



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”

CARRERA AGRONOMIA

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

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL USO DE FERTILIZANTES
ORGÁNICOS EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL CACAO
(*Theobroma cacao* L.)**

AUTOR

BARZOLA MORAN ELIAN JOSUE

TUTOR

ING. ANGEL CARRASCO SCHULDT, MSc.

MILAGRO, ECUADOR

2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: "EVALUACION DEL EFECTO DEL USO DE FERTILIZANTES ORGANICOS EN LA CALIDAD Y RENDIMIENDO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.)", realizado por la estudiante BARZOLA MORAN ELIAN JOSUE; con cédula de identidad N° 0950593434 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. Schuldt Carrasco Angel, M.Sc
Tutor



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA AGRONOMIA

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: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL USO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.)", realizado por el estudiante BARZOLA MORÁN ELIAN JOSUE, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Giniva Guiracocha Freire, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Cristian Flores Cadena, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Angel Carrasco Schuldt, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios quien me dio sabiduría e inteligencia durante mi carrera estudiantil, a mis apreciados familiares quienes me impulsaron de que este proyecto se realizara, especialmente a mi mama y a mi papa quienes han estado apoyándome desde el inicio de mi carrera han dado todo por el progreso y culminación de mi estudio.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas”
La Biblia. Josué 1:9

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme ayudado en cada momento de mi vida y ser mi guía. A mi director de tesis Ing. Ángel Carrasco, por la enseñanza brindada y ayuda en los momentos más difíciles de mi trabajo de tesis familia, y amigos que siempre estuvieron allí para brindarme su apoyo incondicional y no dejar que me rinda nunca. A mis dos grandes amigos Genaro y David quienes siempre estuvieron cuando más los necesite y extendieron su mano en los momentos difíciles.

“En todo tiempo ama el amigo, y es como un
hermano en tiempo de angustia”
La Biblia. Proverbios 17:17

Autorización De Autoría Intelectual

Yo BARZOLA MORÁN ELIAN JOSUE, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL USO DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.), 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.

BARZOLA MORAN ELIAN JOSUE

C.I. 0950593434

RESUMEN

Los fertilizantes orgánicos no sólo mejoran la productividad en términos de rendimiento, sino que también mejoran la calidad del cultivo, reflejándose en características como la composición nutricional, el peso y tamaño del grano y la resistencia a plagas y enfermedades. Por lo tanto, el objetivo principal del estudio fue evaluar el efecto del uso de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos en la producción de cacao en la zona el Triunfo (Guayas). Se establecieron cinco tratamientos y se evaluaron en cuatro réplicas. Las variables agronómicas consideradas fueron: longitud de la mazorca (cm), diámetro de la mazorca (cm), peso de 100 granos (g) y rendimiento kg ha⁻¹. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (RBD) como estructura experimental. El análisis estadístico indica que se ha demostrado que la aplicación de fertilizante orgánico mejora significativamente las características agronómicas de las mazorcas de cacao, como el tamaño, la homogeneidad y la resistencia a enfermedades. Por otro lado, el uso de compost ha resultado en un aumento considerable en el peso de los granos, lo cual es esencial para la calidad del cultivo. El fertilizante orgánico se destaca por su influencia positiva en el rendimiento general y la salud del suelo, promoviendo un entorno agrícola más sostenible. Además, se ha demostrado que el uso de compost es una opción rentable, con una relación costo/beneficio superior a 1, lo que lo convierte en una práctica económicamente viable para los productores de cacao. La calidad de los cultivos se mejora a través de estos métodos, lo que contribuye a un producto final de mayor valor en el mercado.

Palabras clave: *alternativa, nutrición convencional, productividad, rentabilidad, Theobroma cacao,*

ABSTRACT

Organic fertilizers not only improve productivity in terms of yield, but also enhance crop quality, reflected in characteristics such as nutritional composition, grain weight and size, and resistance to pests and diseases. Therefore, the main objective of the study was to evaluate the effect of using different types of organic fertilizers on cocoa production in area El Triunfo (Guayas). Five treatments were established and evaluated in four replicates. The agronomic variables considered were: pod length (cm), pod diameter (cm), weight of 100 beans (g), and yield kg ha⁻¹. A randomized complete block design (RBD) was used as the experimental structure. Statistical analysis indicates that the application of organic fertilizer has been shown to significantly improve the agronomic characteristics of cocoa pods, such as size, homogeneity, and disease resistance. On the other hand, the use of compost has resulted in a considerable increase in the weight of the beans, which is essential for crop quality. Organic fertilizer stands out for its positive influence on overall yield and soil health, promoting a more sustainable agricultural environment. Furthermore, the use of compost has been proven to be a cost-effective option, with a cost/benefit ratio of over 1, making it an economically viable practice for cocoa producers. Crop quality is improved through these methods, contributing to a higher value end product on the market.

Keywords: *alternative, conventional nutrition, productivity, profitability, Theobroma cacao.*

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	12
1.1	Antecedentes del problema.....	12
1.2	Planteamiento y formulación del problema	12
1.2.1	Planteamiento del problema.....	12
1.2.2	Formulación del problema.....	13
1.3	Justificación de la investigación	13
1.4	Delimitación de la investigación	13
1.5	Objetivo general	13
1.6	Objetivos específicos	14
1.7	Hipótesis	14
2.	MARCO TEÓRICO	15
2.1	Estado del arte	15
2.2	Bases teóricas.....	16
2.3	Marco legal.....	24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1	Enfoque de la investigación	28
3.1.1	Tipo de investigación.....	28
3.1.2	Diseño de investigación	28
3.2	Metodología	28
3.2.1	Variables	28
3.2.2	Tratamientos	32
3.2.3	Diseño experimental.....	33
3.2.4	Recolección de datos	34
3.2.5	Análisis estadístico	34
4.	RESULTADOS	36
5.	DISCUSIÓN	42
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
7.	BIBLIOGRAFÍA	45
8.	ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. NTE INEN 176.....	27
Tabla 2. Composición de Eco Abonaza	31
Tabla 3. Análisis químico de Humus 12,5%	31
Tabla 4. Tratamientos en estudio	32
Tabla 5. Delimitación del ensayo	33
Tabla 6. Número de mazorcas producidas por planta (n)	36
Tabla 7. Promedios de variables agronómicas	37
Tabla 8. Promedios de rendimiento kg ha-1.....	38
Tabla 9. Resultados de análisis edáficos	38
Tabla 10. Relación beneficio - costo	40

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Histograma de resultados de análisis foliar.....	39
Figura 2. Histograma de análisis económico.....	40
Figura 3. Croquis del área experimental	58
Figura 4. Características de las unidades experimentales	58
Figura 5. Zona de estudio	59
Figura 6. Productos utilizados	59
Figura 7. Colocación de letreros (delimitación)	60
Figura 8. Preparación de los productos (gallinaza y compost).....	60
Figura 9. Colocación de letreros (delimitación)	62
Figura 10. Aplicación de tratamiento estiércol.....	62
Figura 11. Observación de la aplicación de la gallinaza en la planta	63
Figura 12. Observación de efectos y toma de datos in situ.....	63
Figura 13. Visita e inspección del tutor en campo	64
Figura 14. Implementación de estiércol a las muestras	64
Figura 15. Recolección final de datos	65
Figura 16. Peso de granos de cacao en balanza electrónica.....	65
Figura 17. Análisis de edáfico	65
Figura 18. Análisis foliar	67

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

A nivel global, el cultivo de cacao tiene una significativa importancia, esto debido a varios factores clave. En primera instancia, es el principal ingrediente para la producción de chocolate que es uno de los productos de mayor demanda en todo el mundo (Vinces, 2020).

Desde el aspecto económico, *Theobroma cacao* L., desempeña un importante rol en la economía de numerosos países de América Latina y África, ya que en estos continentes se origina la mayor parte de la producción de cacao que satisface la demanda de este grano a nivel mundial (Zequeira, 2021).

Para países productores de cacao como Ecuador, representa un impacto significativo en la economía nacional. El cacao ecuatoriano es reconocido a nivel internacional por su alta calidad además de sus características organolépticas únicas, lo cual lo ha llevado a convertirse en uno de los mejores del mundo (Quintana, 2019).

