



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”**

CARRERA AGRONOMÍA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EN LA CALIDAD Y
CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao*
L.) EN VIVEROS COMERCIALES**

AUTOR

FRANCO NARANJO EFRÉN RICARDO

TUTOR

ING. NAVARRETE CORNEJO ALEXANDRA, M.Sc

**MILAGRO, ECUADOR
2024**



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN LA CALIDAD Y CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVEROS COMERCIALES”, realizado por el estudiante FRANCO NARANJO EFRÉN RICARDO; con cédula de identidad N° 0929134070 de la carrera AGRONOMIA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Navarrete Cornejo Alexandra, M.Sc
Tutor

Milagro, 19 de septiembre de 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN LA CALIDAD Y CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVEROS COMERCIALES”, realizado por el estudiante FRANCO NARANJO EFRÉN RICARDO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ph.D Moran Castro Cesar
PRESIDENTE

Ing. Flores Cadena Cristian, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Navarrete Cornejo Alexandra, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 19 de septiembre de 2024

DEDICATORIA

Agradezco a Dios, a mi madre, Magdalena Naranjo Villalta, por ser mi guía, mi fortaleza y mi ejemplo de perseverancia, gracias por tu amor incondicional y por enseñarme que el esfuerzo y la dedicación son la clave para alcanzar cualquier meta.

A mi hija, Rafaella Franco Moran, mi luz y mi inspiración, que este trabajo sea un reflejo del amor con el que quiero guiarte en tu propio camino, siempre recordando que los sueños se alcanzan con valentía y pasión.

Y a toda mi familia, por su apoyo constante, comprensión y amor en cada paso de este proceso. Este logro también es suyo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

En primer lugar, a mi madre, Magdalena Naranjo Villalta, por su incansable apoyo, sus palabras de aliento y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. Su ejemplo ha sido mi mayor inspiración.

A mi hija, Rafaella Franco Moran, por ser mi mayor motivación para seguir adelante cada día. Su sonrisa y alegría me recordaron siempre por qué es importante no rendirse.

A mis profesores y mi asesora de tesis Ing. Alexandra Navarrete Cornejo, por su orientación, sabiduría y paciencia a lo largo de este proceso, cuyo acompañamiento fue fundamental para el desarrollo de esta investigación.

Y finalmente, a mi familia y amigos, por su constante apoyo emocional, su comprensión en los momentos más difíciles y su fe inquebrantable en mis capacidades, este logro también es el reflejo de su confianza en mí.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, FRANCO NARANJO EFRÉN, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN LA CALIDAD Y CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN VIVEROS COMERCIALES, para optar el título de Ingeniero Agrónomo, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 19 de septiembre de 2024

FRANCO NARANJO EFRÉN RICRDO
C.I. 0929134070

Resumen

La producción de cacao desempeña un papel fundamental en la economía global y local, siendo una fuente crucial de ingresos y empleo en Ecuador. La versatilidad y adaptabilidad del cultivo lo convierten en un activo invaluable para las comunidades agrícolas, ofreciendo oportunidades económicas sostenibles y contribuyendo a la seguridad alimentaria al proporcionar un cultivo de alto valor nutricional. Para evaluar la influencia de la nutrición en la calidad y el crecimiento de las plantas de cacao durante la etapa de vivero, se realizó un ensayo en el cantón Bucay de la provincia Guayas. El experimento comprendió cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, totalizando veinte parcelas experimentales. Se midieron variables como el aumento en la altura de la planta (en centímetros), el incremento en el diámetro del tallo (en milímetros) y el número de hojas para recopilar datos agronómicos precisos. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) para garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados. El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA), seguido de la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ($P < 0,05$). Los resultados indicaron que el uso de ácidos húmicos favorece el crecimiento de las plantas de cacao en viveros, mientras que la aplicación adecuada de nutrientes influye positivamente en su desarrollo foliar y radicular.

Palabras claves: *crecimiento, follaje, formación de raíces, material vegetal, propagación.*

Abstract

The production of cocoa plays a fundamental role in both the global and local economies, serving as a crucial source of income and employment in Ecuador. The crop's versatility and adaptability make it an invaluable asset for agricultural communities, providing sustainable economic opportunities and contributing to food security by offering a high-nutritional-value crop. To assess the influence of nutrition on the quality and growth of cocoa plants during the nursery stage, a trial was conducted in the Bucay canton of Guayas province. The experiment comprised five treatments with four replications each, totaling twenty experimental plots. Variables such as plant height increase (in centimeters), stem diameter increment (in millimeters), and leaf count were measured to gather precise agronomic data. A randomized complete block design (RCBD) was employed to ensure the validity and reliability of the results. Statistical analysis was conducted using analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's test with a significance level of 5% ($P < 0.05$). The results indicated that the use of humic acids promotes the growth of cocoa plants in nurseries, while proper nutrient application positively influences their foliar and root development.

Keywords: *growth, foliage, root formation, plant material, propagation*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Antecedentes del problema.....	13
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.2.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2.2 Formulación del problema.....	14
1.3 Justificación de la investigación.....	14
1.4 Delimitación de la investigación.....	14
1.5 Objetivo general.....	15
1.6 Objetivos específicos.....	15
1.7 Hipótesis.....	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Estado del arte.....	16
2.2 Bases teóricas.....	16
2.2.1 Origen e importancia.....	16
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	17
2.2.3 Descripción morfológica.....	17
2.2.3.1. Raíz.....	17
2.2.3.2. Tallo.....	17
2.2.3.3. Hojas.....	18
2.2.3.4. Flores.....	18
2.2.3.5. Frutos.....	18
2.2.4 Condiciones edafoclimáticas.....	18
2.2.4.1. Temperatura.....	18
2.2.4.2 Luminosidad.....	19
2.2.4.3. Precipitación.....	19
2.2.4.4. Topografía.....	19
2.2.4.5. Suelo.....	19
2.2.4.6. pH.....	19
2.2.5 Manejo del cultivo.....	20
2.2.5.1. Control de malezas.....	20
2.2.5.2. Fertilización.....	20
2.2.5.3. Riego.....	20

2.2.5.4. Control fitosanitario.....	20
2.3 Marco legal.....	21
2.MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Enfoque de la investigación.....	23
3.1.1 Tipo de investigación.....	23
3.1.2 Diseño de investigación.....	23
3.2 Metodología.....	23
3.2.1 Variables	23
3.2.1.1. Variable independiente.....	23
3.2.1.2. Variable dependiente.....	23
3.2.2 Tratamientos	24
3.2.3 Diseño experimental.....	25
3.2.4 Recolección de datos	25
3.2.4.1. Recursos	25
3.2.4.2. Métodos y técnicas.....	26
3.2.5 Análisis estadístico.....	26
4. RESULTADOS.....	27
4.1 Determinar la influencia de diferentes niveles de nutrientes en la calidad y crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales.	27
4.2 Identificar los efectos de la aplicación de micronutrientes y macronutrientes en la absorción y utilización de nutrientes por parte de las plantas de cacao.	29
4.3 Evaluar el impacto de la nutrición en el desarrollo de raíces y la calidad del sistema radicular de las plantas de cacao en viveros comerciales.	30
5. DISCUSIÓN	31
6. CONCLUSIONES	32
7. RECOMENDACIONES	33
8. BIBLIOGRAFÍA	34
9. ANEXOS	39
9.1 Índice de tablas	39
9.2 Índice de figuras	56

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio.....	25
Tabla 2. Delimitación del área de ensayo	25
Tabla 3. Esquema del análisis de varianza.....	26
Tabla 4 Promedios de la variable altura de planta (cm) a los 15,30,45 y 60 días	27
Tabla 5. Promedios de la variable diámetro del tallo (mm) a los 15,30,45 y 60 días	28
Tabla 6. Promedios de la variable número de hojas a los 15,30,45 y 60 días	29
Tabla 7. Promedios de la variable tamaño de raíces a los 15,30,45 y 60 días	30

Índice de figuras

Figura 1. Croquis del área experimental.....	55
Figura 2. Características de las unidades experimentales	55
Figura 3. Toma de datos de la variable Incremento de altura de planta a los 15 días (cm)	56
Figura 4. Toma de datos de la variable Número de hojas a los 15 días	56
Figura 5. Toma de datos de la variable incremento de diámetro del tallo (cm) ...	57
Figura 6. Acompañamiento de la tutora.....	57
Figura 7. Visita de la tutora.....	58
Figura 8. Visita de la tutora.....	58

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es considerado como un cultivo de alto impacto socioeconómico en muchas regiones, además es un producto de consumo popular, ya que la demanda global de productos a base de cacao continúa creciendo de manera constante, entre una de ellas tenemos la industria del chocolate (Espinosa-García et al., 2019).

Ecuador es reconocido en todo el mundo por producir cacao de alta calidad, destacan su distintivo aroma y sabor único, lo cual lo ha llevado a ser denominado como uno de los mejores a nivel global (Mata, 2021).

El cacao ha sido parte integral de la cultura ecuatoriana y es una de las principales fuentes de ingresos y sustento de muchas familias, lo que ha ayudado a preservar las técnicas de cultivo e identidad cultural asociadas al cacao (Agbenyo, 2022).

La genética, las condiciones climáticas y prácticas agrícolas son varios de los factores que determinan la calidad del cacao, también cabe mencionar que la nutrición de las plantas es un aspecto fundamental a considerar para su crecimiento y desarrollo saludable (Samanta et al., 2022).

