejo de material genético

Las semillas fueron adquiridas de productores de parcelas cercanas a la zona de Campo Verde, provenientes de plantas adultas en edad productiva mayores de 6 años; se adquirieron 20 kilos de semillas, las cuales primero se lavaron con agua. Luego, se mezcló aserrín y arena, frotándolas manualmente de forma progresiva para eliminar cualquier residuo que pueda servir de sustrato a agentes patógenos. Posteriormente, las semillas se enjuagaron

nuevamente con agua para eliminar todas las impurezas. Acto seguido, las semillas se desinfectaron en una solución formada por la mezcla de un fungicida en una proporción de 3 gramos por litro de agua, se sumergieron las semillas por un tiempo no mayor de 5 minutos. Finalmente, las semillas se orearon en un lugar fresco y sombrío.

3.8.3.3. Fase de almácigo

3.8.3.3.1. Preparación de cama germinadora

La cama germinadora tuvo las dimensiones de 1 m de ancho por 4 metros de largo, se utilizó una mezcla de tierra agrícola, gallinaza y fibra de coco en proporciones iguales, con un espesor de 6 centímetros.

3.8.3.3.2. Siembra de semillas

Se sembraron las semillas de Copoazú a una profundidad de 1.5 centímetros, manteniendo una distancia de 3 centímetros entre cada semilla para su pre germinación; las semillas comenzaron a emerger 4 días después de la siembra.

3.8.3.3.3. Riego a la cama de germinación

El riego se realizó controlando la presión del agua con la finalidad de que las semillas no se desentierren y quedaran al descubierto. Para protegerlas de las altas temperaturas, se cubrieron con hojas de plátano, proporcionando la sombra necesaria. Además, se aplicó insecticida a su alrededor de la cama con el propósito de protegerlos de plagas.

3.8.3.4. Fase de vivero

3.7.3.4.1. Limpieza del vivero

La maleza fue removida manualmente de los alrededores, se barriió las hojas secas y residuos para su correcta disposición; se contó con doble malla raschel al 50 % de intensidad solar (tipo de malla de sombreo que reduce la cantidad de luz solar directa en un 50%. Este tipo de mallas es ideal para proteger las plantas que requieren cierta cantidad de luz, pero no soportan la exposición directa o intensa).

3.8.3.4.2. Preparación de los elementos del sustrato

3.8.3.4.2.1. Tierra agrícola

Se procedió a su recolección y se trasladó al área de trabajo; la tierra agrícola se tamizó en una zaranda de malla metálica con la finalidad de retirar todas las impurezas que puedan afectar al momento de hacer las mezclas con los sustratos. Se adjunta análisis de suelo en el anexo, Figura 1A.

3.8.3.4.2.2. Fibra de coco

La fibra de coco fue adquirida en una presentación de cubos prensados. Antes de su uso, se hidrató sumergiendo el cubo en un recipiente y se agregó agua hasta cubrirlo completamente, este proceso duró 3 horas, durante las cuales la fibra aumentó de volumen. Luego, se desmenuzó hasta quedar completamente suelta, posteriormente fue extendido en un plástico para que se seque. Finalmente, fue recogido en un costal para luego realizar la mezcla del sustrato. Se adjunta ficha técnica en el anexo, Figura 3A.

3.8.3.4.2.3. Fibra de palma

La Fibra de palma (proveniente del fruto) se adquirió en costales ya desfibrada; sin embargo, las dimensiones de las fibras no eran uniformes, con fibras tanto largas como cortas. Además, se observó la presencia de semillas del fruto. Para solucionar esto, se tamizó la fibra en una zaranda de malla metálica, con el objetivo de obtener fibra limpia y uniforme. Posteriormente, estas fibras se almacenaron en costales para ser utilizados en la preparación de sustratos. Se adjunta ficha técnica en el anexo, Figura 2A.

3.8.3.4.2.4. Cascarilla de arroz carbonizada

La cascarilla de arroz carbonizada se adquirió de un molino cercano con el proceso de pirolización (es un proceso químico en el que un material orgánico se descompone mediante la aplicación de altas temperaturas en ausencia de oxígeno) al 100 %, Se adjunta ficha técnica en el anexo, Figura 4A.

3.8.3.4.2.5. Gallinaza

La gallinaza, ya completamente descompuesta orgánicamente, tuvo que ser tamizada en la zaranda de malla metálica con la finalidad de eliminar las impurezas antes de ser incorporada al sustrato según los niveles que le correspondía. Se adjunta ficha técnica en el anexo, Figura 5A.

3.8.3.4.3. Preparación de los sustratos

Los sustratos fueron mezclados homogéneamente de la siguiente forma:

Para los tratamientos sin la adición de ningún sustrato orgánico se utilizó tierra agrícola al 100%, Para la fibra de coco se trabajó en distintos niveles; en el primer nivel, se utilizó 10% de fibra de coco y 90% de tierra agrícola; en el segundo nivel ser mezcló homogéneamente 20% de fibra de coco y 80% de tierra agrícola; y finalmente para el tercer nivel se utilizó 30% de fibra de coco y 70% de tierra agrícola. De manera similar se trabajó con la fibra de palma aceitera, la cascarilla de arroz carbonizada y la gallinaza, manteniendo los mismos niveles de mezclas para los otros sustratos orgánicos.

3.8.3.4.4. Llenado y colocación de bolsas

Esta actividad se realizó manualmente en bolsas de 5 x 9 pulgadas, estas se llenaron gradualmente utilizando espátulas y golpeándolas suavemente sobre una superficie plana para eliminar los espacios vacíos a través de la compactación. Las bolsas se distribuyeron y acomodaron en el vivero de acuerdo a los bloques y tratamientos establecidos en el diseño experimental. Posteriormente, se aplicó el fungicida Vitavax-300 (fungicida sistémico) a los sustratos en bolsas. Este fungicida compuesto por los ingredientes activos Captan y Carboxin, en una presentación de polvo mojable. Se mezclaron 10 gramos del fungicida por 20 litros de agua, y la mezcla se aplicó utilizando una mochila fumigadora de 20 litros, se realizaron dos aplicaciones cada siete días.

3.8.3.4.5. Repique de plántulas a bolsas

El trasplante de las semillas de almácigo a las bolsas en vivero se llevó a cabo 7 días después de haber comenzado su pre

germinación. Para ello, se realizó un ligero riego tanto a las bolsas con sustrato como en la cama de almacigo. Posteriormente, se hicieron hoyos en el centro de las bolsas con una estaquilla de 12 mm de diámetro, a una profundidad de 2 cm. Finalmente, se cubrieron con tierra.

3.8.3.4.6. Riego

El riego se realizó inicialmente con una regadera, , con el objetivo de no remover la semilla ni dejarlas expuestas, después el riego se realizó con una manguera. La zona de investigación contaba con una fuente de agua cercana, lo que facilitó la tarea. Esta actividad se realizó según las condiciones climáticas lo requerían, en días de altas temperaturas se regaba por la mañana y la tarde, en los días nublados solo una vez al día y en caso de lluvia, no se regaba.

3.8.3.4.7. Control de malezas

Esta actividad se realizó cada semana, eliminando la maleza manualmente para impedir que compitiera con los plantones de Copoazú, por espacio, luz, nutrientes o que perjudicara sus raíces.

3.8.3.4.8. Control de plagas y enfermedades

Para el control de enfermedades fúngicas se aplicó Truban 30 WP, fungicida usado especialmente en enfermedades de vivero, en una proporción de 10 ml por 20 litros de agua y su aplicación se realizó tres veces cada 7 días.

En cuanto a plagas se pudo evidenciar la existencia de chinches chupadores y hormigas cortador de hojas, para esto se aplicó el plaguicida Sensei 350 SC, 3 veces cada 8 días en una proporción de 10 ml en 20 litro de agua.

3.8.4. Variables evaluadas

3.8.4.1. Crecimiento

3.8.4.1.1. Altura de planta

Las mediciones fueron tomadas en centímetros y se realizaron con la ayuda de una regla graduada de aluminio, desde el cuello de la planta hasta el meristemo apical, con la finalidad de obtener datos precisos. Las evaluaciones se realizaron cada 30 días durante tres meses hasta finalizar la investigación.

3.8.4.1.2. Diámetro de tallo

En esta variable las mediciones fueron tomadas en milímetros y se ejecutaron con la ayuda de un vernier digital, se tomaron las medidas a 15 mm del tallo. Esta evaluación se realizó cada 30 días durante tres meses.

3.8.4.1.3. Diámetro de copa

Para realizar esta evaluación, se empleó una regla metálica graduada para medir la proyección de la copa del plantón en forma de cruz, abarcando las direcciones norte-sur y este-oeste. Posteriormente, se promediaron ambas mediciones. Esta actividad se realizó cada 30 días durante tres meses.

3.8.4.1.4. Número de hojas

Esta variable se realizó por simple conteo del número de hojas totalmente desarrolladas y sanas por planta. Esta evaluación se realizó cada 30 días durante tres meses.

3.8.4.1.5. Área foliar

Para la evaluación se utilizó la aplicación Easy Leaf Area, seleccionándose tres hojas por planta provenientes de los estratos superior, medio e inferior. Las hojas fueron fotografiadas sobre una superficie de papel bond blanco, junto a una referencia de calibración en forma de cuadrado de plástico color rojo. Posteriormente, se ajustó el área para calcular el área foliar total, obteniendo los resultados en $cm^{2.}$ Esta evaluación se realizó al concluir el estudio, momento en el cual los tratamientos mostraban variaciones significativas en el tamaño de las hojas.

3.8.4.2. Calidad

Los índices de calidad se evaluaron al finalizar el experimento, para lo cual se sacrificaron y seleccionaron al azar 5 plantas netas de cada unidad experimental. Se comenzó con la selección de los plantones, colocándolos en una bandeja con agua para retirar el sustrato. Con el uso de una manguera, se limpió las raíces mediante la presión del agua, asegurando no perder ninguna raíz. Finalmente se secaron los plantones con una toalla de microfibra, para después separar la parte aérea con la radicular con una tijera de podar.

Posteriormente se codificaron cada tratamiento y cada número de los plantones, para luego pesarlos en una balanza digital a una precisión de centésima de gramo y obtener el primer dato que es la Biomasa verde Total; seguidamente se metieron los plantones a los sobres manilas previamente codificados, se llevaron a la estufa durante 48 horas a una temperatura de 70°C. Una vez, pasado el tiempo requerido se retiraron los sobres de la estufa y se empezó a registrar los datos como la Biomasa Seca Total, Biomasa seca aérea y Biomasa seca radicular. Estos datos fueron necesarios registrar ya que de ellos se obtuvieron los resultados con respecto a la variable calidad.

3.8.4.2.1. Índice de robustez

Este resultado se obtuvo de la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del tallo (mm) de la planta a través de la siguiente ecuación.

$$IR = [\frac{Altura\ de\ planta\ (cm)}{Diámetro\ de\ tallo\ (mm)}]$$

3.8.4.2.2. Índice de calidad de Dickson

Este índice midió la calidad de las plantas en base a las características morfológicas, este resultado se obtendrá a través de la siguiente ecuación:

$$ICD = \frac{Peso\ seco\ total\ \ (g)}{\frac{Altura\ (cm)}{Diametro\ (mm)} + \frac{Peso\ seco\ \ aérea(g)}{Peso\ seco\ raiz\ (g)}}$$

3.8.4.2.3. Índice de proporcionalidad biométrica

Este índice se caracteriza por reflejar el desarrollo de la planta en vivero.

$$IPB = \frac{Biomasa\ seca\ aérea\ (g)}{Biomasa\ seca\ raiz\ (g)}$$

3.8.4.2.4. Índice de lignificación

Será calculado mediante la siguiente ecuación:

$$IL = [\frac{Biomasa\ seca\ total\ (g)}{Biomasa\ verde\ total\ \ (g)}]\ (100)$$

3.8.4.2.5. Contenido de clorofila

Este dato se obtuvo utilizando un clorofilómetro, evaluando tres hojas maduras por planta neta y luego promediando los resultados; para esta evaluación primero se calibró el equipo, y se procedió a colocar la hoja en el centro del clorfilómetro, lo que proporcionó el porcentaje de clorofila, esta evaluación se realizó dos veces, para la segunda y tercera evaluación, cuando las hojas habían alcanzado la madurez necesaria.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Crecimiento

4.1.1. Altura de la planta

La evaluación del indicador de altura de planta se llevó a cabo a intervalos de 30 días; para fines de cálculo estadísticos, solo se tuvo en cuenta la evaluación final. Para dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los tratamientos.

En la tabla 22a de análisis de variancia en el anexo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p<0.01$) entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A), las concentraciones (factor B) y la interacción entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B).

Tabla 2.

Prueba de promedios de Tukey para altura en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias			Factor B (Niveles)	Medias		
Cascarilla de arroz carbonizado	25.55	A		10 %	26.38	A	
Gallinaza	25.31	A		0 %	25.61	A	
Fibra de Palma	25.14	A		20%	23.83		B
Fibra de coco	23.44		B	30%	23.63		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Para el factor A (Sustratos), la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que tanto la cascarilla de arroz carbonizado, gallinaza y la fibra de palma son iguales estadísticamente, mostrándose diferente la fibra de coco. Para el factor B (Niveles) la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que los mejores promedios en altura de planta expresados en cm se logran con las concentraciones

de 10 y 0% de las diferentes fuentes orgánicas de sustratos para la producción de plantones de copoazú.

Tabla 3.

Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para altura.