A pesar del impacto socioeconómico, el cultivo de cacao tiene implicaciones ambientales y ha atravesado por numerosas limitaciones como degradación de suelo, disminución de fertilidad y susceptibilidad ante plagas y enfermedades, además de la necesidad de incrementar la productividad para satisfacer la creciente demanda global (Castebianco, 2022).

El uso de abonos orgánicos en el cultivo de cacao es una práctica que se ha recomendado por sus cuantiosos beneficios tanto para el suelo como para las plantas, ya que por su lenta descomposición liberan de manera gradual los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas, además de mejorar la calidad del suelo a largo plazo (Barrezueta, et al., 2022).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cacao es un cultivo de gran importancia tanto en el aspecto social como económico en la zona de estudio, sin embargo, se enfrenta a diversos desafíos, como el uso intensivo de agroquímicos que pueden ocasionar efectos negativos sobre la calidad del producto y en el medio ambiente, bajo este contexto, el uso de fertilizantes orgánicos se presenta como una posible alternativa viable y sostenible en la mejora de la calidad y rendimiento del cacao.

En los últimos años, el interés por los fertilizantes de origen orgánico ha incrementado, ya que estos pueden proporcionar nutrientes esenciales a las plantas de cacao de una manera gradual y equilibrada, además de ser capaz de mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo, no obstante, es necesario tener una comprensión más clara de los beneficios y limitaciones de estos fertilizantes para la toma de decisiones informadas sobre su adopción y aplicación en la agricultura cacaotera.

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué manera influye el uso de fertilizantes orgánicos en la calidad y rendimiento del cacao?

1.3 Justificación de la investigación

El uso de fertilizantes orgánicos puede ofrecer una solución sostenible a los desafíos que enfrenta el cultivo de cacao. Este trabajo de investigación se basa en la necesidad de buscar e implementar alternativas sostenibles y a la vez amigables con el medio ambiente con el fin de conseguir mejorar la productividad, producción y calidad de uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial.

El resultado de esta investigación puede proporcionar información de importancia para los productores de cacao de la zona de estudio y de esta manera contribuir al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes en la producción de cacao.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se llevó a cabo en el recinto El Piedrero del Cantón El Triunfo, provincia del Guayas; cuya georreferenciación con coordenadas UTM 17 S son X: 678643 Y: 9743249
- **Tiempo:** Se ejecutó durante 6 meses desde el mes de octubre hasta marzo 2024, 1 mes después de la floración.
- **Población:** En este proyecto fueron participes productores de cacao en general del sector estudiado, docentes y alumnos de la Universidad Agraria del Ecuador.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto del impacto del uso de fertilizantes orgánicos en la mejora de la calidad y el rendimiento del cacao en la zona de El Triunfo, Guayas.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el resultado del uso de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos (estiércol, compost, gallinaza) en el cacao.
- Analizar la influencia de los fertilizantes orgánicos en el rendimiento del cacao.
- Detallar la rentabilidad del uso de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cacao mediante la relación beneficio costo

1.7 Hipótesis

El uso de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cacao mejora significativamente la calidad del proceso de la producción como también en el rendimiento de los frutos en comparación con el uso de fertilizantes químicos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En su trabajo de investigación Rojas, et al. (2021), en su estudio sobre la descomposición y liberación de nutrientes en biomasa por cada poda de cacao (T. cacao), mencionan que, el uso de abonos orgánicos (residuo vegetal), logrando un incremento el rendimiento de la plantación por la descomposición de hojas y ramillas (N con 1.79%, P con 0.14%, K con 1.72%, Ca con 1.41%, Mg con 0.28%) siendo diferente significativo respecto a la descomposición por ramas secundarias, además del aporte de micronutrientes como hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu) y manganeso (Mn) en dosis adecuadas también es importante para la producción de cacao de alta calidad, y también para aumentar significativamente el rendimiento, por tanto, la biomasa producto de la poda de cacao representa un importante aporte nutricional al sistema de almacenamiento nutricional presentando mejores características agronómicas tales como: mayor vigor, sistema radicular más desarrollado y mayor cantidad de mazorcas por árbol.

Gaona (2022), en su investigación con el título “Impacto del Precio del Fertilizante Orgánico (Compost) en la Rentabilidad del Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en Lamas, Región San Martín, en el año 2022”, señala que el impacto de la rentabilidad del cacao y los costos de compostaje en las plantaciones de cacao en función de las percepciones de los productores en Lamas, se estudió encuestando a las asociaciones de productores de cacao, utilizando análisis no experimentales y exploratorios, se extrajeron datos de los mismos productores, hubo una diferencia muy significativa entre el costo de los insumos y concluyo que el costo de producción de compost tiene un efecto en mejorar los ingresos económicos del cacao.

En su estudio comparativo de dos tipos de fertilizante (orgánico y químico) Ballesteros, et al. (2022), utilizando un diseño de bloques completos al azar, donde se evaluaron variables productivas como número de mazorca, peso de mazorca, número de granos por mazorca, rendimiento del cultivo; encontraron que ambos sistemas de fertilización (150 g/árbol) pueden conseguirse un incremento productivo alcanzando 1.488 kg/ha con fertilizante químico y 1.108 kg/ha con fertilizante orgánico. Por otro lado, el CCN51 debido a sus propiedades organolépticas inferiores (alta acidez, astringencia, poca notación florar) es

utilizado como cacao a granel para producir chocolate en masa, y no como cacao de características de calidad (sabor y aroma).

Capa, et al. (2022), en su estudio sobre los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada (base de gallinaza y compost) en la morfología, producción y calidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la variedad CCN-51, realizado en la zona de Zamora Chinchipe al sur de la Amazonía Ecuatoriana, el cual evaluó las variables productivas como fueron número de brotes, número de frutos/árbol, cantidad de almendras, rendimiento (t/ha) y eficiencia agronómica, donde presentaron diferencias significativas (19 y 20 mazorcas/planta) respecto al testigo (sin aplicación alguna de nutrición), donde alcanzaron una mejoría en la calidad del cultivo con un valor sostenible de 1.4 de rentabilidad para estos productores.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Efecto del uso de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos

2.2.1.1 Estiércol

Mendoza y Plaza (2019) analizaron las propiedades químicas del vermicompost producido por la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*), utilizando cáscaras de cacao y estiércol de vaca, y estudiaron los efectos de cinco tratamientos diferentes. Según el análisis estadístico, la mezcla óptima resultó ser 75% estiércol de vaca y 25% cáscaras de cacao (T4), como se indicó en los resultados del ANOVA y la prueba de medias de Tukey con un 5% de probabilidad de error para los parámetros químicos evaluados. Este tratamiento (T4) se comparó con el control y otros tratamientos. El tratamiento T4 incrementó el contenido de potasio en más de un 15%, lo que confirma la hipótesis de que la combinación de cáscaras de cacao y estiércol de vaca tiene un efecto positivo en la mejora de las propiedades del vermicompost. El uso de ambos componentes se puede utilizar como fertilizante orgánico.

Essel et al. (2021) realizaron un experimento en el que compostaron cáscara de cacao (CPH), tota de palmiste (PKC) y roca fosfórica (RP) para evaluar su eficacia como fuente de nutrientes en el mejoramiento del valor fertilizante del estiércol de ganado (CM). El compost, que es un abono orgánico resultante de la descomposición controlada de materiales orgánicos, se utilizó para enriquecer el estiércol de ganado. Los hallazgos indicaron que la adición de CPH, PKC y RP al CM aumentó notablemente su valor fertilizante. El compost compuesto por CM +

PKC + CPH + RP (3:1:1:1) incrementó los niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en el estiércol de ganado en un 73%, 145% y 50%, respectivamente, siendo el tratamiento más eficaz para potenciar el valor nutritivo del estiércol de ganado.

Del mismo modo, Zhang et al. (2022) realizaron un estudio de campo para investigar la respuesta de la comunidad bacteriana del suelo a la fertilización con estiércol de vaca en comparación con la fertilización con urea. Los resultados mostraron diferencias significativas en las comunidades bacterianas entre los suelos fertilizados con estiércol de vaca (CMF) y con urea (UF) en tres estaciones. La abundancia relativa de Bacteroidetes fue mayor en CMF durante la primavera y el otoño. La diversidad de comunidades bacterianas en CMF fue mayor que en UF, alcanzando su punto más alto en verano. Además, el pH del suelo, la materia orgánica (OM) y el potasio disponible (AK) fueron factores clave que afectaron la estructura de la comunidad bacteriana en las plantaciones de té.