La nutrición desempeña un importante rol en el crecimiento de las plantas de cacao producidas en condiciones de vivero. La disponibilidad de nutrientes es esencial para el desarrollo saludable de las plantas, además esto nos garantiza la producción de plantas de alta calidad (Okoffo, 2019).

Una nutrición adecuada es necesaria para el desarrollo de un sistema radicular fuerte y saludable, permitiéndoles a las plántulas contar con una buena estructura de soporte además de facultar la absorción de agua y nutrientes disponibles en el sustrato (Copetti, 2020).

Los nutrientes esenciales como Nitrógeno, Fósforo y Potasio ayudan a estimular el crecimiento y vigor de las plántulas durante sus primeros estadios, ya que promueven el desarrollo de ramificaciones, hojas y brotes (Niether et al., 2019).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cacao (*Theobroma cacao* L.), se considera un cultivo de importancia por su valor económico como materia prima durante la elaboración de chocolate, se cultiva principalmente en varios países de América Latina, entre los cuales resaltan

Ecuador, Perú y Colombia. En gran medida, el éxito de la producción depende principalmente de la calidad del material vegetal utilizado, seguido de varios factores como la nutrición y el adecuado manejo del cultivo.

Las plantas de cacao producidas en viveros comerciales dependen de la nutrición proporcionada por el sustrato y el fertilizante que se les aplica inicialmente. La falta o el exceso de nutrientes esenciales pueden ocasionar efectos irreversibles en la calidad y normal desarrollo de las plántulas.

Una nutrición adecuada es crucial para el óptimo desarrollo de las plantas de cacao, especialmente durante la fase de vivero, donde las plántulas se encuentran en condiciones óptimas bajo un ambiente controlado.

Con base en este contexto, es de suma importancia investigar el efecto de la nutrición tanto en la calidad como en el crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los niveles óptimos de nutrientes necesarios para promover un crecimiento saludable y una alta calidad de las plantas de cacao en viveros comerciales?

1.3 Justificación de la investigación

A pesar de la importancia de la nutrición en el cultivo de cacao, no existen investigaciones científicas que examinen de manera exhaustiva el efecto de la nutrición en la calidad y crecimiento de las plantas de cacao producidas en viveros comerciales. En la actualidad, el conocimiento sobre los requisitos nutricionales específicos del cacao durante la etapa de vivero es limitado y fragmentado, la falta de conocimiento dificulta la adopción de prácticas de manejo adecuadas y eficientes, lo cual puede resultar en menor calidad de plántulas y mayores costos de producción.

En este sentido, es necesario realizar investigaciones que permitan evaluar el efecto de la nutrición en la calidad y crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales. Los resultados obtenidos en esta investigación podrían servir de ayuda a los productores de plantas de cacao para obtener plantas de mejor calidad y, por ende, incrementar su producción y rentabilidad.

1.4 Delimitación de la investigación

El trabajo de investigación se realizó teniendo en consideración los siguiente:

- **Espacio:** El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el cantón Bucay, perteneciente a la provincia del Guayas.
- **Tiempo:** En trabajo de investigación tuvo una duración de 6 meses (Junio - Diciembre del 2023)

Población: El trabajo de investigación estuvo dirigido al propietario del vivero y productores de plántulas aledaños a la zona de estudio.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la nutrición en la calidad y crecimiento de plantas de cacao en viveros comerciales.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de diferentes niveles de nutrientes en la calidad y crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales.
- Identificar los efectos de la aplicación de micronutrientes y macronutrientes en la absorción y utilización de nutrientes por parte de las plantas de cacao.
- Evaluar el impacto de la nutrición en el desarrollo de raíces y la calidad del sistema radicular de las plantas de cacao en viveros comerciales.

1.7 Hipótesis

La aplicación de una nutrición adecuada en las plantas de cacao en viveros comerciales mejora la calidad y crecimiento de las plantas, permitiendo una mejor absorción y utilización de nutrientes, lo que se refleja en un mayor desarrollo de raíces y una mejor calidad del sistema radicular.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En un estudio llevado a cabo por Doungous (2019), indica que la aplicación de fertilizantes con una combinación equilibrada de macro y micro elementos mejoró de manera significativa el crecimiento de plántulas de cacao producidas en condiciones de vivero, es decir, se mejoraron ciertos indicadores de desarrollo como: mejor sistema radicular, mayor altura, tallos con diámetros superiores y mayor cantidad de biomasa.

En su trabajo de investigación Widyanto (2022), establece que la aplicación de una dosis adecuada de nitrógeno promovió el rápido crecimiento de las plantas, además se observaron plantas de cacao con mayor porcentaje de área foliar, no obstante, se descubrió que la aplicación excesiva de nitrógeno tuvo un efecto negativo, ocasionando el crecimiento excesivo que debilitó la estructura de las plantas.

En un estudio realizado en un vivero de producción de plantas de cacao, donde se llevó a cabo la evaluación del efecto de la fertilización con potasio (K) en la calidad de las plántulas, se observó que la aplicación de una dosis adecuada de K mejoró de manera significativa la calidad de las mismas, las cuales mostraron ser más resistentes a enfermedades (Hidayat, 2022).

Ruf (2021), llevó a cabo un estudio con el fin de evaluar el efecto de diferentes fuentes de micronutrientes en la calidad de las plántulas de cacao, para esto fue necesaria la comparación entre diferentes formulaciones de micronutrientes y se observó que la aplicación de una fuente de micronutrientes equilibrada mejoró de manera significativa la calidad de las plántulas, mismas que presentaban sistema radicular mejor desarrollado, plantas más vigorosas y con una mayor tasa de supervivencia.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen e importancia

Se estima que el cultivo de cacao es originario de Mesoamérica, debido a que estudios realizados, revelaron que los primeros hallazgos de este grano se hicieron en lugares donde se asentaban las antiguas civilizaciones de los mayas y los aztecas (Prastowo, 2021).

Con el pasar del tiempo la demanda del cacao superó las fronteras de Mesoamérica y se expandió hasta Europa, durante la época de colonización. El cacao tomó popularidad con rapidez en todo el continente (Kaba et al., 2022).

Con el incremento de la demanda de cacao, las plantaciones se extendieron a lo largo de todo el mundo, en la actualidad, entre los principales países productores de cacao se encuentran Nigeria, Indonesia, Costa de Marfil y Ghana (Trebissou et al. 2022).

Desde el punto de vista económico y cultural, el cacao es considerado a nivel mundial como un cultivo de gran importancia, debido a que es la principal materia prima empleada en la elaboración de chocolate (Moinina, 2023).

2.2.2 Clasificación taxonómica

El cultivo de cacao es conocido científicamente como *Theobroma cacao*, pertenece al reino *Plantae* y a la división de las plantas con flores o *Magnoliophyta*, se ubica dentro de la clase *Magnoliopsida*, agrupada en el orden de las *Malvales*, el cacao se encuentra en la familia *Malvaceae*, cuyo género es *Theobroma* (Afoakwa, 2021).

2.2.3 Descripción morfológica

2.2.3.1. Raíz

La raíz del árbol de cacao es una estructura subterránea que desempeña un importante rol en la supervivencia y desarrollo de la planta (Michael et al., 2023).

Normalmente el sistema radicular del cacao es ramificado y fibroso, se compone de numerosas raíces delgadas extendidas de manera horizontal en la capa superior del suelo (Fabrice, 2023).

Las raíces no solo se encargan absorber agua y nutrientes, también desempeñan otras funciones como dar soporte y anclar la planta al suelo (Kalischek et al., 2023).

2.2.3.2. Tallo

El tallo posee una estructura leñosa que brinda sostén al follaje y futuros frutos, es cilíndrico, en condiciones óptimas puede alcanzar hasta 15 metros de altura. La corteza o cubierta presenta textura fisurada y rugosa, usualmente es de color marrón oscuro, a medida que la planta madura se torna lisa y clara (Oladokun et al., 2023).

A lo largo del tallo se encuentran un sin número de ramificaciones que dan lugar a las hojas, flores y frutos, alrededor de la base se forman pequeñas yemas

o puntos de crecimiento que darán origen a nuevas ramas y brotes laterales (Silva, 2023).

2.2.3.3. Hojas

Las hojas son de suma importancia para la planta debido a que son las encargadas de realizar la fotosíntesis y cumplen un papel importante en la transpiración (Bacca-Villota et al., 2023).

Normalmente son de color verde intenso y brillante, poseen una textura lisa en la superficie superior, en promedio las hojas de cacao pueden tener una longitud de 30 centímetros y aproximadamente 15 centímetros de ancho, las hojas se ubican a lo largo del tallo de manera alternada en posiciones opuestas (Shahama et al., 2023).

2.2.3.4. Flores

Las flores del cacao poseen una estructura única, cada flor está conformada de cinco pétalos dispuestos en forma de estrella, son de color blanco o rosa pálido (Álvarez, 2022).

Las flores de cacao son efímeras, es decir, se aberturan durante las horas de la mañana, liberando un aroma atrayente de polinizadores. Una vez polinizada, se empieza a marchitar y da paso al desarrollo del fruto (Bidot, 2021).

2.2.3.5. Frutos

El fruto de cacao es comúnmente denominado mazorca, su forma es ovalada y alargada, la cubierta externa del fruto es gruesa y rugosa, dependiendo de la variedad puede ser roja, amarilla o morada (Ramírez, 2018).

