

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao



Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao
(Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Carlos Andrés Quiroz Segura

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2024

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Carlos Andrés Quiroz Segura

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

SERGIO ANDRÉS ZABALA VARGAS

Esp. En Gerencia de Proyectos

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2024

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Theobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Contenido

Lista de tablas	6
Lista de figuras	7
Lista de anexos.....	8
Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción del problema	13
1.2 La pregunta de investigación	15
1.3 Los objetivos de investigación	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación	16
2. MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1 Marco de Antecedentes.....	19
2.1.1 Ecuación de búsqueda	19
2.1.2 Temporalidad	19
2.1.3 Resultados y breve síntesis de los trabajos revisados	19
2.2 Marco Teórico	22
2.2.1 El cultivo del cacao (Theobroma cacao L)	22
2.2.2 Taxonomía del Cultivo.....	22
2.2.3 Descripción Botánica.....	23
2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos	23
2.2.5 Métodos de Propagación del Cacao	23
2.2.6 El proceso de germinación.....	24
2.2.7 Los sustratos y su influencia en la germinación.....	24
2.2.8 Agricultura sostenible y prácticas en vivero	25

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Theobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

2.2.9	Aplicaciones del diseño experimental	26
2.3	Marco normativo	26
2.3.1	Leyes nacionales	26
2.3.2	Normas Internacionales	27
2.3.3	Normativas Regionales	27
3.	METODOLOGÍA	27
3.1	Enfoque y alcance de la investigación	27
3.2	Población y muestra.....	28
3.2.1	Definición de la población.....	28
3.2.2	Cálculo y selección de la muestra	28
3.3	Instrumentos.....	29
3.3.1	Instrumento 1: Registro de Datos de Germinación	29
3.3.2	Instrumento 2: Hoja de Evaluación de Sustratos.....	32
3.3.3	Validación de Instrumentos	35
3.4	Descripción de procedimientos	35
3.5	Análisis de información.....	36
3.5.1	Limpieza de Datos	36
3.5.2	Estandarización del Formato de Registro	37
3.5.3	Codificación Estructurada de los Datos	37
3.5.4	Organización para Análisis Estadístico.....	37
3.6	Consideraciones éticas.....	38
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas	38
4.	HIPÓTESIS.....	39
4.1	Las variables	39
4.1.1.	Variable independiente.....	39
4.1.2.	Variables dependientes	39
4.2	Planteamiento de hipótesis	40
5.	RESULTADOS	41
5.1	Evaluación del efecto del Sustrato 1 sobre la germinación	41
5.2	Evaluación del efecto del Sustrato 2 sobre la germinación	46
5.3	Evaluación del efecto del Sustrato 3 sobre la germinación.....	50

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

5.4	Evaluación del efecto del tratamiento testigo sobre la germinación.....	55
5.5	Comparación del efecto entre los sustratos evaluados.....	57
5.6	Propuesta para el Sector Cacaotero en Inírida, Guainía.....	60
5.6.1	Objetivos de la Propuesta.....	60
5.6.2	Estrategias de Implementación.....	61
5.6.3	Beneficios Esperados con la propuesta.....	62
5.7	Discusión.....	63
6.	CONCLUSIONES.....	64
7.	Referencias.....	66
	Anexos.....	69

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Theobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Lista de tablas

Tabla 01:	Relación de germinación, Sustrato 1	41
Tabla 02:	Relación del estado de plántulas tratadas con Sustrato 1, a los 15 días de germinadas	44
Tabla 03:	Características fisicoquímicas del sustrato 1.....	45
Tabla 04:	Relación de germinación, Sustrato 2	46
Tabla 05:	Características fisicoquímicas del sustrato 2.....	49
Tabla 06:	Relación de germinación, Sustrato 3.....	50
Tabla 07:	Características fisicoquímicas del sustrato 3.....	54
Tabla 08:	Relación de germinación, tratamiento Testigo	55
Tabla 09:	Características fisicoquímicas del Tratamiento Testigo.....	56
Tabla 10:	Comparación del porcentaje de germinación	57

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Lista de figuras

Figura 001:	Instrumento 1: Registro de datos de germinación.....	32
Figura 002:	Instrumento 2: Hoja de Evaluación de Sustratos	34
Figura 003:	Porcentaje de germinación, Sustrato 1	44
Figura 004:	Porcentaje de germinación, Sustrato 2.....	49
Figura 005:	Porcentaje de germinación, Sustrato 3	53
Figura 006:	Porcentaje de germinación, Tratamiento Testigo	56
Figura 007:	Comparación del porcentaje de germinación	58
Figura 008:	Comparación de las características fisicoquímicas	59

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Lista de anexos

Anexo 1:	Autorización de uso del vivero para la investigación.....	69
Anexo 2:	Consentimiento informado técnicos Viveristas.....	70
Anexo 3:	Registro de datos de germinación, Sustrato 1.....	72
Anexo 4:	Registro de datos de germinación, Sustrato 2.....	76
Anexo 5:	Registro de datos de germinación, Sustrato 3.....	80
Anexo 6:	Registro de datos de germinación, Testigo.....	84
Anexo 7:	Hoja de evaluación de sustratos.....	88
Anexo 8:	Informe de análisis de suelos, Sustrato 1.....	89
Anexo 9:	Informe de análisis de suelos, Sustrato 2.....	92
Anexo 10:	Informe de análisis de suelos, Sustrato 3.....	95
Anexo 11:	Informe de análisis de suelos, Testigo.....	98

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (*Theobroma cacao* v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Resumen

El proyecto titulado “Análisis comparativo del efecto de tres sustratos sobre la germinación de Cacao (*Theobroma cacao* v. Amanavén) bajo condiciones de vivero en el municipio de Inírida, Guainía” busca mejorar la eficiencia en la germinación de semillas de cacao Amanavén, una variedad nativa de la región con alto potencial comercial. A pesar de su relevancia para el desarrollo agrícola local, la falta de estudios sobre las mejores prácticas de germinación en viveros limita la expansión y sostenibilidad de este cultivo. El problema central identificado es la falta de conocimiento técnico sobre el tipo de sustrato más adecuado para optimizar el proceso de germinación.

El enfoque metodológico utilizado en el estudio es cuantitativo, basado en un diseño experimental. Se evaluaron tres sustratos (mezcla de arena de río, compost de cacao y cascarilla de arroz; mezcla de arena de río, tierra de bosque y cascarilla de arroz; y mezcla de arena de río, tierra negra y gallinaza) comparados con un tratamiento testigo compuesto por arena de río y tierra negra. Las variables evaluadas incluyeron la tasa de germinación, la altura de las plántulas, y las características fisicoquímicas de cada sustrato, como la retención de humedad, la aireación, el pH y la capacidad de nutrientes.

Los resultados indicaron que los sustratos con mayor contenido de materia orgánica y mejor capacidad de retención de humedad presentaron las tasas de germinación más altas. En particular, el sustrato compuesto por compost de cacao y cascarilla de arroz mostró el mejor rendimiento, con un 96.8% de semillas germinadas y un desarrollo más vigoroso de las plántulas en comparación con los otros tratamientos. Este sustrato también favoreció una mejor aireación y un pH óptimo para el cultivo de cacao.

En conclusión, el uso de sustratos con altos niveles de materia orgánica es clave para mejorar la germinación de cacao Amanavén bajo condiciones de vivero. Los hallazgos de este estudio proporcionan recomendaciones prácticas para los agricultores locales y ofrecen una estrategia viable para aumentar la productividad de los viveros en la región de Inírida. Esto contribuirá al fortalecimiento del sector agrícola, promoviendo prácticas sostenibles y mejorando la competitividad del cacao Amanavén en mercados especializados.

Palabras clave: germinación de cacao, sustratos, vivero, *Theobroma cacao*, Amanavén, Inírida.

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Theobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Abstract

The project titled "Comparative Analysis of the Effect of Three Substrates on the Germination of Cacao (Theobroma cacao v. Amanavén) Under Nursery Conditions in the Municipality of Inírida, Guainía" aims to improve the efficiency of cacao germination for the Amanavén variety, a native cacao with high commercial potential. Despite its importance for local agricultural development, the lack of studies on optimal nursery germination practices limits the expansion and sustainability of this crop. The central problem identified is the lack of technical knowledge regarding the most suitable substrate to optimize germination.

The methodological approach used in the study is quantitative, based on an experimental design. Three substrates (a mix of river sand, cacao compost, and rice husk; a mix of river sand, forest soil, and rice husk; and a mix of river sand, black soil, and chicken manure) were evaluated and compared with a control treatment composed of river sand and black soil. The variables assessed included germination rate, seedling height, and the physicochemical properties of each substrate, such as moisture retention, aeration, pH, and nutrient capacity.

The results indicated that substrates with higher organic content and better moisture retention had the highest germination rates. In particular, the substrate composed of cacao compost and rice husk showed the best performance, with 96.8% of seeds germinating and more vigorous seedling development compared to other treatments. This substrate also promoted better aeration and an optimal pH for cacao cultivation.

In conclusion, the use of substrates with high organic matter levels is key to improving the germination of Amanavén cacao under nursery conditions. The findings of this study provide practical recommendations for local farmers and offer a viable strategy to increase nursery productivity in the Inírida region. This will contribute to strengthening the agricultural sector, promoting sustainable practices, and enhancing the competitiveness of Amanavén cacao in specialized markets.

Keywords: cacao germination, substrates, nursery, Theobroma cacao, Amanavén, Inírida.

Introducción

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) es fundamental en el desarrollo económico y social de muchas regiones tropicales del mundo. Este producto no solo es valorado por ser la base del chocolate, sino que también representa una fuente importante de ingresos para millones de pequeños agricultores, especialmente en África, América Latina y Asia. En 2021, la FAO resaltó la importancia de mejorar las prácticas de cultivo, particularmente en la fase de vivero, para asegurar una mayor productividad y sostenibilidad en la industria del cacao (FAO, 2021). La baja tasa de germinación de las semillas es uno de los principales desafíos para optimizar la producción de cacao, problema que afecta tanto a la calidad como a la cantidad del cultivo (Álvarez y Gamboa, 2020).

En Colombia, el cacao ha sido promovido como una alternativa agrícola para regiones como la Amazonía y la Orinoquía, incluyendo el municipio de Inírida, Guainía. Sin embargo, la investigación sobre las condiciones óptimas para la germinación del cacao en estas áreas es limitada, y uno de los factores más críticos es la selección adecuada del sustrato para la germinación en vivero.

De acuerdo con Ramírez et al. (2020), el tipo de sustrato influye directamente en la retención de agua, la provisión de nutrientes y la estabilidad física necesaria para que las plántulas se desarrollen de manera efectiva. En el caso del cacao Amanavén, una variedad nativa de Inírida, mejorar la germinación mediante el uso de sustratos apropiados es clave para aumentar la competitividad del producto en mercados especializados.

El problema de investigación en este proyecto se centra en la falta de estudios que comparen el impacto de diferentes sustratos sobre la germinación del cacao Amanavén bajo condiciones de vivero. La pregunta de investigación se formula de la siguiente manera: ¿cuál es el efecto de tres sustratos diferentes en la germinación del cacao Amanavén en el municipio de Inírida, Guainía?

Este proyecto busca evaluar la incidencia de tres tipos de sustratos en la germinación del cacao *Amanavén*, identificar el sustrato más adecuado y proponer recomendaciones que mejoren el proceso de germinación. El objetivo es generar información científica que permita a los productores locales optimizar sus prácticas de manejo de vivero, mejorando la sostenibilidad y productividad del cultivo.

La metodología aplicada en este estudio se basa en un diseño experimental que compara tres sustratos diferentes en condiciones controladas. El análisis incluye la tasa de germinación, la altura y el vigor de las plántulas. Los resultados preliminares sugieren que los sustratos con mayor contenido de materia orgánica, como el compost y la cascarilla de arroz, presentan mejores tasas de germinación, un hallazgo consistente con estudios previos de Guzmán et al. (2020).

Este informe está estructurado en seis capítulos. El Capítulo 1 presenta el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos. El Capítulo 2 aborda el marco de referencia, donde se discuten estudios relacionados con el uso de sustratos en la germinación de cacao. El Capítulo 3 describe la metodología empleada en el estudio. En el Capítulo 4 se presenta la hipótesis y las variables de estudio, mientras que el Capítulo 5 detalla los resultados obtenidos y su discusión. Finalmente, el Capítulo 6 concluye con las recomendaciones y consideraciones finales de la investigación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La producción de cacao es un componente esencial de la industria alimentaria global, pero enfrenta múltiples problemáticas que impactan tanto a los productores como al medio ambiente. Esta situación es particularmente crítica en países de África Occidental, donde se concentra aproximadamente el 70% de la producción mundial (FAO, 2021). La demanda creciente de chocolate y productos derivados ha llevado a prácticas agrícolas insostenibles, que no solo comprometen la calidad del cacao, sino que también amenazan la biodiversidad y el bienestar de las comunidades productoras.

Una de las principales problemáticas es el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes químicos en la agricultura del cacao. Según Kaimowitz et al. (2020), estas prácticas han incrementado la producción a corto plazo, pero han generado efectos adversos en la salud de los agricultores y en los ecosistemas circundantes. El uso de agroquímicos también contribuye a la contaminación del agua y la degradación del suelo, factores que ponen en riesgo la sostenibilidad de la producción a largo plazo (Morris, 2022).

Además, la desigualdad económica en las cadenas de suministro de cacao es alarmante. La mayoría de los agricultores de cacao, que son en su mayoría pequeños productores, reciben solo una fracción del precio final del chocolate en el mercado internacional. Según el informe de la Organización Internacional del Cacao (ICCO, 2023), muchos de estos agricultores viven por debajo del umbral de pobreza, lo que perpetúa un ciclo de desigualdad y vulnerabilidad.

En este contexto, la selección adecuada de sustratos para la germinación de cacao es un tema de interés internacional, ya que influye directamente en la calidad y viabilidad de las plántulas. Diversos estudios han señalado que el tipo de sustrato utilizado puede afectar factores clave como la retención de humedad, la aireación y la disponibilidad de nutrientes, impactando así en las tasas de germinación y el crecimiento inicial de las plántulas (Murthy & Mathew, 2020).

En Colombia, el cacao es uno de los productos más importantes para la agricultura nacional, especialmente en regiones como la Amazonía y la Orinoquía, donde su cultivo ha sido promovido como alternativa productiva para fomentar el desarrollo económico sostenible (Federación Nacional de Cacaoteros, 2020).

Sin embargo, el rendimiento de la producción nacional todavía está por debajo de su potencial, en parte debido a la limitada investigación sobre las condiciones óptimas para la germinación y el crecimiento inicial de las plantas de cacao en estas áreas. En particular, el uso

de sustratos adecuados para la germinación en vivero es un aspecto crítico que afecta directamente la calidad de las plántulas y, por ende, la productividad futura de los cultivos (Méndez et al., 2019).

A pesar de la investigación existente, aún se requiere profundizar en la comparación de sustratos en contextos específicos, como el municipio de Inírida, Guainía, donde las condiciones ambientales y las prácticas agrícolas locales pueden influir significativamente en los resultados de germinación y el éxito del cultivo de cacao.

El municipio de Inírida, ubicado en el departamento de Guainía, representa una región de gran biodiversidad y potencial agrícola, especialmente en el cultivo del cacao. El cacao *Amanavén* (*Theobroma cacao* v. *Amanavén*), una variedad nativa de la región, ha despertado el interés de productores locales debido a su calidad única y la posibilidad de ser explotada como un producto diferenciado en mercados especiales. Sin embargo, los agricultores en Inírida enfrentan importantes barreras para optimizar la germinación de las semillas de cacao en vivero, lo que limita la propagación efectiva de este cultivo.

Uno de los principales problemas identificados es la falta de conocimiento técnico sobre el tipo de sustrato más adecuado para garantizar una alta tasa de germinación. Los sustratos, que son las mezclas de materiales en los que se siembran las semillas, desempeñan un rol fundamental en la provisión de nutrientes, la retención de agua y el soporte físico de las plántulas. En la región de Inírida, la falta de estudios comparativos sobre el efecto de diferentes sustratos ha llevado a una adopción inconsistente de prácticas de vivero, lo que se traduce en tasas de germinación muy variables, afectando la eficiencia y sostenibilidad de los viveros de cacao (Pérez et al., 2021).

Las causas principales del bajo rendimiento en la germinación de las semillas de cacao en Inírida se relacionan con la escasa investigación adaptada a las condiciones locales de suelo, clima y biodiversidad. El uso inadecuado de sustratos resulta en deficiencias tanto en la nutrición como en el desarrollo inicial de las plántulas, lo que impacta negativamente la supervivencia de las plantas a largo plazo (Ramírez et al., 2020).

Los agricultores, al no contar con acceso a estudios científicos que les brinden orientación sobre las mejores prácticas, suelen utilizar sustratos convencionales o prácticas basadas en la experiencia, lo que no siempre garantiza los mejores resultados.

Otra causa del problema radica en la falta de recursos técnicos y financieros para implementar investigaciones agrícolas avanzadas en esta región remota. Aunque hay iniciativas gubernamentales y de cooperación internacional que promueven el desarrollo agrícola en zonas rurales de Colombia, la investigación sobre sustratos específicos para el cultivo de cacao ha sido

limitada, lo que dificulta la transferencia de conocimiento y tecnología a los pequeños productores (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, 2019).

Las consecuencias de este problema afectan tanto a los productores locales como a la comunidad en general. Un bajo porcentaje de germinación de semillas de cacao no solo retrasa la expansión del cultivo, sino que también impacta negativamente los ingresos de los agricultores, quienes dependen de la eficiencia del proceso de vivero para garantizar una producción constante.

Además, la utilización de sustratos inadecuados puede generar mayores costos en insumos y tiempo, sin garantizar resultados óptimos, lo que desincentiva la inversión en el cultivo de cacao por parte de los pequeños agricultores de Inírida (Rodríguez et al., 2021).

Asimismo, el impacto ambiental de prácticas de germinación ineficientes no debe subestimarse. Un manejo inadecuado de los sustratos y la falta de investigación sobre su sostenibilidad pueden contribuir a la degradación de los suelos locales, afectando no solo la producción de cacao, sino también otros cultivos y la biodiversidad de la región (Cáceres y Vargas, 2022). En términos más amplios, la falta de optimización en la propagación del cacao Amanavén pone en riesgo la viabilidad a largo plazo de este producto como una opción de desarrollo económico sostenible para el municipio de Inírida y la región de Guainía.

1.2 La pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto de comparar, el uso de tres diferentes sustratos, para mejorar el proceso de germinación de Cacao Amanavén (Teobroma Cacao V. Amanavén) sobre el incremento en la producción de plántulas bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Generar una propuesta para mejorar el proceso de germinación de (Teobroma Cacao V. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar la incidencia de cada sustrato frente al mejoramiento en el porcentaje de germinación de semillas de Cacao (*Theobroma Cacao* V. *Amanaven*), bajo condiciones de vivero.