2.2.1.2 Compost

El compostaje es un proceso de transformación en el que la materia orgánica se descompone de manera natural bajo condiciones controladas y optimizadas. Este proceso convierte residuos y subproductos orgánicos en materiales bioestables que pueden ser utilizados como acondicionadores del suelo, fertilizantes y sustratos para cultivos sin suelo. El compostaje no solo reduce el impacto ambiental, sino que también facilita el uso de recursos biotecnológicos de bajo costo (Leygnima et al. 2020).

El compostaje es el resultado de un proceso biológico diseñado para estabilizar y desinfectar los desechos orgánicos, convirtiéndolos en un fertilizante utilizable. Este método permite la descomposición controlada de residuos y subproductos orgánicos. Al someter estos materiales orgánicos a compostaje, se transforman en sustancias biológicamente estables, dando lugar al compost, un fertilizante que libera nutrientes de manera gradual y proporciona beneficios residuales (Peralta, et al., 2019).

El uso de compost es especialmente importante para el cultivo de cacao en sus diferentes etapas fenológicas después de la floración. Durante la formación y desarrollo del fruto, el compost mejora las características físicas y químicas del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y aireación, lo que es crucial para el crecimiento óptimo del cacao. Además, el compost enriquece el suelo con

una variedad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, que son liberados de manera sostenida, asegurando un suministro continuo de nutrientes a lo largo del desarrollo del fruto. Esta liberación gradual de nutrientes ayuda a evitar deficiencias nutricionales y promueve un crecimiento robusto y saludable del cultivo de cacao (Castillo, 2020).

2.2.1.3 Gallinaza

La gallinaza, un abono orgánico ampliamente utilizado, consiste en una mezcla de excrementos de gallina, restos de alimentos, plumas, huevos rotos y material fibroso de la cama con cal. Este abono es reconocido como una fuente primordial de nitrógeno en la producción de fertilizantes fermentados, y aporta de manera significativa nutrientes esenciales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Sea cualquiera que sea sus formas original y transformada, la gallinaza contribuye significativamente al incremento de la materia orgánica en el suelo, mejorando así su capacidad de retención de agua. Además, es una fuente valiosa de nutrientes debido a su riqueza en elementos esenciales para las plantas (Jara, 2019)

La importancia de la gallinaza en el cultivo de cacao radica en su capacidad para mejorar el suelo y proporcionar nutrientes críticos en todas las fases fenológicas de la planta, desde la germinación hasta la madurez. Utilizar gallinaza como fertilizante ofrece una doble ventaja: es un método de reciclaje orgánico natural y resulta ser una opción económica en comparación con otros fertilizantes comerciales (Casas y Guerra, 2020).

2.2.2 Influencia de los fertilizantes orgánicos en el rendimiento del cacao.

Mora (2021), en su estudio encontró que el manejo de fertilizantes orgánicos (compost) en el rendimiento de cacao (*T. cacao*) de 4, 6 y 8 años en suelo franco arcilloso, mejoró de manera significativa la calidad del grano, los árboles nutridos con fertilizante orgánico (6 y 8 años) presentaron mayor número de mazorcas (16), mayor cantidad de granos, y rendimiento (1200 kg/ha) que a su vez tenían mayor tamaño, en cuanto a la calidad, a través de espectrofotometría se pudo detectar la mejora de la calidad con el aumento de los niveles de polifenoles y antioxidantes.

Armijos et al. (2022), en su artículo de investigación titulada: evaluación de los efectos de fertilizantes orgánicos (combinación de gallinaza y carbón) en cacao 16 CCN-51, menciona que, la investigación fue analizar los impactos de fertilizantes químicos y orgánicos en la productividad de los cultivos de cacao CCN-51, empleando 4 distintos tratamientos (T1, T2, T3 y T4). Se examinaron diversas variables en el estudio con son flores activas por planta, espigas por planta, espiga sana, espiga enferma, espiga recolectada y peso seco en dos periodos climáticos (frío y calor), se realizaron análisis estadísticos en ANOVA, los valores promedio obtenidos, mientras que las Variables evaluadas en época de frío mostraron un incremento favorable en el número de mazorca, peso de frutos y semillas, lo que mejoró el rendimiento en comparación con el T4 (testigo), que tuvo el valor promedio más bajo en comparación con los demás tratamientos.

2.2.2.1 Importancia y calidad del cacao

Theobroma cacao L., es un árbol que tiene sus raíces en la región central de América Central y Sudamérica, su historia surge en las antiguas civilizaciones mesoamericanas, donde era considerado un alimento sagrado y se consumía especialmente durante rituales religiosos (Martinez, 2022).

El ciclo de vida del cacao dura más de cien años; sin embargo, el tiempo produciendo normalmente no pasa de 40 años. El cacao es un árbol que puede alcanzar más de 10 metros de altura (CacaoMo, 2019).

El cacao se distribuyó por todo el mundo, sin embargo, los principales productores son los países con climas tropicales como Nigeria, Camerún, Ghana, Indonesia y Costa de Marfil. América Latina también cuenta con las condiciones geográficas y climáticas ideales para su cultivo, Ecuador, Colombia y Brasil son varios de los países donde también se cultiva (Muñoz y Vera, 2023).

Alcivar, et al. (2022) en su estudio sobre los índices de calidad en la comercialización del cacao, acota que, el mercado de productos cacaoteros es cada vez más exigente en términos de calidad. La mayor parte del cacao ecuatoriano se exporta en grano sin ninguna transformación, lo que limita la capacidad de los productores para controlar el mercado de este producto y sus derivados. La implementación de tecnologías avanzadas y el cumplimiento de estándares de calidad pueden incrementar significativamente la competitividad del cacao ecuatoriano en el mercado internacional; por lo que, los estándares de calidad fisicoquímicos, sensoriales, nutricionales y de inocuidad son esenciales para la aprobación final de los productos derivados del cacao. La determinación de estos atributos debe cumplir estrictamente con las normas y reglamentos que rigen la exportación de cacao y productos relacionados. Estos atributos dependen en gran medida de la tecnología postcosecha y de transformación utilizada, las cuales están claramente influenciadas por la región de origen y el tipo de material genético.

2.2.2.2 Clasificación taxonómica

El nombre científico con el que se conoce al cacao es *Theobroma cacao* L., que es una especie de árbol perenne perteneciente al reino *Plantae*, clase *Magnoliopsida*, dentro del orden *Malvales*, cuya familia se ubica dentro de las *Malvaceae* del género *Theobroma* (Gonzalez y Allende, 2022).

2.2.2.3 Descripción morfológica

2.2.2.3.1 Raíz

Las plantas de cacao presentan un sistema radicular bien desarrollado, las raíces principales se encuentran extendidas a lo largo del suelo (Bernard, 2023).

Las raíces secundarias son finas y ramificadas, son las encargadas de la absorción de agua y nutrientes para alimentar a la planta (Rueda, Middendorp, y Puerto, 2023).

2.2.2.3.2 Tallo

El tallo es erecto, robusto, de consistencia leñosa, es ramificado y puede alcanzar alturas promedio de hasta 8 metros (Ramírez-Argueta et al., 2022).

Las ramas laterales se extienden en diferentes direcciones, están cubiertas de una corteza gruesa y rugosa que brindan protección contra daños mecánicos y enfermedades (Stibis, 2022).

El mismo autor menciona que, las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilo u horqueta.

2.2.2.3.3 Hojas

Las hojas pueden medir en promedio hasta 25 centímetros, son de color verde oscuro y brillante, además son simples y se caracterizan por ser perennes (Carmona et al., 2022).

Las hojas desempeñan varias funciones, entre estas la más importante es su participación en el proceso de la fotosíntesis, mediante el cual la planta produce energía (Adenuga et al., 2022).

2.2.2.3.4 Flores

Las flores se desarrollan en el tronco, ramas principales y secundarias, son pequeñas y se caracterizan por su particular forma de estrella (Solarte, 2022).