Una vez abierto el fruto, se observa la pulpa que recubre la semilla, esta es de color blanco y jugosa. Las semillas son de forma ovalada y pueden haber entre 30 y 60 semillas dispuestas en filas en el interior de la mazorca (Zegada, 2020).

2.2.4 Condiciones edafoclimáticas

2.2.4.1. Temperatura

Los requerimientos edafoclimáticos en el cultivo de cacao son determinantes para su desarrollo saludable, sobre todo para una buena producción, en cuanto a la temperatura, el cacao prefiere climas cálidos y tropicales (Manickam, 2022).

La temperatura ideal para el óptimo desarrollo del cultivo de cacao oscila entre los 20 y 25 °C, temperaturas por debajo de este rango podrían afectar de manera negativa en el crecimiento y producción del cultivo (Dalaa et al., 2020).

2.2.4.2 Luminosidad

El cultivo requiere de altas cantidades de exposición a la luz solar para su desarrollo, no obstante, durante los primeros estadíos , necesita luminosidad indirecta y sombra parcial (Olabode, 2020).

Al año, el cultivo requiere recibir por lo menos 1500 horas de luz solar, lo cual faculta la fotosíntesis y promueve la formación de flores y frutos (Lawal, 2019).

2.2.4.3. Precipitación

El cacao es un cultivo que requiere de un alto porcentaje de humedad ambiental, por lo tanto es necesaria una precipitación anual bien distribuida (Romero et al., 2022).

Las regiones ideales para el cultivo de cacao tienen precipitaciones anuales de entre 1600 a 2500 mm, con períodos de sequía no muy extendidos (Omonona, 2019).

2.2.4.4. Topografía

Theobroma cacao L. posee la capacidad de adaptarse con facilidad a diversas altitudes, no obstante, prefiere terrenos planos o con pendientes moderadas (Tapia, 2023).

El cacao se cultiva mejor en zonas que se encuentren entre los 190 y 800 msnm, la altitud ideal puede variar en función de la variedad que se cultive (Ndah et al., 2023).

2.2.4.5. Suelo

Prefiere suelos profundos, ricos en nutrientes y materia orgánica, que cuenten con un buen drenaje (Ishmael, 2022).

En cuanto a la textura y características físicas, los suelos francos o arcillosos son adecuados para el cultivo, siempre y cuando no sean suelos pesados o compactos (Martiningsih et al., 2020).

2.2.4.6. pH

El pH del suelo es uno de los factores a considerar para el establecimiento del cultivo, ya que este influye en la disponibilidad de nutrientes y en la salud de las plantas, el cacao prefiere suelos con un rango de pH que vaya de ligeramente ácido a neutro (Moubarak et al., 2022).

El pH ideal para el cultivo de cacao oscila entre 6 y 7, ya que en este rango, el suelo proporciona las condiciones adecuadas para que las raíces puedan tomar

los nutrientes que necesiten para su crecimiento y desarrollo (Valenzuela et al., 2023).

2.2.5 Manejo del cultivo

2.2.5.1. Control de malezas

El manejo del cultivo de cacao comprende diversas prácticas agronómicas para garantizar su óptimo desarrollo, una de estas prácticas es el control de malezas, actividad que consiste en eliminar las hierbas no deseadas que compiten con el cultivo por varios factores (Olamigoke, 2020).

El control de maleza se puede realizar con diferentes métodos, como el control manual, en el que se emplean herramientas manuales y también se puede efectuar mediante la aplicación de herbicidas selectivos (Carvalho et al, 2018).

2.2.5.2. Fertilización

El cacao requiere de nutrientes específicos para su normal desarrollo, nitrógeno, fósforo y potasio, son elementos esenciales, no obstante, también necesita de otros micro elementos como hierro, zinc y magnesio (Ojimgba, 2020).

El suministro de los macro y microelementos se puede efectuar a través de fertilizantes químicos o mediante la incorporación de materia orgánica al suelo (Giller, 2021).

2.2.5.3. Riego

El cultivo de cacao requiere de cantidades adecuadas de agua, es importante evitar posibles encharcamientos debido a que podría afectar el sistema radicular (Olegário et al. 2022).

El riego se debe programar de acuerdo a las necesidades de la planta y teniendo en cuenta las condiciones climáticas, por lo general se recomienda la aplicación de riego durante la época seca y reducirlo durante la temporada de lluvias (Oliveira, 2022).

2.2.5.4. Control fitosanitario

Para prevenir y combatir las enfermedades y plagas que pueden afectar al cultivo de cacao, es necesario hacer un monitoreo periódico (Tosto et al., 2023).

Se pueden utilizar diferentes métodos, como la aplicación preventiva de fungicidas e insecticidas, además de realizar prácticas culturales como eliminación de partes enfermas de la planta (Avadi, 2023).

2.3 Marco legal

La presente investigación se acoge al Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 y se apega al objetivo 1 del Eje de Transición Ecológica que plantea la conservación, restauración y protección haciendo uso sostenible de los recursos naturales.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Principios generales

Artículo 12. Principios generales del fomento.- Los incentivos estatales estarán dirigidos a los pequeños y medianos productores, responderán a los principios de inclusión económica, social y territorial, solidaridad, equidad, interculturalidad, protección de los saberes ancestrales, imparcialidad, rendición de cuentas, equidad de género, no discriminación, sustentabilidad, temporalidad, justificación técnica, razonabilidad, definición de metas, evaluación periódica de sus resultados y viabilidad social, técnica y económica.

Artículo 13. Fomento a la micro, pequeña y mediana producción. - Para fomentar a los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana producción agroalimentaria, de acuerdo con los derechos de la naturaleza, el Estado:

- a)** Otorgará crédito público preferencial para mejorar e incrementar la producción y fortalecerá las cajas de ahorro y sistemas crediticios solidarios, para lo cual creará un fondo de reactivación productiva que será canalizado a través de estas cajas de ahorro;
- b)** Subsidiará total o parcialmente el aseguramiento de cosechas y de ganado mayor y menor para los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, de acuerdo con el Art. 285 numeral 2 de la Constitución de la República;
- c)** Regulará, apoyará y fomentará la asociatividad de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, de conformidad con el Art. 319 de la Constitución de la República para la producción, recolección, almacenamiento, conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de sus productos. El Ministerio del ramo desarrollará programas de capacitación organizacional, técnica y de comercialización, entre otros, para fortalecer a estas organizaciones y propender a su sostenibilidad;
- d)** Promoverá la reconversión sustentable de procesos productivos convencionales a modelos agroecológicos y la diversificación productiva para el aseguramiento de la soberanía alimentaria;
- e)** Fomentará las actividades artesanales de pesca, acuicultura y recolección de productos de manglar y establecerá mecanismos de subsidio adecuados;

- f) Establecerá mecanismos específicos de apoyo para el desarrollo de pequeñas y medianas agroindustrias rurales;
- g) Implementará un programa especial de reactivación del agro enfocado a las jurisdicciones territoriales con menores índices de desarrollo humano;
- h) Incentivará de manera progresiva la inversión en infraestructura productiva: centros de acopio y transformación de productos, caminos vecinales; e,
- i) Facilitará la producción y distribución de insumos orgánicos y agroquímicos de menor impacto ambiental.

Artículo 14. Fomento de la producción agroecológica y orgánica. - El Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable, a través de mecanismos de fomento, programas de capacitación, líneas especiales de crédito y mecanismos de comercialización en el mercado interno y externo, entre otros. En sus programas de compras públicas dará preferencia a las asociaciones de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores y a productores agroecológicos (Artacker, 2020).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Se llevó a cabo un estudio en un entorno de campo, donde se implementó un experimento destinado a investigar cómo la nutrición afecta la calidad y el crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales. Este trabajo se enmarcó en una investigación descriptiva, en la que los procedimientos, como la recolección de datos, se utilizaron para analizar y describir los resultados obtenidos de manera detallada.

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación se enmarcó en la categoría de experimental y tuvo como propósito analizar el efecto de la nutrición en la calidad y el crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales, los cuales desempeñan un papel fundamental en su desarrollo. Por consiguiente, es de suma importancia investigar cómo influye la nutrición en la calidad y el crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1. Variable independiente

Las variables independientes son:

N-P-K

Ácidos húmicos

Fertilizante orgánico

3.2.1.2. Variable dependiente

Incremento de altura de planta (cm)

Se midió la altura de la planta desde su base hasta la punta más alta del tallo principal, a los 15 días hasta los 60 días después de cada aplicación, los valores se expresaron en centímetros.

Incremento de diámetro del tallo (mm)

Se registró el diámetro del tallo a 0.10 m de altura desde su base, los datos se tomaron a los 15 días hasta los 60 días después de cada aplicación, los valores se expresaron en centímetros.

Número de hojas

El conteo de hojas se realizó cada 15 – 30 – 45 y 60 días durante el tiempo que duró el trabajo de campo.

Tamaño de raíces

El tamaño de raíces se midió una sola vez al final del ensayo, el mismo que se expresó en centímetros

Manejo del experimento**Trabajo de campo**

Para este estudio de investigación, se sembraron semillas de cacao en fundas con un sustrato dosis de NPK 5gr, NPK 7gr, Ácido húmico 5 gr, fertilizante orgánico 7 gr y un testigo que no recibió ninguna aplicación.

Riego

La frecuencia de riego estuvo determinada por la periodicidad establecida en el vivero, la cual consistió en realizar un riego semanal.