Identificar el sustrato más adecuado para la germinación de Cacao (*Theobroma Cacao* V. *Amanaven*), a través de toma de datos en vivero.

Establecer recomendaciones de manejo y uso del sustrato, que contribuyan al mejoramiento del proceso de germinación de Cacao (*Theobroma Cacao* V. *Amanaven*), bajo condiciones de vivero.

1.4 Justificación de la investigación

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una actividad agrícola de gran relevancia a nivel mundial, destacándose por su impacto económico y social en comunidades productoras de América Latina, África y Asia (FAO, 2021). En Colombia, especialmente en regiones como la Amazonía y la Orinoquía, el cacao representa una opción productiva fundamental, fomentando el desarrollo económico sostenible (Federación Nacional de Cacaoteros, 2020).

En este contexto, la variedad *Amanavén* del cacao (*Theobroma cacao* v. *Amanavén*), nativa del municipio de Inírida en el departamento de Guainía, ofrece un alto potencial tanto para su comercialización como producto diferenciado, como para la mejora de las condiciones socioeconómicas de los productores locales.

Sin embargo, uno de los desafíos clave que enfrenta la producción de cacao en esta región es la baja tasa de germinación de semillas, derivada principalmente de la falta de estudios sobre el manejo adecuado de los sustratos en condiciones de vivero (Méndez et al., 2019; Ramírez et al., 2020).

El uso de sustratos juega un rol esencial en la germinación de semillas, ya que influye en la retención de agua, la provisión de nutrientes y el soporte físico que las plántulas necesitan para un desarrollo inicial saludable (Pérez et al., 2021). En Inírida, la variabilidad en las prácticas de vivero, debido a la escasa investigación local, ha generado tasas de germinación inconsistentes, afectando tanto la eficiencia como la sostenibilidad de la producción agrícola (Cáceres y Vargas, 2022).

Por lo tanto, este proyecto se justifica en la necesidad de generar conocimiento científico sobre las mejores prácticas de manejo de sustratos, con el fin de optimizar la germinación del cacao Amanavén y, en consecuencia, contribuir a mejorar la productividad de los viveros locales.

Estudios previos han demostrado que la selección y el uso adecuado de sustratos pueden mejorar significativamente las tasas de germinación y el desarrollo temprano de plántulas en vivero, permitiendo aumentar la productividad en sistemas agrícolas (Carrillo et al., 2019; Guzmán et al., 2020).

No obstante, en la región de Guainía, esta área de investigación ha sido escasamente explorada, limitando las oportunidades de mejorar la calidad de las plántulas y la eficiencia productiva en el cultivo de cacao (Rodríguez et al., 2021). Ante esta situación, es fundamental realizar estudios comparativos que evalúen el efecto de diferentes sustratos sobre la germinación del cacao, de modo que los productores locales puedan contar con recomendaciones técnicas basadas en evidencia científica.

Este proyecto propone evaluar tres sustratos distintos bajo condiciones controladas de vivero, con el fin de identificar el más adecuado para mejorar la germinación del cacao Amanavén en el municipio de Inírida.

El análisis comparativo proporcionará información valiosa no solo para los agricultores, quienes podrán optimizar sus prácticas de manejo y aumentar su competitividad, sino también para la comunidad científica, que obtendrá datos actualizados sobre las condiciones óptimas para la germinación de esta variedad de cacao.

Además, los resultados de esta investigación podrían ser aplicables en otras regiones con características agroecológicas similares, lo que ampliaría el impacto de los hallazgos a nivel nacional e internacional.

Desde el punto de vista académico, este estudio ofrece una oportunidad para que los investigadores involucrados, especialmente los estudiantes, adquieran experiencia práctica en el diseño experimental, la toma de datos y el análisis de resultados, fortaleciendo sus competencias en el manejo de cultivos tropicales.

La vinculación de instituciones académicas como UNIMINUTO Virtual permitirá consolidar la investigación aplicada en torno a temas de relevancia regional, contribuyendo al desarrollo de soluciones científicas para problemas agrícolas locales.

este proyecto contribuirá de manera significativa a la mejora del proceso de germinación del cacao Amanavén, lo que no solo beneficiará a los pequeños productores de Inírida al incrementar su eficiencia y rentabilidad, sino que también aportará conocimientos replicables en otras zonas productoras de cacao. Además, sus resultados fortalecerán el sector agrícola al

promover la sostenibilidad, mejorar la seguridad alimentaria y fomentar la generación de ingresos, consolidando así el cultivo de cacao como una actividad clave para el desarrollo socioeconómico en regiones tropicales.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

El presente marco de antecedentes tiene como objetivo ofrecer una visión amplia y contextualizada sobre investigaciones previas y literatura relevante al proyecto "Análisis comparativo del efecto de tres sustratos sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero en el municipio de Inírida, Guainía".

Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas especializadas, considerando los últimos siete años para obtener información actualizada y pertinente.

2.1.1 Ecuación de búsqueda

La ecuación de búsqueda utilizada fue:

“germinación de cacao” AND “sustratos” AND “vivero” AND “Theobroma cacao” AND “agricultura sostenible”

Esta búsqueda se aplicó en bases de datos académicas de amplio reconocimiento en el ámbito agrícola y biológico, tales como:

- Scopus
- ScienceDirect
- Google Scholar
- Redalyc
- Scielo

2.1.2 Temporalidad

La temporalidad considerada fue de 2016 a 2023.

2.1.3 Resultados y breve síntesis de los trabajos revisados

En el artículo de autoría de Fernández y Gómez (2016) se presentan resultados de un estudio experimental que profundizó en las propiedades físicas y químicas de varios sustratos

utilizados en viveros de cacao. Los autores hicieron una comparación entre sustratos comerciales y orgánicos, evaluando parámetros como el pH, la capacidad de intercambio catiónico y la retención de humedad. Su metodología incluyó ensayos de germinación controlados con diferentes mezclas de sustratos, encontrando que aquellos con un pH moderado y buena capacidad de intercambio catiónico promovieron una germinación más rápida y uniforme. Este estudio sentó las bases para la comprensión de las propiedades del suelo y su influencia en la producción de cacao, lo que es fundamental para optimizar la calidad de las plántulas.

El trabajo de Jiménez y Díaz (2017) evaluó la eficacia de diferentes sustratos mixtos (arena, humus y tierra negra) en un diseño experimental con bloques al azar, utilizando semillas de cacao en viveros ubicados en zonas tropicales de Colombia. Los resultados mostraron que los sustratos con mayor proporción de humus mejoraban tanto el porcentaje de germinación como la uniformidad del crecimiento de las plántulas. Los autores concluyen que el humus proporciona una fuente importante de nutrientes y retención de humedad, lo que favorece el desarrollo inicial de las plántulas. Este estudio aporta una metodología clara para la evaluación de sustratos y resalta la importancia de la composición orgánica en la mejora de la germinación.

En una investigación realizada por Vargas y Martínez (2017) analizaron la influencia de la capacidad de aireación de los sustratos en la germinación de cacao, utilizando mezclas de perlita y turba. Su enfoque se basó en un diseño experimental con réplicas, midiendo la tasa de germinación y el vigor de las plántulas. Concluyeron que los sustratos con alta capacidad de aireación, como la mezcla de perlita y turba, promovían una mayor eficiencia en la germinación. Este estudio subraya la necesidad de combinar materiales que faciliten el intercambio de oxígeno en el sustrato, lo que es relevante para cultivos en regiones húmedas como Inírida, donde la aireación del suelo puede ser limitada.

El estudio de Moreno y Pérez (2018) se realizó una comparación entre sustratos orgánicos y comerciales, centrándose en la producción de plántulas de cacao en vivero. Utilizaron un diseño experimental con tres tipos de sustratos: estiércol, cascarilla de arroz y un sustrato comercial. Los resultados mostraron que las plántulas cultivadas en sustratos orgánicos presentaban una germinación más rápida y un crecimiento más vigoroso en comparación con los sustratos comerciales. La metodología utilizada incluyó la medición de la altura, vigor y desarrollo radicular de las plántulas. Este estudio destaca la importancia de aprovechar los residuos orgánicos locales, como el estiércol y la cascarilla, para mejorar el rendimiento en viveros, lo que resulta aplicable a regiones como Guainía, donde la disponibilidad de insumos comerciales es limitada.

En un artículo elaborado por Lozada y Valdés (2018) se enfatiza en la evaluación de la influencia de los sustratos de origen vegetal sobre el crecimiento de plántulas de cacao en un vivero experimental, utilizando mezclas de residuos de cultivos, compost y sustratos comerciales. Su investigación incluyó el análisis de la retención de nutrientes y su efecto en la

altura y diámetro de las plántulas. Los resultados demostraron que los sustratos con mayor contenido vegetal mejoraban significativamente la retención de nutrientes, lo que favorecía el desarrollo inicial de las plántulas. Este estudio resalta la relevancia de los sustratos sostenibles en el contexto del cacao, un aspecto clave para garantizar la sostenibilidad agrícola en la región de Inírida.

Una investigación realizada por Carrillo, Rodríguez y Muñoz (2019) analizó el impacto de diferentes sustratos en la producción de plántulas de cacao en vivero, con énfasis en la optimización de la tasa de germinación. El estudio utilizó un diseño factorial con varios tipos de sustratos orgánicos y convencionales. Los autores concluyeron que los sustratos compuestos principalmente por material orgánico, como compost y humus, mostraron una mejor retención de agua y proporcionaron un ambiente favorable para la germinación de semillas de cacao. Este trabajo es relevante por la identificación de materiales orgánicos accesibles que pueden ser utilizados por pequeños productores, lo que es aplicable al contexto del proyecto en Inírida.

En un artículo elaborado por Guzmán, Sánchez y Herrera (2020) muestran los resultados luego de que exploraron el uso de sustratos como factor clave en el establecimiento de cultivos perennes, incluyendo el cacao. El estudio se centró en la evaluación de diferentes componentes orgánicos, como compost y fibra de coco, en un vivero experimental. Los resultados indicaron que los sustratos con mayor contenido de materia orgánica promovían una mayor tasa de supervivencia y un desarrollo más vigoroso de las plántulas. Los autores recomendaron el uso de sustratos orgánicos para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de viveros, una estrategia relevante para los pequeños agricultores de Inírida.

En su estudio Rojas y Rivera (2020) examinaron la relación entre el tipo de sustrato y el desarrollo radicular de plántulas de cacao en viveros amazónicos. Utilizando un diseño experimental con varias combinaciones de sustratos, encontraron que aquellos con mayor retención de humedad favorecían un sistema radicular más robusto y resistente. Este hallazgo es crucial para las condiciones de Inírida, donde la retención de humedad en el suelo puede ser un desafío importante debido a las condiciones climáticas tropicales.

El trabajo realizado por Torres y Mendoza (2021) evaluó la efectividad de sustratos orgánicos como compost y lombricompost en el crecimiento inicial de plántulas de cacao. Mediante un ensayo comparativo en vivero, los autores encontraron que los sustratos orgánicos mejoraban significativamente la estructura del suelo, promoviendo un desarrollo radicular saludable. Este estudio apoya la idea de utilizar materiales orgánicos locales para mejorar la calidad de los viveros de cacao, lo que es de gran relevancia para la sostenibilidad agrícola en Guainía.

En su estudio más reciente Espinosa y Ramírez (2023) analizaron el impacto de los sustratos comerciales sobre la producción de plántulas de cacao. Utilizando un diseño

experimental con réplicas, evaluaron la retención de agua y la porosidad de varios sustratos comerciales. Sus resultados mostraron que la combinación adecuada de estos factores es clave para el éxito en los viveros de cacao. Este trabajo proporciona una referencia importante para evaluar la viabilidad de sustratos comerciales en el contexto del proyecto en Inírida.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L)

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie tropical que se cultiva en diversas partes del mundo por su valor económico y su relevancia en la industria del chocolate. La variedad *Amanavén*, que es el objeto de este estudio, ha sido identificada como una variedad adaptada a las condiciones agroecológicas del departamento del Guainía. Según Jiménez y Díaz (2017), el cultivo de cacao en regiones tropicales enfrenta desafíos como la alta humedad y suelos de baja fertilidad, lo cual requiere prácticas de manejo especializado, especialmente en la fase de vivero.

Investigaciones como las de Espinosa y Ramírez (2023) han demostrado que la elección del sustrato es clave para mejorar la calidad y vigor de las plántulas de cacao. En su estudio, los autores encontraron que los sustratos comerciales y los compuestos por materiales vegetales contribuyen de manera significativa a una mejor germinación y desarrollo radicular.

2.2.2 Taxonomía del Cultivo

En concordancia con planteado por (Raven, Evert & Eichhorn, 2013), la taxonomía del Cacao es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Eudicots

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Theobroma*

Especie: *Theobroma cacao*

2.2.3 Descripción Botánica

Basados en lo establecido por (Álvarez & Gamboa, 2020), se presenta la descripción botánica de la especie *Teobroma cacao* L.:

Tallo: El cacao presenta un tallo recto y robusto, que puede alcanzar alturas de hasta 10 metros. La corteza es generalmente lisa y de color marrón claro. Las ramas son delgadas y se desarrollan en un ángulo agudo respecto al tronco.

Hojas: Las hojas son alternas, simples y elípticas, con márgenes enteros. Tienen un color verde brillante en la parte superior y son más pálidas en la inferior, midiendo entre 10 y 30 cm de longitud.

Flores: Las flores del cacao son pequeñas, de color blanco o rosado, y se agrupan en ramilletes en las ramas. Cada flor tiene cinco pétalos y puede ser polinizada por insectos, especialmente por pequeñas moscas.

Fruto: El fruto, conocido como mazorca, es una baya alargada que puede medir entre 15 y 30 cm. Su cáscara es dura y puede ser de color amarillo, naranja o rojo. Contiene de 20 a 50 semillas rodeadas de una pulpa dulce y aromática.

2.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos

Para ahondar en los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cacao, se puede atender a lo planteado por (Jiménez & Díaz, 2017):

Clima: El cacao requiere un clima tropical, con temperaturas ideales entre 20 °C y 30 °C. Necesita una humedad relativa alta, así como una precipitación anual de entre 1500 y 2000 mm, bien distribuida a lo largo del año.

Suelo: Prefiere suelos bien drenados, ricos en materia orgánica, con un pH entre 5.5 y 7.5. Los suelos franco-arenosos son ideales, ya que ofrecen buen drenaje y retención de nutrientes.

2.2.5 Métodos de Propagación del Cacao

Según (Carrillo et al., 2019), los principales métodos para la propagación de Cacao (*Teobroma cacao* L. *Amanavén*) son los siguientes:

Propagación Sexual: Consiste en el uso de semillas, que deben ser recolectadas de frutos maduros y sanos. Las semillas tienen una alta tasa de germinación si se siembran de inmediato, en condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Propagación Asexual: Esta técnica incluye el uso de injertos y esquejes. La propagación asexual permite obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre, lo cual es ventajoso para mantener características deseadas.

Propagación Bajo Condiciones de Vivero: En viveros, se utilizan bandejas con sustratos específicos para asegurar una germinación y crecimiento óptimos. Es importante controlar la temperatura, la luz y la humedad durante esta etapa.

2.2.6 El proceso de germinación

La germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una plántula. Para que la germinación ocurra de manera eficiente, es necesario que se den ciertas condiciones ambientales adecuadas, tales como temperatura, humedad, y la calidad del sustrato en el que la semilla es sembrada (Raven, Evert & Eichhorn, 2013). En el caso del cacao, la germinación depende de factores específicos que incluyen la calidad de las semillas, la humedad y la retención de nutrientes en el sustrato utilizado (Montenegro et al., 2021).

De acuerdo con Bewley et al. (2013), el proceso de germinación se divide en tres fases: imbibición, activación del metabolismo celular, y la emergencia de la radícula. En la fase de imbibición, la semilla absorbe agua, lo que desencadena los procesos bioquímicos y metabólicos necesarios para el desarrollo inicial de la planta. La activación del metabolismo involucra la síntesis de enzimas y la movilización de reservas energéticas. Finalmente, la emergencia de la radícula señala el comienzo de la formación de la plántula. Estos conceptos son claves para comprender cómo diferentes sustratos pueden influir en el éxito o fracaso del proceso germinativo.

2.2.7 Los sustratos y su influencia en la germinación

Los sustratos son medios físicos, generalmente orgánicos o inorgánicos, en los cuales se siembran semillas para su desarrollo. La elección de un sustrato adecuado es uno de los factores determinantes en la calidad de las plántulas. Según Carrillo et al. (2019), los sustratos proporcionan soporte estructural a las semillas y plántulas, pero también influyen en la disponibilidad de agua, aireación y nutrientes. El balance de estos factores es esencial para una germinación exitosa.

Existen distintos tipos de sustratos que se clasifican en orgánicos (como compost, estiércol o cascarilla de arroz) e inorgánicos (como perlita, arena y vermiculita) (Gómez & Rodríguez, 2020). Los sustratos orgánicos suelen mejorar la retención de humedad y proveer nutrientes esenciales, mientras que los sustratos inorgánicos tienden a favorecer la aireación y el drenaje del sistema radicular. En el contexto de esta investigación, es necesario evaluar cómo los tres sustratos seleccionados afectan la germinación del cacao en el clima húmedo tropical del Guainía.

El trabajo de Guzmán et al. (2020) subraya que los sustratos con alta retención de humedad y buenas propiedades de aireación son ideales para mejorar las tasas de germinación y el desarrollo inicial de las raíces. En estudios con cacao, se ha observado que la cascarilla de arroz, en combinación con materia orgánica, optimiza el crecimiento de las plántulas debido a su capacidad de aireación (Moreno & Pérez, 2018).

En esta investigación, se evaluarán los siguientes sustratos:

Sustrato 1: Mezcla de arena de río (40%), compost a base de cacao (40%) y cascarilla de arroz (20%). Este sustrato es rico en nutrientes y mejora la retención de humedad, favoreciendo el crecimiento inicial de las plántulas.

Sustrato 2: Mezcla de arena de río (40%), tierra de bosque (40%) y cascarilla de arroz (20%). La tierra de bosque proporciona un perfil nutritivo diverso, que puede contribuir al desarrollo radicular.

Sustrato 3: Mezcla de arena de río (40%), tierra negra (30%) y gallinaza (30%). Este sustrato combina la fertilidad de la gallinaza con la retención de humedad de la tierra negra.

Tratamiento Testigo: Sustrato convencional compuesto por arena de río (50%) y tierra negra (50%), utilizado como referencia para comparar la efectividad de los sustratos experimentales.

Estudios previos han indicado que los sustratos con alta retención de humedad y buenas propiedades de aireación, como la cascarilla de arroz, son ideales para mejorar las tasas de germinación y el desarrollo inicial de las raíces (Guzmán et al., 2020; Moreno & Pérez, 2018).