La flor del cacao es hermafrodita es decir cuenta con ambos sexos, su polinización es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. El día siguiente en horas de la mañana la flor ya está abierta en su totalidad. Las flores se agrupan en pequeños racimos a los cuales se les denomina cushas, liberan un aroma que generalmente atrae a los polinizadores (Chávez-Salazar et al., 2022).

2.2.2.3.5 Frutos

El fruto es conocido botánicamente como una drupa; pero generalmente se le conoce como mazorca. El tamaño y la forma dependen en gran medida de las características genéticas de la planta, el medio ambiente, así como el manejo de la plantación. Se les denomina vainas o mazorcas, son de forma ovalada y alargada, su longitud puede variar entre 20 y 30 centímetros (Blommaert et al., 2022).

Dentro de las mazorcas se encuentran en promedio 50 semillas cubiertas por una pulpa de color blanco y de consistencia viscosa (Buitrago et al., 2023).

2.2.3 Rentabilidad del uso de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cacao mediante la relación beneficio costo

Vera (2024), en su estudio sobre el efecto de la poda (15%, 30%, 40%) y fertilización orgánica (compost) y convencional (N-P-K) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 en el cantón Naranjal (Guayas); observó variables productivas como número de mazorcas por árbol peso de 100 granos de cacao, y rendimiento (kg/ha), reconociendo que la combinación de la poda (40%) y fertilización orgánica se obtienen un promedio de 13 mazorcas por árbol, produciendo 1281 kg/ha con una rentabilidad de \$1.90 por cada dólar invertido diferente de la fertilización convencional que alcanza los \$1.56 USD.

Alvarado (2022) con la finalidad de evaluar el efecto del estiércol vacuno seco (20 kg/ha, 30 kg/ha, 40 kg/ha) en el cultivo de cacao (*T. cacao* L.) CCN-51 en tres aplicaciones (0, 50 y 100 días) como aporte nutricional; tomando como diseño experimental en cuadrado latino para mayor precisión del ensayo duplicando los árboles en observación; entre sus resultados menciona que encontró diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0.05$), por tanto, a mayor cantidad de estiércol vacuno aplicado mayor son los resultados de sus variables productivas (número de mazorcas por árbol, peso de 100 semillas, y su rendimiento kg/ha), además de un análisis económico que alcanzó los 1.85 de rentabilidad en el experimento.

2.2.4 Requerimientos climáticos

2.2.4.1 Temperatura

El cacao es una planta de clima tropical, requiere de temperaturas cálidas y constantes debido a que variaciones bruscas de temperatura podrían ocasionar repercusiones en su desarrollo y producción (Naranjo, 2023).

El cacao no tolera temperaturas por debajo de los 20°C ni superiores a los 30°C, es decir, su temperatura ideal oscila entre los 20 y 30°C (Silva et al., 2023).

2.2.4.2 Heliofanía

La heliofanía o luminosidad es un factor importante a tener presente para el óptimo desarrollo del cultivo de cacao, ya que a pesar de ser un cultivo heliófilo, también requiere de cierto porcentaje de sombra (Plasencia, 2022).

En su crecimiento y desarrollo, el cultivo de cacao necesita de un promedio de 1500 horas anuales de exposición a los rayos solares (Arévalo, 2022).

2.2.4.3 Precipitación

El cultivo de cacao requiere de altas cantidades de precipitación distribuida de manera uniforme durante el año (Dayana et al., 2021).

Los rangos de precipitaciones ideales para este cultivo oscilan entre los 1500 y 2000 mm anuales (Tapia et al., 2023).

2.2.4.4 Topografía

El cacao se puede cultivar en una variedad de topografías, sin embargo, prefiere suelos con pendientes ligeramente inclinadas (Barrezueta, 2022).

Los terrenos con pendientes suaves son adecuadas para el cultivo ya que de esta manera se evita el encharcamiento y agiliza el drenaje (Góngora, 2023).

2.2.4.5 Suelo

El cacao prospera en suelos fértiles, ricos en materia orgánica y de buen drenaje, para el desarrollo propicio del sistema radicular, el terreno debe presentar buena capacidad de retención de agua pero a su vez no debe ser propenso a encharcamientos (Arguello et al., 2023).

Se desarrolla bien el suelos con pH que vayan de ligeramente ácido a neutro, es decir, con un rango de pH entre 6 y 7, lo cual faculta las disponibilidad adecuada de nutrientes (Francisco, 2023).

2.2.5 Manejo agronómico del cultivo

2.2.5.1 Control de malezas

El control de malezas es crucial en el desarrollo del cultivo, ya que las malas hierbas compiten de manera abrupta por espacio, nutrientes, agua y luminosidad, lo cual podría afectar de manera negativa la producción (Vargas et al., 2023).

Para la disminución de malas hierbas dentro de la plantación, se pueden emplear diferentes métodos como aplicación de herbicidas selectivos o la deshierba manual (Adu-Yeboah et al., 2023).

2.2.5.2 Poda

La poda es una práctica muy importante en el cultivo de cacao, ya que para un dosel de sombra equilibrado favorece el ingreso de luz, lo que promueve al crecimiento vigoroso de las plantas (Vera, 2021).

La poda se realiza también con el fin de eliminar partes que se encuentren enfermas o dañadas, evitando así la propagación de enfermedades (Rivera Fernández et al., 2020).

2.2.5.3 Fertilización

Una fertilización adecuada garantiza el desarrollo y crecimiento de plantas saludables (Palma et al., 2022).

La fertilización debe aplicarse de manera equilibrada y en momentos clave del ciclo de crecimiento de las plantas (Herrera et al., 2022).

2.2.5.4 Riego

El cacao requiere de grandes cantidades de agua, sin embargo, es importante evitar los encharcamientos ya que pueden ocasionar lesiones en el sistema radicular y llegar a provocar la muerte de la planta (Gaviláñez, 2019).

El riego debe ser constante durante las épocas de sequía, con el propósito de evitar el estrés hídrico, ya que este podría afectar de manera negativa la producción del cultivo (Bejarano, 2020).

2.2.5.5 Control fitosanitario

Esta práctica es fundamental para prevenir o controlar el ataque de plagas y enfermedades que puedan afectar al cultivo (Ortega et al., 2021).

Es importante realizar monitoreos de manera periódica con el propósito de identificar a tiempo cualquier signo de enfermedad o plaga y de esta manera tomar medidas rápidas para su control o manejo (Torrero, 2022).

Además, el control fitosanitario contribuye a la sostenibilidad del cultivo al reducir la necesidad de utilizar pesticidas químicos dañinos para el medio ambiente y la salud humana. Al promover prácticas agrícolas más seguras y respetuosas con el entorno, el control fitosanitario también ayuda a mantener la biodiversidad y la salud del ecosistema en las regiones donde se cultiva el cacao (Paredes Solís, 2021).

2.3 Marco legal

El estudio de investigación se alinea con el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 y se enfoca en cumplir con el objetivo 11 del Eje de Transición Ecológica. Este objetivo promueve la conservación, restauración y protección de los recursos naturales, así como su utilización sostenible, asegurando así la preservación a largo plazo del medio ambiente.

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador, 2008

Régimen de desarrollo

Art. 275.- El régimen de desarrollo es el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socio-culturales y ambientales, que garantizan la realización del buen vivir, del *sumak kawsay*.

El Estado planificará el desarrollo del país para garantizar el ejercicio de los derechos, la consecución de los objetivos del régimen de desarrollo y los principios consagrados en la Constitución. La planificación propiciará la equidad social y territorial, promoverá la concertación, y será participativa, descentralizada, desconcentrada y transparente. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008. p134).

2.3.2 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Principios generales

Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias establecidas en la Constitución de la República y la Ley.