Fertilización

La fertilización se basó en los tratamientos que se aplicaron a las plantas de cacao NPK, Ácido húmico, Fertilizante orgánico y un testigo.

Labores culturales

Las actividades agrícolas realizadas en el vivero, como el control de malezas, el manejo fitosanitario y otras tareas relacionadas, estuvieron consideradas como las labores culturales en el manejo del cultivo.

3.2.2 Tratamientos

El trabajo de campo estuvo constituido por la aplicación de la nutrición en la calidad y crecimiento de plantas de cacao en viveros comerciales, se evaluaron cuatro tratamientos, además, se evaluó un testigo absoluto que no recibió ninguna aplicación de los tratamientos. Las frecuencias de aplicación se efectuaron a los 0, 15 y 30 días

Tabla 1. Tratamientos en estudio

N°	Tratamientos	Dosis	Días de aplicación
1	N-P-K	5 gr	0, 15, 30, 45 y 60 días
2	N-P-K	7 gr	0, 15, 30, 45 y 60 días
3	ÁCIDOS HÚMICOS	5 gr	0, 15, 30, 45 y 60 días
4	FERTILIZANTE ORGÁNICO	7 gr	0, 15, 30, 45 y 60 días
5	Testigo		

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.3 Diseño experimental

Para este trabajo de campo, se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) que constó de cinco tratamientos, tal como se indica en la Tabla 1., se realizó un total de cuatro repeticiones, en total un ensayo con 20 parcelas experimentales.

Seguidamente, se proporciona una descripción detallada de la delimitación del área experimental.

Tabla 2. Delimitación del área de ensayo

Elemento	Dimensión
Ancho de parcela	3.0 m
Longitud de parcela	3.0 m
Ancho de área útil	1.0 m
Longitud de área útil	1.0 m
Distancia entre bloques	2.0 m
Ancho del ensayo	12.0 m
Longitud del ensayo	15.0 m
Área de parcela útil	1.0 m ²
Área total del ensayo	188.0 m ²

Elaborado por: El Autor, 2024

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Se obtuvieron datos de una variedad de fuentes que incluyen tesis universitarias, sitios web, publicaciones científicas, documentos técnicos y

presentaciones académicas, entre otros recursos disponibles. Los recursos utilizados en la investigación comprendieron muestras de material genético de cacao, una bomba de pulverización, suministros agrícolas, machetes, cintas métricas, balanzas digitales, estacas, cuadernos de notas, bolígrafos, computadoras, cámaras fotográficas, y otros elementos relevantes.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Se emplearon dos enfoques complementarios en la investigación. Uno de ellos fue el enfoque deductivo, que parte de principios ampliamente reconocidos como válidos y utiliza el razonamiento lógico para derivar la hipótesis propuesta. Por otro lado, se aplicó el enfoque inductivo para recolectar datos y posteriormente desarrollar una teoría general. Además, se utilizó el método analítico para explorar las posibles interrelaciones entre las distintas partes del conjunto de datos.

3.2.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de los datos recopilados mediante el uso de técnicas como el análisis de varianza y la comparación de medias. Para llevar a cabo estas comparaciones, se empleó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el software InfoStat.

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Error experimental	12
Total	19

Elaborado por: El Autor, 2024

4. RESULTADOS

4.1 Determinar la influencia de diferentes niveles de nutrientes en la calidad y crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales.

Luego de realizar el respectivo análisis estadístico de los promedios de la variable altura de plantas (centímetros) y tras aplicar la prueba de Tukey al ($p > 0,05$) de probabilidad, se han establecido rangos específicos para cada periodo de medición. A los 15 días, se encontraron rangos que oscilan entre 44,66 y 46,04 centímetros; a los 30 días, los rangos se situaron entre 51,70 y 53,30 centímetros; a los 45 días, los rangos variaron de 59,94 a 61,68 centímetros; y nuevamente a los 60 días, se observaron rangos entre 75,98 y 78,29 centímetros. Estos resultados indican que no se han detectado diferencias estadísticamente significativas entre los diversos tratamientos evaluados. Sin embargo, es importante destacar que el tratamiento T3 exhibió consistentemente promedios superiores en comparación con los otros tratamientos, mientras que los promedios inferiores se observaron en el grupo de control (T5). La Tabla 4 proporciona detalles adicionales sobre estos promedios.

Tabla 4 Promedios de la variable altura de planta (cm) a los 15,30,45 y 60 días

TRATAMIENTOS	Incremento de altura de planta (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1	45,19 a	52,57 a	60,53 a	76,85 a
T2	45,40 a	52,57 a	60,83 a	77,16 a
T3	46,04 a	53,30 a	61,68 a	78,29 a
T4	45,18 a	52,29 a	60,53 a	76,85 a
T5 (TESTIGO)	44,66 a	51,70 a	59,84 a	75,98 a
CV (%)	1,38	1,39	1,38	1,35

Medidas con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

Después de llevar a cabo el análisis estadístico de los promedios de la variable diámetro del tallo, y tras la aplicación de la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p > 0.05$, se han identificado rangos específicos para cada periodo de medición. A los 15 días, se observaron rangos que oscilan entre 5,55 y 5,85; a los 30 días, los rangos se situaron entre 7,18 y 7,42; a los 45 días, los rangos variaron de 9,14 a 9,44; y nuevamente a los 60 días, se registraron rangos entre 11,29 y 11,63. Estos resultados indican que no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados. No obstante, es importante señalar que las plantas con los mejores promedios de diámetro del tallo fueron observadas en el tratamiento T3. Por otro lado, a partir de los 30 días, los promedios más bajos se reportaron en el tratamiento T1. Se pueden encontrar más detalles sobre estos valores en la Tabla 5.

Tabla 5. Promedios de la variable diámetro del tallo (mm) a los 15,30,45 y 60 días

TRATAMIENTOS	Incremento de diámetro de tallo (mm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1	5,65 a	7,18 a	9,14 a	11,29 a
T2	5,70 a	7,24 a	9,23 a	11,39 a
T3	5,85 a	7,42 a	9,44 a	11,63 a
T4	5,80 a	7,37 a	9,38 a	11,59 a
T5 (TESTIGO)	5,55 a	7,23 a	9,21 a	11,35 a
CV (%)	5,11	4,66	4,67	4,71

Medidas con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.2 Identificar los efectos de la aplicación de micronutrientes y macronutrientes en la absorción y utilización de nutrientes por parte de las plantas de cacao.

Una vez completado el análisis estadístico de los promedios relacionados con la variable número de hojas y tras la aplicación de la prueba de Tukey con un nivel de significancia establecido en $p > 0.05$, se han determinado rangos específicos para cada periodo de evaluación. A los 15 días, se identificaron rangos que oscilaron entre 13,54 y 13,97 hojas; a los 30 días, los rangos se situaron entre 16,69 y 17,22 hojas; a los 45 días, los rangos variaron de 20,74 a 21,40 hojas; y finalmente, a los 60 días, se registraron rangos entre 23,30 y 24,67 hojas. Estos resultados indican la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos analizados. Sin embargo, es pertinente señalar que las plantas con una mayor cantidad de hojas se observaron en el tratamiento T4, mientras que aquellas con un menor promedio de hojas se registraron en el tratamiento T1. Los detalles de los valores de los promedios se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Promedios de la variable número de hojas a los 15,30,45 y 60 días

TRATAMIENTOS	Número de hojas			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1	13,54 a	16,69 a	20,74 a	23,89 a
T2	13,91 a	17,15 a	21,33 a	24,65 a
T3	13,91 a	17,13 a	21,30 a	24,54 a
T4	13,97 a	17,22 a	21,40 a	24,67 a
T5 (TESTIGO)	13,89 a	17,13 a	20,79 a	23,30 a
CV (%)	4,20	4,19	4,65	5,38

Medidas con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0,05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

4.3 Evaluar el impacto de la nutrición en el desarrollo de raíces y la calidad del sistema radicular de las plantas de cacao en viveros comerciales.

Después de llevar a cabo el respectivo análisis estadístico de los promedios referentes a la variable tamaño de raíces y aplicar la prueba de Tukey con nivel de probabilidad establecido en $p>0.05$, se han identificado rangos específicos para cada periodo de evaluación. A los 15 días, se observaron rangos que van desde 21,65 hasta 23,10, a los 30 días, los rangos se situaron entre 24,94 y 26,62, a los 45 días, la variación fue de 29,38 a 31,34 y a los 60 días, se reportaron rangos entre 34,43 y 36,76. Estos resultados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos analizados, sin embargo, se observó que las plantas sometidas al tratamiento T3 exhibieron un mejor desarrollo radicular en contraste con las del Tratamiento T5 (grupo de control), que mostraron una menor masa radicular. Los detalles de los promedios se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Promedios de la variable tamaño de raíces a los 15,30,45 y 60 días

TRATAMIENTOS	Tamaño de raíces			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1	22,70 a	26,14 a	30,59 a	35,43 a
T2	22,55 a	26,00 a	30,63 a	35,91 a
T3	23,10 a	26,62 a	31,34 a	36,76 a
T4	22,40 a	25,82 a	30,43 a	35,65 a
T5 (TESTIGO)	21,65 a	24,94 a	29,38 a	34,43 a
CV (%)	6,05	6,06	6,24	6,72

Medidas con letras iguales no difieren significativamente ($p>0,05$)

Elaborado por: El Autor, 2024

5. DISCUSIÓN

Después del análisis de los resultados obtenidos en este estudio, se pueden destacar las siguientes observaciones:

Según la investigación de Rodríguez (2023), se ha observado que el uso de ácidos húmicos durante la fase de vivero puede tener un impacto positivo en el crecimiento vegetativo de las plantas de cacao. Esta afirmación se alinea con los hallazgos en campo, donde las plantas tratadas con ácidos húmicos exhibieron un promedio superior tanto en términos de altura de planta como de diámetro del tallo.