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Media				
T_{14}	Gallinaza	10	28.43	A			
T_6	Fibra de palma	10	27.00	A	B		
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	26.31	A	B	C	
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	25.84	A	B	C	
T_9	Cascarilla de arroz carbonizada	0	25.61	A	B	C	
T_5	Fibra de palma	0	25.61	A	B	C	
T_{13}	Gallinaza	0	25.61	A	B	C	
T_1	Fibra de coco	0	25.61	A	B	C	
T_{15}	Gallinaza	20	25.07		B	C	D
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	24.44		B	C	D
T_8	Fibra de palma	30	24.34		B	C	D
T_2	Fibra de coco	10	23.79		B	C	D
T_7	Fibra de palma	20	23.61			C	D
T_4	Fibra de coco	30	22.19				D
T_3	Fibra de coco	20	22.18				D
T_{16}	Gallinaza	30	22.13				D

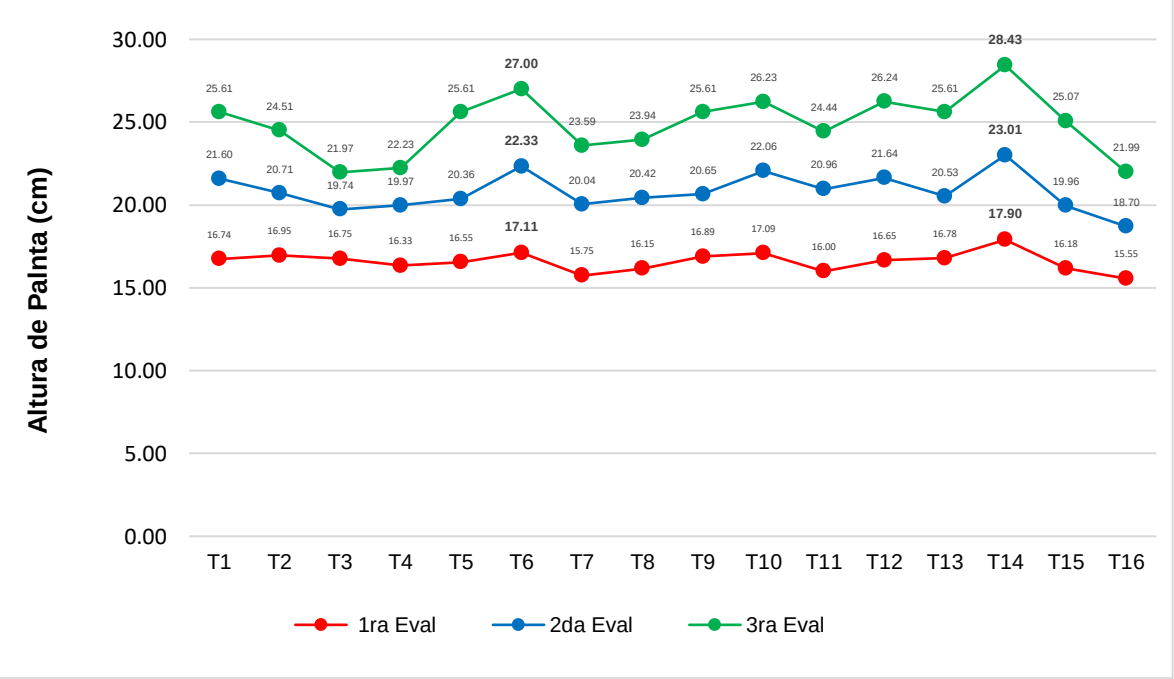
Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que la mejor combinación de los factores sustratos y niveles para el crecimiento en altura del copoazú fue el T_{14} (Gallinaza al 10%), seguido por el T_6 (Fibra de palma al 10%) con promedios de 28.43 y 27 cm respectivamente; a diferencia del T_{16} (Gallinaza al 30%) y T_3 (Fibra de coco al 20%) con los resultados de 22.13 y 22.18 cm respectivamente que obtuvieron los resultados más bajos en altura.

Los resultados obtenidos pueden atribuirse a la relación carbono-nitrógeno presente en la gallinaza y el suelo agrícola utilizado como sustrato orgánico. Esta combinación mostró un promedio superior en la altura de los plantones en la interacción entre el factor A vs el factor B. Esto sugiere la posible existencia de una concentración óptima de gallinaza que favorece el crecimiento en altura de los plantones de Copoazú.

Figura 3.

Altura de planta por tratamiento en 3 evaluaciones



A los 90 días, el T_{14} (Gallinaza al 10%) y el T_6 (Fibra de palma al 10%), mostraron ventaja desde la primera evaluación hasta la última, obteniendo los promedios más altos con respecto a altura de planta, creciendo un valor medio de 5.5 cm por mes.

4.1.2. Diámetro de tallo

La evaluación del indicador diámetro de tallo se llevó a cabo a intervalos de 30 días; para fines de cálculo estadísticos, solo se tuvo en cuenta la evaluación final. Para dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos.

En la tabla 23a del análisis de variancia en el anexo para la variable diámetro de tallo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas (p=0.0004) entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y diferencias estadísticas significativas (p=0.0126) entre las concentraciones (factor B), mientras que en la interacción entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B) no se muestra significancia (p=0.1298).

Tabla 4.

Prueba de promedios de Tukey para diámetro de tallo en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias			Factor B (Niveles)	Medias		
Cascarilla de arroz carbonizado	5.25	A		10 %	5.23	A	
Gallinaza	5.18	A		0 %	5.20	A	
Fibra de Palma	5.17	A		20	5.11	A	B
Fibra de coco	4.91		B	30	4.97		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

Para el factor A (Sustratos) la prueba de promedios de Tukey (p=0.05) indica que tanto la cascarilla de arroz carbonizado, gallinaza y la fibra de palma son iguales estadísticamente, mostrándose diferente la fibra de coco. Para el factor B (Niveles) la prueba de promedios de Tukey (p=0.05) indica que los mejores promedios en diámetro de tallo expresados en mm se logran con las proporciones

de 10 ,0 y 20% de las diferentes fuentes orgánicas de sustratos para la producción de plantones de copoazú.

Tabla 5.

Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para diámetro de tallo

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias		
T_{14}	Gallinaza	10	5.37	A	
T_{6}	Fibra de palma	10	5.36	A	
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	5.31	A	
T_{15}	Gallinaza	20	5.28	A	B
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	5.27	A	B
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	5.21	A	B
T_{5}	Fibra de palma	0	5.20	A	B
T_{1}	Fibra de coco	0	5.20	A	B
T_{9}	Cascarilla de arroz carbonizada	0	5.20	A	B
T_{13}	Gallinaza	0	5.20	A	B
T_{7}	Fibra de palma	20	5.09	A	B
T_{8}	Fibra de palma	30	5.07	A	B
T_{3}	Fibra de coco	20	4.87	A	B
T_{2}	Fibra de coco	10	4.86	A	B
T_{16}	Gallinaza	30	4.83	A	B
T_{4}	Fibra de coco	30	4.72		B

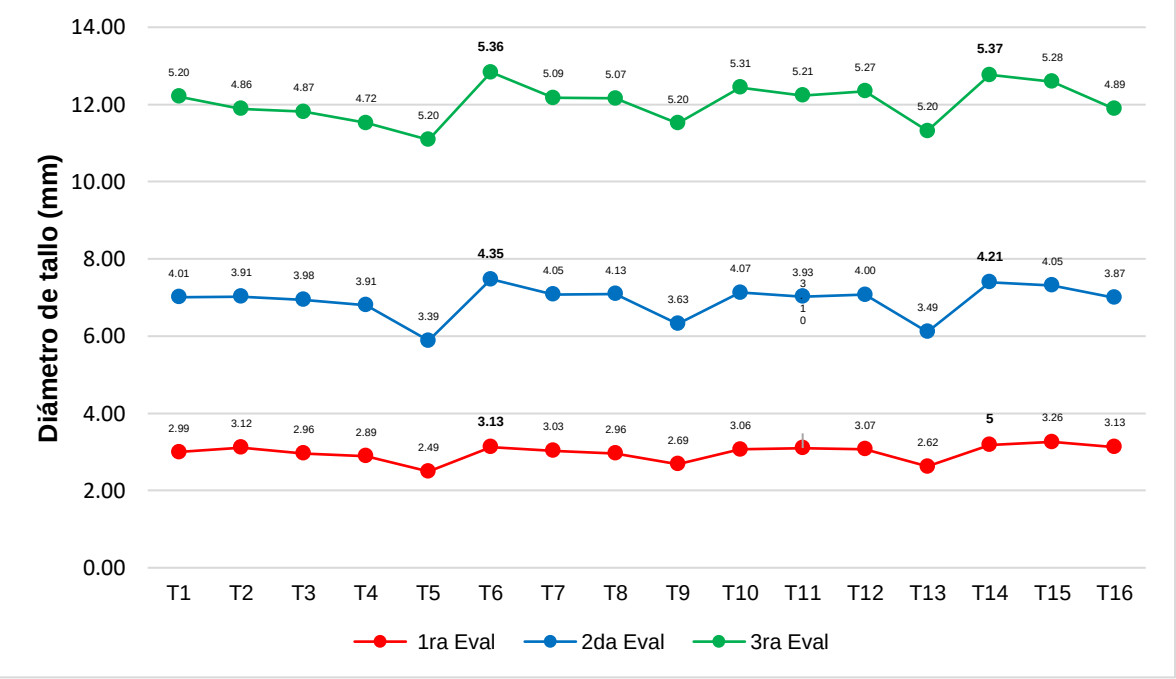
Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que la mejor combinación de los factores sustratos y niveles para el diámetro de tallo fue el T_{14} (Gallinaza al 10%), seguido por el T_{6} (Fibra de palma al 10%) con promedios de 5.37 y 5.36 mm respectivamente; a diferencia del T4 (fibra de coco al 30%) y T16 (gallinaza al 30%) con los resultados de 4.72 y 4.83 mm respectivamente que obtuvieron los resultados mínimos con respecto a diámetro de tallo.

Estos resultados obtenidos pueden ser atribuidos a la disponibilidad de nutrientes que la gallinaza aporta al sustrato (Materia orgánica 39.10 %), sin embargo, esto se suma al nutriente que también le aportaron la tierra agrícola, contando con un pH 5.24, M.O de 3.09%, estimulando las hormonas de crecimiento y fomentando un sistema radicular robusto, este a su vez proporcionando mejor estructura al tallo de los plantones de Copoazú.

Figura 4.

Diámetro de tallo por tratamiento en 3 evaluaciones



A los 90 días, el T_{14} (Gallinaza al 10%) y el T_6 (Fibra de palma al 10%), mostraron ventaja desde la primera evaluación hasta la última, obteniendo los promedios más altos con respecto a diámetro de tallo, aumentando un diámetro de 1.10 mm por mes.

4.1.3. Diámetro de copa

La evaluación del indicador diámetro de copa se llevó a cabo a intervalos de 30 días; para fines de cálculo estadísticos, solo se tuvo en cuenta la evaluación final. Para dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos.

En la tabla 24a del análisis de variancia en el anexo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p<0.01$) entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B) y en la interacción de las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B) diferencias estadísticas significativas ($p=0.0446$).

Tabla 6.

Prueba de promedios de Tukey para diámetro de copa en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias			Factor B (Niveles)	Medias		
Cascarilla de arroz carbonizado	25.05	A		10 %	24.57	A	
Gallinaza	24.71	A		0 %	24.41	A	
Fibra de Palma	23.88	A		20	23.11	A	B
Fibra de coco	20.67		B	30	22.23		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Para el factor A (Sustratos) la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que tanto la cascarilla de arroz carbonizada, la gallinaza, y fibra de palma son iguales estadísticamente, mostrándose diferente a la fibra de coco. Para el factor B (Niveles) la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que los mejores promedios en diámetro de copa se logran con las proporciones de 10, 0% 20% de las diferentes fuentes orgánicas de sustratos para la producción de plantones de copoazú. Así mismo, la proporción 20% se muestra similar a la proporción 30%.

Tabla 7.

Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para diámetro de copa

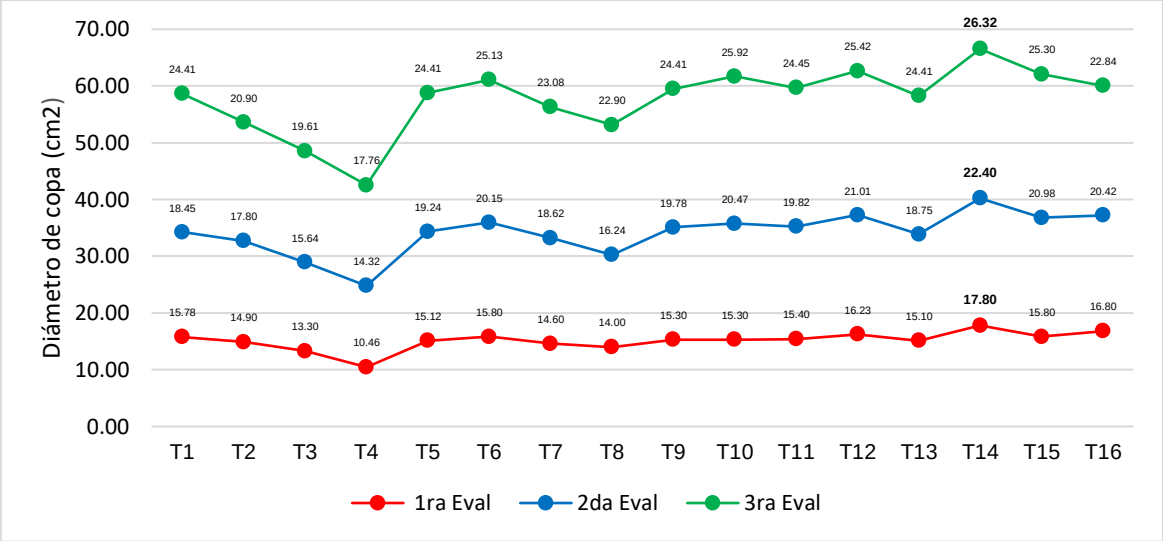
Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias				
T_{14}	Gallinaza	10	26.32	A			
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	25.92	A	B		
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	25.42	A	B		
T_{15}	Gallinaza	20	25.30	A	B		
T_{6}	Fibra de palma	10	25.13	A	B		
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	24.45	A	B	C	
T_{5}	Fibra de palma	0	24.41	A	B	C	
T_{13}	Gallinaza	0	24.41	A	B	C	
T_{1}	Fibra de coco	0	24.41	A	B	C	
T_{9}	Cascarilla de arroz carbonizada	0	24.41	A	B	C	
T_{7}	Fibra de palma	20	23.08	A	B	C	
T_{8}	Fibra de palma	30	22.90	A	B	C	D
T_{16}	Gallinaza	30	22.84	A	B	C	D
T_{2}	Fibra de coco	10	20.90		B	C	D
T_{3}	Fibra de coco	20	19.61			C	D
T_{4}	Fibra de coco	30	17.76				D

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que las mejores combinaciones de los factores sustratos y niveles para el diámetro de copa del copoazú fueron, el T_{14} (Gallinaza al 10%) y T_{10} (Cascarilla de arroz carbonizada al 10%) con dimensiones de 26.32 y 25.92 cm^2 respectivamente. Por otro lado, el T4 (Fibra de coco al 30%) y el T3 (Fibra de coco al 20%) obtuvieron resultados mínimos de 17.76 y 19.61 cm^2 respectivamente.