Artículo 3. Deberes del Estado. - Para el ejercicio de la soberanía alimentaria, además de las responsabilidades establecidas en el Art. 281 de la Constitución el Estado, deberá:

- a. Fomentar la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, que en el enfoque multisectorial de esta ley hace referencia a los recursos alimentarios provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuacultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales;
- b. Establecer incentivos a la utilización productiva de la tierra, desincentivos para la falta de aprovechamiento o acaparamiento de tierras productivas y otros mecanismos de redistribución de la tierra;
- c. Impulsar, en el marco de la economía social y solidaria, la asociación de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores para su participación en mejores condiciones en el proceso de

producción, almacenamiento, transformación, conservación y comercialización de alimentos;

d. Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando en lo posible la expansión del monocultivo y la utilización de cultivos agroalimentarios en la producción de biocombustibles, priorizando siempre el consumo alimenticio nacional;

e. Adoptar políticas fiscales, tributarias, arancelarias y otras que protejan al sector agroalimentario nacional para evitar la dependencia en la provisión alimentaria;

f. Promover la participación social y la deliberación pública en forma paritaria entre hombres y mujeres en la elaboración de leyes y en la formulación e implementación de políticas relativas a la soberanía alimentaria (Ministerio del Buen Vivir, 2022).

2.3.3 Código orgánico del Ambiente

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. 178 Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles (Código orgánico del ambiente, 2017 p64).

2.3.4 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Artículo 1. Objeto. - La presente Ley regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosanitario.

Artículo 4. De los fines. -La presente Ley tiene las siguientes finalidades: a) Garantizar el ejercicio de los derechos ciudadanos a la producción permanente de alimentos sanos, de calidad, inocuos y de alto valor nutritivo para alcanzar la soberanía alimentaria;

Artículo 13. De las funciones.- Son competencias y atribuciones de la Agencia (en este caso, Agrocalidad) las siguientes: n) Regular, controlar y supervisar el uso, producción, comercialización y tránsito de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias, artículos

reglamentados e insumos agroquímicos, fertilizantes y productos veterinarios;

Artículo 22. De las medidas fitosanitarias.- Para mantener y mejorar el estatus fitosanitario, la Agencia de Regulación y Control, implementará en el territorio nacional y en las zonas especiales de desarrollo económico, las siguientes medidas fitosanitarias de cumplimiento obligatorio: b) Campañas de sanidad vegetal, de carácter preventivo, de control y erradicación; c) Diagnóstico, vigilancia y notificación fitosanitaria de plantas y productos vegetales; d) Tratamientos de saneamiento y desinfección de plantas y productos vegetales, instalaciones, equipos, maquinarias y vehículos de transporte que representen un riesgo fitosanitario (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

2.3.5 Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao

Artículo 1.- Aprobar la “Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao” documento que se adjunta como ANEXO 1 y que es parte integrante de esta resolución, el mismo que tiene por objeto, establecer las especificaciones técnicas que deben ser consideradas en los procedimientos de Buenas Prácticas Agrícolas para cacao (Agrocalidad, 2012).

2.3.6 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 176

Establece la clasificación del cacao y requisitos de calidad que deben cumplir el grano beneficiado y criterios que deben aplicar para su clasificación:

Tabla 1. NTE INEN 176

Requisitos	Unidad	CCN51
Peso de 100 granos	g	135-140
Buena fermentación (mínimo) (coloración varía de marrón violeta)	%	65
Ligera fermentación (mínimo)	%	11
Total fermentado (mínimo)	%	76
Violeta (máximo)	%	18
Pizarrosa pastosa (máximo)	%	5
Moho (máximo)	%	1
Totales (análisis sobre 100 pepas)	%	100
Defectuosas (máximo) (análisis sobre 500 gramos)	%	1

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Se realizó una investigación en un entorno natural, donde se llevó a cabo un experimento con el objetivo de examinar la utilización de fertilizantes orgánicos y sus efectos en la calidad de la plantación del cacao. Este estudio se insertó dentro de un enfoque descriptivo, como método que incluyó la recolección de datos, se emplearon para analizar minuciosamente y describir los resultados obtenidos.

3.1.2 Diseño de investigación

Esta investigación se clasificó dentro del ámbito experimental y se centró en examinar cómo los fertilizantes orgánicos inciden en la calidad y producción del cacao, siendo estos elementos cruciales para su desarrollo óptimo. En consecuencia, resulta esencial indagar sobre el impacto que la nutrición tiene en la calidad y rendimiento de esta planta de cacao.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1 Variable independiente

- Fertilizantes orgánicos:
- Estiércol
- Compost
- Gallinaza

3.2.1.2 Variable dependiente

Número de mazorcas (n)

Se procedió a llevar a cabo el recuento de las mazorcas en estado de maduración presentes en cada unidad experimental como parte del proceso de recolección de datos. Este paso fue fundamental para obtener información precisa sobre la cantidad de mazorcas en cada contexto de estudio.

Longitud de mazorca (cm)

Se eligieron de manera aleatoria cinco mazorcas de cada unidad experimental (una por cada planta) y se midió su longitud desde la base hasta el extremo utilizando una cinta métrica. Los datos resultantes se registraron en centímetros para su análisis posterior. Este proceso garantizó una muestra

representativa y precisa de las dimensiones de las mazorcas en cada grupo experimental.

Diámetro de mazorca (cm)

Se seleccionaron de manera aleatoria cinco mazorcas, y se utilizó un calibrador para medir el diámetro alrededor de la parte más ancha de cada una. Los resultados de estas mediciones se registraron en centímetros para obtener una evaluación precisa de la circunferencia de las mazorcas. Este procedimiento aseguró la obtención de datos detallados sobre el tamaño de las mazorcas en el estudio.

Peso de 100 granos (g)

Se extrajeron al azar un total de 100 semillas de cada unidad experimental y se procedió a realizar el secado respectivo y así medir su peso utilizando una balanza de precisión. Los resultados obtenidos se anotaron en gramos para garantizar una representación exacta del peso de las semillas en cada contexto de estudio. Este método permitió recabar información precisa sobre las características de las semillas en el experimento.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

Para determinar el rendimiento, se realizó la pesada de la cantidad total de granos de cacao cosechados luego de haber sido sometidos al proceso de secado, y luego se expresaron los valores en kilogramos por hectárea (kg ha⁻¹). Este proceso permitió evaluar la producción de cacao por unidad de área cultivada, brindando una medida precisa del rendimiento agrícola en el estudio.

Análisis del suelo y foliar

Para determinar la calidad del suelo y foliar del cultivo de cacao, se realizó una recolección de muestra en cada unidad experimental, llevando un kilogramo de suelo y un kg de hojas frescas al laboratorio para su respectivo estudio de macro y microelementos.

3.2.1.3 Manejo del experimento

Trabajo de campo

Para llevar a cabo este estudio de investigación, se llevó a cabo previo a la estación seca (octubre 2023) y en plena estación lluviosa (marzo 2024), empleado en un cultivo CCN-51 preestablecido, y en época de floración, como base sobre la cual se aplicaron los tratamientos experimentales. Esto garantizó que las condiciones iniciales fueran consistentes y proporcionó un marco sólido para

evaluar los efectos de los tratamientos en el cultivo de interés. Este enfoque permitió una comparación significativa entre los diferentes grupos experimentales.

Riego

La frecuencia de riego se determinó según el cronograma establecido en la administración del predio, el cual indicaba la necesidad de regar una vez por semana, para ahorrar recursos hídricos. Este protocolo se ajustó a las condiciones específicas del cultivo y a las prácticas habituales de manejo agrícola en la zona. Mantener esta regularidad en el riego fue crucial para proporcionar el nivel adecuado de humedad al cultivo durante el estudio.

Fertilización

La fertilización se llevó a cabo según los tratamientos específicos aplicados a las plantas de cacao. Esto implicó la aplicación de distintos tipos y cantidades de fertilizantes de acuerdo con los grupos experimentales definidos en el estudio. Este enfoque permitió investigar de manera precisa y controlada cómo diferentes regímenes de fertilización afectaban el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao.

- **Compos (Biocompost):** Es un fertilizante orgánico producido a partir de diferentes materias primas de origen animal y vegetal con una alta concentración de Fitohormonas (auxinas, ácidos giberélicos, Riboflavinas, etc.). Además de estar enriquecidas con microorganismos como: *Trichoderma harsium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus laterosporus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*, *Paenibacillus polymyxa*, *Paecilomyces lilacinus*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Acremonium butyri*, *Bacillus firmus*, *Bacillus chitosporus*; los cuales son microorganismos antagónicos a la mayor cantidad de agentes patógenos a las plantas. Dosis a aplicar 1 vez por mes en cantidades de 200 a 300 gr por planta. (Megagro, 2022)
- **Gallinaza (Eco Abonaza).** Es un abono semi compostado libre de patógenos que proviene de la pollinaza de las granjas de engorde, la cual es compostada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades. Dosis a aplicar en plantaciones 400 a 600 kg/ha. (Megagro, 2022).