En su estudio, Valenzuela (2019), reveló que las plántulas de cacao tratadas con fertilizante orgánico experimentaron un significativo aumento en la producción de hojas en comparación con aquellas tratadas con NPK. Este fenómeno fue notable durante el período de observación, que abarcó varias semanas después de la aplicación de los fertilizantes, estos hallazgos coinciden con lo observado en campo, donde, aunque la diferencia no alcanzó significancia estadística, se notó un promedio superior de número de hojas en las plantas que recibieron el tratamiento con fertilizante orgánico en contraste con aquellas tratadas con NPK.

Pisco (2020) destaca que los ácidos húmicos ofrecen una serie de ventajas notables para el desarrollo de las plantas, abordando aspectos fundamentales como la mejora de la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua y la estimulación del crecimiento radicular. Su investigación ha revelado que las plantas de cacao sometidas a tratamientos con ácidos húmicos exhibieron un notable incremento tanto en el tamaño como en la densidad de sus raíces. Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos en el ensayo, donde las plantas evaluadas bajo el tratamiento T3 (ácidos húmicos), aunque no presentaron diferencias estadísticamente significativas, exhibieron promedios superiores en comparación con los demás tratamientos.

6. CONCLUSIONES

Basándonos en los datos de los tratamientos analizados, podemos concluir lo siguiente:

La aplicación de ácidos húmicos podría ser más efectiva en la promoción del crecimiento de las plantas de cacao en viveros comerciales.

La aplicación de micronutrientes y macronutrientes influye de manera positiva en el crecimiento foliar de las plantas de cacao.

La nutrición cumple un papel potencial en el desarrollo radicular de las plantas de cacao en viveros comerciales.

7. RECOMENDACIONES

Considerando los hallazgos derivados de la aplicación práctica de esta investigación, elaboramos las siguientes sugerencias:

Se sugiere investigar las interacciones entre diferentes nutrientes y su impacto en el crecimiento y la calidad de las plantas de cacao.

Además de analizar el efecto de la nutrición en el crecimiento de las plantas de cacao, se sugiere investigar otros posibles impactos, como la resistencia a enfermedades, la calidad del cacao producido y la tolerancia al estrés ambiental.

A parte de la nutrición, es importante evaluar la calidad del sustrato utilizado en los viveros de cacao, ya que esto puede influir en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Se recomienda investigar diferentes tipos de sustratos y enmiendas para determinar cuáles son los más adecuados para promover un crecimiento óptimo de las plantas de cacao.

8. BIBLIOGRAFÍA

- A., Sudarma, y Masdar Hidayat. 2022. «Effects of Manure and Urea Fertilizer on Cocoa Growth (*Theobroma cacao* L.)». *Journal of Sosial Science* 3:1122-30. doi: 10.46799/jss.v3i5.432.
- Afoakwa, Emmanuel Ohene. 2021. «History, origin and taxonomy of cocoa». Pp. 1-16 en.
- Agbenyo, Wonder, Yuansheng Jiang, y Gideon Ntim-Amo. 2022. «Impact of Crop Insurance on Cocoa Farmers' Income: An Empirical Analysis from Ghana». *Environmental Science and Pollution Research International* 29(41):62371-81. doi: 10.1007/s11356-022-20035-1.
- Álvarez, Clímaco, Elevina Pérez, y Mary Lares. 2022. «Morfología de los frutos y características físico-químicas del Mucílago del cacao de tres zonas del Estado Aragua». *Agronomía Tropical* 52(4):497-506.
- Artacker, Tamara, y Ronnie Lizano. 2020. *Cambio climático, biodiversidad y sistemas agroalimentarios: avances y retos a 10 años de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria en Ecuador*. Editorial Abya-Yala.
- Avadi, Angel. 2023. «Environmental assessment of the Ecuadorian cocoa value chain with statistics-based LCA». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 1-21. doi: 10.1007/s11367-023-02142-4.
- Bacca-Villota, Paula, Luis Acuña-García, Leidy Sierra-Guevara, Herminul Cano, y William Fernando Hidalgo Bucheli. 2023. «Untargeted Metabolomics Analysis for Studying Differences in High-Quality Colombian Cocoa Beans». *Molecules* 28:4467. doi: 10.3390/molecules28114467.
- Bidot Martínez, Igor, Yurelkys Fernández Maura, Pierre Bertin, Heide Marie Daniel, Manuel Conrado Riera Nelson, Marlyn Valdés de la Cruz, Stephan Declerck, Cony Decock, Igor Bidot Martínez, Yurelkys Fernández Maura, Pierre Bertin, Heide Marie Daniel, Manuel Conrado Riera Nelson, Marlyn Valdés de la Cruz, Stephan Declerck, y Cony Decock. 2021. «Diversidad morfológica, genética y fitopatología del cacao (*Theobroma cacao* L.) tradicional cubano». *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba* 11(3).
- Carvalho¹, Verônica, Thiago Cavalcante Gomes Ribeiro de Andrade, Marcelo Silva, Ronilson Santos¹, y Daniel Pereira. 2018. «Phytosociological survey of weeds in cocoa plantation». 2. doi: 10.26545/ajpr.2018.b00023x.
- Copetti, Marina V., Beatriz T. Iamanaka, John I. Pitt, y Marta H. Taniwaki. 2020. «Fungi and Mycotoxins in Cocoa: From Farm to Chocolate». *International Journal of Food Microbiology* 178:13-20. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.023.
- Dalaa, Mustapha, Eric Worlanyo Deffor, Rich Kofituo, y Richard Asare. 2020. *ADOPTION OF CLIMATE SMART COCOA PRACTICES IN THE ADJUST AND COPE CLIMATIC IMPACT ZONES OF GHANA*.

- Doungous, Oumar, Emile Minyaka, Essoua Alex Morel Longue, y Njukeng Jetro Nkengafac. 2019. «Potentials of Cocoa Pod Husk-Based Compost on Phytophthora Pod Rot Disease Suppression, Soil Fertility, and Theobroma Cacao L. Growth». *Environmental Science and Pollution Research International* 25(25):25327-35. doi: 10.1007/s11356-018-2591-0.
- Espinosa-García, José Antonio, Jesús Uresti-Gil, Alejandra Vélez-Izquierdo, Georgel Moctezuma-López, Héctor Daniel Inurreta-Aguirre, y Sergio Fernando Góngora-González. 2019. «Productividad y rentabilidad potencial del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el trópico mexicano». *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 6(5):1051-63.
- Fabrice, Zoro, Oussou Kouame Fulbert, y Abdoulaye Touré. 2023. «Nutritive and Antioxidant Properties of Cocoa Placenta Obtained from Cocoa Varieties Grown in Lodjiboua (Côte d'Ivoire)». *Asian Journal of Advances in Agricultural Research* 22:38-45. doi: 10.9734/ajaar/2023/v22i1432.
- Ishmael, Hashmiu, Olivia Agbenyega, y Evans Dawoe. 2022. «Determinants of crop choice decisions under risk: A case study on the revival of cocoa farming in the Forest-Savannah transition zone of Ghana». *Land Use Policy* 114:105958. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105958.
- Kaba, James, Alberta Asare, Henrietta Andoh, Godswill Kwashie, y Akwasi Abunyewa. 2022. «Toward Sustainable Cocoa (*Theobroma Cacao* L) Production: The Role of Potassium Fertilizer in Cocoa Seedlings Drought Recovery and Survival». *International Journal of Fruit Science* 22:618-27. doi: 10.1080/15538362.2022.2092932.
- Kalischek, Nikolai, Nico Lang, Cécile Renier, Rodrigo Daudt, Thomas Adoah, William Thompson, Wilma Blaser-Hart, Rachael Garrett, y Jan Wegner. 2023. «Cocoa plantations are associated with deforestation in Côte d'Ivoire and Ghana». *Nature Food* 4:384-93. doi: 10.1038/s43016-023-00751-8.
- Lawal, Justina Oluyemisi, y Leo Emaku. 2019. «Evaluation of the effect of climatic changes on Cocoa production in Nigeria: Cocoa research institute of Nigeria (crin) as a case study». *African Crop Science Conference Proceedings* 8:423-26.
- Lawal, Justina Oluyemisi, y Bolarin Omonona. 2019. «The effects of rainfall and other weather parameters on cocoa production in Nigeria». *Comunicata Scientiae* 5:518-23.
- Manickam, Selva Kumar, Vellingiri Geethalakshmi, P. Vethamoni, M. Rajavel, Sudhalakshmi Chinnappan, y K. Bhuvaneshwari. 2022. «Climate Driven Responses in Cocoa for Tamil Nadu, India». *International Journal of Environment and Climate Change* 848-56. doi: 10.9734/ijecc/2022/v12i1131049.
- Martiningsih, Ni, I. Suryana, Cok Javandira, y Yohanes Leu. 2020. «PRESERVING BIODIVERSITY AND AGROECOSYSTEM OF COCOA CROPS».