Figura 5.

Diámetro de copa por tratamiento en 3 evaluaciones



A los 90 días, el T_{14} (Gallinaza al 10%) y el T_{10} (cascarilla de arroz carbonizada al 10%), mostraron ventaja desde la primera evaluación hasta la última, obteniendo los promedios más altos con respecto a diámetro de copa, aumentando 4.70 cm^2 por mes.

4.1.4. Número de hojas

La evaluación del indicador número de hojas, se llevó a cabo a intervalos de 30 días; para fines de cálculo estadísticos, solo se tuvo en cuenta la evaluación final. Para dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos.

En la tabla 25a en el análisis de variancia en el anexo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p<0.01$) entre las fuentes

orgánicas de sustratos (factor A), las concentraciones (factor B) y la interacción entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B).

Tabla 8.

Prueba de promedios de Tukey para número de hojas en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias			Factor B (Niveles)	Medias			
Cascarilla de arroz carbonizado	8.57	A		10	8.12	A		
Gallinaza	8.13	A		0	7.88	A	B	
Fibra de Palma	7.55		B	20	7.52		B	
Fibra de coco	6.69			C	30	7.43		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

Para el factor A (Sustratos) la prueba de promedios de Tukey (p=0.05) indica que tanto la Cascarilla de arroz carbonizada y la gallinaza es iguales estadísticamente, mostrándose diferente la fibra de palma y fibra de coco. Para el factor B (Niveles) la prueba de promedios de Tukey (p=0.05) indica que los mejores promedios en número de hojas por planta se logran con las proporciones de 10% de las diferentes fuentes, seguido del testigo, esto se debe al contenido nutricional de nuestra tierra agrícola.

Tabla 9.

Prueba de promedios de Tukey para las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para número de hojas

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias				
T_{14}	Gallinaza	10	9.14				
T_{15}	Gallinaza	20	8.83	A	B		
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	8.56	A	B		
T_{16}	Gallinaza	30	8.43	A	B		
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	8.26	A	B	C	
T_{6}	Fibra de palma	10	7.93	A	B	C	D
T_{1}	Fibra de coco	0	7.88	A	B	C	D
T_{13}	Gallinaza	0	7.88	A	B	C	D
T_{9}	Cascarilla de arroz carbonizada	0	7.88	A	B	C	D

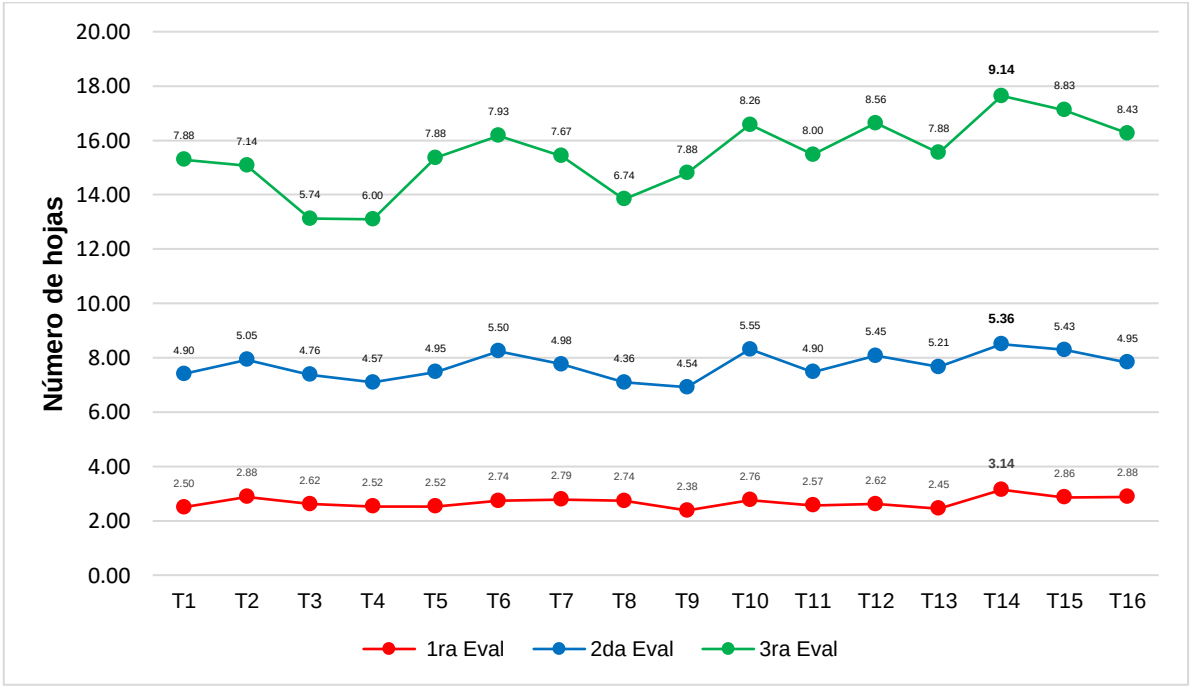
T_5	Fibra de palma	0	7.88	A	B	C	D		
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	7.83		B	C	D		
T_7	Fibra de palma	20	7.67		B	C	D		
T_2	Fibra de coco	10	7.14			C	D	E	
T_8	Fibra de palma	30	6.74				D	E	F
T_4	Fibra de coco	30	6.00					E	F
T_3	Fibra de coco	20	5.74						F

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que las mejores combinaciones de los factores sustratos y niveles para el número de hojas por planta del copoazú fueron el T_{14} (Gallinaza al 10%) y el T_{15} (Gallinaza al 20%) con unidades de 9.14 y 8.83 de hojas por planta. Mostrando diferencia con los T_3 (Fibra de coco al 20%) y T_4 (Fibra de coco al 30%) con unidades menores de 5.74 y 6 hojas por planta respectivamente.

Figura 6.

Número de hojas por tratamiento en 3 evaluaciones



A los 90 días, el T_{14} (Gallinaza al 10%) y el T_{10} (cascarilla de arroz carbonizada al 10%), mostraron ventaja desde la primera evaluación hasta la última, obteniendo los promedios más altos con respecto a número de hojas, aumentando 3 hojas por planta por mes.

4.1.5. Área foliar

La evaluación del indicador área foliar, se llevó a cabo al finalizar la evaluación; y estos datos son los que se utilizaron para fines de cálculo estadísticos. Para dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos.

En la tabla 26a del análisis de variancia en el anexo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p<0.01$) entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A), y entre las interacciones de las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B) (que también se corrobora gráficamente).

Tabla 10.

Prueba de promedios de Tukey para área foliar en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias			Factor B (Niveles)	Medias	
Cascarilla de arroz carbonizado	91.35	A		10	85.83	A
Gallinaza	90.63	A		0	82.79	A
Fibra de Palma	77.83		B	20	81.16	A
Fibra de coco	65.44		C	30	75.47	A

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Para el factor A (Sustratos)la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que tanto la cascarilla de arroz carbonizada y la gallinaza son iguales

estadísticamente, mostrándose diferente a la fibra de palma y la fibra de coco. Para el factor B (Niveles) No se observa diferencias entre los niveles del factor B

Tabla 11.

Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para área foliar

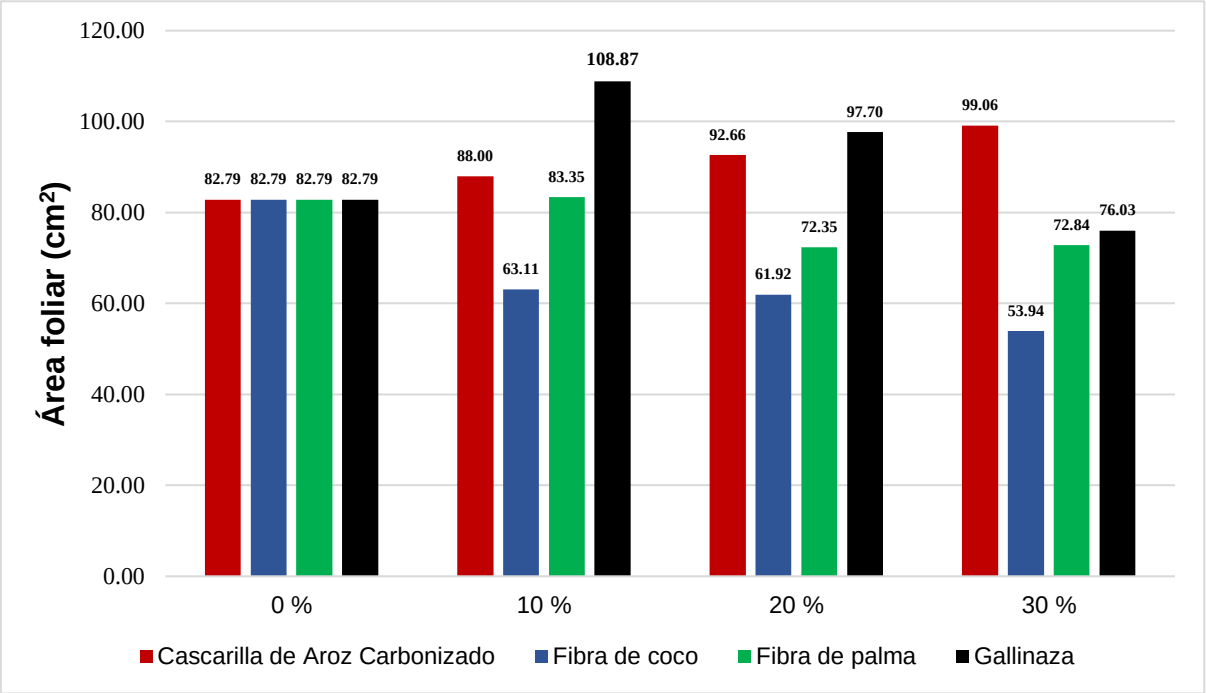
Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias					
T_{14}	Gallinaza	10	108.87	A				
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	99.06	A	B			
T_{15}	Gallinaza	20	97.70	A	B			
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	92.66	A	B	C		
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	88.00	A	B	C	D	
T_{6}	Fibra de palma	10	83.35	A	B	C	D	E
T_{13}	Gallinaza	0	82.79	A	B	C	D	E
T_{9}	Cascarilla de arroz carbonizada	0	82.79	A	B	C	D	E
T_{5}	Fibra de palma	0	82.79	A	B	C	D	E
T_{1}	Fibra de coco	0	82.79	A	B	C	D	E
T_{16}	Gallinaza	30	76.03		B	C	D	E
T_{8}	Fibra de palma	30	72.84		B	C	D	E
T_{7}	Fibra de palma	20	72.35		B	C	D	E
T_{2}	Fibra de coco	10	63.11			C	D	E
T_{3}	Fibra de coco	20	61.92				D	E
T_{4}	Fibra de coco	30	53.94					E

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que las mejores combinaciones de los factores sustratos y niveles para el área foliar del copoazú fue el T_{14} (gallinaza al 10%) con 108.87 cm^2, por otro lado, el T_4 (Fibra de coco al 30%) obtuvo la menor área foliar con 53.94 cm^2.

Figura 7.

Promedio de área foliar de copoazú



4.2. Calidad

4.2.1. Índice de robustez

La evaluación del indicador índice de robustez, se llevó a cabo al finalizar la ejecución del proyecto de investigación (después de tres meses); y estos resultados se usaron para fines de cálculos estadísticos. Con dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos.

En la tabla 27a, en el análisis de variancia del anexo se observa que no existe diferencias estadísticas ($p<0.01$) entre las fuentes orgánicas de sustratos

(factor A), las concentraciones (factor B) y entre las interacciones de las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B).

Tabla 12.

Prueba de promedios de Tukey para índice de robustez en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias		Factor B (Niveles)	Medias	
Cascarilla de arroz carbonizado	4.87	A	10 %	4.96	A
Gallinaza	4.85	A	0 %	4.78	A
Fibra de Palma	4.72	A	20	4.71	A
Fibra de coco	4.63	A	30	4.62	A

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

Tabla 13.

Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de robustez.