Tabla 2. Composición de Eco Abonaza

Composición	Porcentaje
Materia orgánica	70% al 73%
Nitrógeno	2,9% a 3,5%
Fósforo	1,46% a 1,86%
Potasio	2,83% a 3,47%
Calcio	0,7% a 2,78%
Magnesio	0,62% a 0,71%
Azufre	0,47% a 0,69%
Boro	27 a 62 ppm
Zinc	433 a 553 ppm
Cobre	405 a 530 ppm
Manganeso	532 a 639 ppm

Megagro, 2022

- **Fertilizante orgánico (Humus 12,5%):** Es un extracto concentrado del metabolismo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Las materias primas utilizadas en la alimentación están libres de contaminantes o pesticidas, y son ricos nutrientes naturales. El Humus 12,5% es un nutriente orgánico balanceado biorregulador y corrector de los suelos. El uso es foliar con 5 Litros por hectárea o edáfico de 5 a 10 Litros por hectárea (Bioagrotecsa, 2023).

Tabla 3. Análisis químico de Humus 12,5%

Contenido	Valor	Unidad
pH	8,4	
Conductividad eléctrica	4,36	mmho
Nitrógeno total	29,56	Ppm
Fósforo	18	Ppm
Potasio	35,68	Meq/L
Calcio	8,49	Meq/L
Magnesio	12,44	Meq/L
Azufre	277,82	Ppm
Zinc	0,19	Ppm

Cobre	0,17	Ppm
Hierro	6,44	Ppm
Manganeso	0,99	Ppm
Boro	5,92	Ppm
Sodio	8,75	Meq/L
RAS	2,70	

Bioagrotecsa, 2023

Labores culturales

Las labores agrícolas llevadas a cabo, como el control de malezas, el manejo fitosanitario y otras acciones relacionadas, se consideraron dentro del conjunto de prácticas culturales para el manejo del cultivo. Estas actividades no solo abarcaron el cuidado directo de las plantas, sino también las medidas para mantener un ambiente saludable y propicio para su crecimiento óptimo. Este enfoque integral aseguró un adecuado cuidado y desarrollo del cultivo de cacao durante el estudio.

3.2.2 Tratamientos

La fase de trabajo de campo se centró en la aplicación de diferentes dosis subjetivas nutricionales para observar la calidad y el crecimiento de las plantas de cacao. En este contexto, se evaluaron cuatro tratamientos distintos, junto con un grupo de control que no recibió ninguna aplicación de tratamiento. Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en intervalos de 0, 21 y 42 días (es decir, 3 aplicaciones cada 3 semanas) en su época de floración de la planta de cacao. Este diseño experimental permitió examinar de manera integral cómo diferentes regímenes nutricionales influían en las características y el desarrollo de las plantas de cacao.

Tabla 4. *Tratamientos en estudio*

Nº	Tratamientos	Dosis	Frecuencia
1	Estiércol	2 kg /planta	0 – 21 - 42 días
2	Compost	3 kg /planta	0 – 21 - 42 días
3	Gallinaza	1 kg /planta	0 – 21 - 42 días
4	Fertilizante orgánico	2 kg /planta	0 – 21 - 42 días
5	Testigo	-	-

El autor, 2024

Para el presente trabajo se consideró las siguientes recomendaciones de algunos autores:

- Estiércol: Se recomienda aplicar 6 litros de estiércol diluido en 14 litros de agua (30%) cada 30 días.
- Gallinaza: Se puede aplicar 1 kg de gallinaza por cada 10 m² de cultivo, mezclada con el suelo.
- Compost: Se recomienda aplicar 5 kg de compost por cada 10 m² de cultivo, distribuyéndolo uniformemente sobre el suelo y mezclándolo bien (Piza, 2020).
- Preparados orgánicos: La dosificación puede variar según la formulación específica, pero generalmente se recomienda aplicar 1 litro de preparado orgánico diluido en 19 litros de agua (5%) cada 15 días (Arreaga, 2022).

3.2.3 Diseño experimental

Para llevar a cabo esta investigación de campo, se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), el cual comprendió cinco tratamientos, como se detalla en la Tabla 3. Se llevaron a cabo un total de cuatro repeticiones, lo que resultó en un ensayo con un total de 20 parcelas experimentales.

A continuación, se presenta una descripción minuciosa de cómo se delimitó el área experimental y se establecieron las condiciones necesarias para llevar a cabo el estudio.

Tabla 5. *Delimitación del 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

Detalles de la delimitación del área de ensayo
El autor, 2025

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1 Recursos

La información bibliográfica recopilada en el marco teórico fue recolectada a partir de una variedad de fuentes, que incluyeron tesis universitarias, páginas web, publicaciones científicas, documentos técnicos y disertaciones académicas, entre otros recursos. Los materiales utilizados en el estudio abarcaron desde las propias plantas de cacao hasta diversos suministros y herramientas agrícolas, como fertilizantes orgánicos, bombas de pulverización, machetes, cintas métricas, balanzas digitales, estacas, cuadernos de notas, bolígrafos, computadoras, cámaras fotográficas, y una variedad de otros elementos necesarios para llevar a cabo las mediciones y registros requeridos en el campo y en el laboratorio.

3.2.4.2 Métodos y técnicas

Se adoptaron varios enfoques metodológicos para llevar a cabo esta investigación. Por un lado, se aplicó el enfoque deductivo, el cual parte de principios ampliamente reconocidos y, a través del razonamiento lógico, se llega a la formulación de hipótesis específicas. Por otro lado, se utilizó el enfoque inductivo, el cual involucra la recopilación de datos empíricos para luego desarrollar una teoría general basada en observaciones concretas. Además, se empleó el método analítico para explorar y examinar las posibles relaciones entre las diferentes partes de los datos recopilados, permitiendo así un análisis detallado y sistemático de los hallazgos. Estas estrategias metodológicas combinadas garantizaron un enfoque integral y riguroso en el proceso de investigación.

3.2.5 Análisis estadístico

La información resultante de cada unidad experimental recolectada, fueron sometidos bajo un análisis estadístico, empleando técnicas estadísticas como el análisis de varianza y la comparación de medias. Para estas comparaciones, se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Toda la información recopilada y su respectiva ejecución del análisis estadístico, se llevó a cabo utilizando el software INFOSTAT, garantizando así un procesamiento confiable y

preciso de los datos. Este enfoque permitió identificar patrones significativos y relaciones entre las variables estudiadas, proporcionando una base sólida para la interpretación de los resultados obtenidos.

4. RESULTADOS

4.1 Determinar el resultado del uso de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos (estiércol, compost, gallinaza)

4.1.1 Número de mazorcas

Se realizó un análisis del número de mazorcas producidas por cada tratamiento experimental (42 días de aplicación) durante la época de cosecha (aproximadamente 90 días después de los tratamientos aplicados). Se contó el total de mazorcas en buen estado de madurez fisiológica, expresando un registro de la producción obtenida.

Tabla 6. *Número de mazorcas producidas por planta (n)*

Tratamientos	N. de mazorcas producido por planta (Aprox)	N. Total de mazorcas por T En cosecha final
T1 Estiércol	18/planta	72
T2 Compost	20/planta	80
T3 Gallinaza	18/planta	75
T4 Fertilizante orgánico	19/planta	76
T5 Testigo	17/planta	69

Conteo Mazorcas Producidas
El autor, 2025

4.1.2 Diámetro y longitud de mazorca

Según los resultados del análisis estadístico luego de aplicar el test de Tukey al 95% de confianza, en la variable longitud de mazorca (centímetros), se identificaron rangos que varían entre 22,94 y 24,30 centímetros, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, se observó que las mazorcas del tratamiento T4 presentaban una longitud mayor en comparación con los otros tratamientos. Por el contrario, en el tratamiento T5, las mazorcas mostraron una longitud inferior.