- International Journal of Research -GRANTHAALAYAH* 8:48-52. doi: 10.29121/granthaalayah.v8.i1.2020.246.
- Mata, Miguel. 2021. «Análisis de La Situación Actual y Perspectivas Del Cacao Ecuatoriano y Propuesta de Industrializació by Alextua - Issuu».
- Michael, Acheampong, Appiah Patrick, Enoch Tham-Agyekum, John-Eudes Andivi Bakang, Jones Osei, Osei Collins, y Fred Ankuyi. 2023. «FARMERS' ACCESSIBILITY AND USE OF HYBRID COCOA SEEDLINGS FOR COCOA REHABILITATION: EMPIRICAL RESULTS FROM AMENFI CENTRAL DISTRICT, GHANA». *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences* 5:129-40. doi: 10.18551/rjoas.2023-05.13.
- Moinina, Alieu, Rachid Lahlali, y Mohammed Boulif. 2023. «Management practices to improve the cocoa bean value chain in Sierra Leone: Cocoa bean production in Sierra Leone». 45-52.
- Moubarak, Kondow, Seth Nyamador, Ablede Adigninou, Ametefe Exonam, Kadanga Pana, y Isabelle Gliitho. 2022. «ANALYSIS OF ASPECTS OF THE CONVENTIONAL AND ORGANIC COCOA PRODUCTION SYSTEM AND PRODUCERS' PERCEPTION OF THE USE OF BOTANICAL PESTICIDES FOR THE MANAGEMENT OF COCOA MIRIDS IN TOGO».
.....». *International Journal of Advanced Research* 10:67-77. doi: 10.21474/IJAR01/15462.
- Ndah, Njoh, Paul Ekole, Mbah Agwa, Julie Taku, Celestine Lucha, y David Agbor. 2023. «Crop Diversification and Sustainability in a Cocoa Agroforestry System in Meme Division South West Region, Cameroon». *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry* 9:1-15. doi: 10.9734/ajraf/2023/v9i2196.
- Niether, Wiebke, Ulf Schneidewind, Michael Fuchs, Monika Schneider, y Laura Armengot. 2019. «Below- and Aboveground Production in Cocoa Monocultures and Agroforestry Systems». *The Science of the Total Environment* 657:558-67. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.050.
- Ojimgba, Onwuchekwa. 2020. «Influence of Inorganic Fertilizer (NPK 15:15:15) and Cacao (*Theobroma cacao* L) Leaf Litter Application Rates on Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Performance in the Tropics». *American International Journal of Agricultural Studies* 3:14-32. doi: 10.46545/aijas.v3i1.163.
- Okoffo, Elvis Dartey, Elisha Kwaku Denkyirah, Derick Taylor Adu, y Benedicta Yayra Fosu-Mensah. 2019. «A Double-Hurdle Model Estimation of Cocoa Farmers' Willingness to Pay for Crop Insurance in Ghana». *SpringerPlus* 5(1):873. doi: 10.1186/s40064-016-2561-2.
- Olabode, Abiodun. 2020. «Impact of Climate Variation on Cocoa Production in Akoko Region, Ondo State, Nigeria». 8:2859-74.

- Oladokun, Yetunde, Kayode Oluyole, Ayode Akinpelu, y Taiwo Orisasona. 2023. «Economic Analysis of Cocoa Production Cropping Pattern in Nigeria, West Africa». *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)* 39. doi: 10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v39i1.542.
- Olamigoke, Odefadehan, y Ogunwande Oluwasegun. 2020. «Good Agricultural Practices (GAP 1) Programme and Its Implications on Cocoa Yield of Participants in Ondo State, Nigeria». *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)* 36. doi: 10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v36i1.414.
- Olegário, Kelly, Edilene Andrade, Ana Sampaio, Joan Matos, Maria Figueirêdo, y José Almeida Neto. 2022. «Water scarcity footprint of cocoa irrigation in Bahia». *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science* 17:1-9. doi: 10.4136/ambi-agua.2840.
- Oliveira, Vinicius, y Stefany Silveira. 2022. «EFFECTS OF DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS ON THE CONTENT OF TSH1188 COCOA SEEDLINGS PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS». *Revista Ifes Ciência* 8:01-06. doi: 10.36524/ric.v8i1.1546.
- Pisco, Nilton. 2020. «"EFECTO DE FERTILIZANTES COMPUESTOS UTIUZANDO SUELOS ÁCIDOS COMO SUSTRATO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE CACAO».
- Pistón, Mariela, Fiorella laquinta, y Javier Silva. 2023. «Cd cocoas INNOTEK 25-2023». *INNOTEK* 25. doi: 10.26461/25.03.
- Prastowo, Erwin, Irawan Dwiyanto, y Setyo Santoso. 2021. «Nitrogen uptake of cocoa seedlings as a response of cocoa pod husk derived liquid organic fertilizer application in combination with urea». *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)* 37. doi: 10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v37i1.442.
- Ramírez-Guillermo, Miguel Á., Luz C. Lagunes-Espinoza, Carlos F. Ortiz-García, Osman A. Gutiérrez, Roberto de la Rosa-Santamaría, Miguel Á. Ramírez-Guillermo, Luz C. Lagunes-Espinoza, Carlos F. Ortiz-García, Osman A. Gutiérrez, y Roberto de la Rosa-Santamaría. 2018. «VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE FRUTOS Y SEMILLAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE PLANTACIONES EN TABASCO, MÉXICO». *Revista fitotecnia mexicana* 41(2):117-25. doi: 10.35196/rfm.2018.2.117-125.
- Rodriguez-Arrobo, Thalia, Karla Cajamarca-Crespo, Salomón Barrezueta-Unda, Angel Luna-Romero, Diego Villaseñor-Ortiz, Thalia Rodriguez-Arrobo, Karla Cajamarca-Crespo, Salomón Barrezueta-Unda, Angel Luna-Romero, y Diego Villaseñor-Ortiz. 2023. «Efectos de bioestimulantes en el crecimiento morfológico de plántulas de cacao en etapa de vivero». *Manglar* 20(2):117-22. doi: 10.57188/manglar.2023.013.
- Romero, Angela, Anyela Rodriguez, Oscar Ramirez, Paula Velilla, y Adriana Rúa. 2022. «A Crop Modelling Strategy to Improve Cacao Quality and Productivity». *Plants* 11:157. doi: 10.3390/plants11020157.

- Ruf, François, y Serge Bini. 2021. *Cocoa and fertilizers in West-Africa*.
- Samanta, Sharmistha, Tanmay Sarkar, Runu Chakraborty, Maksim Rebezov, Mohammad Ali Shariati, Muthu Thiruvengadam, y Kannan R. R. Rengasamy. 2022. «Dark Chocolate: An Overview of Its Biological Activity, Processing, and Fortification Approaches». *Current Research in Food Science* 5:1916-43. doi: 10.1016/j.crfs.2022.10.017.
- Shahama, K., M. Anjaly, G. Rajesh, M. Sneha, P. Sanjay, Anjali Palakkeel, Anjana Narayanan, Aparna Suresh, y Jaseera Nasrin. 2023. «Development and Performance Evaluation of a Cocoa Bean Sheller cum Winnower». *International Journal of Environment and Climate Change* 13:56-63. doi: 10.9734/ijecc/2023/v13i41712.
- Tapia, Cristian. 2023. «Determination Of The Water Needs Of The Cocoa CCN51 (Theobroma Cacao L.) Crop From Georeferenced Information In The Subtropics Of Ecuador».
- Tosto, Ambra, Alejandro Morales, Eric Rahn, Jochem Evers, Pieter Zuidema, y Niels Anten. 2023. «Simulating cocoa production: A review of modelling approaches and gaps». *Agricultural Systems* 206:103614. doi: 10.1016/j.agsy.2023.103614.
- Trebissou, Caudou, G. Tahy, Brigitte Guiraud, Facundo Muñoz, Christian Cilas, y Fabienne Ribeyre. 2022. *The level of competition between cocoa trees depends on the average diameter of the trees and their genetic origin*.
- Valenzuela, Barragan, y Carlos Andres. 2019. «Efecto de la aplicación de sustancias húmicas, fúlvicas y fertilización en el desarrollo de plántulas de plátano en vivero».
- Valenzuela-Cobos, Juan, Fabricio Guevara-Viejó, Purificación Vicente-Galindo, y M^a Purificación GALINDO VILLARDÓN. 2023. «Eco-Friendly Biocontrol of Moniliasis in Ecuadorian Cocoa Using Biplot Techniques». *Sustainability* 15:4223. doi: 10.3390/su15054223.
- van, Vliet, y Ken Giller. 2021. «Mineral Nutrition of Cocoa».
- Widyanto, Dwi, Mokhamad Kurniawan, Akbar Wahid, Suci Ningsih, y Muhammad Ramadhani. 2022. «THE EFFECT OF APPLICATION OF VARIOUS FERTILIZERS ON COCOA PLANT GROWTH». *Journal of Agriculture* 1:17-22. doi: 10.47709/joa.v1i01.1448.
- Zegada Herbas, Leslie Julieta, Indyra Lafuente Cartagena, Kazuya Naoki, y Laura Armengot. 2020. «Variación en la composición de visitantes florales de cacao (Theobroma cacao) entre cinco sistemas de producción en Sara Ana, Alto Beni, Bolivia». *Ecología en Bolivia* 55(3):145-59.