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias	
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizado	10	5.26	A
T_8	Fibra de palma	30	5.18	A
T_6	Fibra de palma	10	4.98	A
T_2	Fibra de coco	10	4.86	A
T_{14}	Gallinaza	10	4.73	A
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizado	20	4.72	A
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizado	30	4.72	A
T_3	Fibra de coco	20	4.72	A
T_9	Cascarilla de arroz carbonizado	0	4.71	A
T_{13}	Gallinaza	0	4.71	A
T_1	Fibra de coco	0	4.71	A
T_5	Fibra de palma	0	4.71	A
T_{16}	Gallinaza	30	4.63	A
T_7	Fibra de palma	20	4.60	A
T_4	Fibra de coco	30	4.59	A
T_{15}	Gallinaza	20	4.46	A

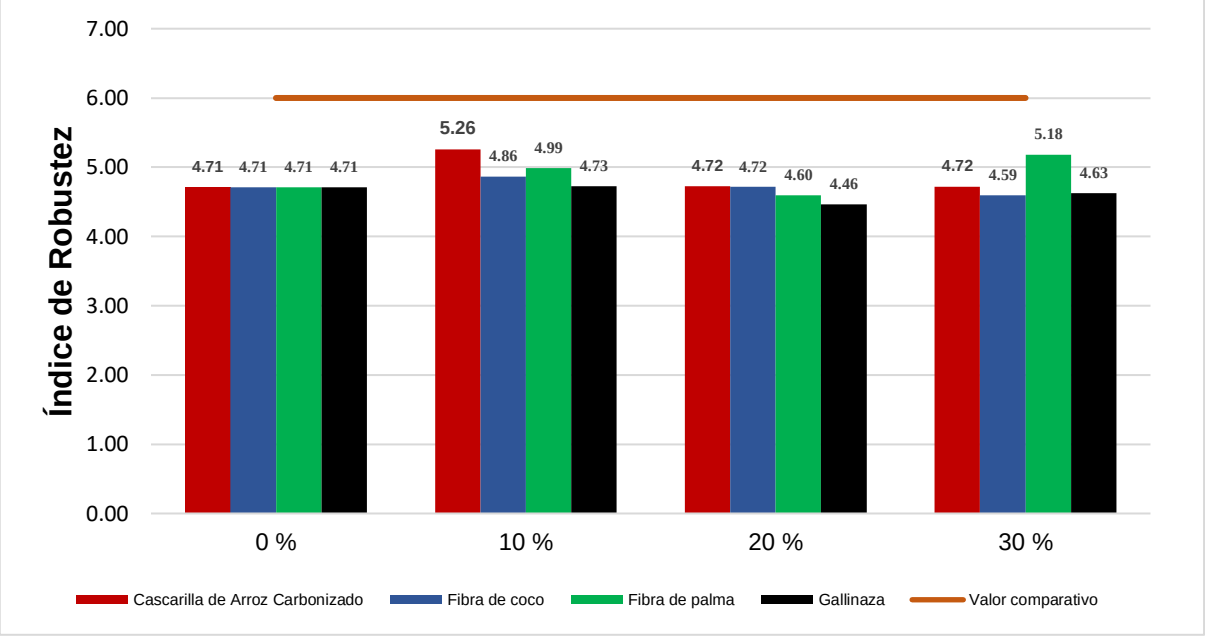
Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que las combinaciones de los factores sustratos y niveles sobre el índice de robustez del copoazú, responde que

todos los tratamientos se encuentran dentro del rango de medida del índice, ya que valores superiores a seis sugieren una desproporción entre el crecimiento de altura y diámetro.

Figura 8.

Promedio de Índice de Robustez



4.2.2. Índice de calidad de Dickson

La evaluación del indicador índice de calidad de Dickson, se llevó a cabo al finalizar la ejecución del proyecto de investigación (después de tres meses); y estos resultados se usaron para fines de cálculos estadísticos. Con dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos.

En la tabla 28a del análisis de variancia del anexo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p<0.01$) de las fuentes

orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones de las fuentes orgánica. Pero no se observa interacciones entre los factores A y B.

Tabla 14.

Prueba de promedios de Tukey para índice de calidad de Dickson en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias			Factor B (Niveles)	Medias		
Cascarilla de arroz carbonizada	0.95	A		10 %	1.00	A	
Gallinaza	0.88	A	B	0 %	0.85	A	B
Fibra de Palma	0.81	A	B	20	0.84		B
Fibra de coco	0.76		B	30	0.72		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

Para el factor A (Sustratos) la prueba de promedios de Tukey (p=0.05) indica que tanto la cascarilla de arroz carbonizada, la gallinaza y la fibra de palma son iguales estadísticamente, mostrándose diferente a las anteriores la fibra de coco. Para el factor B (Niveles) la prueba de promedios de Tukey (p=0.05) indica que los resultados más altos se encuentran con la proporción 10% de las diferentes fuentes orgánicas de sustratos.

Tabla 15.

Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de calidad de Dickson

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias		
T_6	Fibra de palma	10	1.04	A	
T_1	Fibra de coco	0	1.00	A	
T_{13}	Gallinaza	0	1.00	A	
T_5	Fibra de palma	0	1.00	A	
T_9	Cascarilla de arroz carbonizada	0	1.00	A	
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	0.96	A	B
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	0.93	A	B
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	0.92	A	B
T_{15}	Gallinaza	20	0.86	A	B
T_7	Fibra de palma	20	0.85	A	B

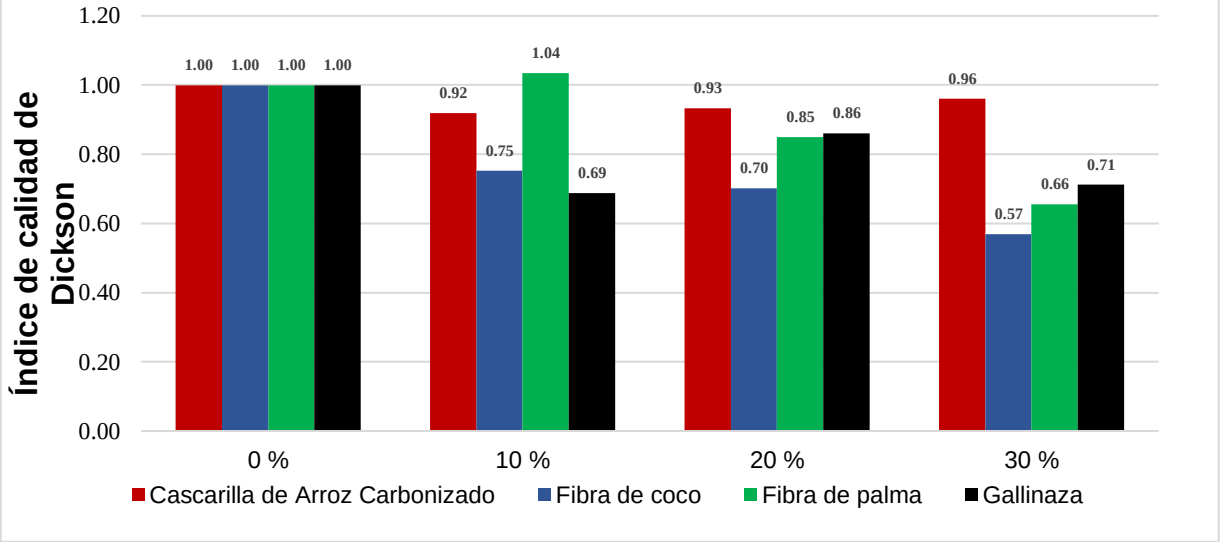
T_2	Fibra de coco	10	0.75	A	B
T_{16}	Gallinaza	30	0.71	A	B
T_3	Fibra de coco	20	0.70	A	B
T_{14}	Gallinaza	10	0.69	A	B
T_8	Fibra de palma	30	0.65	A	B
T_4	Fibra de coco	30	0.57		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que la combinación con el resultado más alto fue el T_6 (Fibra de palma al 10%) con un valor máximo de 1.04; y el valor mínimo de 0.57; no obstante, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango óptimo para un ICD alto, ya que el rango óptimo para ICD es > a 0.50.

Figura 9.

Promedio de Índice de calidad de Dickson



4.2.3. Índice de proporcionalidad biométrica

La evaluación del indicador índice de proporcionalidad biométrica, se llevó a cabo al finalizar la ejecución del proyecto de investigación (después de tres meses); y estos resultados se usaron para fines de cálculos estadísticos. Con dicho

resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos

En la tabla 29a del análisis de variancia del anexo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p<0.01$) entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A), las concentraciones (factor B) y la interacción entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B).

Tabla 16.

Prueba de promedios de Tukey para índice de proporcionalidad biométrica en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias				Factor B (Niveles)	Medias	
Cascarilla de arroz carbonizado	3.85	A			10	3.22	A
Gallinaza	2.98		B		0	2.98	A
Fibra de Palma	2.75		B	C	20	2.91	A
Fibra de coco	2.39			C	30	2.86	A

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Para el factor A (Sustratos) la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que el sustrato de cascarilla de arroz carbonizada obtuvo el resultado, seguido de la gallinaza y fibra de palma, y el que obtuvo el resultado más bajo fue la fibra de coco. Para el factor B (Niveles) la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que la aplicación al sustrato de las diversas proporciones de las fuentes orgánicas se manifiesta de manera similar.

Tabla 17.

Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de proporcionalidad biométrica

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias	
T_{14}	Gallinaza	10	4.41	A

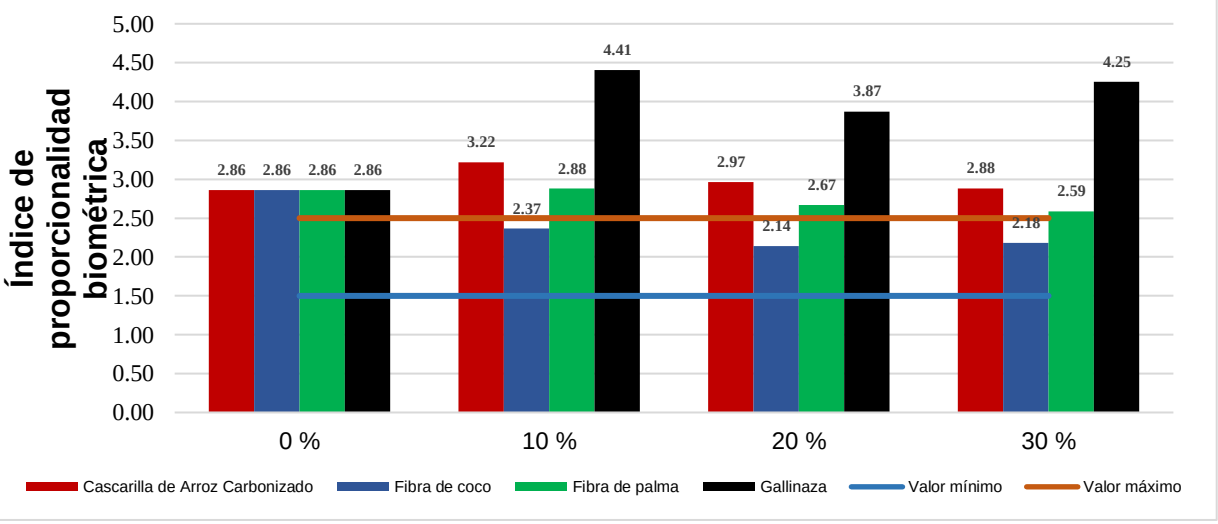
T_{16}	Gallinaza	30	4.25	A		
T_{15}	Gallinaza	20	3.87	A	B	
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	3.22	A	B	C
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	2.96		B	C
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	2.88		B	C
T_{6}	Fibra de palma	10	2.88		B	C
T_{1}	Fibra de coco	0	2.86		B	C
T_{13}	Gallinaza	0	2.86		B	C
T_{5}	Fibra de palma	0	2.86		B	C
T_{9}	Cascarilla de arroz carbonizada	0	2.86		B	C
T_{7}	Fibra de palma	20	2.67		B	C
T_{8}	Fibra de palma	30	2.59			C
T_{2}	Fibra de coco	10	2.37			C
T_{4}	Fibra de coco	30	2.18			C
T_{3}	Fibra de coco	20	2.14			C

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que los resultados más altos se obtuvieron con el T_{14} (Gallinaza al 10%) con dimensiones de 4.41; no obstante, los tratamientos que se encuentran dentro de los niveles óptimos del IPB fueron el T_{8} (Fibra de palma al 20%), T_{2} (Fibra de coco al 10%), T_{4} (Fibra de coco al 30) y T_{3} (Fibra de coco al 20%) debido a que se encuentran dentro del rango óptimo de 1.5 y 2.5.

Figura 10.

Promedio de Índice de Proporcionalidad Biométrica



4.2.4. Índice de lignificación

La evaluación del indicador índice de lignificación, se llevó a cabo al finalizar la ejecución del proyecto de investigación (después de tres meses); y estos resultados se usaron para fines de cálculos estadísticos. Con dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos

En la tabla 30a del análisis de variancia del anexo se observa diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) solo entre las concentraciones (factor B) de las fuentes orgánicas.

Tabla 18.
Prueba de promedios de Tukey para índice de lignificación en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias		Factor B (Niveles)	Medias		
Cascarilla de arroz carbonizado	27.80	A	10 %	28.33	A	
Gallinaza	26.93	A	0 %	27.20	A	B
Fibra de Palma	26.72	A	20	27.08	A	B
Fibra de coco	26.65	A	30	25.48		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Para el factor A La prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que el sustrato que obtuvo la mejor respuesta fue la cascarilla de arroz carbonizada. Seguida por la gallinaza, la fibra de palma y finalmente la fibra de coco teniendo el menos resultado. Para el factor B el nivel que mejor destacó fue 10%.