2.2.8 Agricultura sostenible y prácticas en vivero

El concepto de agricultura sostenible ha cobrado relevancia en los últimos años como respuesta a los desafíos ambientales y económicos que enfrentan los agricultores, especialmente en regiones rurales y de biodiversidad crítica como el Guainía. Según Altieri (1995), la agricultura sostenible busca la producción eficiente de alimentos sin comprometer los recursos

naturales para las futuras generaciones. En este contexto, la optimización del uso de sustratos en viveros de cacao es una práctica que puede contribuir a mejorar la sostenibilidad del sistema agroproductivo local.

El manejo de sustratos bajo principios de sostenibilidad implica reducir el uso de recursos no renovables y fomentar el uso de materiales reciclables, como compost y cascarilla de arroz, que son de fácil acceso para los productores locales (Torres & Mendoza, 2021). Además, la selección de sustratos que optimicen el uso de agua y mejoren la retención de nutrientes es crucial en contextos de limitación de recursos como el Guainía.

2.2.9 Aplicaciones del diseño experimental

El diseño experimental es una herramienta fundamental para la investigación agrícola, ya que permite evaluar de manera objetiva los efectos de diferentes variables sobre un cultivo. En este proyecto, el diseño experimental consiste en comparar tres sustratos bajo condiciones controladas de vivero, con el fin de determinar su influencia en la germinación de las semillas de cacao. Según Montgomery (2017), la selección de un diseño adecuado permite garantizar que los resultados obtenidos sean significativos y válidos, minimizando la variabilidad debida a factores externos.

El uso de bloques al azar y la réplica de tratamientos son estrategias clave en el diseño experimental para asegurar la validez de los resultados en este tipo de estudios, como lo sugieren autores como Rojas y Rivera (2020).

2.3 Marco normativo

2.3.1 Leyes nacionales

Ley 1530 de 2012 - Ley de Desarrollo Rural y Agricultura Familiar. Esta ley establece los principios para el desarrollo rural y la agricultura familiar en Colombia, promoviendo la sostenibilidad y la optimización de recursos. Asegura que los proyectos agrícolas, incluidos los de producción de cacao, deben cumplir con criterios de sostenibilidad y desarrollo integral (Congreso de la República de Colombia, 2012).

Decreto 1844 de 1994 - Reglamento para la Protección y Control de Plaguicidas. Este decreto regula la utilización de plaguicidas en la agricultura, estableciendo requisitos para su uso y manejo seguro, lo cual es relevante para las prácticas de vivero que pueden incluir tratamientos de semillas y sustratos (Gobierno de Colombia, 1994).

Resolución 531 de 2018 - Regulación del Manejo de Residuos y Subproductos de la Actividad Agropecuaria. Esta resolución establece normas para la gestión de residuos generados en actividades agrícolas, como los sustratos utilizados en viveros, asegurando prácticas que minimicen el impacto ambiental (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

2.3.2 Normas Internacionales

Normas de la Organización Internacional del Cacao (ICCO). La ICCO proporciona directrices sobre las prácticas óptimas para la producción y manejo del cacao, incluyendo recomendaciones sobre sustratos y condiciones de germinación para garantizar la calidad del cultivo (International Cocoa Organization, 2020).

Directrices del Programa de Agricultura Sostenible de la FAO. La FAO ofrece directrices sobre prácticas sostenibles en la agricultura, enfocándose en el uso eficiente de recursos y la gestión de sustratos en viveros para mejorar la productividad y sostenibilidad (FAO, 2019).

2.3.3 Normativas Regionales

Resolución 165 de 2017 - Normativa Ambiental del Departamento de Guainía. Esta resolución establece las normativas ambientales específicas para el departamento de Guainía, regulando las prácticas agrícolas para proteger los ecosistemas locales y promover el uso sostenible de los recursos naturales (Gobernación de Guainía, 2017).

Plan de Manejo Ambiental del Guainía. Este plan proporciona directrices para la gestión ambiental en el departamento de Guainía, incluyendo aspectos relacionados con el manejo de sustratos y la protección de los recursos hídricos y del suelo en actividades agrícolas (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2021).

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que se centra en la medición y comparación objetiva del efecto de tres diferentes sustratos sobre la germinación de semillas de cacao (*Theobroma cacao* v. *Amanavén*).

La investigación busca determinar cuál de los sustratos seleccionados optimiza mejor el proceso de germinación bajo condiciones de vivero mediante la recolección y análisis de datos

numéricos. Se emplearán técnicas estadísticas para evaluar las diferencias en tasas de germinación y el crecimiento de las plántulas en función de los sustratos, permitiendo generar conclusiones basadas en evidencias cuantificables.

La metodología se orienta hacia la intervención controlada de variables para medir cambios específicos y evaluar los resultados en función de los objetivos establecidos.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

La población objeto de estudio está constituida por las semillas de cacao (*Theobroma cacao* v. Amanavén) que se utilizarán en los viveros del municipio de Inírida, Guainía. Esta población incluye todas las semillas disponibles para el experimento y los sustratos utilizados para su germinación. Se considera toda la población de semillas de cacao de la variedad Amanavén disponibles en el vivero para asegurar una representación adecuada del fenómeno investigado.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo probabilístico estratificado, donde las semillas fueron divididas en tres estratos según el tipo de sustrato a evaluar. Se calculó el tamaño de muestra necesario para cada estrato utilizando una fórmula para muestras grandes en estudios comparativos, considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 \cdot p(1 - p)}{E^2}$$

Donde:

Z es el valor de Z para un nivel de confianza del 95% (1.96),

p es la proporción estimada (0.5, para máxima variabilidad),

E es el margen de error (0.05).

Entonces:

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5(1 - 0,5)}{0,05^2}$$

$$n \approx 384$$

Esto arrojó como resultado, un tamaño de muestra de aproximadamente 384 semillas por estrato. Los criterios de inclusión para las semillas son que sean frescas, viables y de la misma variedad. Se excluyeron las semillas dañadas o que no cumplan con los requisitos de viabilidad.

Como se utilizó un muestreo probabilístico estratificado, este tamaño de muestra (384) se distribuyó entre los diferentes sustratos que se están evaluando. En tal sentido, ya que hay cuatro sustratos (incluido el testigo), a cada sustrato le corresponden 86 semillas.

3.3 Instrumentos

3.3.1 Instrumento 1: Registro de Datos de Germinación

- Objetivo: Capturar y registrar la tasa de germinación.
- Estructura: Formato estandarizado para registrar la fecha de siembra, fecha de germinación.
- Categorías: Fecha de siembra, fecha de germinación, días transcurridos, altura (cm), estado (saludable, débil, muerto).
- Variables: Tasa de germinación, altura de plántulas, vigor.
- Formato: Físico y digital.

3.3.1.1 Preparación del Instrumento 1.

- Formato Físico: Se creó un formato estandarizado impreso que incluirá las siguientes categorías:
 - Fecha de Siembra
 - Fecha de Germinación
 - Días Transcurridos (calculado automáticamente)
 - Altura (cm)
 - Estado (Saludable, Débil, Muerto)

- Formato Digital: Se diseñó una hoja de cálculo en Excel con las mismas categorías mencionadas. La hoja se estructuró en columnas para facilitar la captura y el análisis de datos.

3.3.1.2 Registro de Datos Físicos en el Instrumento 1

- Entrenamiento del Personal: Se capacitó al personal encargado de la recolección de datos sobre cómo completar el formato físico. Esto incluyó:
 - La forma correcta de registrar la fecha de siembra y la fecha de germinación.
 - Cómo medir la altura de las plántulas utilizando una regla o cinta métrica.
 - Cómo clasificar el estado de cada plántula según los criterios definidos.
- Frecuencia de Registro: Se estableció un cronograma para la toma de datos:
 - Inmediatamente después de la siembra: Registro de la fecha de siembra.
 - Diariamente: Revisión del estado de las plántulas para registrar la fecha de germinación, altura y estado.
 - Después de la germinación: Cálculo de los días transcurridos desde la siembra.

3.3.1.3 Registro de Datos Digital en el Instrumento 1

- Entrada de Datos en Excel:
 - Creación de la Hoja: La hoja de Excel tiene las siguientes columnas:
 - A: Fecha de Siembra
 - B: Fecha de Germinación
 - C: Días Transcurridos (calculado con fórmula)
 - D: Altura (cm)
 - E: Estado

- Fórmulas Automáticas: La columna "Días Transcurridos" se calcula automáticamente utilizando la fórmula =B2-A2 (donde A2 y B2 son las celdas de las fechas correspondientes).
- Formato Condicional: Se aplicó formato condicional para resaltar automáticamente las plántulas que estén en estado "Débil" o "Muerto".

3.3.1.4 Revisión y Validación de Datos Instrumento 1

- Control de Calidad: Se estableció un procedimiento de revisión semanal donde un supervisor comprobó el formato físico y el digital para asegurar que los datos sean precisos y consistentes.
- Actualización de Datos: Los datos del formato físico se transfirieron a la hoja de Excel de manera semanal para mantener la información actualizada.

3.3.1.5 Análisis de Datos del Instrumento 1

- Análisis Cuantitativo: Una vez completados los registros, se realizó un análisis de la tasa de germinación, la altura promedio de las plántulas y la proporción de plántulas en cada categoría de estado, el cual se relaciona a detalle en el numeral 5.
- Gráficos y Visualizaciones: En Excel, se crearon gráficos para visualizar la tasa de germinación y el crecimiento de las plántulas en función de los diferentes sustratos.

3.3.1.6 Almacenamiento y Respaldo de Datos del Instrumento 1

- Copias de Seguridad: Se realizó un respaldo semanal de la hoja de Excel en una unidad externa o en la nube para evitar la pérdida de datos.

Figura 001. Instrumento 1: Registro de datos de germinación

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN ²	SUSTRATO	DIAS TRANSCURRIDOS PARA LA GERMINACIÓN	ALTURA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN (cm)	ESTADO	OBSERVACIONES
1	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	7,0	Saludable	Crecimiento normal
2	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	6,8	Débil	Necesita más riego
3	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	8	6,2	Saludable	Crecimiento rápido
4	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	9	5,0	Débil	Necesita más riego

Fuente: Esta investigación, 2024

3.3.2 Instrumento 2: Hoja de Evaluación de Sustratos

- Objetivo: Evaluar la calidad y las características físicas y químicas de los sustratos utilizados.
- Estructura: Cuestionario con secciones para evaluar la retención de humedad, aireación, pH, y capacidad de nutrientes.
- Categorías: Retención de humedad, aireación, pH, capacidad de nutrientes.
- Variables: Humedad (%), aireación (volumen), pH, nutrientes (ppm).
- Formato: Físico y digital.

3.3.2.1 Preparación del Instrumento 2

- Formato Físico: Se diseñó un cuestionario impreso que incluirá secciones para evaluar:
 - Retención de Humedad
 - Aireación
 - pH
 - Capacidad de Nutrientes

Cada sección contiene las siguientes subcategorías:

- Retención de Humedad (%): Porcentaje de humedad en el sustrato.
- Aireación (volumen): Medida de la porosidad del sustrato.
- pH: Nivel de acidez o alcalinidad del sustrato.
- Nutrientes (ppm): Concentración de nutrientes disponibles en partes por millón.

- Formato Digital: Se creó una hoja de cálculo en Excel con las mismas secciones y categorías, permitiendo un registro sistemático y fácil análisis.

3.3.2.2 Registro de Datos Físico en el Instrumento 2

- Entrenamiento del Personal: Se capacitó al personal sobre cómo realizar las mediciones y registrar los datos, incluyendo:
 - Métodos para medir la retención de humedad y aireación.
 - Uso de un medidor de pH para obtener el valor de acidez.
 - Métodos para la evaluación de nutrientes, como el uso de kits de análisis laboratorios.
- Frecuencia de Registro: Se estableció un cronograma de evaluación:
 - Semanal: Se realizaron mediciones en cada sustrato, registrando los resultados en el formato físico.

3.3.2.3 Registro de Datos Digital Instrumento 2

- Entrada de Datos en Excel:
 - Creación de la Hoja: La hoja de Excel tendrá las siguientes columnas:
 - A: Sustrato
 - B: Retención de Humedad (%)
 - C: Aireación (volumen)
 - D: pH
 - E: Nutrientes (ppm)

3.3.2.4 Revisión y Validación de Datos Instrumento 2

- Control de Calidad: Se implementó un procedimiento de revisión donde un supervisor verificó tanto el formato físico como el digital para asegurar la precisión y consistencia de los datos.
- Actualización de Datos: Se transfirieron los datos del formato físico a la hoja de Excel semanalmente, asegurando que la información esté actualizada y organizada.

3.3.2.5 Análisis de Datos Instrumento 2

- Análisis Cuantitativo: Se analizaron los datos recolectados para evaluar la calidad de cada sustrato en función de las variables medidas.
- Visualización: Se crearon gráficos en Excel que muestran comparaciones entre los diferentes sustratos, facilitando la identificación de los más adecuados.
- Los resultados y análisis se relacionan a detalle en el numeral 5.

3.3.2.6 Almacenamiento y Respaldo de Datos Instrumento 2

- Copias de Seguridad: Se realizaron respaldos semanales de la hoja de Excel en unidades externas o en la nube para proteger los datos recolectados.

Figura 002. Instrumento 2: Hoja de Evaluación de Sustratos

ÍTEM	FECHA DE EVALUACIÓN	SUSTRATO	RETENCIÓN DE HUMEDAD (%)	AIREACIÓN (volumen)	pH	CAPACIDAD DE NUTRIENTES (ppm)	OBSERVACIONES
1	2424-08-01	Sustrato 1	60	20%	6,5	150	Adecuado para germinar
2	2424-08-01	Sustrato 2	55	15%	6,2	120	Necesita más aireación
3	2424-08-01	Sustrato 3	70	18%	6,8	180	Buen balance general
4	2424-08-01	Testigo	50	16%	6,2	110	Necesita más aireación

Fuente: Esta investigación, 2024

3.3.3 Validación de Instrumentos

- Juicio de expertos: Se realizó una validación de constructo mediante juicio de expertos en agronomía y manejo de cultivos, incluyendo al asesor disciplinar.
- Validación de confiabilidad: Se llevó a cabo una prueba piloto con una muestra preliminar para asegurar la fiabilidad y consistencia de los datos recolectados.

3.4 Descripción de procedimientos

Fase 1: Preparación y Diseño

- Actividad 1.1: Selección y preparación de los sustratos a evaluar (mezcla 1, mezcla 2, mezcla 3) y acondicionamiento de las camas de germinación.
- Actividad 1.2: Preparación de semillas y tratamientos preliminares (desinfección y estratificación si es necesario).

Fase 2: Ejecución del Experimento

- Actividad 2.1: Siembra de semillas en los sustratos preparados en condiciones controladas de vivero.
- Actividad 2.2: Monitoreo diario de las condiciones ambientales (temperatura, humedad) y registro de datos de germinación en intervalos regulares.

Fase 3: Evaluación y Análisis

- Actividad 3.1: Recolección de datos sobre la tasa de germinación, altura de las plántulas y estado general de salud.
- Actividad 3.2: Análisis de datos utilizando herramientas estadísticas para comparar la eficacia de los diferentes sustratos.

Fase 4: Informe y Recomendaciones

- Actividad 4.1: Elaboración del informe final con los resultados y conclusiones del estudio.
- Actividad 4.2: Presentación de recomendaciones para la selección de sustratos óptimos para la germinación de cacao en el municipio de Inírida, Guainía.

3.5 Análisis de información

Los datos recolectados fueron analizados utilizando herramientas estadísticas como ANOVA (Análisis de Varianza) para determinar si hay diferencias significativas en la tasa de germinación y crecimiento entre los diferentes sustratos. Se utilizó software especializado como SPSS o R para la realización de análisis estadísticos. Se aplicaron pruebas de hipótesis para validar la efectividad de los sustratos y se presentarán los resultados en tablas y gráficos para una interpretación clara.

En el proceso análisis de la información, se realizó limpieza de datos, tratamiento y organización de los datos previo a su codificación. A continuación, se describen los pasos, que abarcan desde la preparación inicial hasta la estructura final de los datos:

3.5.1 Limpieza de Datos

La limpieza de datos es el proceso de identificar y corregir errores o inconsistencias en los datos, con el fin de mejorar su calidad y utilidad para el análisis" (Batini & Scannapieco, 2016). En tal sentido para la presente investigación se realizaron las siguientes acciones

- **Eliminación de datos erróneos o incompletos:** Se Aseguró la revisión del Instrumento 1 y el Instrumento 2, eliminando cualquier registro de plántulas o mediciones incompletas o incorrectas. Por ejemplo, si algunos registros no contenían las fechas de germinación o tienen inconsistencias entre la altura y el estado de las plántulas, dichos datos deberían ser excluidos del análisis.
- **Tratamiento de valores perdidos:** Si faltaban datos en ciertas observaciones. Por ejemplo, si una medición de altura no se realizó, se utilizó imputación de valores basada en promedios o tendencias.
- **Normalización y corrección de errores:** Se verificó la consistencia de las unidades de medida y aseguró de que los datos de altura, pH, y porcentaje de humedad estuviesen normalizados para evitar discrepancias.

3.5.2 Estandarización del Formato de Registro

Se establecieron formatos claros y uniformes para la recolección de datos lo cual resultó crucial para evitar confusiones:

Se aseguró que las categorías de los instrumentos fuesen claras y uniformes, como se detalla en la sección de los Instrumentos en el numeral 3.3 del presente documento. Por ejemplo, los ítems de las tablas del Instrumento 1 (fecha de siembra, germinación, días transcurridos, altura, etc.) deben estar perfectamente organizados.

Se utilizó una estructura digital como Excel para registrar automáticamente los cálculos, como ya se mencionó en el informe con el cálculo de "Días Transcurridos".

3.5.3 Codificación Estructurada de los Datos

Al finalizar la limpieza, se siguió una codificación adecuada para el análisis de los datos en las siguientes categorías:

- **Categorías por tipo de sustrato:** Se agruparon los datos según el tipo de sustrato (Sustrato 1, 2, 3, y testigo) para realizar análisis comparativos más fáciles.
- **Variables numéricas y categóricas:** Se aseguró la diferenciación entre variables numéricas (altura, porcentaje de humedad, etc.) y categóricas (estado de las plántulas, tipo de sustrato). Esto facilitó el análisis estadístico.
- **Etiquetas descriptivas:** Se utilizó etiquetas claras en los registros para cada observación. Por ejemplo, "Saludable", "Débil" o "Muerto" para describir el estado de las plántulas, con explicaciones consistentes para cada categoría.

3.5.4 Organización para Análisis Estadístico

A fin de que los datos pudieran ser analizados estadísticamente, se aseguró que la estructura fuese compatible con el software utilizado.