9. ANEXOS

9.1 Tablas

1. Análisis estadísticos de Incremento de altura de planta a los 15 días

Incremento de altura de planta a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de altura de pl..	20	0.53	0.26	1.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.36	7	0.77	1.95	0.1473
Repeticion	1.42	3	0.47	1.21	0.3488
Tratamiento	3.94	4	0.98	2.51	0.0972
Error	4.71	12	0.39		
Total	10.07	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.17584

Error: 0.3921 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
1	45.72	5	0.28 A
2	45.26	5	0.28 A
4	45.20	5	0.28 A
3	44.99	5	0.28 A

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.41139

Error: 0.3921 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	46.04	4	0.31 A
T2 N-P-K 7g	45.40	4	0.31 A
T1 N-P-K 5g	45.19	4	0.31 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	45.18	4	0.31 A
T5 Testigo	44.66	4	0.31 A

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

2. Análisis estadísticos de Incremento de altura de planta a los 30 días

Incremento de altura de planta a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de altura de pl..	20	0.82	0.72	1.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29.43	7	4.20	7.94	0.0010
Repeticion	24.08	3	8.03	15.16	0.0002
Tratamiento	5.35	4	1.34	2.53	0.0959
Error	6.35	12	0.53		
Total	35.78	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.36630

Error: 0.5295 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
1	53.49	5	0.33 A
2	53.41	5	0.33 A
4	51.98	5	0.33 B
3	50.84	5	0.33 B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.64000

Error: 0.5295 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	53.30	4	0.36 A
T2 N-P-K 7g	52.57	4	0.36 A
T1 N-P-K 5g	52.30	4	0.36 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	52.29	4	0.36 A
T5 Testigo	51.70	4	0.36 A

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

3. Análisis estadísticos de Incremento de altura de planta a los 45 días

Incremento de altura de planta a los 45 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de altura de pl..	20	0.82	0.72	1.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38.32	7	5.47	7.81	0.0011
Repeticion	31.22	3	10.41	14.85	0.0002
Tratamiento	7.09	4	1.77	2.53	0.0954
Error	8.41	12	0.70		
Total	46.72	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.57173

Error: 0.7007 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.	
2	62.49	5	0.37	A
4	60.81	5	0.37	B
1	60.45	5	0.37	B C
3	58.97	5	0.37	C

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.88659

Error: 0.7007 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	61.68	4	0.42	A
T2 N-P-K 7g	60.83	4	0.42	A
T1 N-P-K 5g	60.53	4	0.42	A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	60.53	4	0.42	A
T5 Testigo	59.84	4	0.42	A

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

4. Análisis estadísticos de Incremento de altura de planta a los 60 días

Incremento de altura de planta a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de altura de pl..	20	0.95	0.92	1.35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	243.94	7	34.85	32.34	<0.0001
Repeticion	232.94	3	77.65	72.06	<0.0001
Tratamiento	11.00	4	2.75	2.55	0.0935
Error	12.93	12	1.08		
Total	256.87	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.94906

Error: 1.0775 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.	
4	82.10	5	0.46	A
3	77.25	5	0.46	B
2	76.23	5	0.46	B
1	72.54	5	0.46	C

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.33951

Error: 1.0775 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	78.29	4	0.52	A
T2 N-P-K 7g	77.16	4	0.52	A
T1 N-P-K 5g	76.88	4	0.52	A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	76.85	4	0.52	A
T5 Testigo	75.98	4	0.52	A

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

5. Análisis estadísticos de Incremento de diámetro del tallo a los 15 días

Incremento de diámetro del tallo a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de diámetro del..	20	0.46	0.14	5.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.86	7	0.12	1.44	0.2754
Repeticion	0.63	3	0.21	2.47	0.1119
Tratamiento	0.23	4	0.06	0.67	0.6248
Error	1.02	12	0.09		
Total	1.88	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.54744

Error: 0.0850 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
3	5.92	5	0.13 A
2	5.80	5	0.13 A
1	5.68	5	0.13 A
4	5.44	5	0.13 A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.65711

Error: 0.0850 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	5.85	4	0.15 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	5.80	4	0.15 A
T2 N-P-K 7g	5.70	4	0.15 A
T1 N-P-K 5g	5.65	4	0.15 A
T5 Testigo	5.55	4	0.15 A

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

6. Análisis estadísticos de Incremento de diámetro del tallo a los 30 días

Incremento de diámetro del tallo a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de diámetro del..	20	0.60	0.36	4.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.03	7	0.29	2.52	0.0763
Repeticion	1.87	3	0.62	5.41	0.0137
Tratamiento	0.16	4	0.04	0.35	0.8367
Error	1.38	12	0.12		
Total	3.41	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.63690

Error: 0.1151 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
3	7.76	5	0.15 A
4	7.34	5	0.15 A B
2	7.08	5	0.15 B
1	6.96	5	0.15 B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76449

Error: 0.1151 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	7.42	4	0.17 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	7.37	4	0.17 A
T2 N-P-K 7g	7.24	4	0.17 A
T5 Testigo	7.23	4	0.17 A
T1 N-P-K 5g	7.18	4	0.17 A

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

7. Análisis estadísticos de Incremento de diámetro del tallo a los 45 días

Incremento de diámetro del tallo a los 45 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de diámetro del..	20	0.78	0.66	4.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.10	7	1.16	6.18	0.0031
Repeticion	7.85	3	2.62	13.96	0.0003
Tratamiento	0.25	4	0.06	0.34	0.8464
Error	2.25	12	0.19		
Total	10.35	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.81278

Error: 0.1874 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.	
3	10.00	5	0.19	A
4	9.77	5	0.19	A
2	8.85	5	0.19	B
1	8.49	5	0.19	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.97560

Error: 0.1874 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	9.44	4	0.22	A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	9.38	4	0.22	A
T2 N-P-K 7g	9.23	4	0.22	A
T5 Testigo	9.21	4	0.22	A
T1 N-P-K 5g	9.14	4	0.22	A

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

8. Análisis estadísticos de Incremento de diámetro del tallo a los 60 días

Incremento de diámetro del tallo a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Incremento de diámetro del..	20	0.87	0.79	4.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23.36	7	3.34	11.47	0.0002
Repeticion	22.99	3	7.66	26.35	<0.0001
Tratamiento	0.37	4	0.09	0.31	0.8625
Error	3.49	12	0.29		
Total	26.85	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.01260

Error: 0.2908 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
4	12.60	5	0.24 A
3	12.40	5	0.24 A
2	10.70	5	0.24 B
1	10.10	5	0.24 B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21545

Error: 0.2908 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	11.63	4	0.27 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	11.59	4	0.27 A
T2 N-P-K 7g	11.39	4	0.27 A
T5 Testigo	11.35	4	0.27 A
T1 N-P-K 5g	11.29	4	0.27 A

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

9. Análisis estadísticos de Número de hojas a los 15 días

Número de hojas a los 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas 15 días	20	0.34	0.00	4.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.14	7	0.31	0.90	0.5348
Repeticion	1.66	3	0.55	1.64	0.2332
Tratamiento	0.48	4	0.12	0.35	0.8370
Error	4.06	12	0.34		
Total	6.20	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.09196

Error: 0.3382 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
3	14.26	5	0.26 A
2	13.95	5	0.26 A
4	13.68	5	0.26 A
1	13.50	5	0.26 A

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.31072

Error: 0.3382 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	13.97	4	0.29 A
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	13.91	4	0.29 A
T2 N-P-K 7g	13.91	4	0.29 A
T5 Testigo	13.89	4	0.29 A
T1 N-P-K 5g	13.54	4	0.29 A

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

10. Análisis estadísticos de Número de hojas a los 30 días

Número de hojas a los 30 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas 30 días	20	0.61	0.38	4.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.46	7	1.35	2.64	0.0667
Repeticion	8.74	3	2.91	5.70	0.0116
Tratamiento	0.72	4	0.18	0.35	0.8371
Error	6.14	12	0.51		
Total	15.60	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.34271

Error: 0.5113 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.	
3	17.68	5	0.32	A
4	17.64	5	0.32	A
2	16.88	5	0.32	A B
1	16.06	5	0.32	B

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.61169

Error: 0.5113 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	17.22	4	0.36	A
T2 N-P-K 7g	17.15	4	0.36	A
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	17.13	4	0.36	A
T5 Testigo	17.13	4	0.36	A
T1 N-P-K 5g	16.69	4	0.36	A

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

11. Análisis estadísticos de Número de hojas a los 45 días

Número de hojas a los 45 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas 45 días	20	0.74	0.60	4.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33.69	7	4.81	4.99	0.0075
Repeticion	32.06	3	10.69	11.08	0.0009
Tratamiento	1.64	4	0.41	0.42	0.7885
Error	11.57	12	0.96		
Total	45.26	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.84385

Error: 0.9643 gl: 12

Repeticion Medias n E.E.