Tabla 19.
Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para índice de lignificación

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles %)	Medias	
T_6	Fibra de palma	10	29.73	A
T_{15}	Gallinaza	20	29.07	A
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	28.60	A

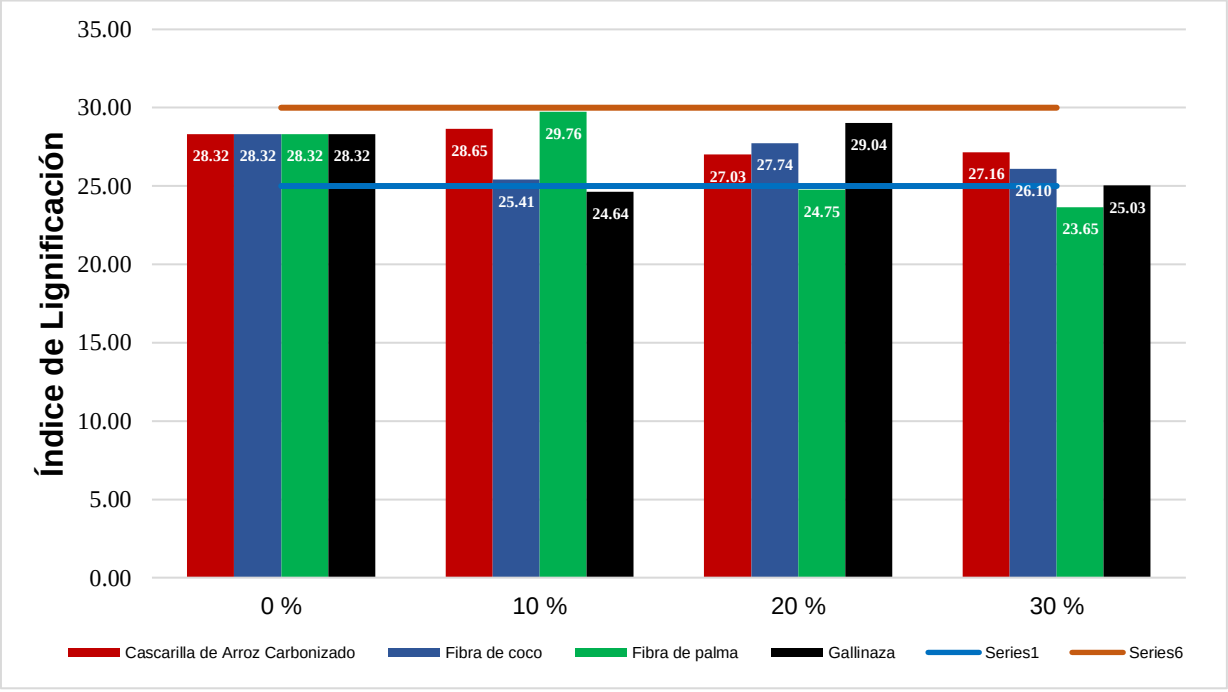
T_9	Cascarilla de arroz carbonizada	0	28.33	A
T_{13}	Gallinaza	0	28.33	A
T_5	Fibra de palma	0	28.33	A
T_1	Fibra de coco	0	28.33	A
T_3	Fibra de coco	20	27.73	A
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	27.13	A
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	27.13	A
T_4	Fibra de coco	30	26.20	A
T_2	Fibra de coco	10	25.47	A
T_{16}	Gallinaza	30	24.93	A
T_7	Fibra de palma	20	24.87	A
T_{14}	Gallinaza	10	24.53	A
T_8	Fibra de palma	30	23.67	A

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que las mejores combinaciones de los factores sustratos y niveles para la lignificación fueron el T_6, T_{15}, T_{10}, T_9, T_{13}, T_5, T_1, T_3, T_{11}, T_{12} y T_4, encontrándose estos dentro del rango ideal de 25 y 30 %, a diferencia del T_{16}, T_7, T_{14} y T_8 que tienen una proporción baja en cuanto lignificación.

Figura 11.

Promedio de Índice de Lignificación



4.2.5. Contenido de clorofila

La evaluación del indicador contenido de clorofila, se llevó a cabo en las dos últimas evaluaciones (A los 60 y 90 días); para dicho resultado se realizó el análisis de varianza, esto con el objetivo de identificar la significancia de los bloques y tratamientos.

En la tabla 31a el análisis de variancia del anexo, se observa que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p<0.01$) entre las fuentes orgánicas de sustratos (factor A), las concentraciones (factor B) y entre las interacciones de las fuentes orgánicas de sustratos (factor A) y las concentraciones (factor B).

Tabla 20.
Prueba de promedios de Tukey para contenido de clorofila en el factor A y B

Factor A (Sustratos)	Medias			Factor B (Niveles)	Medias		
Cascarilla de arroz carbonizado	36.43	A		10	35.93	A	
Gallinaza	34.88	A		0	34.70	A	
Fibra de Palma	32.77		B	20	31.67		B
Fibra de coco	28.77		C	30	30.54		B

Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Para el factor A (Sustratos) la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que tanto la cascarilla de arroz carbonizada y la gallinaza son iguales estadísticamente, mostrándose diferente a la fibra de palma y fibra de coco. Para el factor B (Niveles) la prueba de promedios de Tukey ($p=0.05$) indica que mejor promedio en contenido de clorofila se logró con la proporción 10%, seguido por el nivel de 0% para la producción de plantones de copoazú.

Tabla 21.
Prueba de promedios de Tukey en las interacciones de los niveles del factor A vs los niveles del factor B para contenido de clorofila

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Niveles)	Medias						
T_{14}	Gallinaza	10	39.34	A					
T_{1}	Fibra de coco	0	35.93	A	B				
T_{13}	Gallinaza	0	35.93	A	B				
T_{5}	Fibra de palma	0	35.93	A	B				
T_{9}	Cascarilla de arroz carbonizada	0	35.93	A	B				
T_{15}	Gallinaza	20	35.74	A	B				
T_{12}	Cascarilla de arroz carbonizada	30	35.27	A	B	C			
T_{11}	Cascarilla de arroz carbonizada	20	35.25	A	B	C			
T_{6}	Fibra de palma	10	35.19	A	B	C			
T_{16}	Gallinaza	30	34.70		B	C			
T_{10}	Cascarilla de arroz carbonizada	10	33.07		B	C	D		
T_{2}	Fibra de coco	10	31.22			C	D		
T_{7}	Fibra de palma	20	30.26				D		
T_{8}	Fibra de palma	30	29.70				D	E	
T_{3}	Fibra de coco	20	25.43					E	F
T_{4}	Fibra de coco	30	22.50						F

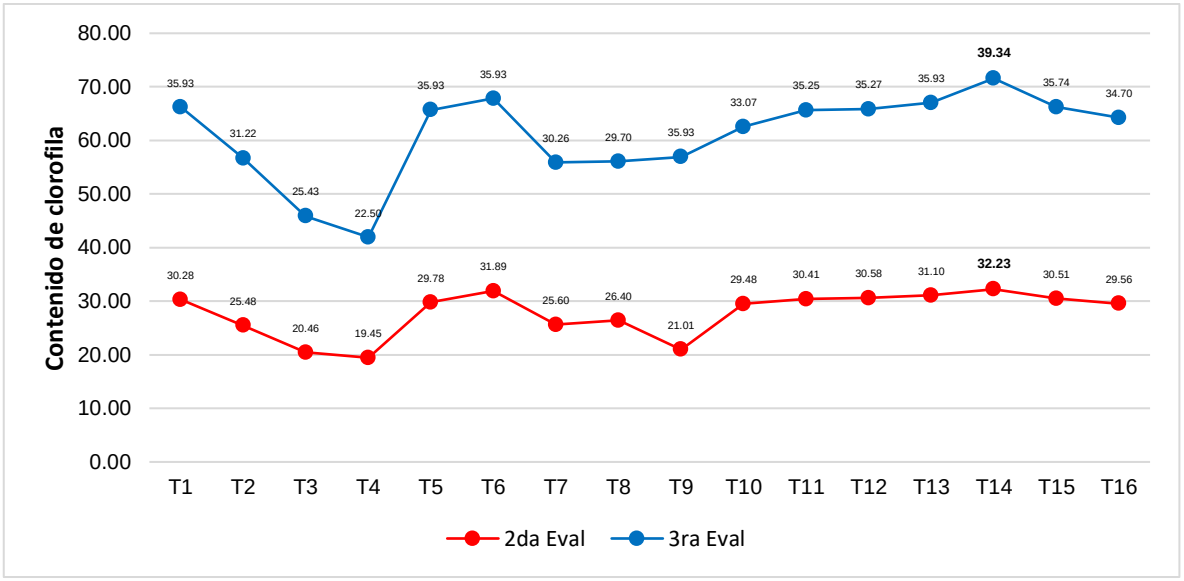
Nota: Medias con una letra en común no son significativamente diferentes (p>0.05)

La prueba de Tukey (p=0.05) muestra que las mejores combinaciones de los factores sustratos y niveles para contenido de clorofila del copoazú fue el T_{14} (Gallinaza al 10%) con un dato de 39.34 y el que obtuvo el contenido más bajo fue el T_{4} (fibra de coco al 30%) con un contenido de 22.50.

Este resultado se refleja dado a que la gallinaza adquirida como sustrato orgánico contaba con la relación correcta de Carbono/nitrógeno (1.99 %) y este a su vez es un nutriente esencial para la síntesis de clorofila.

Figura 12.

Contenido de Clorofila por tratamiento en 2 evaluaciones.



A los 90 días, el T_{14} (Gallinaza al 10%) con un promedio de 32.33 en la primera evaluación y 39.34 en la segunda evaluación, mostró ventaja desde la primera evaluación hasta la última, esta variable solo se evaluó dos veces, a los 60 y 90 días, hasta que las hojas hayan alcanzado la madurez necesaria.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito fundamental de esta investigación fue determinar el efecto de diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú ***(Theobroma grandiflorum W.)*** en vivero. Además, este análisis nos proporcionó una base para analizar y discutir los resultados obtenidos en los diversos indicadores como se indica a continuación:

5.1. Crecimiento

5.1.1. Altura

En el parámetro de altura de la planta, de acuerdo con el análisis de la prueba de Tukey (p=0.05), se observa que en las interacciones del factor A (Sustratos) vs factor B (Niveles), los T_{14} (Gallinaza al 10%) y el T_2 (fibra de palma al 10%) alcanzaron los promedios más altos, registrando 28.43 y 27.00 cm respectivamente. No obstante, el estudio realizado por Villanueva (2018) reporta resultados superiores en el indicador de altura para plantones de cacao, utilizando sustrato de gallinaza, con un promedio de 41.30 cm, aplicando una concentración del 25%. Esta diferencia en los resultados se atribuye al mayor tiempo de evaluación, ya que el proyecto de Villanueva contempló un período de 120 días, mientras que el nuestro se limitó a 90 días. En cuanto a los sustratos, se considera que los resultados con gallinaza se deben a su alto contenido nutricional, presentando en nuestro caso una concentración de nitrógeno del 1,99%, fósforo del 4,04%, pH de 7.9 y una proporción de materia orgánica de 39.10%.

Asimismo, los resultados obtenidos con el sustrato a base de fibra de coco pueden relacionarse con lo que señala su ficha técnica, ya que este material mejora la estructura del suelo, aireación del suelo, capacidad de retención hídrica y posee una alta capacidad de intercambio catiónico, esto sumado a los nutrientes que la tierra agrícola le aportó (M.O 3.09 % y un pH de 5.24) lo cual facilitó el mejor desarrollo de los platones.

5.1.2. Diámetro de Tallo

En el indicador diámetro de tallo, según la prueba de Tukey (p=0.05) nos indica que en las interacciones del factor A (Sustratos) vs factor B (Niveles) se obtuvo el mejor promedio con el T_{14} (gallinaza al 10 %) con un diámetro de 5.37 mm, y el resultado con menor promedio fue la fibra de coco al 30% con un diámetro de 4.72 mm; estos resultados son mayores a los que nos plantea La torre (2023) en su investigación, efecto de cinco sustratos en la germinación de semillas de Cacao en vivero, obteniendo como promedio con mayores resultados a la tierra agrícola al 70% + cascarilla de arroz al 30% con diámetros de 4.78 mm; estos resultados probablemente se deben a que los días de evaluación fueron de 60 días, a diferencia de los nuestros que fueron a los 90 días, obteniendo el resultado más alto de 5.37 mm. Este resultado se le atribuye a la relación carbono/nitrógeno que cuenta la gallinaza en conjunto con la tierra agrícola, mejorando significativamente la lignina del plantón y a su vez aumentado el diámetro de tallo.

5.1.3. Diámetro de copa

Los resultados en cuanto a las interacciones del factor A vs del factor B, la prueba de Tukey (p=0.05) nos indica que los mejores promedios para diámetro

de copa se obtuvieron con las combinaciones de gallinaza, y cascarilla de arroz carbonizado al 10 %, con los resultados de 26.32 y 25.92 cm respectivamente; seguidamente se observa que las diferencias entre diámetro de copa no fueron muchas de las otras combinaciones. Así mismo, Picolotto et al. (2007) muestra resultados similares a los nuestros, ya que no encontraron influencia significativa en los resultados en su investigación titulada, diferentes mezclas de sustratos en formación de plántulas de melocotón en embalaje en Brasil, los sustratos con los que trabajo para este resultado fue la combinación de cascarilla de arroz carbonizada + humus + plantmax HT. Esto respalda la idea de que los plantones de copoazú pueden desarrollarse eficazmente utilizando mezclas de diversos sustratos que mantengan una relación correcta C/N, entre la que podemos encontrar la gallinaza y la cascarilla de arroz carbonizada, este último favorece la aireación del sustrato, ayuda a corregir la acidez del suelo por el porcentaje de cenizas con el que cuenta (20%) según la ficha técnica.

5.1.4. Número de hoja

Los resultados en nuestra variable número de hojas, a los 90 días de evaluación nos indican los promedios según la prueba de Tukey (p=0.05) que la gallinaza al 10 y 20 % obtuvieron 9.14 y 8.83 unidades de hojas por planta respectivamente, seguido de la cascarilla de arroz carbonizada al 30% que obtuvo un promedio de 8.26 unidades de H/P. Villanueva (2018), en su investigación titulada, efecto de los abonos orgánicos compost, guano de isla y gallinaza en el crecimiento de plantones de cacao (*Theobroma cacao L*.) en tingo maría, nos presenta resultado mayores a los nuestros en cuanto a la variable número de hojas

por planta a los 90 días, con un promedio de 14 hojas por planta en el tratamiento 12 con la mezcla del sustrato de gallinaza + tierra agrícola en una proporción de 20 y 80 % respectivamente. Estos hallazgos sugieren que, aunque ambas especies pueden pertenecer a la misma familia (*Theobroma*) sin embargo, se distinguen por el tamaño de sus hojas, y el distanciamiento de las yemas axilares, debido a que el Copoazú tiene hojas más grandes que el cacao. Como resultado, la planta de Copoazú tiende a tener menos hojas, mientras que el Cacao, con hojas más pequeñas, produce una mayor cantidad para compensar la menor superficie disponible para la fotosíntesis.

5.1.5. Área foliar

En el indicador diámetro área foliar, según la prueba de Tukey (p=0.05) nos indica que en las interacciones del factor A (Sustratos) vs factor B (Niveles) se obtuvieron los mejores promedios con Gallinaza al 10 % y Cascarilla de arroz carbonizada al 30 %, con resultados de 108.87 y 99.06 cm^2 respectivamente. Así mismo Chairez (2023) en su investigación titulada germinación, crecimiento e índices de calidad en genotipos de Prunus spp. para seleccionarse como portainjerto, obtuvo resultados mayores a los nuestros con un sustrato de tierra agrícola + gallinaza al 60 y 40 % respectivamente; cuyo promedio al finalizar su evaluación fue de 199 cm^2. Esto se le atribuye a las diferentes especies de cultivo.