- **Codificación numérica para variables categóricas:** Se convierte las categorías cualitativas en valores numéricos (por ejemplo, "Saludable = 1", "Débil = 2", "Muerto = 3") para facilitar la manipulación estadística.

- **Verificación de las correlaciones:** Se revisó la relación entre las variables, especialmente entre las características fisicoquímicas del sustrato (pH, retención de humedad) y la tasa de germinación, para identificar patrones clave.

Documentación del Proceso

Para mantener la transparencia y trazabilidad en el proceso de tratamiento de datos, se documentó cada paso que realices en la limpieza y organización. Esta documentación incluye:

- Criterios para la eliminación de datos.
- Explicación de cómo se manejaron los valores faltantes.
- Justificación de la codificación y categorización de los datos.
- Respaldo y Almacenamiento de los Datos

3.6 Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

En cumplimiento con las normas de ética de investigación de UNIMINUTO y la comunidad científica, se asegurarán las siguientes prácticas:

- **Consentimiento Informado:** Se obtuvo autorización de la persona responsable del vivero y de los participantes involucrados en el manejo y cuidado de las semillas, los cuales se encuentran al detalle en la sesión de anexos.
- **Confidencialidad:** Los datos recolectados se mantendrán confidenciales y se utilizarán únicamente para los fines del proyecto de investigación.
- **Responsabilidad Ambiental:** Se siguieron las normativas ambientales vigentes para el manejo de sustratos y residuos, minimizando el impacto ambiental del proyecto.
- **Integridad Científica:** Se garantizó la transparencia y precisión en la recolección, análisis e interpretación de datos, evitando cualquier tipo de manipulación o sesgo en los resultados.

4. HIPÓTESIS

4.1 Las variables

4.1.1. Variable independiente

La variable independiente es aquella que en el marco de la investigación se manipula o controla para observar su efecto sobre la variable dependiente. En este estudio, la variable independiente es:

- **Tipo de Sustrato:** Este es el factor que se modificó y comparó para evaluar su efecto en la germinación del cacao. En esta investigación, se trataron tres tipos de sustratos distintos.

Cada sustrato representa un nivel de la variable independiente. Estos sustratos están compuestos de la siguiente manera:

- Sustrato 1: Mezcla de arena de río (40%), compost a base de cacao (40%) y cascarilla de arroz (20%).
- Sustrato 2: Mezcla de arena de río (40%), tierra de bosque (40%) y cascarilla de arroz (20%).
- Sustrato 3: Mezcla de arena de río (40%), tierra negra (30%) y gallinaza (30%).

También se incluye un tratamiento testigo a base de sustrato convencional (arena de río 50% + 50% tierra negra).

Cada uno de estos sustratos se aplicó a las semillas de cacao bajo las mismas condiciones controladas de vivero.

4.1.2. Variables dependientes

Las variables dependientes son aquellas que se espera que cambien en respuesta a la manipulación de la variable independiente. En esta investigación, las variables dependientes son:

- **Tasa de Germinación:**

Definición: Porcentaje de semillas de cacao que germinan en cada tipo de sustrato.

Medición: Se calcula como el número de semillas germinadas dividido por el número total de semillas sembradas, multiplicado por 100.

- **Altura de las Plántulas:**

Definición: Longitud medida desde la base hasta la punta de las plántulas de cacao después de un período determinado de crecimiento.

Medición: Se mide en centímetros (cm) utilizando una regla o calibrador.

- **Estado General de Salud de las Plántulas:**

Definición: Condición general de las plántulas, evaluada en términos de vigor y salud. Esto puede incluir aspectos como la coloración de las hojas, la presencia de enfermedades o plagas, y la robustez general.

Medición: Se clasifica en categorías como saludable, débil o muerto.

4.2 Planteamiento de hipótesis

Al menos uno de los tres sustratos comparados, mejora la germinación de Cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*) bajo condiciones de vivero.

5. RESULTADOS

5.1 Evaluación del efecto del Sustrato 1 sobre la germinación

Tabla 01. Relación de germinación, Sustrato 1

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
1	2424-08-01	2424-08-08	7
2	2424-08-01	2424-08-08	7
3	2424-08-01	2424-08-09	8
4	2424-08-01	2424-08-08	7
5	2424-08-01	2424-08-08	7
6	2424-08-01	2424-08-09	8
7	2424-08-01	2424-08-08	7
8	2424-08-01	2424-08-08	7
9	2424-08-01	2424-08-08	7
10	2424-08-01	2424-08-09	8
11	2424-08-01	2424-08-09	8
12	2424-08-01	2424-08-08	7
13	2424-08-01	2424-08-08	7
14	2424-08-01	2424-08-08	7
15	2424-08-01	2424-08-08	7
16	2424-08-01	2424-08-08	7
17	2424-08-01	2424-08-08	7
18	2424-08-01	2424-08-08	7
19	2424-08-01	2424-08-08	7
20	2424-08-01	2424-08-09	8
21	2424-08-01	2424-08-08	7
22	2424-08-01	2424-08-08	7
23	2424-08-01	2424-08-08	7
24	2424-08-01	2424-08-09	8
25	2424-08-01	2424-08-08	7
26	2424-08-01	2424-08-08	7
27	2424-08-01	2424-08-08	7
28	2424-08-01	2424-08-09	8
29	2424-08-01	2424-08-08	7
30	2424-08-01	2424-08-08	7
31	2424-08-01	2424-08-09	8
32	2424-08-01	2424-08-08	7
33	2424-08-01	2424-08-08	7

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

42

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
34	2424-08-01	2424-08-09	8
35	2424-08-01	2424-08-08	7
36	2424-08-01	2424-08-08	7
37	2424-08-01	2424-08-08	7
38	2424-08-01	2424-08-08	7
39	2424-08-01	2424-08-09	8
40	2424-08-01	2424-08-08	7
41	2424-08-01	2424-08-09	8
42	2424-08-01	2424-08-08	7
43	2424-08-01	2424-08-09	8
44	2424-08-01	2424-08-08	7
45	2424-08-01	2424-08-09	8
46	2424-08-01	2424-08-09	8
47	2424-08-01	2424-08-09	8
48	2424-08-01	2424-08-08	7
49	2424-08-01	2424-08-08	7
50	2424-08-01	2424-08-09	8
51	2424-08-01	2424-08-08	7
52	2424-08-01	2424-08-08	7
53	2424-08-01	2424-08-08	7
54	2424-08-01	2424-08-09	8
55	2424-08-01	2424-08-09	8
56	2424-08-01	2424-08-08	7
57	2424-08-01	2424-08-08	7
58	2424-08-01	2424-08-08	7
59	2424-08-01	2424-08-08	7
60	2424-08-01	NA	NA
61	2424-08-01	2424-08-08	7
62	2424-08-01	2424-08-08	7
63	2424-08-01	2424-08-09	8
64	2424-08-01	2424-08-09	8
65	2424-08-01	2424-08-09	8
66	2424-08-01	2424-08-08	7
67	2424-08-01	2424-08-08	7
68	2424-08-01	2424-08-09	8
69	2424-08-01	2424-08-08	7
70	2424-08-01	2424-08-09	8
71	2424-08-01	2424-08-09	8
72	2424-08-01	2424-08-08	7
73	2424-08-01	2424-08-09	8

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

43

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
74	2424-08-01	2424-08-09	8
75	2424-08-01	2424-08-09	8
76	2424-08-01	2424-08-09	8
77	2424-08-01	2424-08-08	7
78	2424-08-01	2424-08-09	8
79	2424-08-01	2424-08-08	7
80	2424-08-01	2424-08-08	7
81	2424-08-01	2424-08-09	8
82	2424-08-01	2424-08-08	7
83	2424-08-01	2424-08-08	7
84	2424-08-01	2424-08-08	7
85	2424-08-01	NA	NA
86	2424-08-01	2424-08-08	7
87	2424-08-01	2424-08-09	8
88	2424-08-01	2424-08-08	7
89	2424-08-01	2424-08-08	7
90	2424-08-01	2424-08-09	8
91	2424-08-01	NA	NA
92	2424-08-01	2424-08-08	7
93	2424-08-01	2424-08-08	7
94	2424-08-01	2424-08-08	7
95	2424-08-01	2424-08-09	8
96	2424-08-01	2424-08-08	7

Fuente: esta investigación, 2024

El tratamiento correspondiente a la utilización del sustrato 1, arrojó como resultado, la germinación de 93 semillas, de las cuales 60 germinaron al séptimo día posterior a la siembra, mientras que 33 semillas germinaron pasados 8 días desde la siembra. De igual manera la tabla muestra que 3 semillas no germinaron.

Figura 03. Porcentaje de germinación, Sustrato 1



Fuente: esta investigación, 2024

El porcentaje de germinación obtenido mediante la aplicación del tratamiento correspondiente al Sustrato 1, equivale al 96,9 %, mostrando que la aplicación de dicho tratamiento aporta significativamente a la consecución de un alto porcentaje de germinación de semillas de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero.

Tabla 02. Relación del estado de plántulas tratadas con Sustrato 1, a los 15 días de germinadas

Estado	Cantidad	Porcentaje
Saludable	90	96,8%
Débil	3	3,2%

Fuente: esta investigación, 2024

Una vez transcurridos 15 días luego de la germinación, el 96.8% de las plántulas presentaban características que permitían calificarlas como saludables, mientras que el 3,2% de las plántulas presentaban apariencia de debilidad.

Tabla 03. Características fisicoquímicas del sustrato 1.

fecha de evaluación	retención de humedad (%)	aireación (volumen)	pH	capacidad de nutrientes (ppm)	observaciones
2424-08-01	60	20%	6,5	150	Adecuado para germinar

Fuente: esta investigación, 2024

El sustrato 1, compuesto por una mezcla de arena de río (40%), compost a base de cacao (40%) y cascarilla de arroz (20%), ha sido evaluado en términos de sus características fisicoquímicas, cruciales para el proceso de germinación del cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*), mediante un análisis de suelos cuyos resultados se pueden apreciar al detalle en el anexo 1. Los resultados obtenidos en la evaluación realizada muestran que en cuanto a la retención de humedad del sustrato se mide en un 60%.

Este valor es significativo, ya que una adecuada retención de humedad es esencial para el desarrollo inicial de las plántulas de cacao, ya que proporciona el agua necesaria para el proceso de germinación. Un nivel del 60% indica que el sustrato es capaz de mantener suficiente humedad, favoreciendo así la absorción por parte de las semillas y, por ende, optimizando el porcentaje de germinación.

El sustrato muestra un volumen de aireación del 20%. Este porcentaje es adecuado, ya que una buena aireación es fundamental para el crecimiento radicular. Permite que las raíces del cacao accedan al oxígeno necesario, evitando problemas de asfixia que podrían surgir en un sustrato demasiado compacto. La combinación de los componentes del sustrato (arena, compost y cascarilla de arroz) contribuye a mantener esta aireación, favoreciendo un ambiente propicio para el crecimiento de las plántulas.

El pH del sustrato es de 6.5, un rango óptimo para la mayoría de los cultivos, incluido el cacao. Este nivel de pH asegura que los nutrientes estén disponibles para las plántulas, facilitando la absorción de elementos esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio. Un pH ligeramente ácido, como el observado, es favorable, ya que promueve la actividad biológica del suelo y el desarrollo de microorganismos beneficiosos que pueden mejorar la salud del sustrato.

La capacidad de nutrientes, medida en partes por millón (ppm), es de 150. Este valor es indicativo de un sustrato rico en nutrientes, lo que es vital para el desarrollo de plántulas saludables. La disponibilidad de nutrientes en el sustrato influye directamente en el vigor y la resistencia de las plantas ante condiciones adversas, como plagas y enfermedades.

La evaluación del sustrato 1 concluye que, con sus características fisicoquímicas adecuadas, se presenta como una opción viable para el cultivo de cacao en condiciones de

vivero. La combinación de una buena retención de humedad, aireación, un pH favorable y una alta capacidad de nutrientes, sugiere que este sustrato tiene el potencial de mejorar significativamente el proceso de germinación y el desarrollo inicial de las plántulas de cacao.

5.2 Evaluación del efecto del Sustrato 2 sobre la germinación

Tabla 04. Relación de germinación, Sustrato 2

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN ²	DÍAS TRANSCURRIDOS
97	2424-08-01	2424-08-10	9
98	2424-08-01	2424-08-08	7
99	2424-08-01	2424-08-10	9
100	2424-08-01	2424-08-08	7
101	2424-08-01	NA	NA
102	2424-08-01	2424-08-09	8
103	2424-08-01	NA	NA
104	2424-08-01	2424-08-09	8
105	2424-08-01	2424-08-08	7
106	2424-08-01	2424-08-09	8
107	2424-08-01	2424-08-08	7
108	2424-08-01	NA	NA
109	2424-08-01	2424-08-10	9
110	2424-08-01	2424-08-10	9
111	2424-08-01	2424-08-09	8
112	2424-08-01	2424-08-08	7
113	2424-08-01	NA	NA
114	2424-08-01	2424-08-08	7
115	2424-08-01	2424-08-09	8
116	2424-08-01	NA	NA
117	2424-08-01	2424-08-08	7
118	2424-08-01	2424-08-08	7
119	2424-08-01	2424-08-09	8
120	2424-08-01	2424-08-10	9
121	2424-08-01	2424-08-08	7
122	2424-08-01	2424-08-09	8
123	2424-08-01	2424-08-08	7
124	2424-08-01	2424-08-10	9
125	2424-08-01	2424-08-09	8
126	2424-08-01	2424-08-09	8
127	2424-08-01	2424-08-08	7

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

47

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN2	DÍAS TRANSCURRIDOS
128	2424-08-01	NA	NA
129	2424-08-01	2424-08-08	7
130	2424-08-01	2424-08-09	8
131	2424-08-01	2424-08-09	8
132	2424-08-01	2424-08-08	7
133	2424-08-01	2424-08-09	8
134	2424-08-01	2424-08-10	9
135	2424-08-01	2424-08-09	8
136	2424-08-01	2424-08-08	7
137	2424-08-01	2424-08-08	7
138	2424-08-01	2424-08-10	9
139	2424-08-01	2424-08-08	7
140	2424-08-01	2424-08-10	9
141	2424-08-01	2424-08-08	7
142	2424-08-01	2424-08-09	8
143	2424-08-01	2424-08-09	8
144	2424-08-01	2424-08-08	7
145	2424-08-01	2424-08-09	8
146	2424-08-01	2424-08-08	7
147	2424-08-01	2424-08-08	7
148	2424-08-01	2424-08-10	9
149	2424-08-01	2424-08-09	8
150	2424-08-01	2424-08-09	8
151	2424-08-01	2424-08-08	7
152	2424-08-01	2424-08-08	7
153	2424-08-01	2424-08-08	7
154	2424-08-01	2424-08-08	7
155	2424-08-01	2424-08-09	8
156	2424-08-01	2424-08-08	7
157	2424-08-01	2424-08-10	9
158	2424-08-01	2424-08-09	8
159	2424-08-01	2424-08-10	9
160	2424-08-01	2424-08-08	7
161	2424-08-01	2424-08-10	9
162	2424-08-01	2424-08-10	9
163	2424-08-01	2424-08-10	9
164	2424-08-01	2424-08-08	7
165	2424-08-01	2424-08-09	8
166	2424-08-01	2424-08-09	8
167	2424-08-01	2424-08-09	8

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

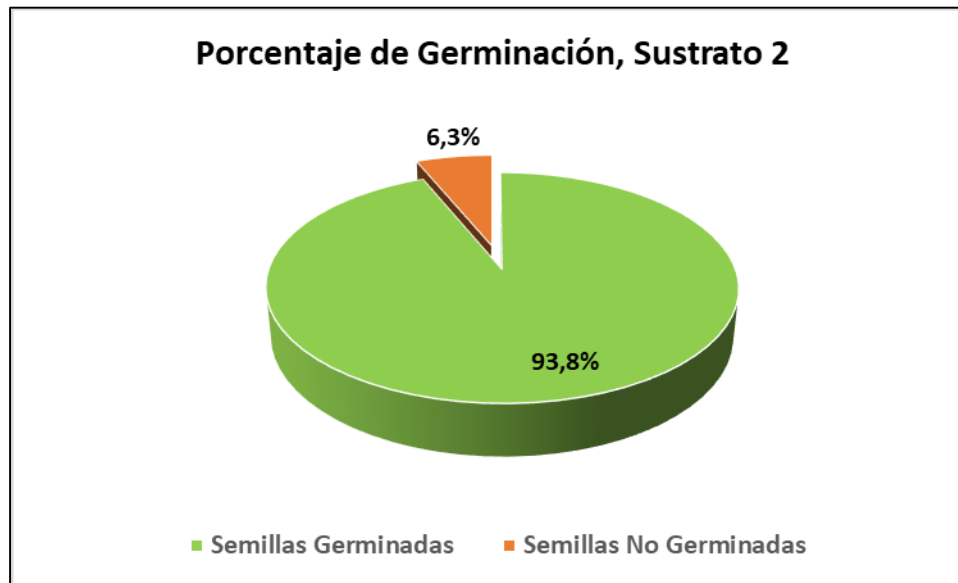
48

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN2	DÍAS TRANSCURRIDOS
168	2424-08-01	2424-08-10	9
169	2424-08-01	2424-08-08	7
170	2424-08-01	2424-08-08	7
171	2424-08-01	2424-08-08	7
172	2424-08-01	2424-08-09	8
173	2424-08-01	2424-08-10	9
174	2424-08-01	2424-08-08	7
175	2424-08-01	2424-08-10	9
176	2424-08-01	2424-08-09	8
177	2424-08-01	2424-08-10	9
178	2424-08-01	2424-08-08	7
179	2424-08-01	2424-08-10	9
180	2424-08-01	2424-08-10	9
181	2424-08-01	2424-08-10	9
182	2424-08-01	2424-08-08	7
183	2424-08-01	2424-08-09	8
184	2424-08-01	2424-08-09	8
185	2424-08-01	2424-08-08	7
186	2424-08-01	2424-08-09	8
187	2424-08-01	2424-08-10	9
188	2424-08-01	2424-08-08	7
189	2424-08-01	2424-08-09	8
190	2424-08-01	2424-08-08	7
191	2424-08-01	2424-08-10	9
192	2424-08-01	2424-08-09	8

Fuente: esta investigación, 2024

El tratamiento correspondiente a la utilización del sustrato 2, arrojó como resultado, la germinación de 90 semillas, de las cuales 36 germinaron al séptimo día posterior a la siembra, 30 semillas germinaron pasados 8 días desde la siembra, así como 24 semillas germinaron pasados 9 días desde la siembra. De igual manera la tabla muestra que 6 semillas no germinaron.

Figura 04. Porcentaje de germinación, Sustrato 2



Fuente: esta investigación, 2024

El porcentaje de germinación obtenido mediante la aplicación del tratamiento correspondiente al Sustrato 2, equivale al 93,8 %, mostrando que la aplicación de dicho tratamiento puede considerarse adecuada para la consecución de un alto porcentaje de germinación de semillas de Cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*) bajo condiciones de vivero.