4	22.40	5	0.44	A
3	21.74	5	0.44	A
2	21.27	5	0.44	A
1	19.03	5	0.44	B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.21322

Error: 0.9643 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	21.40	4	0.49 A
T2 N-P-K 7g	21.33	4	0.49 A
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	21.30	4	0.49 A
T5 Testigo	20.79	4	0.49 A
T1 N-P-K 5g	20.74	4	0.49 A

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

12. Análisis estadísticos de Número de hojas a los 60 días

Número de hojas a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas 60 días	20	0.65	0.45	5.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38.55	7	5.51	3.25	0.0354
Repeticion	33.09	3	11.03	6.51	0.0073
Tratamiento	5.46	4	1.36	0.81	0.5447
Error	20.33	12	1.69		
Total	58.88	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.44378

Error: 1.6938 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
4	25.99	5	0.58 A
3	24.35	5	0.58 A B
2	24.06	5	0.58 A B
1	22.36	5	0.58 B

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.93334

Error: 1.6938 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	24.67	4	0.65 A
T2 N-P-K 7g	24.55	4	0.65 A
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	24.54	4	0.65 A
T1 N-P-K 5g	23.89	4	0.65 A
T5 Testigo	23.30	4	0.65 A

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

13. Análisis estadísticos de Tamaño de raíces a los 15 días (cm)

Tamaño de raíces a los 15 días (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño de raíces 15 días ..	20	0.23	0.00	6.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.68	7	0.95	0.52	0.8069
Repeticion	2.15	3	0.72	0.39	0.7648
Tratamiento	4.53	4	1.13	0.61	0.6623
Error	22.23	12	1.85		
Total	28.91	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.55579

Error: 1.8527 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
4	22.78	5	0.61 A
2	22.74	5	0.61 A
3	22.44	5	0.61 A
1	21.96	5	0.61 A

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.06778

Error: 1.8527 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	23.10	4	0.68 A
T1 N-P-K 5g	22.70	4	0.68 A
T2 N-P-K 7g	22.55	4	0.68 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	22.40	4	0.68 A
T5 Testigo	21.65	4	0.68 A

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

14. Análisis estadísticos de Tamaño de raíces a los 30 días (cm)

Tamaño de raíces a los 30 días (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño de raíces 30 días ..	20	0.26	0.00	6.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.67	7	1.52	0.62	0.7323
Repeticion	4.63	3	1.54	0.63	0.6122
Tratamiento	6.04	4	1.51	0.61	0.6617
Error	29.61	12	2.47		
Total	40.28	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.94957

Error: 2.4675 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
4	26.42	5	0.70 A
2	26.15	5	0.70 A
1	25.91	5	0.70 A
3	25.13	5	0.70 A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.54045

Error: 2.4675 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	26.62	4	0.79 A
T1 N-P-K 5g	26.14	4	0.79 A
T2 N-P-K 7g	26.00	4	0.79 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	25.82	4	0.79 A
T5 Testigo	24.94	4	0.79 A

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

15. Análisis estadísticos de Tamaño de raíces a los 45 días (cm)

Tamaño de raíces a los 45 días (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño de raíces 45 días ..	20	0.38	0.03	6.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27.09	7	3.87	1.07	0.4362
Repeticion	19.16	3	6.39	1.77	0.2065
Tratamiento	7.93	4	1.98	0.55	0.7034
Error	43.32	12	3.61		
Total	70.41	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.56773

Error: 3.6102 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
4	31.44	5	0.85 A
2	31.12	5	0.85 A
1	30.43	5	0.85 A
3	28.90	5	0.85 A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.28245

Error: 3.6102 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	31.34	4	0.95 A
T2 N-P-K 7g	30.63	4	0.95 A
T1 N-P-K 5g	30.59	4	0.95 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	30.43	4	0.95 A
T5 Testigo	29.38	4	0.95 A

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

16. Análisis estadísticos de Tamaño de raíces a los 60 días (cm)

Tamaño de raíces a los 60 días (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño de raíces 60 días ..	20	0.27	0.00	6.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25.88	7	3.70	0.64	0.7128
Repeticion	14.54	3	4.85	0.84	0.4954
Tratamiento	11.34	4	2.84	0.49	0.7403
Error	68.84	12	5.74		
Total	94.72	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.49730

Error: 5.7366 gl: 12

Repeticion	Medias	n	E.E.
4	36.79	5	1.07 A
2	35.79	5	1.07 A
1	35.56	5	1.07 A
3	34.39	5	1.07 A

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.39823

Error: 5.7366 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 ÁCIDOS HÚMICOS 5g	36.76	4	1.20 A
T2 N-P-K 7g	35.91	4	1.20 A
T4 FERTILIZANTE ORGÁNICO ..	35.65	4	1.20 A
T1 N-P-K 5g	35.43	4	1.20 A
T5 Testigo	34.43	4	1.20 A

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

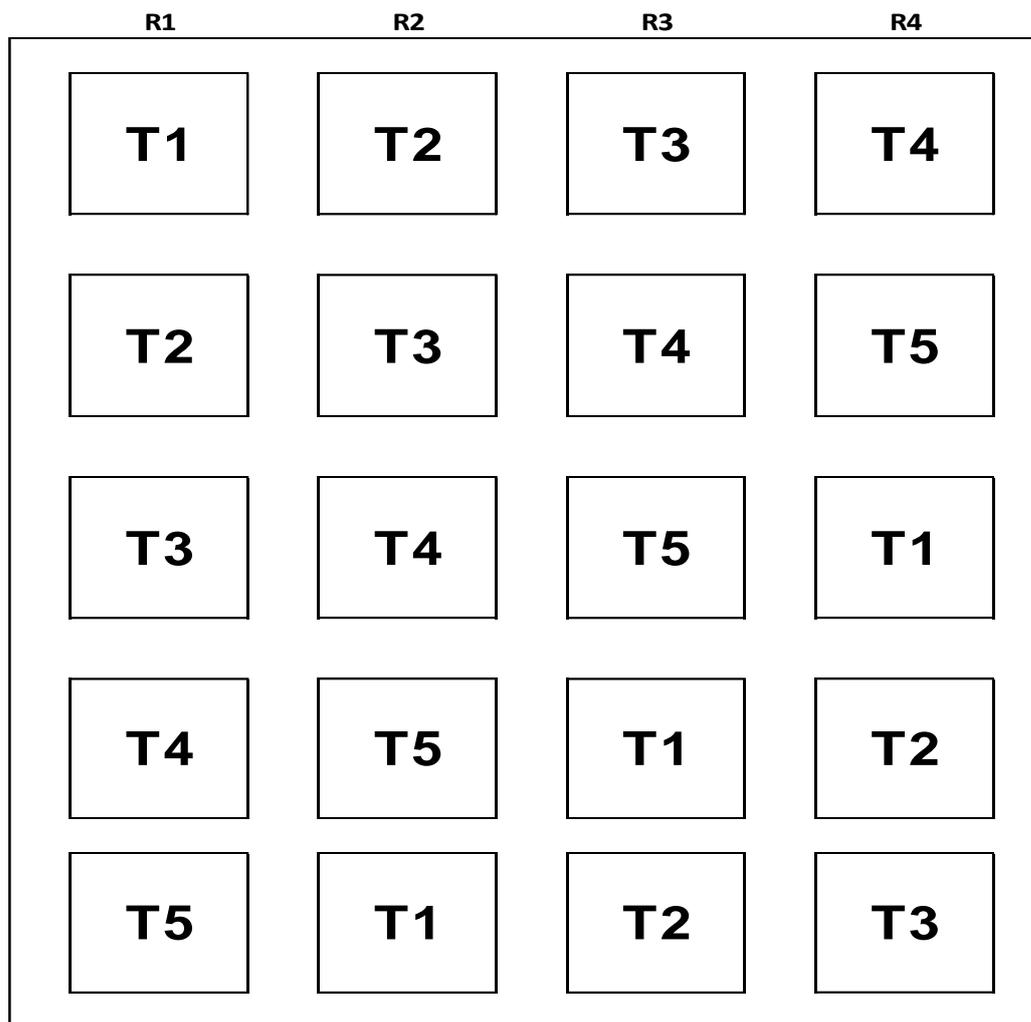


Figura 1. Croquis del área experimental
Elaborado por: El Autor, 2024

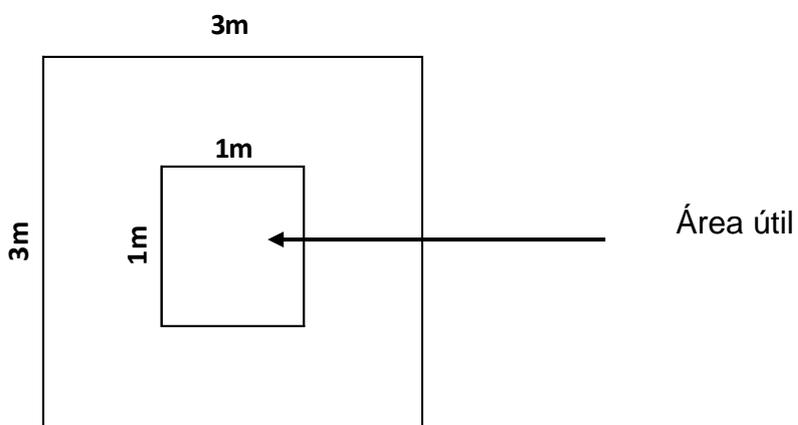


Figura 2. Características de las unidades experimentales
Elaborado por: El Autor, 2024

9.2 Figuras



Figura 3. Toma de datos de la variable Incremento de altura de planta a los 15 días (cm)

Elaborado por: El Autor, 2024



Figura 4. Toma de datos de la variable Número de hojas a los 15 días

Elaborado por: El Autor, 2024



Figura 5. Toma de datos de la variable incremento de diámetro del tallo (cm)
Elaborado por: El Autor, 2024



Figura 6. Acompañamiento de la tutora
Elaborado por: El Autor, 2024



Figura 7. Visita de la tutora
Elaborado por: El Autor, 2024



Figura 8. Visita de la tutora
Elaborado por: El Autor, 2024