Loyola (2019) en su investigación titulada, efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plantones de capirona (*calycophyllum spruceanum*) en el vivero forestal de cervecería San Juan S.A, Ucayali, obtuvo un promedio mayor

al nuestro con 234.2 cm^2 con el sustrato Fibra de coco + cascarilla de arroz carbonizada + compost cervecero + basacote. Esto se le acredita por la composición del sustrato, ya que cuenta con proporciones que le pueden brindar al cultivo con relación a C/N y a su vez al contar con los nutrientes esenciales como sustrato contribuye con el desarrollo del área foliar.

5.2. Calidad

5.2.1. Índice de Robustez

En cuanto al indicador índice que robustez, no se obtuvo diferencias significativas, sin embargo, en la prueba de promedios de las combinaciones del factor A y factor B, se puede observar que el sustrato con mayor rango lo obtuvo la cascarilla de arroz carbonizada al 10 % obtuvo una media de 5.26 estando dentro del rango y el que obtuvo el menor resultado en cuanto promedio fue la gallinaza al 20%. Estas a su vez todas se encuentran dentro de la relación apropiada que es menor a seis; indicando resistencia apropiada de la planta al momento de ser llevada a campo definitivo. Del mismo modo, Sáenz (2015) en su investigación titulada influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de schizolobium amazonicum (pashaco) en tubetes en la ciudad de Pucallpa, obtuvo valores de 4.17 y 4.16, los cuales se consideran aceptables dentro del rango establecido no mayor a seis.

5.2.2. Índice de calidad de Dickson

En la investigación de Cerda (2021), Modelos de germinación, crecimiento y parámetros de calidad de *Schizolobium parahybum* (Vell) en vivero bajo diferentes sustratos orgánicos, se obtuvieron índices de calidad de Dickson de

1.2 y 1.9, resultados considerados aceptables. Sin embargo, al compararlos con los nuestros, donde el valor más alto fue de 1.04 y el más bajo de 0.57; se observa que, de acuerdo con el rango establecido, los mejores valores son aquellos mayores a 0.50 (alto), mientras que los valores por debajo de 0.20 no recomendados. Cuanto más cercano esté el valor a 1.00, mayor es la calidad de la planta. Por lo tanto, nuestros resultados se encuentran dentro del parámetros adecuados, ya que todos nuestros tratamientos están dentro de lo establecido.

5.2.3. Índice de proporcionalidad biométrica

Loyola (2019) nos menciona que los mejores resultados en los T_2, T_3 y T_4 con valores de 1.81, 1.63 y 1.65 respectivamente, estos encontrándose en el rango de 1.5 y 2.5, ya que valores mayores a este indican cierta desproporción. Por lo tanto, nuestro trabajo de investigación muestra al T_8 (Fibra de palma al 30%), T_2 (Fibra de coco al 10%), T_4 (Fibra de coco al 30%) y T_3 (Fibra de coco al 20%) óptimo con el índice de proporcionalidad biométrica, logrando el mejor balance entre la masa aérea y la masa radicular. Esto se atribuye a que la fibra de coco y palma mejoran la estructura del suelo, lo que favorece el desarrollo tanto de las raíces como de la parte aérea del plantón, además de los nutrientes aportados por la tierra agrícola.

5.2.4. Índice de lignificación

Según Tinoco y Ramírez (2014) nos mencionan que los valores óptimos de lignina en las plantas en vivero están entre el 25 y 30 %. Por los tanto nuestros resultados se contrastan a favor de ello, teniendo 15 tratamientos con resultados óptimos, y 1 que no llegan al margen de error que es el T_8 (Fibra de

palma al 30%) con un resultado de 23.67 %. Sin embargo, Cercado (2022) obtuvo resultados menores a los nuestros que no se encuentran dentro del rango establecido aplicando el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza y cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza + aserrín, tierra agrícola + arena fina, con resultados de 19, 17 y 16 % respectivamente.

5.2.5. Contenido de clorofila

En el indicador contenido de clorofila, según nuestra prueba de tukey (P=0.05) nos indica que la media con mejores resultados fueron las gallinaza y fibra de coco con contenido de 39.34 y 35.93 de clorofila y el que obtuvo el menor resultado fue la fibra de coco al 30% con un contenido de 22.5 de clorofila. Estos resultados son similares a los de Cercado (2022), que obtuvo en su investigación con diferentes sustratos, el que tuvo mejor respuesta fue el sustrato conformado por cascarilla de arroz carbonizada + gallinaza, este obtuvo una media de 30.43 de contenido de clorofila.

CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos, se concluye con lo siguiente:

En términos de desarrollo vegetativo del copoazú a nivel de vivero, se muestran diferencias significativas entre los diferentes sustratos orgánicos y sus concentraciones:

- El estudio permitió evaluar el impacto de diversas fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Tehorboma grandiflorum*). Los resultados indican que el T_{14} compuesta por el sustrato de gallinaza al 10%, influyeron significativamente en la mayoría de indicadores tanto el crecimiento como en la calidad de plantones.
- El estudio evaluó y demostró que el sustrato orgánico de fibra de coco en la variable crecimiento, mejora la estructura del suelo, ya sea en aireación, conductividad hidráulica, pH estable y retención de humedad; sin embargo, no mostró resultados óptimos para mejorar la nutrición del suelo, razón por la que no se obtuvo resultados óptimos en cuanto a crecimiento. En la variable calidad tuvo mejores resultados en el índice de proporcionalidad biométrica.
- La investigación evaluó que el sustrato orgánico de fibra de palma no obtuvo resultados altamente significativos en los indicadores de la variable crecimiento; pero en la variable calidad, obtuvo los mejores resultados en los índices de calidad de Dickson e índice de lignificación en el T_6 (Fibra de palma al 10%).

- El estudio demostró que el sustrato orgánico de cascarilla de arroz carbonizada mejoró la retención del agua y la aireación del sustrato, lo que favoreció en la variable crecimiento en los indicadores diámetro de tallo, diámetro de copa, área foliar. En la variable calidad se obtuvo los mejores resultados en el índice de robustez en el T_{10} (Cascarilla de arroz al 10%).
- En cuanto al sustrato orgánico Gallinaza, se puede afirmar que tanto en la variable crecimiento y calidad, tuvo los mejores resultados en el nivel de 10 %. Esto se debe que la gallinaza tiene la relación carbono/nitrógeno (1) requerido por los plantones, brindándole los nutrientes necesarios al sustrato.

RECOMENDACIONES

- ✓ Ampliar la investigación a campo definitivo, llevando investigaciones futuras en cuanto a calidad, incluyendo el seguimiento de los plantones trasplantados en campo definitivo para evaluar su adaptación y productividad a largo plazo para generarse una base de datos.
- ✓ Llevar a cabo investigaciones que incorporan abonos orgánicos al sustrato, como la gallinaza y la fibra de coco o palma (10%), con el objetivo de mejorar la nutrición y estructura del suelo, asegurando que se mantengan los niveles adecuados para un óptimo desarrollo de las plantas.
- ✓ Divulgar la presente investigación en agricultores interesados en el cultivo y puedan aprovechar la disponibilidad de gallinaza y cascarilla de arroz carbonizada, optimizando las proporciones recomendadas (10%) para obtener plantones de alta calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado Loyola, Z. E. (2023). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de dos clones de Anturium andreanum Lindem.(anturio) en el vivero de Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/75671cbf-2cb8-4e7c-937b-104247f79b90/content

Alvares Navarrete, G. (2019). Evaluación del crecimiento de plantones de Copoazú (Theobroma Grandiflorum Will Ex Spreng Schum) a diferente porcentaje de sombreamiento y tamaños de semilla en fase de vivero en Tingo María. Universidad Nacional Agraria De La Selva. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1502/GKAN_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arbildo Gonzales, G. (2021). Efecto de la aplicación de gallinaza y microorganismos eficientes (em) sobre algunas propiedades químicas y biológicas en un inceptisol de Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4950/B69_UNU_AGRONOMIA_2021_T_GELEN-ARBILDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Baez Mamani, A., & Humpiri Parizela, R. M. (2022). Efecto antimicrobiano del aceite esencial de Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng) K. Schum (Copoazu) frente a bacterias patógenas S. pyogenes y S. aureus. Universidad María Auxiliadora. https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/883

Balarezo Murayari, L. (2019). Características físicas del fruto y químicas de la pulpa del Copoazú (*Theobroma Grandiflorum Will Ex Spreng. Schum*) procedente

de los distritos de Inambari y Las Piedras de la provincia de Tambopata-Madre De Dios 2018. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNA_195e4cf95475b418e201a554001d3ffe

Cajo Pinche, M y Díaz Viteri, J. (2022). Determinación de parámetros óptimos de tostado de semilla de copoazú (Theobroma grandiflorum (Willd ex Spreng) Schum) para la obtención de licor o pasta. Revista agro tecnológica amazónica de la Universidad Nacional de San Martín. http://portal.amelica.org/ameli/journal/605/6053162011/html/

Castro Centeno, S. E., & Pineda Mairena, F. E. (2023). *Crecimiento de plantas de cacao en etapa de vivero por efectos de sustratos orgánicos* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). https://repositorio.una.edu.ni/4714/1/TNF01C355c.pdf

Cercado Delgado, J. R. (2022). Evaluación de la emergencia y crecimiento de plantas de Calycophyllum spruceanum (Benth.) en diferentes sustratos y recipientes en Ucayali, Perú. Universidad Autónoma de Chota. https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/380

Cerda Cruz, K. L. (2021). *Modelos de germinación, crecimiento y parámetros de calidad de Schizolobium parahybum (Vell) en vivero bajo diferentes sustratos orgánicos* (Master's thesis, Universidad Estatal Amazónica). https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1045/1/PROYECTO%20DE%20INNOVACION.pdf

Cuellar Bautista, J y Garrido Bazán, J. (2020). Manejo de vivero forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. https://proyeccion.lamolina.edu.pe/manuales/Manual_Manejo_Vivero_Forestal.pdf

Chairez Aquino, A. Z. (2023). Germinación, crecimiento e índices de calidad en genotipos de ***prunus spp***. para seleccionarse como portainjerto. Tecnológico Nacional de Mexico. http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/6742/1/2-TESIS%20Arcelia%20Zurani.pdf

Chamaya Soto, C. E. (2023). Efecto de los sustratos orgánicos en la calidad de plantones de tres especies forestales en Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8d23e56a-9062-4901-898e-4e440b1847bd/content

Chévez Ruíz, S. (2021). Efectos de tres tipos de sustratos en el crecimiento inicial y calidad de schizolobium parahybum (vell.) s.f.blake (pachaco) a nivel de vivero. Universidad técnica estatal de Quevedo – Ecuador. https://repositorio.uteq.edu.ec/items/7a50511c-1b21-4f9a-9df2-d4a5f40f9a69

Delgado Irene, E. (2014). Efecto de cuatro concentraciones del ácido indolbutírico (Aib), en el enraizamiento de estaquillas semileñosas de Theobroma Grandiflorum (Copoazú). Universidad Nacional Intercultural De La Amazonía. https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1d8176cb-

e63d-4daf-80cd-4cda0c6a68f5/content

Escobar Acevedo, C, Criollo Cruz, D y Herrera, W. (2009). Copoazú (*Tehobroma grandiflorum*) Variabilidad y manejo del cultivo en el piedemonte amazónico. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12869

Estrada Pareja, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. Sistema de Información Científica. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/32691/1/EstradamonicA_2005_ManejoProcesamientoGallinaza.pdf

Estupiñan Reina, E y Sánchez Ibarbo, W. (2019). Plan de empresa para la creación de Fibras de coco, empresa dedicada a la producción y comercialización de fibras y sustrato a partir de la estopa de coco. Universidad Autónoma de Occidente. https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10996/T08570.pdf;sequence=5

FAO. (Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación). (1999). Copoazú (Tehobroma grandiflorum) cultivo y utilización. Manual Técnico. http://otca.org/wp-content/uploads/2021/02/Manual-Tecnico-sobre-Cultivo-y-Utilizacion-del-Copoasu.pdf

Ferreira, M. D. G. R., Rocha, R. B., Gonçalves, E. P., Alves, E. U., & Ribeiro, G. D. (2009). Influência do substrato no crescimento de mudas de cupuaçu

(Theobroma grandiflorum Schum.). *Acta Scientiarum. Agronomy*, *31*, 677-681.

https://www.scielo.br/j/asagr/a/g6CHGp4NsgH434df8BFsYww/

Fonseca, É. D. P., Valéri, S. V., Miglioranza, É., Fonseca, N. A. N., & Couto, L. (2002). Padrão de qualidade de mudas de Trema micrantha (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista árvore*, *26*, 515-523.

https://www.scielo.br/j/rarv/a/BNYqFjJTqcyx3cpjPfXPQgL/

Gonzáles Coral, A. (2012). Frutales nativos, cacao y otros sistemas agroforestales, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos – Perú.

http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/micro/zee_iquitos_nauta/17_Frutales_Nativos.pdf

Instituto Nacional para la Protección de la Competencia y la Propiedad Intelectual (2019). Copoazú. BIOPAT PERÜ.

https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/3180041/Copoaz%C3%BA+1.pdf/4b8464a1-bdb5-a75f-8c08-c72069ddaaa3

La Torre Tello, M. (2023). Efecto de cinco sustratos en la germinación de semillas de Cacao criollo (Theobroma cacao L), bajo condiciones de vivero, San Cristobal – Cajaruro. Universidad Politécnica Amazónica.

https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3575017

Loyola Arcayo, O. (2019). Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plantones de capirona (Calycophyllum spruceanum) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4294

Luna Carvajal, X. (2011). Evaluación del efecto de técnicas de injertos y tipos de ligaduras en plantines de Cupuazú (*Theobroma Grandiflorum*) en la estación experimental de Sapecho. Universidad Mayor De San Andrés. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10254

Montaño Ugalde, R. (2006). Tratamientos pregerminativos y sustratos en la germinación de copoasú (Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) Schum.) y pacay (Inga edulis Martius) en la comunidad de Santa Rosa del Abuná, Pando. Universidad Mayor de San Andrés. _http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10773