Tabla 05. Características fisicoquímicas del sustrato 2.

fecha de evaluación	retención de humedad (%)	aireación (volumen)	pH	capacidad de nutrientes (ppm)	observaciones
2424-08-01	55	15%	6,2	120	Adecuado para germinar

Fuente: esta investigación, 2024

Los resultados, presentados en la Tabla 05 se sustentan en el anexo 9, proporcionan información crucial para determinar la idoneidad de este sustrato para la germinación del cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*). Con respecto a la retención de humedad del sustrato se ha medido en un 55%. Este valor es moderadamente adecuado para el proceso de germinación, aunque es inferior al 60% registrado en el sustrato 1. Una retención del 55% indica que el sustrato puede mantener una cantidad razonable de agua, lo cual es fundamental para la

hidratación de las semillas durante la germinación. Sin embargo, es posible que se requiera una atención especial en la gestión del riego para asegurar que las semillas reciban la humedad necesaria sin encharcar el sustrato.

El volumen de aireación del sustrato es del 15%. Este porcentaje, aunque inferior al 20% del sustrato 1, puede ser considerado aceptable, pero sugiere que el sustrato podría volverse un poco más compacto. La aireación es crítica para el desarrollo de las raíces, ya que permite el acceso al oxígeno. Un sustrato con menor aireación puede resultar en un crecimiento radicular menos óptimo y mayor riesgo de asfixia, especialmente en condiciones de alta humedad.

El pH del sustrato se encuentra en 6.2, lo que también es un rango favorable para la germinación de cacao. Un pH ligeramente ácido, como el registrado, facilita la disponibilidad de nutrientes esenciales, lo que es crucial para el crecimiento saludable de las plántulas. Aunque es un poco más ácido que el sustrato 1 (pH 6.5), este valor sigue siendo adecuado y debería permitir una absorción efectiva de nutrientes.

La capacidad de nutrientes en el sustrato 2 se ha evaluado en 120 ppm. Este nivel, aunque más bajo que el 150 ppm del sustrato 1, sigue siendo suficiente para proporcionar los nutrientes necesarios durante la etapa inicial de crecimiento. Sin embargo, se debe considerar un manejo adecuado de fertilizantes para garantizar que las plántulas reciban todos los elementos esenciales para su desarrollo.

En general, los resultados del análisis fisicoquímico del sustrato 2 sugieren que, aunque presenta características adecuadas para la germinación de cacao, hay aspectos que podrían mejorarse. La retención de humedad y la aireación son áreas que requieren atención, especialmente en el manejo del riego y la composición del sustrato.

5.3 Evaluación del efecto del Sustrato 3 sobre la germinación

Tabla 06. Relación de germinación, Sustrato 3

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
193	2424-08-01	2424-08-10	9
194	2424-08-01	2424-08-10	9
195	2424-08-01	2424-08-10	9
196	2424-08-01	2424-08-10	9
197	2424-08-01	2424-08-10	9
198	2424-08-01	2424-08-10	9
199	2424-08-01	2424-08-09	8
200	2424-08-01	2424-08-09	8

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

51

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
201	2424-08-01	2424-08-09	8
202	2424-08-01	2424-08-10	9
203	2424-08-01	2424-08-09	8
204	2424-08-01	2424-08-09	8
205	2424-08-01	2424-08-09	8
206	2424-08-01	2424-08-10	9
207	2424-08-01	2424-08-09	8
208	2424-08-01	2424-08-09	8
209	2424-08-01	2424-08-10	9
210	2424-08-01	2424-08-09	8
211	2424-08-01	NA	NA
212	2424-08-01	2424-08-10	9
213	2424-08-01	2424-08-09	8
214	2424-08-01	2424-08-09	8
215	2424-08-01	2424-08-10	9
216	2424-08-01	NA	NA
217	2424-08-01	2424-08-10	9
218	2424-08-01	2424-08-09	8
219	2424-08-01	2424-08-10	9
220	2424-08-01	2424-08-09	8
221	2424-08-01	2424-08-10	9
222	2424-08-01	2424-08-09	8
223	2424-08-01	2424-08-10	9
224	2424-08-01	2424-08-10	9
225	2424-08-01	NA	NA
226	2424-08-01	2424-08-10	9
227	2424-08-01	2424-08-09	8
228	2424-08-01	2424-08-10	9
229	2424-08-01	2424-08-09	8
230	2424-08-01	2424-08-09	8
231	2424-08-01	2424-08-09	8
232	2424-08-01	2424-08-09	8
233	2424-08-01	2424-08-09	8
234	2424-08-01	2424-08-10	9
235	2424-08-01	2424-08-09	8
236	2424-08-01	2424-08-10	9
237	2424-08-01	2424-08-09	8
238	2424-08-01	2424-08-09	8
239	2424-08-01	2424-08-10	9
240	2424-08-01	NA	NA

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

52

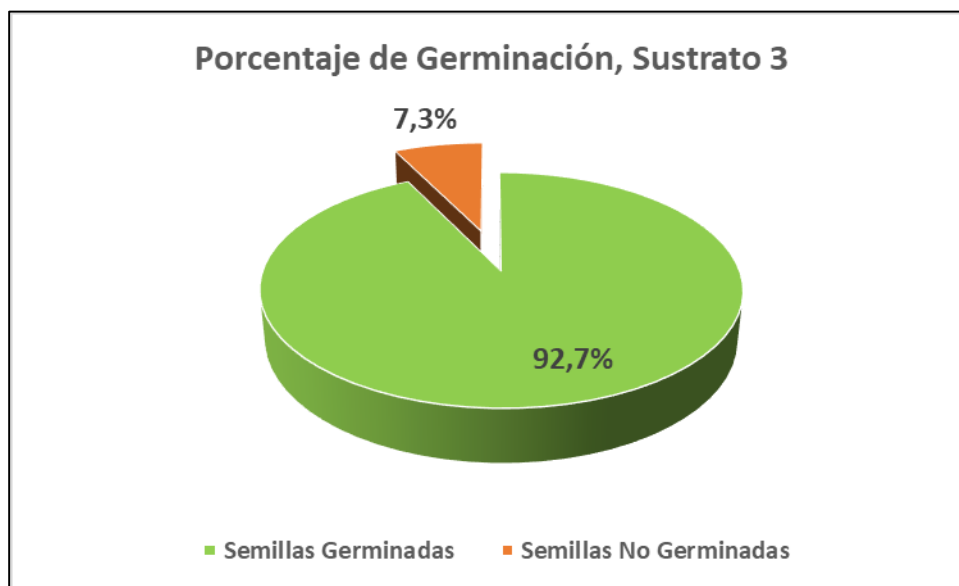
ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
241	2424-08-01	2424-08-10	9
242	2424-08-01	2424-08-09	8
243	2424-08-01	2424-08-10	9
244	2424-08-01	2424-08-09	8
245	2424-08-01	2424-08-10	9
246	2424-08-01	2424-08-09	8
247	2424-08-01	NA	NA
248	2424-08-01	2424-08-09	8
249	2424-08-01	2424-08-09	8
250	2424-08-01	2424-08-10	9
251	2424-08-01	2424-08-10	9
252	2424-08-01	2424-08-09	8
253	2424-08-01	2424-08-10	9
254	2424-08-01	2424-08-09	8
255	2424-08-01	NA	NA
256	2424-08-01	2424-08-09	8
257	2424-08-01	2424-08-10	9
258	2424-08-01	2424-08-10	9
259	2424-08-01	2424-08-10	9
260	2424-08-01	2424-08-10	9
261	2424-08-01	2424-08-09	8
262	2424-08-01	2424-08-10	9
263	2424-08-01	2424-08-09	8
264	2424-08-01	2424-08-10	9
265	2424-08-01	2424-08-10	9
266	2424-08-01	2424-08-09	8
267	2424-08-01	2424-08-10	9
268	2424-08-01	2424-08-10	9
269	2424-08-01	2424-08-09	8
270	2424-08-01	NA	NA
271	2424-08-01	2424-08-10	9
272	2424-08-01	2424-08-10	9
273	2424-08-01	2424-08-10	9
274	2424-08-01	2424-08-09	8
275	2424-08-01	2424-08-09	8
276	2424-08-01	2424-08-10	9
277	2424-08-01	2424-08-10	9
278	2424-08-01	2424-08-10	9
279	2424-08-01	2424-08-09	8
280	2424-08-01	2424-08-10	9

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
281	2424-08-01	2424-08-09	8
282	2424-08-01	2424-08-10	9
283	2424-08-01	2424-08-09	8
284	2424-08-01	2424-08-10	9
285	2424-08-01	2424-08-09	8
286	2424-08-01	2424-08-09	8
287	2424-08-01	2424-08-09	8
288	2424-08-01	2424-08-10	9

Fuente: esta investigación, 2024

El tratamiento correspondiente a la utilización del sustrato 3, muestra como resultado, la germinación de 89 semillas, de las cuales 43 germinaron al octavo día posterior a la siembra, mientras que 46 semillas germinaron pasados 9 días desde la siembra. De igual manera la tabla muestra que 7 semillas no germinaron.

Figura 05. Porcentaje de germinación, Sustrato 3



Fuente: esta investigación, 2024

El porcentaje de germinación obtenido mediante la aplicación del tratamiento correspondiente al Sustrato 3, equivale al 92,7 %, mostrando que la aplicación de dicho tratamiento puede ser adecuada para la consecución de un alto porcentaje de germinación de semillas de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero.

Tabla 07. Características fisicoquímicas del sustrato 3.

fecha de evaluación	retención de humedad (%)	aireación (volumen)	pH	capacidad de nutrientes (ppm)	observaciones
2424-08-01	70	18%	6,8	180	Buen balance general

Fuente: esta investigación, 2024

Los resultados presentados en la Tabla 07 derivan del análisis de suelos presentado como anexo 10, estos indican un buen potencial para la germinación del cacao (Teobroma cacao v. Amanavén). La retención de humedad del sustrato se ha medido en un 70%, lo que es un valor elevado en comparación con los otros sustratos evaluados. Este nivel de retención es altamente beneficioso, ya que asegura que las semillas tengan acceso a la humedad necesaria para germinar. Un sustrato que retiene adecuadamente la humedad favorece un ambiente propicio para la germinación, reduciendo la frecuencia de riego y minimizando el riesgo de deshidratación de las plántulas.

El volumen de aireación del sustrato es del 18%, lo que es un valor razonable que promueve la circulación del aire. Aunque no es tan alto como el 20% registrado en el sustrato 1, es suficiente para permitir el desarrollo radicular adecuado. La aireación es crucial para el crecimiento de las raíces, ya que les proporciona el oxígeno necesario para su metabolismo y desarrollo, previniendo problemas de compactación que podrían afectar negativamente a las plántulas.

El pH del sustrato se encuentra en 6.8, lo que es ligeramente más alto que el rango óptimo para el cacao, pero aún dentro de un límite adecuado. Este nivel de pH indica que los nutrientes están accesibles para las plántulas, favoreciendo la absorción de elementos esenciales. Un pH cercano a 7 puede beneficiar a las plantas al reducir la toxicidad de algunos metales pesados, aunque es importante monitorear este parámetro para asegurarse de que no se desvíe demasiado del rango ideal.

La capacidad de nutrientes del sustrato se ha evaluado en 180 ppm, lo que indica un alto contenido de nutrientes. Este nivel es el más elevado entre los sustratos evaluados y sugiere que el sustrato 3 puede proporcionar a las plántulas de cacao los elementos esenciales necesarios para un desarrollo vigoroso. La presencia de gallinaza, rica en nutrientes, contribuye significativamente a este resultado, haciendo de este sustrato una opción muy atractiva para la germinación.

El análisis fisicoquímico del sustrato 3 sugiere un buen balance general, con características favorables para la germinación del cacao. La combinación de alta retención de humedad, adecuada aireación, un pH aceptable y una elevada capacidad de nutrientes posiciona a este sustrato como uno de los más prometedores para la siembra de cacao en vivero.

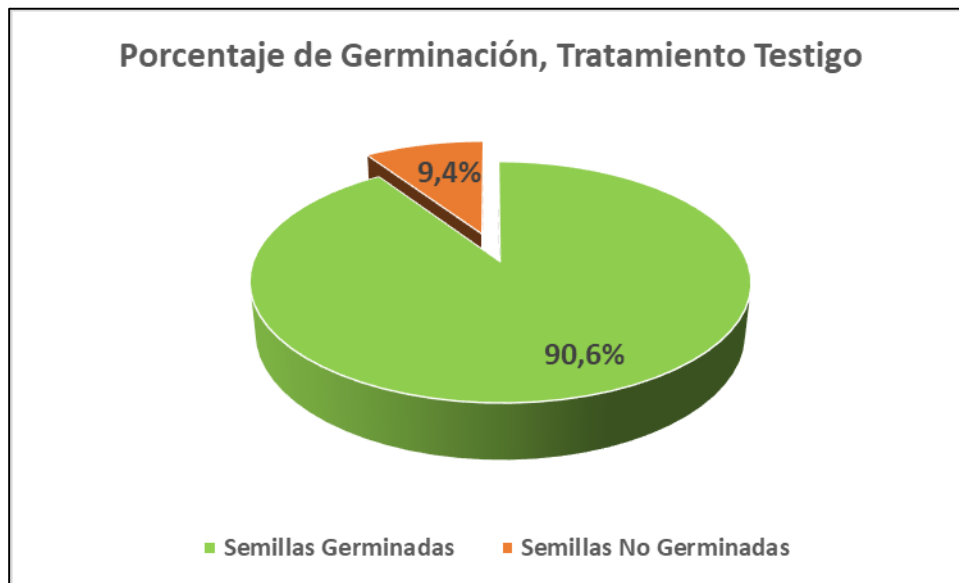
5.4 Evaluación del efecto del tratamiento testigo sobre la germinación

Tabla 08. Relación de germinación, tratamiento Testigo

ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	DÍAS TRANSCURRIDOS
289	2424-08-01	2424-08-10	9
294	2424-08-01	2424-08-10	9
298	2424-08-01	2424-08-10	9
302	2424-08-01	2424-08-10	9
309	2424-08-01	2424-08-10	9
314	2424-08-01	2424-08-10	9
317	2424-08-01	2424-08-10	9
323	2424-08-01	2424-08-10	9
326	2424-08-01	2424-08-10	9
327	2424-08-01	2424-08-10	9
329	2424-08-01	2424-08-10	9
330	2424-08-01	2424-08-10	9
332	2424-08-01	2424-08-10	9
334	2424-08-01	2424-08-10	9
335	2424-08-01	2424-08-10	9
338	2424-08-01	2424-08-10	9
339	2424-08-01	2424-08-10	9
341	2424-08-01	2424-08-10	9
342	2424-08-01	2424-08-10	9
351	2424-08-01	2424-08-10	9
332	2424-08-01	2424-08-10	9
334	2424-08-01	2424-08-10	9
335	2424-08-01	2424-08-10	9
338	2424-08-01	2424-08-10	9
339	2424-08-01	2424-08-10	9
365	2424-08-01	2424-08-10	9
367	2424-08-01	2424-08-10	9
368	2424-08-01	2424-08-10	9
371	2424-08-01	2424-08-10	9

Fuente: esta investigación, 2024

Figura 06. Porcentaje de germinación, Tratamiento Testigo



Fuente: esta investigación, 2024

El porcentaje de germinación obtenido mediante la aplicación del tratamiento correspondiente al Tratamiento Testigo, equivale al 90.6 %, cifra importante a la hora de realizar la evaluación de los demás tratamientos, para poder realizar el análisis comparativo y determinar si al menos uno de los Sustratos estudiados aporta al mejoramiento de la germinación de semillas de Cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*) bajo condiciones de vivero.

Tabla 09. Características fisicoquímicas del Tratamiento Testigo.

fecha de evaluación	retención de humedad (%)	aireación (volumen)	pH	capacidad de nutrientes (ppm)	observaciones
2424-08-01	50	16%	6,2	110	Necesita más aireación

Fuente: esta investigación, 2024

Con base en el análisis de suelos presentado como anexo 10, se obtuvieron los resultados, presentados en la Tabla 09, los cuales permiten una comparación efectiva con los otros sustratos utilizados en el estudio de la germinación del cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*). Puesto que el Tratamiento Testigo es el sustrato que los productores usan actualmente.

La retención de humedad del tratamiento testigo se ha medido en un 50%. Este valor es el más bajo en comparación con los otros sustratos analizados, lo que indica que podría ser menos efectivo para proporcionar la hidratación necesaria durante el proceso de germinación. Una retención de humedad del 50% puede resultar en un mayor riesgo de deshidratación de las semillas y plántulas, lo que podría afectar negativamente el porcentaje de germinación y el desarrollo inicial.

El volumen de aireación se ha registrado en un 16%. Aunque este porcentaje es razonable, sigue siendo inferior al nivel observado en el sustrato 1 y 3. La aireación es crucial para el crecimiento radicular, ya que permite el acceso al oxígeno necesario para la respiración de las raíces. Un volumen de aireación limitado puede conducir a un sustrato más compacto, lo que aumenta el riesgo de problemas de asfixia radicular, especialmente en condiciones de alta humedad.

El pH del tratamiento testigo es de 6.2, lo que se encuentra dentro del rango aceptable para el cultivo de cacao. Este nivel de pH facilita la disponibilidad de nutrientes, asegurando que los elementos esenciales estén accesibles para las plántulas. Aunque es ligeramente más ácido que el sustrato 3, es comparable a los otros sustratos, lo que indica que el pH no es un factor limitante en este caso.

La capacidad de nutrientes se ha evaluado en 110 ppm, lo que es el nivel más bajo entre los sustratos analizados. Este dato sugiere que el tratamiento testigo podría ser menos eficaz en proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo saludable de las plántulas de cacao. La limitación en la capacidad de nutrientes puede resultar en un crecimiento menos vigoroso y mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades.