Después de realizar un análisis de varianza y aplicar el test de Tukey con un nivel de significancia del 5% a la variable de diámetro de mazorca, expresada en centímetros, se determinó un intervalo que oscila entre 8,05 y 9,60 centímetros., no se observan diferencias estadísticamente significativas, no obstante, el mejor promedio en cuanto al diámetro de mazorcas se observó en el tratamiento T4, por

otro lado, mazorcas de menor diámetro de obtuvieron en el tratamiento T5 (Testigo).

4.1.3 Peso de 100 Granos

En lo que a la variable peso de 100 granos (g) en seco concierne, según los resultados obtenidos tras el análisis estadístico y luego de aplicar el test de Tukey con un nivel de confiabilidad del 95%, se establecieron rangos entre 107,12 y 118,72 gramos. Estos hallazgos indican que el tratamiento T3 (gallinaza) tiene un efecto positivo en el peso de los granos. En contraste, se observaron promedios inferiores en el tratamiento Testigo (T5). Los detalles específicos de los promedios obtenidos en estas variables se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. *Promedios de variables agronómicas*

Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Peso de 100 granos
T1 Estiércol	23,00 a	9,05 a	117,76 a
T2 Compost	23,75 a	9,31 a	118,72 a
T3 Gallinaza	24,23 a	9,34 a	117,08 a
T4 Fertilizante orgánico	24,30 a	9,60 a	117,92 a
T5 Testigo	22,94 a	8,05 a	107,12 b
CV (%)	3,38	4,88	1,60

Medias con letras iguales no difieren de manera significativa
El autor, 2025

4.2 Análisis sobre la influencia de los fertilizantes orgánicos en el rendimiento

4.2.1 Rendimiento (Kg ha)

Luego de efectuar el análisis de varianza y aplicar el test de Tukey al 5% de probabilidad en lo que a la variable rendimiento kg ha⁻¹ se refiere, se identificaron rangos situados desde 1074,82 hasta 1340,04 kilos. Los resultados muestran que el tratamiento T4 (Fertilizante orgánico) tuvo el rendimiento más alto con 1340,04 kg ha⁻¹, seguido por el tratamiento T3 (Gallinaza) con 1325,65 kg ha⁻¹ y el tratamiento T2 (Compost) con 1299,13 kg ha⁻¹. El tratamiento T1 (Estiércol) tuvo un rendimiento ligeramente más bajo con 1182,06 kg ha⁻¹. Por otro lado, el tratamiento T5 (Testigo) mostró el rendimiento más bajo con 1074,82 kg ha⁻¹.

El coeficiente de variación (CV) es del 4,72%, lo que indica la variabilidad de los rendimientos entre los diferentes tratamientos. Las letras "a", "b" y "c" en los rendimientos indican diferencias significativas entre tratamientos, siendo "a" el más

alto y "c" el más bajo. Esto sugiere que los tratamientos T3, T4 y T2 son estadísticamente similares y tienen rendimientos significativamente más altos que T1 y T5.

Los detalles de los promedios los rendimientos se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. *Promedios de rendimiento kg ha⁻¹*

Tratamientos	Rendimiento kg ha ⁻¹
T1 Estiércol	1182,06 bc
T2 Compost	1299,13 ab
T3 Gallinaza	1325,65 a
T4 Fertilizante orgánico	1340,04 a
T5 Testigo	1074,82 c
CV (%)	4,72

Medias con letras iguales no difieren de manera significativa

El autor, 2025

4.2.2 Análisis Edáfico

Como se muestra a continuación, entre los análisis edáficos dentro de los bloques experimentales, los tratamientos T1 (Estiércol) y T4 (Fertilizante orgánico) presentan niveles de Nitrógeno altos, diferentes de los presentes en el T3 y T5 (Testigo) que son bajos. Para el contenido de Potasio (K), se observa igual similitud entre los tratamientos mencionados. Sin embargo, en el contenido de Calcio (Ca) sobresalen los T3 (Gallinaza), T2 (Compost) y T4 (Fertilizante orgánico).

Tabla 9. Resultados de análisis edáficos

Componentes	T1	T2	T3	T4	T5
pH	6	5.7	5.3	5.9	5.9
NH ₄ (ppm)	27	10	7	36	7
P (ppm)	23	15	11	21	11
K (meq/100ml)	1.56	1.06	0.69	1.49	1.49
Ca (meq/100ml)	10	16	18	14	10
Mg (meq/100ml)	3.6	2.6	3.2	4.1	2.6
S (ppm)	5	7	5	6	5
Zn (ppm)	14.4	14.3	12.4	11.6	11.6
Cu (ppm)	8.4	14.3	8.4	6.7	6.7
Fe (ppm)	105	97	118	101	97

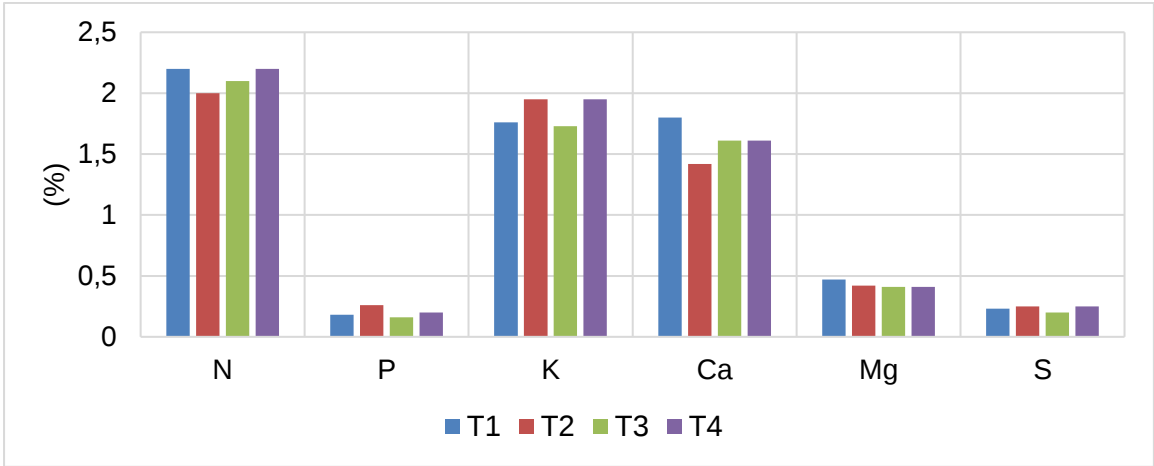
Mn (ppm)	15.3	15.3	18.7	29.7	24.3
B (ppm)	0.4	0.39	0.3	0.34	0.3

El autor, 2025

4.2.3 Análisis Foliar

En el reporte de análisis foliares, todos presentan buena nutrición de la planta de cacao entre los tratamientos experimentales, mostrando niveles adecuados (%) de los macro y microelementos, siendo visible que las plantas y sus frutos tienen un comportamiento sano (en lo posible). Sin embargo, en los tratamientos T2 (compost) y T4 (Fertilizante orgánico) el nivel de K (potasio) presentan excedentes.

Figura 1. Histograma de resultados de análisis foliar



El autor, 2025

4.3 Detallar la rentabilidad del uso de fertilizantes orgánicos

La evaluación de la viabilidad económica de los distintos tratamientos en estudio se llevó a cabo mediante el análisis de la relación costo-beneficio. Este análisis se basó en la comparación de los gastos realizados y los ingresos generados a lo largo del trabajo de investigación. Los ingresos se calcularon teniendo en cuenta los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, considerando el precio actual del kilogramo de cacao (por encima de \$4 USD); sin embargo, como referencia se optó por el valor promedio en fresco (\$1.75 USD) que cancelan los intermediarios por lo general a productores cacaoteros (Expreso, 2024).

Los rendimientos (en kg/ha) revelan que los tratamientos T3 (Gallinaza) y T4 (Fertilizante orgánico) presentan los rendimientos más elevados, con 1325,65 kg/ha y 1340,04 kg/ha respectivamente. Les sigue el tratamiento T2 (Compost), con un rendimiento de 1299,13 kg/ha. El tratamiento T1 (Estiércol) muestra un

rendimiento intermedio de 1182,06 kg/ha, mientras que el tratamiento T5 (Testigo) registra el rendimiento más bajo, con 1074,82 kg/ha.