Neyra Vasquez, J. (2021). Caracterización química del escobajo y fibra de Palma Aceitera (Elaeis guinnensis Jacq.) para producción de envases biodegradables, Distrito De Neshuya, Ucayali. Universidad Nacional de Ucayali. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5025/B70_UNU_INGENIERIAAMBIENTAL_2021_T_JESSICA-NEYRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Oliva Valle, M., Vacalla Ochoa, F., Pérez Chuquimez, D. & Tucto Chávez, A. (2014). Vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en molinopampa, Amazonas – Perú. Instituto Nacional de

Investigación de la Amazonía. https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/348

Pérez Martínez, S., Noceda, C., Zambrano, O., Parra, D., Córdoba, L., & Sosa, D. (2017). Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. *Revista Ciencia UNEMI*, *10*(24), 19-38.

https://pdfs.semanticscholar.org/04c5/bbf16761a81a38fd3f4766fc971ebd2762a5.pdf

Picolotto, L., Bianchi, V. J., Neto, A. G., & Fachinello, J. C. (2007). Diferentes misturas de substratos na formação de mudas de pessegueiro, em embalagem. *Scientia Agraria*, *8*(2), 119-125. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99516568002

Pizango Vasquez, C. (2015). Dosis de gallinaza y su efecto sobre las características agronómicas en plantones de Swinglea glutinosa “Limón ornamental”, en Yurimaguas – Loreto. 2015. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4445/Christian_Tesis_Titulo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ramos-Huapaya, A. E., & Lombardi-Indacochea, I. R. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “Eucalipto urograndis”. *Revista Forestal del Perú*, *35*(2), 132-145. https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1581

Reyes Quiñonez, J. (2015). Manual diseño y organización de viveros. Consejo nacional de competitividad Santo Domingo, República Dominicana. http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Dise%C3%B1o-y-Organizaci%C3%B3n-de-Viveros.pdf

Rincón Reyna, J.F., Rincón Reyna, P.G., Torres Maravilla, E., Mondragón Rojas, A.G., Sánchez Pardo, M. E., Arana Cuenca, A., Ortiz Moreno, A & Jiménez García, E. (2016). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (Cocos nucifera l.). Escuela Nacional De Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional De México. http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/49.pdf

Rivera Baitug, E. (2022). Efecto de cuatro tipos de sustratos orgánicos en la producción de plantones de Cacao (*Theobroma Cacao L*.) en condiciones de vivero. Universidad Politécnica Amazónica. https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3575098

Rodrígues Fernandes, A., Carvalho, G.J. & César, P. M. (2003). Efecto del fósforo y zinc sobre el crecimiento de plántulas de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* ***Schum***.). *Cerne*, *9*(2), 221-230. https://www.redalyc.org/pdf/744/74409209.pdf

Rodríguez Estrada, Á. F. (2021). Producción de plántulas de Ochroma pyramidale (Cay. ex Lam.) Urb.(balsa) y Tectona grandis Lf (teca) a nivel de vivero con sustratos de carbón activado provenientes de residuos de cosechas agrícolas y forestales.

https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74211d63-6837-4340-b452-2ba95265c35e/content

Rodríguez, A, Campo Rosario, A., & Pérez Flores, A. (2019). Obtención y caracterización de materiales adsorbentes a partir de cascarilla de arroz. Mutis, Research Article. https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/1515/

Sáenz Ramírez, L. (2015). Influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de schizolobium amazonicum (pashaco) en tubetes, Pucallpa – Ucayali. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9c775b58-bff3-4bd7-aa09-1ea82c2647ca/content

Sáenz Reyes, T., Muñoz Flores, H; Pérez, A., Rueda Sánches, A. & Hernández Ramos, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero Morelia. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Mexico. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000600008

Sánchez, D, Arends, E, Villarreal, A y Cegarra, A. (2006). Fenología y caracterización de semillas y plántulas de Theobroma grandiflorum (Willd. ex Sprengel) Schumann. Universidad de los Andes. https://es.scribd.com/document/538981102/Rev-PLANTULA-2-1-49-54-2006

Tinoco López, J y Ramírez Ramírez, O. (2014). Evaluación de la influencia de la

fertilización en el vivero sobre la calidad de la planta de Pinus oocarpa Schiede y su desarrollo inicial en plantación. Universidad Nacional Agraria – Guatemala. https://repositorio.una.edu.ni/2755/1/tnf04t591.pdf

Valdés Zayas, D., Rodríguez Gonzáles, L., Ortíz Arboláez, A., Carrera Sotero, O., Pomares Ortega, U., Cecilia Hernández, M. & Quesada. (2023). Efecto combinado de cascarilla de arroz carbonizada con fertilizante de liberación controlada en el desarrollo de posturas de Coffea arábica L. Variedad" Isla 6_14". *Temas agrarios*, *28*(1), 82-94.e.

https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/3347/5561

Vásquez Mayan, R. (2012). Dosis de cerdaza + cascarilla de arroz y su efecto sobre las características agronómicas y nutricionales del Pasto (Pennisetum sp.), Maralfalfa en – lquitos. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2908

Villanueva Huamaní, L. O. (2018). Efecto de los abonos orgánicos compost, guano de isla y gallinaza en el crecimiento de plantones de cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8891a036-26db-479e-91bd-f4f3ee242eb3/content

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 22a. *ANVA para el indicador Altura de planta*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	464.04	3	154.68	7.81	0.0001	**
Factor B (Niveles)	920.32	3	306.77	15.49	0.0001	**
Bloque	946.56	2	473.28	23.9	0.0001	**
A*B	610.94	9	67.88	3.43	0.0004	**
Error	12953.1	654	19.81			
Total	15897.52	671				
CV = 17.9	*R^2 = 0.19*					

Tabla 23a. *ANVA para el indicador Diámetro de tallo*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	10.88	3	3.63	6.08	0.0004	**
Factor B (Niveles)	6.52	3	2.17	3.64	0.0126	*
Bloque	0.78	2	0.39	0.66	0.5194	ns
A*B	8.27	9	0.92	1.54	0.1298	ns
Error	390.09	654	0.60			
Total	416.61	671				
CV = 15.06	R^2 = 0.06					

Tabla 24a. *ANVA para el indicador Diámetro de copa*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	144.21	3	48.07	16.02	0.0000	**
Factor B (Niveles)	44.47	3	14.82	4.94	0.0066	**
Bloque	37.43	2	18.72	6.24	0.0054	**
A*B	61.33	9	6.81	2.27	0.0446	**
Error	90.02	30	3			
Total	377.46	47				
CV = 7.35	R^2 = 0.76					

Tabla 25a. *ANVA para el indicador Número de hojas por planta*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	332.92	3	110.97	38.32	<0.0001	**
Factor B (Niveles)	51.75	3	17.25	5.96	0.0005	**
Bloque	18.34	2	9.17	3.17	0.0428	*
A*B	165.08	9	18.34	6.33	<0.0001	**
Error	1894.16	654	2.9			
Total	2462.38	671				
CV = 22.00		R^2 = 0.23				

Tabla 26a. *ANVA para el indicador Área foliar*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	27089.19	3	9029.73	16.03	<0.0001	**
Factor B (Niveles)	3407.77	3	1135.92	2.02	0.1126	ns
Bloque	32702.04	2	16351.02	29.02	<0.0001	**
A*B	16989.16	9	1887.68	3.35	0.0007	**
Error	125091.01	222	563.47			
Total	205279.17	239				
CV = 29.19		R^2 = 0.39				

Tabla 27a. *ANVA para el Índice de robustez*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	2.27	3	0.76	1.18	0.3176	ns
Factor B (Niveles)	3.6	3	1.2	1.87	0.1352	ns
Bloque	16.2	2	8.1	12.64	0.0000	**
A*B	4.01	9	0.45	0.7	0.7130	ns
Error	142.22	222	0.64			
Total	168.29	239				
CV = 16.79		R^2 = 0.15				

Tabla 28a. *ANVA para el Índice de calidad de Dickson)*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	1.32	3	0.44	4.11	0.0073	*
Factor B (Niveles)	2.30	3	0.77	7.15	0.0001	**
Bloque	2.17	2	1.09	10.15	0.0001	**
A*B	1.51	9	0.17	1.57	0.1260	ns
Error	23.79	222	0.11			
Total	31.10	239				
CV = 38.43		R^2 = 0.23				

Tabla 29a. *ANVA para el Índice de proporcionalidad biométrica*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	69.45	3	23.15	23.65	<0.0001	**
Factor B (Niveles)	4.52	3	1.51	1.54	0.2048	Ns
Bloque	5.67	2	2.84	2.9	0.0572	Ns
A*B	24.36	9	2.71	2.77	0.0044	**
Error	217.28	222	0.98			
Total	321.29	239				
CV = 33.07		R^2 = 0.32				

Tabla 30a. ANVA para el Índice de lignificación

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Factor A (Sustratos)	50.68	3	16.89	0.56	0.6417	ns
Factor B (Niveles)	247.35	3	82.45	2.73	0.0445	*
Bloque	1259.58	2	629.79	20.89	0.0000	**
A*B	466.75	9	51.86	1.72	0.0856	ns
Error	6693.49	222	30.15			
Total	8717.85	239				
CV = 20.32		R^2 = 0.23				

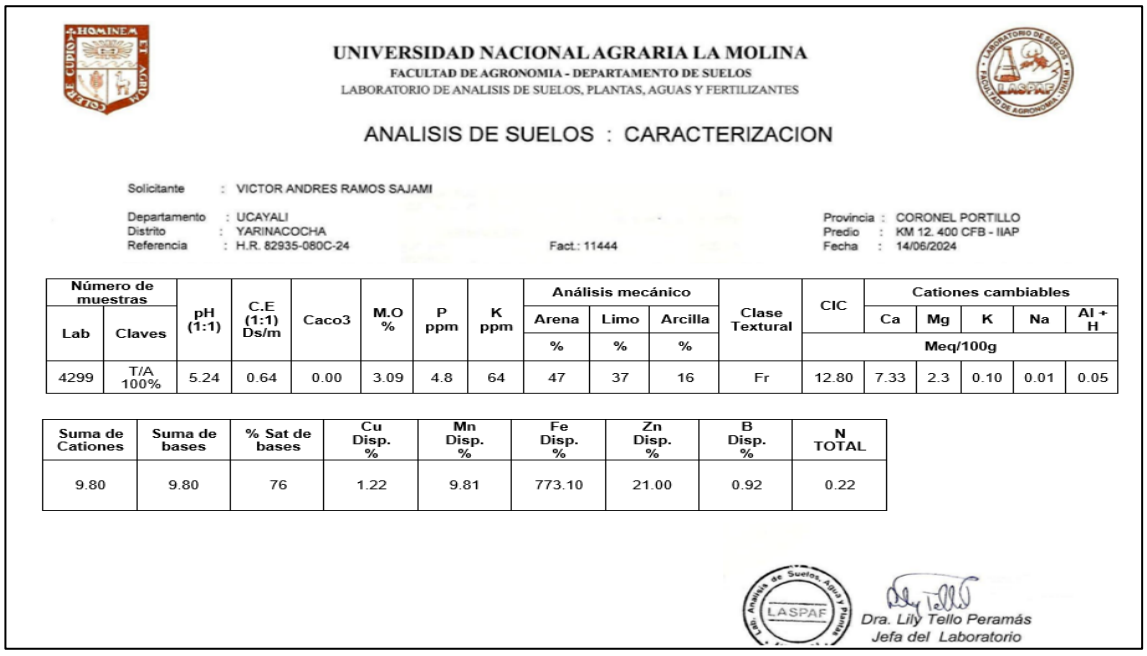
Tabla 31a. *ANVA para el indicador contenido de clorofila*

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Factor A (Sustratos)	396.81	3	132.27	61.98	<0.0001**
Factor B (Sustratos)	229.48	3	76.49	35.84	<0.0001**
Bloque	117.99	2	58.99	27.64	<0.0001**
A*B	239.00	9	26.56	12.44	<0.0001**
Error	64.02	30	2.13		
Total	1047.3	47			
C.V=4.40		$R^{2=}$0.94			

ANEXO 2

Figura 1a.

Análisis de suelo en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : VICTOR ANDRES RAMOS SAJAMI

Departamento : UCAYALI
Distrito : YARINACOCHA
Referencia : H.R. 82935-080C-24

Fact.: 11444

Provincia : CORONEL PORTILLO
Predio : KM 12. 400 CFB - IIAP
Fecha : 14/06/2024

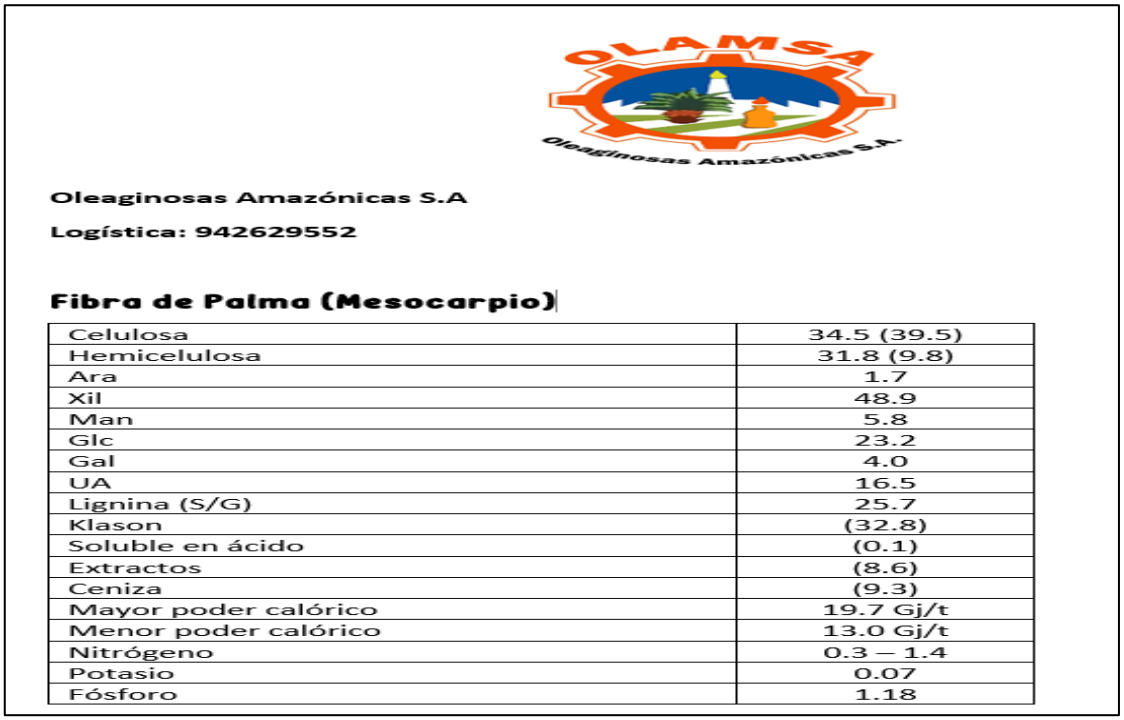
Número de muestras		pH (1:1)	C.E (1:1) Ds/m	Caco3	M.O %	P ppm	K ppm	Análisis mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiables				
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca	Mg	K	Na	Al + H
								%	%	%			Meq/100g				
4299	T/A 100%	5.24	0.64	0.00	3.09	4.8	64	47	37	16	Fr	12.80	7.33	2.3	0.10	0.01	0.05

Suma de Cationes	Suma de bases	% Sat de bases	Cu Disp. %	Mn Disp. %	Fe Disp. %	Zn Disp. %	B Disp. %	N TOTAL
9.80	9.80	76	1.22	9.81	773.10	21.00	0.92	0.22

LASPAF
Dra. Lily Tello Peramás
Jefa del Laboratorio

Figura 2a.