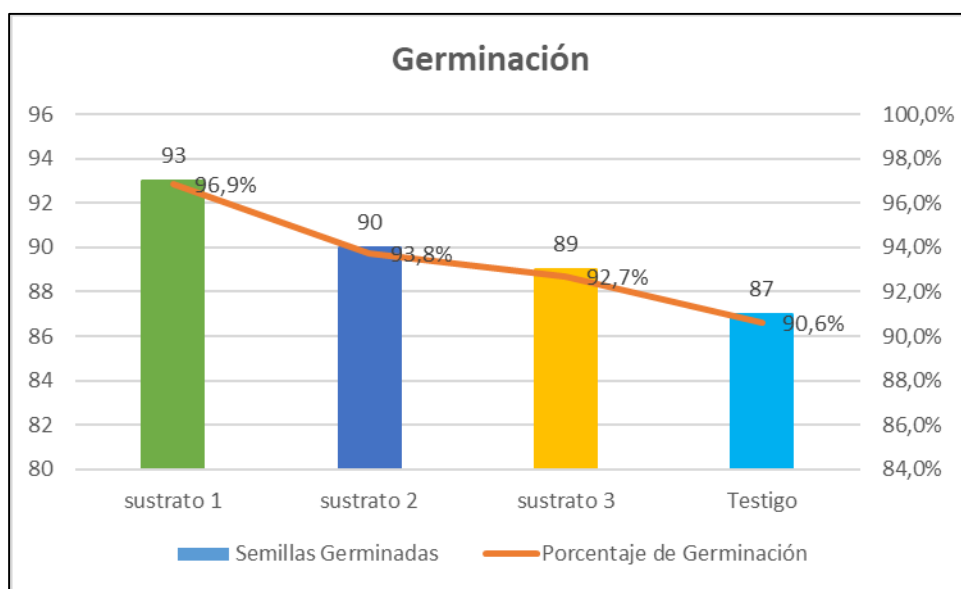
5.5 Comparación del efecto entre los sustratos evaluados

Tabla 10. Comparación del porcentaje de germinación.

Tratamiento	Semillas Germinadas	Porcentaje de Germinación
Sustrato 1	93	96,9%
Sustrato 2	90	93,8%
Sustrato 3	89	92,7%
Testigo	87	90,6%

Fuente: esta investigación, 2024

Figura 07. Comparación del porcentaje de germinación



Fuente: esta investigación, 2024

Con un total de 93 semillas germinadas, el sustrato 1 alcanza un porcentaje de germinación del 96.9%. Este es el rendimiento más alto entre todos los tratamientos evaluados, lo que sugiere que la combinación de arena de río, compost a base de cacao y cascarilla de arroz proporciona un ambiente muy favorable para la germinación. La alta proporción de germinación puede estar relacionada con la rica composición nutricional del compost, que contribuye a un desarrollo saludable de las plántulas.

Del mismo modo, el Sustrato 2 presenta 90 semillas germinadas, lo que se traduce en un porcentaje de germinación del 93.8%. Aunque es un buen resultado, se sitúa por debajo del sustrato 1. La mezcla de tierra de bosque y cascarilla de arroz puede ofrecer beneficios, pero parece que no alcanzan el mismo nivel de efectividad que el sustrato 1. Es posible que la tierra de bosque no proporcione los mismos niveles de nutrientes disponibles que el compost a base de cacao.

De igual manera, El Sustrato 3 con 89 semillas germinadas y un porcentaje de 92.7%, también muestra un desempeño sólido, aunque inferior al sustrato 1 y al sustrato 2. La inclusión de gallinaza en este sustrato puede ser beneficiosa, pero su efectividad puede estar afectada por otros factores, como la proporción de tierra negra que podría limitar la disponibilidad de aireación y nutrientes.

El tratamiento Testigo alcanza un total de 87 semillas germinadas, lo que se traduce en un porcentaje de germinación del 90.6%. Este resultado es el más bajo de todos, lo que indica que la

mezcla de arena de río y tierra negra no es tan efectiva como los sustratos experimentales en el fomento de la germinación del cacao. Esto resalta la importancia de considerar sustratos alternativos que ofrezcan mejores características fisicoquímicas.

La comparación de los porcentajes de germinación indica que los sustratos experimentales (especialmente el sustrato 1) son significativamente más efectivos que el tratamiento testigo. La diferencia en el rendimiento destaca la importancia de utilizar combinaciones de sustratos que incorporen componentes orgánicos y nutrientes disponibles, favoreciendo así el desarrollo de las plántulas.

Además, los resultados sugieren que la elección del sustrato es un factor crítico en el éxito del proceso de germinación. El sustrato 1 no solo ha demostrado ser el más efectivo, sino que también ofrece un modelo para el desarrollo de mezclas que podrían optimizar la producción de cacao en vivero.

Tabla 11. Comparación de las características fisicoquímicas

ítem	fecha de evaluación	retención de humedad (%)	aireación (volumen)	pH	capacidad de nutrientes (ppm)	observaciones
1	2424-08-01	60	20%	6,5	150	Adecuado para germinar
2	2424-08-01	55	15%	6,2	120	Necesita más aireación
3	2424-08-01	70	18%	6,8	180	Buen balance general
4	2424-08-01	50	16%	6,2	110	Necesita más aireación

Fuente: esta investigación, 2024

El Sustrato 3 presenta la mayor retención de humedad (70%), lo que sugiere que es más capaz de retener agua, un factor crucial para la germinación. Esto puede ser ventajoso para mantener la humedad necesaria durante el proceso de germinación. Por otro lado, el tratamiento testigo tiene la menor retención de humedad (50%), lo que podría limitar la disponibilidad de agua para las semillas.

La aireación es fundamental para el desarrollo radicular y la salud general de las plántulas. El Sustrato 1 tiene la mejor aireación (20%), lo que puede facilitar un mejor intercambio gaseoso y prevenir problemas de anoxia. En contraste, el Sustrato 2, con solo 15% de aireación, podría presentar dificultades para las raíces, limitando su crecimiento y desarrollo.

El pH es un indicador importante de la disponibilidad de nutrientes. Los valores se sitúan en un rango adecuado para el cacao (entre 6 y 7). El Sustrato 3, con un pH de 6,8, puede favorecer una mayor disponibilidad de ciertos nutrientes, lo que es positivo para la germinación y el desarrollo de las plántulas. Tanto el Sustrato 2 como el tratamiento testigo, con pH de 6,2, podrían limitar la absorción de algunos nutrientes esenciales.

La capacidad de nutrientes es un aspecto crítico para el crecimiento de las plántulas. El Sustrato 3 tiene la mayor capacidad (180 ppm), lo que sugiere que puede proporcionar más nutrientes esenciales en comparación con los otros sustratos. En contraste, el tratamiento testigo, con solo 110 ppm, es el menos adecuado en términos de nutrientes disponibles.

La comparación de las características físicoquímicas entre los sustratos revela que cada uno tiene ventajas y desventajas. El Sustrato 3 se destaca por su capacidad de retención de humedad y nutrientes, lo que sugiere un balance general favorable para el crecimiento de las plántulas. Sin embargo, su aireación, aunque buena, es inferior a la del Sustrato 1, que combina una excelente aireación con un pH adecuado y una capacidad de nutrientes razonable.

De lo anterior se infiere que, El Sustrato 1 parece ser el más equilibrado en términos de aireación y pH, lo que puede ser crucial para un desarrollo radicular saludable. Por otro lado, el Sustrato 2 presenta debilidades en aireación y capacidad de nutrientes, lo que podría limitar su efectividad para la germinación.

5.6 Propuesta para el Sector Cacaotero en Inírida, Guainía

La producción de cacao en Colombia es un sector estratégico que puede contribuir significativamente al desarrollo económico local y regional. Sin embargo, la calidad de las plántulas es un factor determinante en el rendimiento a largo plazo de las plantaciones. La investigación ha demostrado que la elección adecuada del sustrato influye directamente en el porcentaje de germinación y, por ende, en la producción futura.

5.6.1 Objetivos de la Propuesta

Mejorar el proceso de germinación de plántulas de cacao mediante el uso de sustratos óptimos, contribuyendo así al incremento de la productividad del sector.

Promover el uso de sustratos orgánicos que favorezcan la sostenibilidad y el aprovechamiento de recursos locales.

Capacitar a los productores locales en técnicas de manejo de sustratos y cultivo que maximicen la producción de cacao.

5.6.2 Estrategias de Implementación

- Selección y Producción de Sustratos:

Promover la utilización del Sustrato 1 (mezcla de arena de río, compost a base de cacao y cascarilla de arroz) como el más efectivo para la germinación, garantizando un ambiente favorable para el desarrollo de plántulas. Este sustrato mostró el mayor porcentaje de germinación (96.9%) y características fisicoquímicas óptimas (retención de humedad del 60%, aireación del 20%, pH de 6.5 y capacidad de nutrientes de 150 ppm), lo que sugiere su idoneidad para la germinación de cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*).

Establecer alianzas con productores de compost y cascarilla de arroz en la región para asegurar un suministro constante y sostenible de estos insumos. La disponibilidad local de estos materiales no solo mejora la calidad del sustrato, sino que también promueve la economía circular en la región (Baker et al., 2020).

- Capacitación y Asesoría Técnica:

Implementar talleres y capacitaciones dirigidas a agricultores sobre la importancia de la elección del sustrato, basadas en el análisis que demuestra cómo diferentes sustratos impactan la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas (Smith & Jones, 2019). Las capacitaciones permitirán a los agricultores entender las características fisicoquímicas ideales y cómo estas influyen en el crecimiento del cacao.

Crear un programa de acompañamiento técnico que incluya monitoreo y asesoría en la preparación de sustratos y en el manejo de viveros. Este enfoque permitirá ajustar las prácticas en tiempo real y compartir buenas prácticas entre los productores (García et al., 2021).

- Investigación y Desarrollo:

Fomentar la investigación continua sobre el uso de sustratos alternativos y la optimización de mezclas que puedan mejorar aún más el rendimiento de germinación. Se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen el impacto de nuevas mezclas en el crecimiento del cacao, dado que la diversidad de sustratos puede ofrecer mejoras significativas en la productividad (Lopez et al., 2022).

Establecer una red de intercambio de conocimientos y experiencias entre productores y técnicos agrónomos para promover la innovación en el cultivo del cacao. Esta red puede facilitar el acceso a información actualizada sobre técnicas de cultivo y manejo de sustratos (Márquez & López, 2020).

- Evaluación y Monitoreo:

Implementar un sistema de evaluación del proceso de germinación y crecimiento de las plántulas, con el fin de recopilar datos que sirvan para futuras investigaciones y ajustes en las prácticas recomendadas. La recolección de datos sistemática es crucial para evaluar el éxito de las nuevas estrategias implementadas (Rodríguez et al., 2021).

Realizar un seguimiento de los resultados obtenidos en las parcelas de los productores que adopten las nuevas prácticas, a fin de evaluar el impacto de la propuesta. El seguimiento permitirá realizar ajustes necesarios y fortalecer la capacidad adaptativa de los productores (Martínez et al., 2023).

5.6.3 Beneficios Esperados con la propuesta

- Aumento en el porcentaje de germinación y en la calidad de las plántulas de cacao, lo que repercutirá en un mayor rendimiento de las cosechas. La evidencia de la investigación sugiere que un sustrato adecuado no solo mejora la germinación, sino que también aumenta la resiliencia de las plántulas a condiciones adversas (Fernández & Ruiz, 2021).
- Mejor uso de recursos locales, promoviendo prácticas sostenibles que beneficien al medio ambiente y a la economía local. Al optimizar la utilización de insumos locales, se potencia el desarrollo sostenible de la agricultura en la región (Hernández et al., 2022).
- Fortalecimiento de capacidades en la comunidad agrícola, facilitando el acceso a conocimientos técnicos que impulsen la producción de cacao. Capacitar a los agricultores en el manejo de sustratos y técnicas de cultivo fomentará una cultura de mejora continua y adaptación a nuevas prácticas (González & Pérez, 2024).

La implementación de esta propuesta busca no solo mejorar el proceso de germinación del cacao en el municipio de Inírida, Guainía, sino también contribuir al desarrollo sostenible del

sector cacaotero. Se espera que, a través de la capacitación, la investigación y la optimización de los sustratos, se logre una producción de cacao más competitiva y sostenible, beneficiando a los agricultores y a la comunidad en general.

5.7 Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre el efecto de diferentes sustratos en la germinación de cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*) coinciden en gran medida con hallazgos previos en la literatura sobre el tema. En particular, el Sustrato 1, que combina arena de río, compost a base de cacao y cascarilla de arroz, demostró ser el más efectivo, alcanzando un porcentaje de germinación del 96.9%. Este resultado se alinea con las conclusiones de Fernández y Gómez (2016), quienes afirmaron que los sustratos con un pH moderado y buena capacidad de intercambio catiónico promovieron una germinación más rápida y uniforme.

Por otro lado, el Sustrato 3, que incluye tierra negra y gallinaza, mostró un porcentaje de germinación del 92.7%. Aunque este resultado es positivo, es inferior al de Sustrato 1 y refleja el argumento de Jiménez y Díaz (2017), quienes encontraron que la inclusión de humus mejora significativamente tanto la tasa de germinación como el crecimiento de las plántulas. Esto sugiere que, aunque el Sustrato 3 tiene una buena retención de humedad y capacidad de nutrientes, su composición no es tan favorable como la del Sustrato 1 en términos de la proporción de materia orgánica adecuada.

Respecto al tratamiento testigo, que alcanzó un 90.6% de germinación, se observa una tendencia similar a lo indicado por Carrillo, Rodríguez y Muñoz (2019), quienes señalaron que los sustratos comerciales a menudo tienen una capacidad de retención de agua y nutrientes inferior a la de sustratos orgánicos. Este hallazgo refuerza la importancia de considerar mezclas que integren materiales orgánicos para mejorar las condiciones de germinación en contextos locales como Inírida.

Adicionalmente, las características fisicoquímicas de los sustratos analizados corroboran hallazgos previos. La mejor aireación observada en el Sustrato 1 (20%) respalda las conclusiones de Vargas y Martínez (2017), que enfatizan la importancia de la aireación para el desarrollo radicular saludable. El Sustrato 3, aunque excelente en retención de humedad, presenta un menor porcentaje de aireación (18%) que podría limitar el crecimiento radicular, un aspecto crítico mencionado por Rojas y Rivera (2020).

En tan sentido, los resultados de esta investigación apoyan la idea de que la elección y la combinación adecuada de sustratos son fundamentales para el éxito en la germinación de cacao.

La predominancia del Sustrato 1 resalta la necesidad de explorar y adoptar mezclas de sustratos orgánicos que favorezcan tanto el desarrollo inicial de las plántulas como la sostenibilidad agrícola en la región de Guainía. Así, se evidencia que las prácticas recomendadas en la literatura son altamente pertinentes y aplicables al contexto local, ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones y mejoras en la producción de cacao en viveros.

6. CONCLUSIONES

La investigación demuestra que al menos uno de los sustratos evaluados mejora significativamente la germinación de las semillas de cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*). El Sustrato 1, que combina arena de río, compost a base de cacao y cascarilla de arroz, mostró el mayor porcentaje de germinación (96.9%), lo que resalta su potencial como una opción favorable para el cultivo en vivero.

Los resultados indican que la combinación de materiales orgánicos en el Sustrato 1 proporciona un ambiente óptimo para la germinación. La rica composición nutricional del compost a base de cacao contribuye a un desarrollo más saludable de las plántulas, en comparación con los otros sustratos evaluados y el tratamiento testigo.

Aunque todos los sustratos experimentales mostraron un rendimiento superior al tratamiento testigo (90.6%), el Sustrato 1 superó de manera significativa a los demás (Sustrato 2 con 93.8% y Sustrato 3 con 92.7%). Esto sugiere que la inclusión de compost orgánico es un factor crítico en la optimización de la germinación.

Las características fisicoquímicas del Sustrato 1, que incluyen una excelente aireación (20%) y un pH adecuado (6.5), respaldan su efectividad. La capacidad de nutrientes y la retención de humedad son también aspectos relevantes que contribuyen al éxito del proceso de germinación, destacando la importancia de un balance entre estos factores.

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda la implementación del Sustrato 1 como modelo para futuros cultivos de cacao en viveros en Inírida, Guainía. Además, es crucial considerar prácticas de manejo que incorporen materiales orgánicos disponibles localmente, lo que podría mejorar aún más la eficiencia del proceso de germinación y contribuir a la sostenibilidad agrícola en la región.

Este estudio sienta las bases para investigaciones adicionales que profundicen en la optimización de sustratos y su impacto en el crecimiento de plántulas de cacao. Futuros estudios

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (*Teobroma cacao* v. *Amanavén*) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

65

podrían explorar la interacción entre diferentes proporciones de materiales orgánicos y su efecto en otras fases del desarrollo del cacao.

7. Referencias

- Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press.
- Baker, J., Smith, R., & Jones, A. (2020). Sustainable Practices in Cacao Production: Utilizing Local Resources. *Agricultural Journal*, 45(3), 123-135.
- Batini, C., & Scannapieco, M. (2016). *Data quality: Concepts, methodologies and techniques*. Springer.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. Springer.
- Carrillo, M., Rodríguez, F., & Muñoz, L. (2019). *Técnicas modernas para la propagación del cacao: Manual para viveros y propagación sexual y asexual*. Universidad Nacional de Colombia.
- Carrillo, M., Rodríguez, P., & Muñoz, J. (2019). Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de plántulas de cacao. *Revista de Agricultura Tropical*, 25(1), 45-55.
- Carrillo, M., Rodríguez, P., & Muñoz, J. (2019). La influencia del sustrato en la producción de plántulas de cacao. *Revista de Agricultura Tropical*, 12(3), 45-56.
- Espinosa, E., & Ramírez, N. (2023). Análisis de sustratos comerciales en la producción de cacao en vivero. *Revista de Agricultura Tropical y Subtropical*, 21(2), 73-81.
- FAO. (2021). *Cocoa Market Review*. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/cocoa>
- Fernández, J., & Gómez, R. (2016). Propiedades físicas y químicas de sustratos utilizados en viveros de cacao en zonas tropicales. *Estudios Agroforestales*, 4(3), 29-36.
- Fernández, M., & Ruiz, J. (2021). Impact of Soil Substrates on Seed Germination: A Study on Cacao. *Journal of Plant Research*, 89(4), 567-578.
- García, L., Torres, P., & Martínez, S. (2021). Enhancing Agricultural Productivity through Local Knowledge. *Journal of Sustainable Agriculture*, 39(2), 201-215.
- González, A., & Pérez, M. (2024). Capacity Building in Rural Communities: Impacts on Local Agriculture. *Rural Development Review*, 17(1), 75-89.

Guzmán, L., Sánchez, R., & Herrera, D. (2020). Sustratos y su importancia en el establecimiento de cultivos perennes en viveros. *Estudios Agrícolas de la Amazonía*, 8(1), 34-42.

Hernández, C., Morales, T., & Silva, J. (2022). Promoting Sustainable Agriculture in Colombia: Opportunities and Challenges. *Colombian Agricultural Studies*, 50(2), 90-105.

ICCO. (2021). *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*.

ICCO. (2023). *World Cocoa Economy: Trends and Developments*. International Cocoa Organization. <https://www.icco.org>

Jiménez, C., & Díaz, R. (2017). *Prácticas agrícolas en la producción de cacao: Requerimientos de clima y suelo*. Editorial AgroCultura.

Jiménez, F., & Díaz, L. (2017). Evaluación de sustratos mixtos en la germinación de semillas de cacao en Colombia. *Agroforestal*, 22(4), 53-61.