Ficha técnica de la fibra de palma



OLAMSA
Oleaginosas Amazónicas S.A.

Oleaginosas Amazónicas S.A

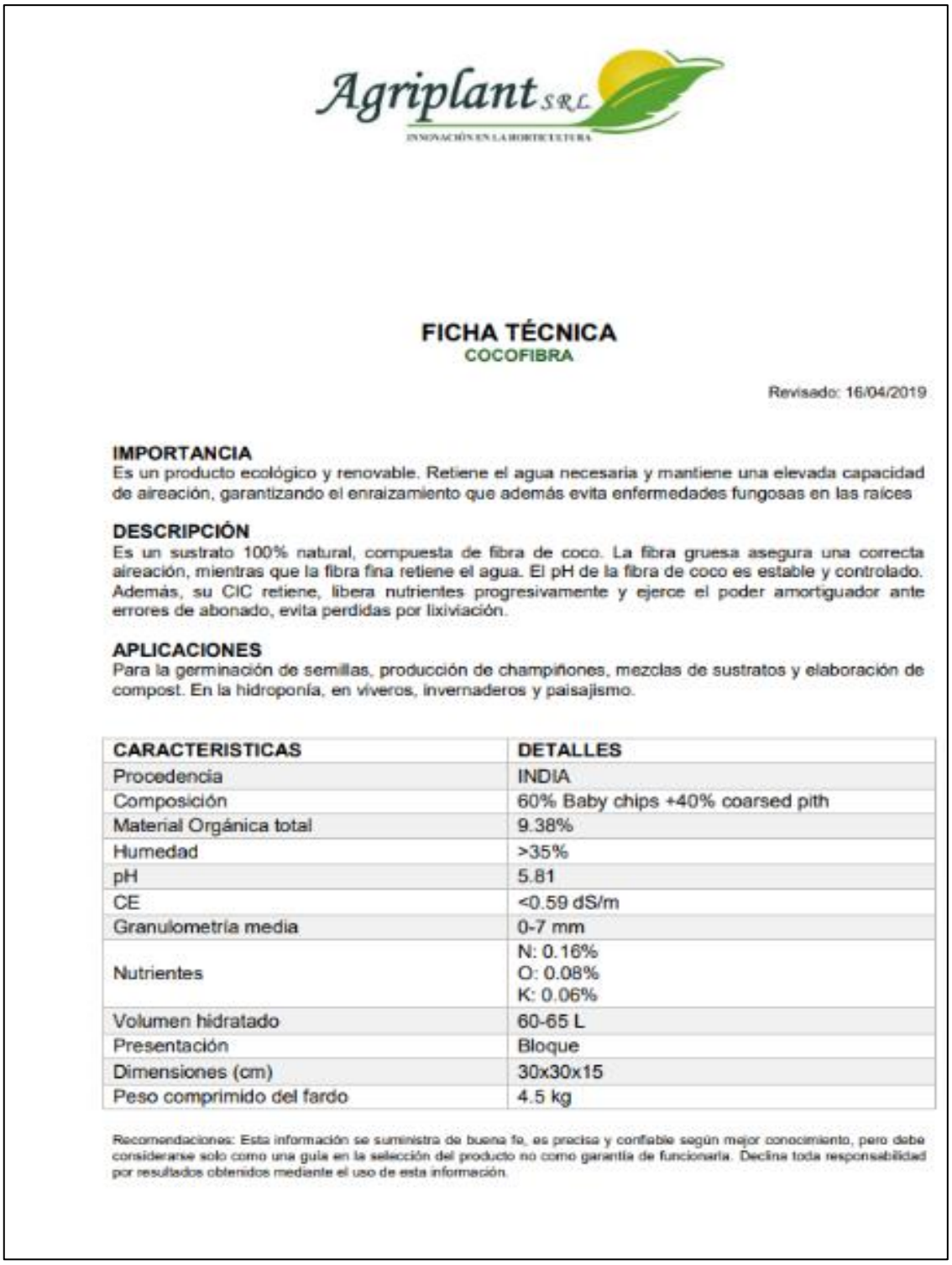
Logística: 942629552

Fibra de Palma (Mesocarpio)

Celulosa	34.5 (39.5)
Hemicelulosa	31.8 (9.8)
Ara	1.7
Xil	48.9
Man	5.8
Glc	23.2
Gal	4.0
UA	16.5
Lignina (S/G)	25.7
Klason	(32.8)
Soluble en ácido	(0.1)
Extractos	(8.6)
Ceniza	(9.3)
Mayor poder calórico	19.7 Gj/t
Menor poder calórico	13.0 Gj/t
Nitrógeno	0.3 – 1.4
Potasio	0.07
Fósforo	1.18

Figura 3a.

Ficha técnica de la fibra de coco



Agriplant S.R.L.
INNOVACIÓN EN LA HORTICULTURA

FICHA TÉCNICA
COCOFIBRA

Revisado: 16/04/2019

IMPORTANCIA
Es un producto ecológico y renovable. Retiene el agua necesaria y mantiene una elevada capacidad de aireación, garantizando el enraizamiento que además evita enfermedades fungosas en las raíces

DESCRIPCIÓN
Es un sustrato 100% natural, compuesta de fibra de coco. La fibra gruesa asegura una correcta aireación, mientras que la fibra fina retiene el agua. El pH de la fibra de coco es estable y controlado. Además, su CIC retiene, libera nutrientes progresivamente y ejerce el poder amortiguador ante errores de abonado, evita perdidas por lixiviación.

APLICACIONES
Para la germinación de semillas, producción de champiñones, mezclas de sustratos y elaboración de compost. En la hidroponía, en viveros, invernaderos y paisajismo.

CARACTERISTICAS	DETALLES
Procedencia	INDIA
Composición	60% Baby chips +40% coarsed pith
Material Orgánica total	9.38%
Humedad	>35%
pH	5.81
CE	<0.59 dS/m
Granulometría media	0-7 mm
Nutrientes	N: 0.16% O: 0.08% K: 0.06%
Volumen hidratado	60-65 L
Presentación	Bloque
Dimensiones (cm)	30x30x15
Peso comprimido del fardo	4.5 kg

Recomendaciones: Esta información se suministra de buena fe, es precisa y confiable según mejor conocimiento, pero debe considerarse solo como una guía en la selección del producto no como garantía de funcionarla. Declina toda responsabilidad por resultados obtenidos mediante el uso de esta información.

Figura 4a.

Ficha técnica de la cascarilla de arroz carbonizada

FICHA TÉCNICA
Cascarilla de Arroz Quemada

FORMATO : BIO - FR - 001			Referencia:	15030 - 15041
			Categoría:	Orgánico
Versión:	001		Presentación:	Paquete de 1 kg Paquete de 10 kg
Fecha:	01/01/2021		Textura:	Sólido granulado

DESCRIPCIÓN GENERAL

La cascarilla de arroz es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo, se encuentra en la parte exterior del grano de arroz maduro compuesta por dos glumas denominadas palea y lemma.

La cascarilla quemada lleva a cabo un proceso de carbonización para aumentar su contenido de fósforo y potasio. Mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, absorción de humedad y el filtraje de nutrientes. A diferencia de la cascarilla cruda, esta tiene más porcentaje de humedad y capilaridad ascensional.

Orgánicos y Minerales

PROPIEDADES

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS		COMPOSICIÓN	
Retención de humedad:	10 – 13 %	Sílice	96,51 %
Punto de fusión:	1.500 o_C	Oxido de potasio	1,1 %
% de cenizas promedio:	20	Oxido de sodio	0,78 %
Densidad (g/cm^3):	0,67 – 0,74	Oxido de calcio	0,25 %
Conductividad (W/mo_C)	0,0359	Oxido de magnesio	0,23 %
pH:	6,0 aprox.	Sulfatos	1,13 %

Figura 5a.

Ficha técnica de la Gallinaza



TITULO DEL DOCUMENTO:	Codigo: HS-PF-01	REVISÓ: Jefe de compostaje
HOJA DE SEGURIDAD	Version 01	APROBÓ:
ABONO NATURAL PUCAFER	Fecha de vigencia: 3/08/2024	Jefe de aseguramiento de la calidad
La versión impresa de este documento se considera una copia no controlada , excepto cuando lleve el sello rojo de "copia controlada"		

PUCAFER
DEL ORIENTE

2.- COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

Caracterización Química: Abono Natural 100% derivado de excretas de gallinas ponedoras.
Símbolos de Peligro:
Frases de Riesgo:
Componentes Peligrosos:

Características Fisicoquímicas

Materia Orgánica (M.O)	39.10%
pH	7.9
Humedad (H)	16%
Relación C / N	9.10

Composición Nutricional

Nitrógeno (N)	1.99%
Fósforo (P_2O_5)	4.04%
Potasio (K_2O)	3.77%
Calcio (CaO)	9.15%
Magnesio (MgO)	2.21%
Fierro (Fe)	853 ppm
Cobre (Cu)	72.0 ppm
Zinc (Zn)	750 ppm
Manganeso (Mn)	675 ppm
Boro (B)	80 ppm
Sodio (Na)	0.32%

3.- IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Este producto esta categóricamente clasificado como NO PELIGROSO.

Fotos del proceso experimental

Figura 6a.

Adquisición de insumos



Figura 7a

Preparación de la cama germinadora



Figura 8a.

Siembra de semillas



Figura 9a.

Riego de cama germinadora



Figura 10a.

Limpieza de vivero



Figura 11a.

Preparación de los insumos - Tierra agrícola





Figura 12a.

Fibra de coco



Figura 13a.

Fibra de palma



Figura 14a.

Cascarilla de arroz carbonizada



Figura 15a.

Gallinaza



Figura 16a.

Preparación de los sustratos



Figura 17a.

Toma de muestras



Figura 18a.

Llenado y colocación de bolsas

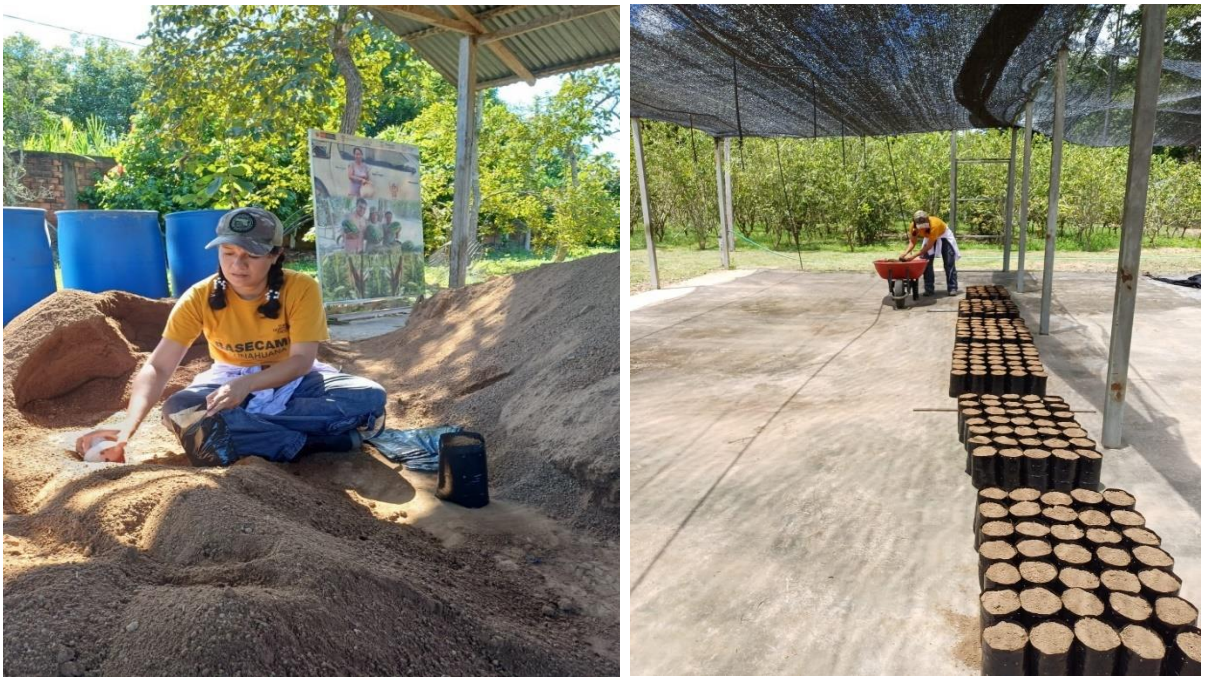


Figura 19a.

Aplicación de fungicida a los sustratos



Figura 20a.

Repique a bolsas



Figura 21a.

Control de plagas y enfermedades



Figura 22a.

Riego



Figura 23a.

Evaluación de los parámetros de crecimiento





Figura 24a.

Evaluación de los índices de calidad



Figura 25a.

Supervisión de los jurados