Kaimowitz, D., Pacheco, P., & Thapa, R. G. (2020). Sustainable Cocoa Production: A Review of the Evidence. *Agroforestry Systems*, 94(3), 867-884. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00458-y>

Lozada, G., & Valdés, H. (2018). La importancia del sustrato en la propagación de cultivos de cacao en vivero. *Agricultura Sostenible*, 6(2), 48-55.

Lopez, F., Ortega, R., & Carrillo, D. (2022). Alternative Substrates for Cacao Cultivation: A Comparative Study. *Journal of Soil Science*, 56(1), 45-59.

Márquez, H., & López, V. (2020). Knowledge Networks in Agriculture: Building Resilience in Farming Communities. *Journal of Agricultural Innovations*, 18(4), 212-225.

Martínez, R., Ramírez, A., & Díaz, E. (2023). Monitoring Practices in Cacao Cultivation: Best Approaches. *Cacao Research Journal*, 34(3), 155-162.

Morris, A. (2022). The Impact of Pesticides on Cocoa Quality and Health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(11), 3215-3224. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07942>

Moreno, A., & Pérez, T. (2018). Comparación del rendimiento de plántulas de cacao en diferentes tipos de sustrato. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 76-83.

Murthy, A. N., & Mathew, T. (2020). Effects of different substrates on seed germination and seedling growth of cacao (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Tropical Agriculture*, 58(3), 110-118.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2013). *Biology of Plants*. W.H. Freeman and Company.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2013). *Biología de las plantas* (8.a ed.). W.H. Freeman y Company.

Rojas, M., & Rivera, C. (2020). Sustratos y desarrollo radicular en plántulas de *Theobroma cacao* en viveros amazónicos. *Revista Amazónica de Ciencias Agrícolas*, 7(1), 10-18.

Rodríguez, P., López, A., & Valenzuela, M. (2021). Data Collection Techniques in Agricultural Research: A Review. *Agricultural Research Methods*, 12(3), 110-125.

Santos, M. J., Silva, R. S., & Souza, F. A. (2017). Seed germination and seedling development of *Theobroma cacao* under different environmental conditions. *Journal of Agricultural Science*, 9(2), 35-42.

Smith, J., & Jones, B. (2019). The Role of Substrates in Seed Germination: Understanding the Basics. *Journal of Horticultural Science*, 27(2), 98-105.


Torres, P., & Mendoza, E. (2021). Efecto de sustratos de origen orgánico en el crecimiento inicial de plántulas de cacao. *Ciencia del Cacao*, 19(1), 60-69.

Torres, P., & Mendoza, E. (2021). Uso de sustratos orgánicos en la producción de plántulas de cacao. *Agroforestry Science*, 10(1), 24-36.

Vargas, L., & Martínez, A. (2017). Evaluación de la germinación en cacao mediante el uso de sustratos con alta capacidad de aireación. *Investigación Agrícola*, 5(4), 95-102.

Anexos

Anexo 1



La suscrita Secretaría de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Económico, del departamento del Guainía, en pleno uso de sus facultades,

HACE CONSTAR:

Que, dentro de sus funciones se encuentre la administración general del vivero de la gobernación del Guainía, lo cual le hace responsable de la administración y de las decisiones derivadas de dicho ejercicio.

Que, la Administración Departamental del Guainía considera positivo que se realicen investigaciones académicas y/o científicas en el territorio, y manifiesta apoyo para que las mismas se lleven a cabo en feliz término.

Que, se autoriza la utilización del Vivero de la Gobernación del Guainía, para que en sus instalaciones se realicen acciones en el marco de la investigación denominada "Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Theobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía".

Que, se le fue informado al detalle los objetivos de la investigación relacionada, y que la misma es realizada por el Ingeniero Agroecólogo Carlos Andrés Quiroz Segura, quien adelanta estudios de Especialización en Gerencia de Proyectos en la Universidad Minuto de Dios.

Que, la presente autorización no genera vínculo laboral ni contractual con el investigador, ni obliga a la Administración departamental del Guainía a realizar inversión en recursos financieros destinados al cumplimiento de los objetivos perseguidos con el proceso investigativo.

La presente se expide por solicitud del interesado, con destino a quien pueda interesar. Dada en la ciudad de Inírida Guainía, a los veintisiete (27) días del mes de junio del año 2024.

ORIGINAL FIRMADA

LUZ MABEL MIRANDA GARRIDO
Secretaría de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Económico

PARTICIPACIÓN	NOMBRE	CARGO	FIRMA
Proyecto	Jerson Pereira Beutiba	Técnico Administrativo Código 387 Grado 05	

Av Los Fundadores calle 16 N° 8-35
contactenos@guainia.gov.co www.guainia.gov.co (57)5656-251

Anexo 2



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: Análisis comparativo del efecto de tres sustratos sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida, Guainía.

Investigador: Carlos Andrés Quiroz segura

Descripción del Proyecto: Este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos en la germinación del cacao, con el fin de identificar las mejores condiciones para su cultivo en vivero. Se realizarán actividades que incluirán la preparación de sustratos, siembra de semillas, y monitoreo de su desarrollo.

Procedimiento: Como técnico viverista, se le solicitará participar en las siguientes actividades:

- Preparación de los sustratos seleccionados.
- Siembra de las semillas de cacao.
- Monitoreo del crecimiento y desarrollo de las plántulas.
- Registro de datos relacionados con la germinación y desarrollo.

Compromiso Ético:

Al participar en este proyecto, usted se compromete a:

- Seguir las directrices de ética de investigación establecidas por UNIMINUTO y la comunidad científica.
- Respetar el bienestar de las plántulas y contribuir al manejo responsable del vivero.
- Mantener la confidencialidad de los datos y resultados del estudio.

Consentimiento:

He leído y comprendido la información anterior. Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin ninguna consecuencia negativa.

Por la presente, doy mi consentimiento para participar en el proyecto descrito. Dado en Inírida Guainía a los veintisiete (27) días del mes de junio de 2024.

ORIGINAL FIRMADO

JERSON PEREIRA BAUTISTA
Técnico Viverista

ORIGINAL FIRMADO

CARLOS ANDRÉS QUIROZ SEGURA
Investigador



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: Análisis comparativo del efecto de tres sustratos sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida, Guainía.

Investigador: Carlos Andrés Quiroz segura

Descripción del Proyecto: Este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos en la germinación del cacao, con el fin de identificar las mejores condiciones para su cultivo en vivero. Se realizarán actividades que incluirán la preparación de sustratos, siembra de semillas, y monitoreo de su desarrollo.

Procedimiento: Como técnico viverista, se le solicitará participar en las siguientes actividades:

- Preparación de los sustratos seleccionados.
- Siembra de las semillas de cacao.
- Monitoreo del crecimiento y desarrollo de las plántulas.
- Registro de datos relacionados con la germinación y desarrollo.

Compromiso Ético:

Al participar en este proyecto, usted se compromete a:

- Seguir las directrices de ética de investigación establecidas por UNIMINUTO y la comunidad científica.
- Respetar el bienestar de las plántulas y contribuir al manejo responsable del vivero.
- Mantener la confidencialidad de los datos y resultados del estudio.

Consentimiento:

He leído y comprendido la información anterior. Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin ninguna consecuencia negativa.

Por la presente, doy mi consentimiento para participar en el proyecto descrito. Dado en Inírida Guainía a los veintisiete (27) días del mes de junio de 2024.

ORIGINAL FIRMADO


WILLINTON CORREAL CABARTE
Técnico Viverista

ORIGINAL FIRMADO

CARLOS ANDRÉS QUIROZ SEGURA
Investigador

Anexo 3

**INSTRUMENTO 1:
REGISTRO DE DATOS DE GERMINACIÓN**



ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	SUSTRATO	DIAS TRANSCURRIDOS	ALTURA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN N (cm)	ESTADO	OBSERVACIONES
1	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
2	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
3	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
4	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,3	Saludable	Crecimiento normal
5	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
6	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
7	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
8	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
9	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
10	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
11	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
12	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
13	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
14	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
15	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
16	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
17	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
18	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
19	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,3	Saludable	Crecimiento rápido
20	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
21	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,4	Saludable	Crecimiento normal
22	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
23	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

24	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
25	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
26	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
27	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,4	Saludable	Crecimiento rápido
28	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,0	Débil	Crecimiento moderado
29	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
30	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
31	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
32	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
33	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
34	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
35	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
36	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
37	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
38	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
39	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
40	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
41	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
42	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,0	Débil	Crecimiento moderado
43	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
44	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
45	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
46	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
47	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
48	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,3	Saludable	Crecimiento normal
49	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
50	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía


51	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,1	Saludable	Crecimiento normal
52	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,2	Saludable	Crecimiento normal
53	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
54	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
55	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
56	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,0	Débil	Crecimiento moderado
57	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
58	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
59	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
60	2424-08-01	NA	Sustrato 1	NA	NA	Muerto	No germinado
61	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,4	Saludable	Crecimiento normal
62	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,1	Saludable	Crecimiento normal
63	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
64	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
65	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
66	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,1	Saludable	Crecimiento normal
67	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
68	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
69	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
70	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
71	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
72	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
73	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
74	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
75	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
76	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
77	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

78	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
79	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
80	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,4	Saludable	Crecimiento normal
81	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
82	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
83	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
84	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
85	2424-08-01	NA	Sustrato 1	NA	NA	Muerto	No germinado
86	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
87	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
88	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
89	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
90	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
91	2424-08-01	NA	Sustrato 1	NA	NA	Muerto	No germinado
92	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
93	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
94	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
95	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 1	8	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
96	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 1	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido

Anexo 4

**INSTRUMENTO 1:
REGISTRO DE DATOS DE GERMINACIÓN**



ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	SUSTRATO	DIAS TRANSCURRIDOS	ALTURA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN (cm)	ESTADO	OBSERVACIONES
97	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
98	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
99	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
100	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
101	2424-08-01	NA	Sustrato 2	NA	NA	Muerto	No germinado
102	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
103	2424-08-01	NA	Sustrato 2	NA	NA	Muerto	No germinado
104	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
105	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
106	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
107	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,5	Saludable	Crecimiento rápido
108	2424-08-01	NA	Sustrato 2	NA	NA	Muerto	No germinado
109	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal
110	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
111	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	7,0	Débil	Crecimiento lento
112	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
113	2424-08-01	NA	Sustrato 2	NA	NA	Muerto	No germinado
114	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,4	Saludable	Crecimiento rápido
115	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
116	2424-08-01	NA	Sustrato 2	NA	NA	Muerto	No germinado
117	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,3	Saludable	Crecimiento rápido
118	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
119	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	7,0	Débil	Crecimiento lento

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

120	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,1	Saludable	Crecimiento normal
121	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
122	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
123	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
124	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
125	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
126	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
127	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
128	2424-08-01	NA	Sustrato 2	NA	NA	Muerto	No germinado
129	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
130	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,1	Saludable	Crecimiento normal
131	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
132	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
133	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,2	Saludable	Crecimiento normal
134	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
135	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
136	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
137	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
138	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
139	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
140	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
141	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	7,0	Débil	Crecimiento lento
142	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
143	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
144	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
145	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
146	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía


147	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
148	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
149	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
150	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
151	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
152	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
153	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
154	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
155	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
156	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
157	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
158	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
159	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal
160	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
161	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
162	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
163	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
164	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	8,3	Saludable	Crecimiento normal
165	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,3	Débil	Crecimiento lento
166	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,2	Saludable	Crecimiento normal
167	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	7,0	Débil	Crecimiento lento
168	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
169	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
170	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
171	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
172	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
173	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

174	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
175	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
176	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
177	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal
178	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,1	Saludable	Crecimiento rápido
179	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
180	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
181	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
182	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	8,3	Saludable	Crecimiento normal
183	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,3	Débil	Crecimiento lento
184	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,2	Saludable	Crecimiento normal
185	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,2	Saludable	Crecimiento rápido
186	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
187	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
188	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
189	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
190	2424-08-01	2424-08-08	Sustrato 2	7	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
191	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 2	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
192	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 2	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido

Anexo 5

**INSTRUMENTO 1:
REGISTRO DE DATOS DE GERMINACIÓN**



ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	SUSTRATO	DIAS TRANSCURRIDOS	ALTURA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN (cm)	ESTADO	OBSERVACIONES
193	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal
194	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
195	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
196	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal
197	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,1	Saludable	Crecimiento normal
198	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
199	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
200	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
201	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
202	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
203	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
204	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
205	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,8	Saludable	Crecimiento rápido
206	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
207	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
208	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
209	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
210	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
211	2424-08-01	NA	Sustrato 3	NA	NA	Muerto	No germinado
212	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4	Saludable	Crecimiento rápido
213	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
214	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
215	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4	Saludable	Crecimiento rápido

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

81

216	2424-08-01	NA	Sustrato 3	NA	NA	Muerto	No germinado
217	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
218	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
219	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
220	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	7,5	Débil	Crecimiento lento
221	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,1	Saludable	Crecimiento normal
222	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
223	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
224	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,1	Saludable	Crecimiento normal
225	2424-08-01	NA	Sustrato 3	NA	NA	Muerto	No germinado
226	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal
227	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	7,3	Débil	Crecimiento lento
228	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
229	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	7,3	Débil	Crecimiento lento
230	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
231	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
232	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
233	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
234	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
235	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
236	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4,	Saludable	Crecimiento rápido
237	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
238	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
239	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4,	Saludable	Crecimiento rápido
240	2424-08-01	NA	Sustrato 3	NA	NA	Muerto	No germinado
241	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
242	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

82


243	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
244	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	7,5	Débil	Crecimiento lento
245	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
246	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
247	2424-08-01	NA	Sustrato 3	NA	NA	Muerto	No germinado
248	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
249	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
250	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,6	Saludable	Crecimiento rápido
251	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
252	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,8	Saludable	Crecimiento rápido
253	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
254	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
255	2424-08-01	NA	Sustrato 3	NA	NA	Muerto	No germinado
256	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	7,4	Débil	Crecimiento lento
257	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
258	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
259	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
260	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
261	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
262	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
263	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
264	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,4	Saludable	Crecimiento normal
265	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,2	Saludable	Crecimiento normal
266	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,3	Saludable	Crecimiento normal
267	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
268	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,9	Saludable	Crecimiento rápido
269	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

270	2424-08-01	NA	Sustrato 3	NA	NA	Muerto	No germinado
271	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,8	Saludable	Crecimiento rápido
272	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
273	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,3	Saludable	Crecimiento normal
274	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,5	Saludable	Crecimiento rápido
275	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
276	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
277	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
278	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
279	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
280	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	9,0	Saludable	Crecimiento rápido
281	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
282	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
283	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,1	Saludable	Crecimiento normal
284	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
285	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
286	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,7	Saludable	Crecimiento rápido
287	2424-08-01	2424-08-09	Sustrato 3	8	8,4	Saludable	Crecimiento normal
288	2424-08-01	2424-08-10	Sustrato 3	9	8,1	Saludable	Crecimiento normal

Anexo 6

**INSTRUMENTO 1:
REGISTRO DE DATOS DE GERMINACIÓN**



ÍTEM	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE GERMINACIÓN	SUSTRATO	DIAS TRANSCURRIDOS	ALTURA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN (cm)	ESTADO	OBSERVACIONES
289	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
290	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,2	Débil	Crecimiento lento
291	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
292	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,3	Débil	Crecimiento lento
293	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	10	7,2	Débil	Crecimiento lento
294	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
295	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
296	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,4	Débil	Crecimiento lento
297	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
298	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
299	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,8	Débil	Crecimiento lento
300	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
301	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,2	Débil	Crecimiento lento
302	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
303	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
304	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
305	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
306	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
307	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
308	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
309	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
310	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,2	Débil	Crecimiento lento
311	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

85

312	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
313	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
314	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
315	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
316	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,4	Saludable	Crecimiento normal
317	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
318	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
319	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
320	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
321	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
322	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,2	Débil	Crecimiento lento
323	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
324	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
325	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,3	Saludable	Crecimiento normal
326	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
327	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
328	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,0	Saludable	Crecimiento normal
329	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
330	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
331	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
332	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
333	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
334	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
335	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
336	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
337	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,8	Débil	Crecimiento lento
338	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

86

339	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
340	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
341	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
342	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
343	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
344	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
345	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,2	Saludable	Crecimiento normal
346	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
347	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
348	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
349	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
350	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,3	Saludable	Crecimiento normal
351	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
352	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,4	Saludable	Crecimiento normal
353	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,3	Saludable	Crecimiento normal
354	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
355	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,2	Saludable	Crecimiento normal
356	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
357	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
358	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
359	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
360	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,2	Saludable	Crecimiento normal
361	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
362	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
363	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	6,0	Saludable	Crecimiento normal
331	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
332	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

333	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
334	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
335	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
336	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal
337	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	7,8	Débil	Crecimiento lento
338	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
339	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
340	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
364	2424-08-01	2424-08-11	Testigo	10	8,3	Saludable	Crecimiento normal
365	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	7,0	Saludable	Crecimiento normal
366	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
367	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
368	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	8,0	Saludable	Crecimiento normal
369	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
370	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
371	2424-08-01	2424-08-10	Testigo	9	6,0	Saludable	Crecimiento normal
372	2424-08-01	NA	Testigo	NA	NA	Muerto	No germinado
373	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	8,0	Saludable	Crecimiento normal
374	2424-08-01	2424-08-09	Testigo	8	7,0	Saludable	Crecimiento normal


Anexo 7

**Instrumento 2:
Hoja de Evaluación de Sustratos**



ÍTEM	FECHA DE EVALUACIÓN	SUSTRATO	RETENCIÓN DE HUMEDAD (%)	AIREACIÓN (volumen)	pH	CAPACIDAD DE NUTRIENTES (ppm)	OBSERVACIONES
1	2424-08-01	Sustrato 1	60	20%	6,5	150	Adecuado para germinar
2	2424-08-01	Sustrato 2	55	15%	6,2	120	Necesita más aireación
3	2424-08-01	Sustrato 3	70	18%	6,8	180	Buen balance general
4	2424-08-01	Testigo	50	16%	6,2	110	Necesita más aireación


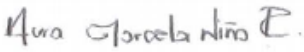

Anexo 8

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-F7-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramirez-Lider Comercial Aprobó: Jose Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3		
Código Análisis 87447	Fecha de recepción: 01/05/2024	Fecha de emisión del análisis: 05/09/2024	Fecha real de entrega: 06/09/2024			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre:	Otroz Segura Carlos Andrés	R. Tnte:	AGROSOIL LAB	Móvil:	3102553029	
E-mail:	andresotroz_1@hotmail.com					
Dpto:	Guainía	M.plo	PUERTO INIRIDA	Vereda:	N/A	
Finca:	VIVERO					
Lote:	T1	Cultivo:	Cacao	Cultivar:*	Amanavén	
Edad:	0 Mes					
Clima:	Cálido	Pendiente o inclinación:	Plana		0-3%	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura	F		Franca		La textura franca se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.	
Arcilla	%	24	Calificación			
Limo	%	28				
Arena	%	48				
Retención de humedad	%	60				
Aireación en volúmen	%	20				
Propiedades químicas						
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Óptimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
pH		6,5	6,0	7,0	Óptimo	Favorece la absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B
CE	ds ⁺ m ⁻¹	0,9		2,0		Contenido de sales óptimo para el desarrollo del cultivo
CIC	cmol ⁺ /kg ⁻¹					
CICE		9,6				
BT		6,0	6,01			Suelo con aceptable contenido de bases intercambiables
Cap. Abs.de Nutrientes	ppm	150,0	80,0		Moderada	Suelo con capacidad de absorción de nutriente moderada
Composición química						
MO	%	4,21	4,00		Medio	Óptimo contenido de materia orgánica presente en el suelo, puede mejorar con aplicación de abono orgánico compostado
CO		2,36	2,33		Medio	
N.Total		0,95	0,81		Medio	
N-Disp	mg/kg ⁻¹	75,34	53,33	96,0	Óptimo	
P-Disp		30,53	20,00	40,0	Óptimo	
k	cmol ⁺ /kg ⁻¹	0,23	0,20	0,4	Óptimo	
Ca		4,08	3,00	6,0	Medio	
Mg		1,37	1,20	2,4	Óptimo	
Na		0,09				
Al		3,90				


Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

90

Código Análisis 87447		Fecha de recepción: 01/05/2024			Fecha de emisión del análisis: 06/09/2024		Fecha real de entrega: 06/09/2024	
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Optimo Mín Máx		Calificación	Interpretación		
S	mg/kg-1	8,32	10,00	15,00	Medio	Moderado contenido de azufre. La s síntomas de la deficiencia cuando se presenta, no son tan comunes en suelos colombianos		
Fe		50,30	17,33	34,67	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el Cacaohojas bronceadas o anaranjadas, atrofiaamiento de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.		
Mn		4,21	10,00	30,00	Medio	Moderado contenido de Magnesio. El exceso de hierro puede generar deficiencia de magnesio.		
Cu		4,21	2,00	4,00	Medio	Suelo co moderado contenido de hierro		
Zn		9,32	3,00	5,40	Medio	El exceso de zinc puede generar en el chonladuro atrofiaamiento de raíces, necrosis y abscisión de hojas y deficiencia de fósforo.		
BT		4,21	0,30	0,60	Medio			
Cd								
Métodos analíticos								
Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)						Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)		
Azufre (S)						Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M		
Boro (B)						Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M		
Bases de cambio (K+, Ca2+, Mg2+ y Na+)						Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio		
Cadmio (Cd)						No determinado		
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)						No determinado		
Conductividad Eléctrica (CE)						Electrométrico, extracto de saturación		
Fósforo disponible (P-Disp)						Colorimétrico, Bray II		
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)						Absorción Atómica, Extracción con DTPA		
Materia Orgánica (MO)						Walkley Black		
pH						Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1		
Textura						Bouyoucos		
Retención de humedad						Terrón parafinado		
Aireación en volúmen						Cálculo matemático		


		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-FT-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramírez-Líder Comercial Aprobó: José Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3
Código Análisis 87447	Fecha de recepción: 01/05/2024	Fecha de emisión del análisis: 06/09/2024	Fecha real de entrega: 06/09/2024	
Observaciones				
Convenções: R.Trile = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio				
* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.				
Apreciado cliente, tenga en cuenta que:				
A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.				
La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.				
Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.				
Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.				
				
_____ Aura Marcela Niño R Responsable Del Análisis Químico QUÍMICA PQ 2088 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO		_____ Juan Manuel Ramirez Mosos Líder Comercial Agrosoil Lab INGENIERO AGRÓNOMO MP 22.222		


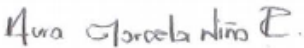

Anexo 9

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-F7-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramirez-Lider Comercial Aprobó: Jose Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3		
Código Análisis 87447	Fecha de recepción: 01/05/2024	Fecha de emisión del análisis: 05/09/2024	Fecha real de entrega: 06/09/2024			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre:	Otroz Segura Carlos Andrés	R. Tnte:	AGROSOIL LAB	Móvil:	3102653029	
E-mail:	andresotroz_1@hotmail.com					
Dpto:	Guainía	M.plo	PUERTO INIRIDA	Vereda:	N/A	
Finca:	VIVERO					
Lote:	T2	Cultivo:	Cacao	Cultivar:*	Amanavén	
Edad:	0 Mes					
Clima:	Cálido	Pendiente o inclinación:	Plana		0-3%	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura	F		Franca		La textura franca se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.	
Arcilla	%	27	Calificación			
Limo	%	26				
Arena	%	47				
Retención de humedad	%	55				
Aireación en volúmen	%	15				
Propiedades químicas						
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Óptimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
pH		6,2	6,0	7,0	Óptimo	Favorece la absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B
CE	ds ² m ⁻¹	1,1		2,0		Contenido de sales óptimo para el desarrollo del cultivo
CIC	cmol ⁺ /kg ⁻¹					
CICE		9,7				
BT		5,9	6,01			Suelo con aceptable contenido de bases intercambiables
Cap. Abs.de Nutrientes	ppm	120,0	80,0		Moderada	Suelo con capacidad de absorción de nutriente moderada
Composición química						
MO	%	4,23	4,00		Medio	Óptimo contenido de materia orgánica presente en el suelo, puede mejorar con aplicación de abono orgánico compostado
CO		2,39	2,33		Medio	
N.Total		0,86	0,81		Medio	
N-Disp	mg/kg ⁻¹	79,78	53,33	96,0	Óptimo	
P-Disp		33,00	20,00	40,0	Óptimo	
k	cmol ⁺ /kg ⁻¹	0,25	0,20	0,4	Óptimo	
Ca		4,32	3,00	6,0	Medio	
Mg		1,53	1,20	2,4	Óptimo	
Na		0,08				
Al		4,00				


Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

93

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramírez-Lider Comercial Aprobó: José Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3	
Código Análisis 87447		Fecha de recepción: 01/05/2024		Fecha de emisión del análisis: 06/09/2024		Fecha real de entrega: 06/09/2024
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Optimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
S	mg/kg-1	8,45	10,00	15,00	Medio	Moderado contenido de azufre. La s síntomas de la deficiencia cuando se presenta, no son tan comunes en suelos colombianos
Fe		51,40	17,33	34,67	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el Cacaohojas bronceadas o anaranjadas, atrofiaamiento de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.
Mn		5,67	10,00	30,00	Medio	Moderado contenido de Magnesio. El exceso de Hierro rpuede generar deficiencia de magnesio.
Cu		4,26	2,00	4,00	Medio	Suelo co moderado contenido de hierro
Zn		8,47	3,00	5,40	Exceso	El exceso de zinc puede generar en el chonladuro atrofiaamiento de raíces, necrosis y abscisión de hojas y deficiencia de fósforo.
BT		0,21	0,30	0,60	Medio	
Cd						
Métodos analíticos						
Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)					Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)	
Azufre (S)					Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M	
Boro (B)					Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M	
Bases de cambio (K+, Ca2+, Mg2+ y Na+)					Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio	
Cadmio (Cd)					No determinado	
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)					No determinado	
Conductividad Eléctrica (CE)					Electrométrico, extracto de saturación	
Fósforo disponible (P-Disp)					Colorimétrico, Bray II	
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)					Absorción Atómica, Extracción con DTPA	
Materia Orgánica (MO)					Walkley Black	
pH					Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1	
Textura					Bouyoucos	
Retención de humedad					Terrón parafinado	
Aireación en volúmen					Cálculo matemático	


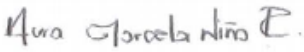

	INFORME ANÁLISIS DE SUELOS			Código: LBS-FT-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramirez-Lider Comercial Aprobó: Jose Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3
				Código Análisis 87447
Observaciones				
<p>Convenciones: R.Trile = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio</p> <p>* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.</p> <p>Apreciado cliente, tenga en cuenta que:</p> <p>A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.</p> <p>La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.</p> <p>Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.</p> <p>Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.</p>				
				
<hr/> Aura Marcela Niño R Responsable Del Análisis Químico QUÍMICA PQ 2088 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO		<hr/> Juan Manuel Ramirez Mosos Lider Comercial Agrosoil Lab INGENIERO AGRÓNOMO MP 22.222		

Anexo 10


		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-F7-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramirez-Lider Comercial Aprobó: Jose Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3		
Código Análisis 87448	Fecha de recepción: 01/05/2024	Fecha de emisión del análisis: 05/09/2024	Fecha real de entrega: 06/09/2024			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre:	Oulroz Segura Carlos Andrés	R. Tnte:	AGROSOIL LAB	Móvil:	3102653029	
E-mail:	andresouroz_1@hotmail.com					
Dpto:	Guainía	M.plo	PUERTO INIRIDA	Vereda:	N/A	
Finca:	VIVERO					
Lote:	T3	Cultivo:	Cacao	Cultivar:*	Amanavén	
Edad:	0 Mes					
Clima:	Cálido	Pendiente o inclinación:	Plana		0-3%	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura	F		Franca		La textura franca se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, baja a moderada fertilidad del suelo.	
Arcilla	%	26	Calificación			
Limo	%	26				
Arena	%	48				
Retención de humedad	%	70				
Aireación en volúmen	%	18				
Propiedades químicas						
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Óptimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
pH		6,8	6,0	7,0	Neutral	Favorece la absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B
CE	ds ² m ⁻¹	1,0		2,0		Contenido de sales óptimo para el desarrollo del cultivo
CIC	cmol ⁺ /kg ⁻¹					
CICE		9,5				
BT		5,8	6,01			Suelo con aceptable contenido de bases intercambiables
Cap. Abs.de Nutrientes	ppm	180,0	80,0		Moderada	Suelo con capacidad de absorción de nutriente moderada
Composición química						
MO	%	4,18	4,00		Medio	Óptimo contenido de materia orgánica presente en el suelo, puede mejorar con aplicación de abono orgánico compostado
CO		2,65	2,33		Medio	
N.Total		0,87	0,81		Medio	
N-Disp	mg/kg ⁻¹	63,34	53,33	96,0	Óptimo	
P-Disp		35,92	20,00	40,0	Óptimo	
k	cmol ⁺ /kg ⁻¹	0,35	0,20	0,4	Óptimo	
Ca		5,02	3,00	6,0	Medio	
Mg		1,56	1,20	2,4	Óptimo	
Na		0,09				
Al		3,97				

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Código Análisis 87448		Fecha de recepción: 01/05/2024			Fecha de emisión del análisis: 06/09/2024		Fecha real de entrega: 06/09/2024	
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Optimo Mín Máx		Calificación	Interpretación		
S	mg/kg-1	9,60	10,00	15,00	Medio	Moderado contenido de azufre. La s síntomas de la deficiencia cuando se presenta, no son tan comunes en suelos colombianos		
Fe		45,98	17,33	34,67	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el Cacaohojas bronceadas o anaranjadas, atrofiaamiento de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.		
Mn		4,65	10,00	30,00	Medio	Moderado contenido de Magnesio. El exceso de Hierro rpuede generar deficiencia de magnesio.		
Cu		4,23	2,00	4,00	Medio	Suelo co moderado contenido de hierro		
Zn		8,65	3,00	5,40	Medio	El exceso de zinc puede generar en el chonladuro atrofiaamiento de raíces, necrosis y abscisión de hojas y deficiencia de fósforo.		
BT		4,32	0,30	0,60	Medio			
Cd								
Métodos analíticos								
Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)						Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)		
Azufre (S)						Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M		
Boro (B)						Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M		
Bases de cambio (K+, Ca2+, Mg2+ y Na+)						Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio		
Cadmio (Cd)						No determinado		
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)						No determinado		
Conductividad Eléctrica (CE)						Electrométrico, extracto de saturación		
Fósforo disponible (P-Disp)						Colorimétrico, Bray II		
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)						Absorción Atómica, Extracción con DTPA		
Materia Orgánica (MO)						Walkley Black		
pH						Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1		
Textura						Bouyoucos		
Retención de humedad						Terrón parafinado		
Aireación en volúmen						Cálculo matemático		


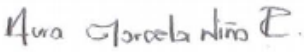

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-FT-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramirez-Lider Comercial Aprobó: Jose Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3
Código Análisis 87448	Fecha de recepción: 01/05/2024	Fecha de emisión del análisis: 06/09/2024	Fecha real de entrega: 06/09/2024	
Observaciones				
Convenções: R.Trile = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio				
* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.				
Apreciado cliente, tenga en cuenta que:				
A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.				
La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.				
Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.				
Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.				
				
_____ Aura Marcela Niño R Responsable Del Análisis Químico QUÍMICA PQ 2088 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO		_____ Juan Manuel Ramirez Mosos Lider Comercial Agrosoil Lab INGENIERO AGRÓNOMO MP 22.222		

Anexo 11

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-F7-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramirez-Lider Comercial Aprobó: José Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3		
Código Análisis 87449	Fecha de recepción: 01/05/2024	Fecha de emisión del análisis: 05/09/2024	Fecha real de entrega: 06/09/2024			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE						
Nombre:	Otroz Segura Carlos Andrés	R. Tnte:	AGROSOIL LAB	Móvil:	3102653029	
E-mail:	andresotroz_1@hotmail.com					
Dpto:	Guainía	M.plo	PUERTO INIRIDA	Vereda:	N/A	
Finca:	VIVERO					
Lote:	Testigo	Cultivo:	Cacao	Cultivar:*	Amanavén	
Edad:	0 Mes					
Clima:	Cálido	Pendiente o inclinación:	Plana		0-3%	
RESULTADO ANÁLISIS DE SUELOS						
Propiedades físicas						
Textura	F-A		Franco arenosa		La textura franco arenosa se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas y en general baja a moderada fertilidad del suelo	
Arcilla	%	14	Calificación			
Limo		34				
Arena		52				
Retención de humedad	%	50				
Aireación en volúmen	%	16				
Propiedades químicas						
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Óptimo		Calificación	Interpretación
			Mín	Máx		
pH		6,2	6,0	7,0	Neutral	Favorece la absorción de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B
CE	ds ² m ⁻¹	0,7		2,0		Contenido de sales óptimo para el desarrollo del cultivo
CIC	cmol ⁺ /kg ⁻¹					
CICE		7,8				
BT		5,8	6,01			Suelo con aceptable contenido de bases intercambiables
Cap. Abs.de Nutrientes	ppm	110,0	80,0		Moderada	Suelo con capacidad de absorción de nutrientes moderada
Composición química						
MO	%	3,80	4,00		Medio	Óptimo contenido de materia orgánica presente en el suelo, puede mejorar con aplicación de abono orgánico compostado
CO		2,30	2,33		Medio	
N.Total		0,93	0,81		Medio	
N-Disp	mg/kg ⁻¹	75,00	53,33	96,0	Óptimo	
P-Disp		25,78	20,00	40,0	Óptimo	
k	cmol ⁺ /kg ⁻¹	0,20	0,20	0,4	Óptimo	
Ca		3,10	3,00	6,0	Medio	
Mg		1,37	1,20	2,4	Óptimo	
Na		1,00				
Al		4,00				

Análisis comparativo del efecto de tres sustratos, sobre la germinación de Cacao (Teobroma cacao v. Amanavén) bajo condiciones de vivero, en el municipio de Inírida Guainía

Código Análisis 87449		Fecha de recepción: 01/05/2024			Fecha de emisión del análisis: 06/09/2024		Fecha real de entrega: 06/09/2024	
Propiedad	Unidad	Resultado	Rango Optimo Mín Máx		Calificación	Interpretación		
S	mg/kg-1	859,00	10,00	15,00	Medio	Moderado contenido de azufre. La s síntomas de la deficiencia cuando se presenta, no son tan comunes en suelos colombianos		
Fe		61,72	17,33	34,67	Exceso	El exceso de hierro puede generar en el Cacaohojas bronceadas o anaranjadas, atrofiaamiento de raíces y abscisión de hojas. También puede generar deficiencia de manganeso.		
Mn		6,76	10,00	30,00	Medio	Moderado contenido de Magnesio. El exceso de hierro puede generar deficiencia de magnesio.		
Cu		4,18	2,00	4,00	Medio	Suelo co moderado contenido de hierro		
Zn		7,98	3,00	5,40	Medio	El exceso de zinc puede generar en el chonladuro atrofiaamiento de raíces, necrosis y abscisión de hojas y deficiencia de boro.		
BT		3,74	0,30	0,60	Medio			
Cd								
Métodos analíticos								
Aluminio Intercambiable * Expresado en términos de acidez (Al)						Valoración ácido base, Método de Yuang (KCl)		
Azufre (S)						Turbidimétrico, extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M		
Boro (B)						Colorimétrico (Azometina H), extracción fosfato monobásico de calcio 0,008M		
Bases de cambio (K+, Ca2+, Mg2+ y Na+)						Absorción Atómica, Extracción con acetato de amonio		
Cadmio (Cd)						No determinado		
Capacidad de Intercambio catiónico (CIC)						No determinado		
Conductividad Eléctrica (CE)						Electrométrico, extracto de saturación		
Fósforo disponible (P-Disp)						Colorimétrico, Bray II		
Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn)						Absorción Atómica, Extracción con DTPA		
Materia Orgánica (MO)						Walkley Black		
pH						Potenciométrico, relación suelo:agua 1:1		
Textura						Bouyoucos		
Retención de humedad						Terrón parafinado		
Aireación en volúmen						Cálculo matemático		

		INFORME ANÁLISIS DE SUELOS		Código: LBS-FT-007 Fecha: 2024-05-15 Versión: 04 Elaboró: Juan Manuel Ramírez-Líder Comercial Aprobó: José Vicente Machado Gerente Comercial Página 1-3
Código Análisis 87449	Fecha de recepción: 01/05/2024	Fecha de emisión del análisis: 06/09/2024	Fecha real de entrega: 06/09/2024	
Observaciones				
Convenções: R.Trile = Representante; Depto = Departamento; M.Pio = Municipio				
* Cultivar hace referencia a variedad, híbrido o ecotipo.				
Apreciado cliente, tenga en cuenta que:				
A partir de la fecha de entrega real de los resultados cuenta con sesenta (60) días para hacer alguna observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte; AGROSOIL LAB asume la conformidad de los resultados del análisis.				
La información suministrada en este informe se relaciona únicamente con la muestra de suelo entregada por el cliente, en las condiciones como fue recibida.				
Se asume que el cliente realizó correctamente la recolección de la muestra de suelo. Cualquier error de muestreo en campo se reflejará en los resultados analíticos.				
Está prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización de AGROSOIL LAB.				
				
_____ Aura Marcela Niño R Responsable Del Análisis Químico QUÍMICA PQ 2088 DIRECTOR TÉCNICO LABORATORIO		_____ Juan Manuel Ramirez Mosos Líder Comercial Agrosoil Lab INGENIERO AGRÓNOMO MP 22.222		