Los resultados de este análisis pusieron de manifiesto diferencias notables en el rendimiento financiero de cada tratamiento. Los resultados revelan que el tratamiento T2 tiene la relación más alta (1.20), seguido por T3 (1.13) y T4 (1.12), T1 también tiene una relación beneficiosa (0.97), mientras que T5 tiene la relación más baja (0.86).

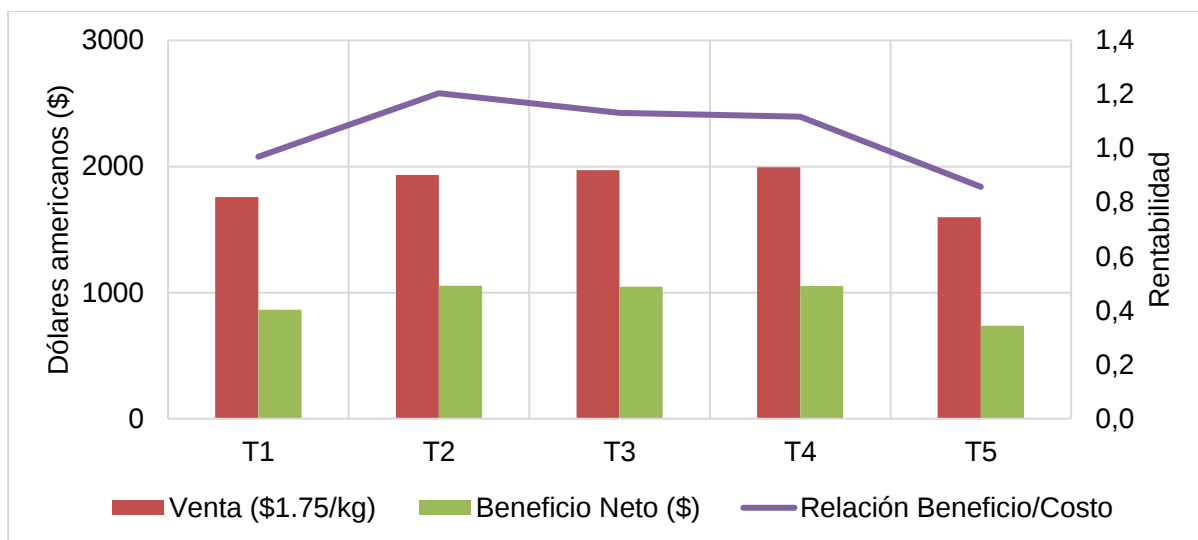
Tabla 10. *Relación beneficio - costo*

Componentes	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento kg/ha	1182,06	1299,13	1325,65	1340,04	1074,82
Rendimiento ajustado (15%)	1004,8	1104,3	1126,8	1139	913,6
Venta (\$1,75/kg)	1758,4	1,932,525	1971,9	1993,25	1598,8
Costo fijo (\$)	504	504	504	504	504
Costo Variable (\$)	388,8	372,6	421,2	437,4	356,4
Costo Total	892,8	876,6	925,2	941,4	860,4
Beneficio Neto (\$)	865,6	1,055,925	1046,7	1051,85	738,4
Relación Beneficio/Costo	0,97	1,20	1,13	1,12	0,86

Detalles de los valores de la relación beneficio-costo
El autor, 2025

Como se ilustra en la Figura 1, es fundamental considerar que la rentabilidad del proyecto de investigación depende en gran medida de los tratamientos cuyo valor es mayor a 1. Estos valores indican que los tratamientos son viables y con buenos rendimientos. Por lo tanto, los tratamientos con una rentabilidad superior a 1 pueden ser implementados tanto en campo abierto como en zonas cacaoteras dedicadas a la producción orgánica o en proceso de transición hacia la producción orgánica. Implementar estos tratamientos en dichas áreas contribuirá significativamente a mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de cacao, considerando que los métodos utilizados sean económicamente beneficiosos y ambientalmente responsables.

Figura 2. Histograma de análisis económico



El autor, 2025

5. Discusión

"Investigaciones realizadas por Armijos (2022) indican que el uso de gallinaza en el cultivo de cacao provocó una variabilidad significativa en el tamaño de las mazorcas, presentando una mayor longitud y diámetro en comparación con otros fertilizantes. Estos hallazgos coinciden con lo observado en el presente estudio, donde los frutos de las plantas tratadas con gallinaza mostraron un incremento notable en su longitud y diámetro. Sin embargo, es importante resaltar que los mejores promedios de tamaño de mazorcas se obtuvieron con la aplicación de fertilizante orgánico, lo que sugiere una combinación de gallinaza con otros componentes orgánicos podría maximizar los beneficios y mejorar aún más el rendimiento y calidad del cultivo de cacao.

En su estudio, Muñoz (2021) reveló que el uso de gallinaza resultó en un incremento significativo en el peso de los granos de cacao, lo que promovió un aumento en el rendimiento del cultivo. Estos hallazgos están en concordancia con las observaciones realizadas durante el ensayo, donde las plantas tratadas con gallinaza mostraron uno de los promedios más altos en términos de rendimiento. El mayor peso de los granos se tradujo en una mayor producción total de cacao, subrayando la eficacia de la gallinaza como enmienda orgánica para mejorar tanto la calidad como la cantidad del rendimiento del cultivo de cacao.

El experimento dentro de los bloques experimentales reportó un crecimiento del rendimiento de cacao fresco, mostrando un mejor desempeño vegetativo y productivo por planta consecuente de las mejoras nutricionales de calidad del suelo y foliar. Diferente del tratamiento testigo (T5) demostró un rendimiento menor (1074 kg/ha), la menor disponibilidad de nutrientes fueron obtenidos por el fertilizante orgánico que incrementaron la productividad; observación válida por Rojas et al. (2021), el incremento del rendimiento de la producción de cacao, por la descomposición de hojas y ramillas es importante para la producción de cacao mejorando su calidad mostrando una transformación, renovación y recuperación de los elementos (N- P- K, Mg, Ca).

Según Ballesteros, et al. (2022), cada tipo de fertilizante orgánico impacta de manera distinta la calidad y el rendimiento del cacao. Tanto la gallinaza como el compost han demostrado incrementar significativamente el peso de los granos, mientras que el fertilizante orgánico ha mostrado mejoras consistentes en todas las variables evaluadas. Estos resultados coinciden con las observaciones de campo,

donde las plantas tratadas con compost presentaron promedios más altos en cuanto al peso de los granos. En contraste, las mazorcas que exhibieron las mejores características agronómicas se obtuvieron mediante la aplicación de fertilizante orgánico.

Los resultados de la investigación realizada por Capa et al. (2022) demuestran que la gallinaza y el compost son los fertilizantes orgánicos más eficaces en términos de rendimiento y rentabilidad, logrando utilidades superiores a 1,4 dólares por cada dólar invertido. Este hallazgo está en línea con las observaciones realizadas durante el ensayo, donde los tratamientos T2 y T3 (compost y gallinaza) mostraron ser los más beneficiosos económicamente. La gallinaza y el compost no solo mejoran el rendimiento de los cultivos, sino que también ofrecen una solución económica viable y sostenible para los agricultores. Estos resultados resaltan la importancia de utilizar fertilizantes orgánicos como una alternativa rentable y ecológicamente responsable frente a los fertilizantes sintéticos.

Adoptar el uso de estos fertilizantes orgánicos en el cultivo de cacao no solo maximiza el rendimiento y la calidad del producto, sino que también promueve prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Por ello, lo expresado por Alvarado (2022), donde los productores cacaoteros que buscan alternativas más económicas y ecológicas frente a los fertilizantes sintéticos encontrarán en la gallinaza y el compost aliados valiosos para mejorar sus cultivos de cacao, asegurando así una producción más saludable y rentable.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Basándonos en los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los tratamientos, concluimos lo siguiente:

La aplicación de fertilizantes orgánicos mejoró las características agronómicas, especialmente en cuanto al número de mazorcas por planta, registrando un promedio de 20 mazorcas con compost y 18 con gallinaza o estiércol. Además, el uso de compost incrementó significativamente el peso de los granos de cacao, alcanzando 118 gramos por cada 100 granos.

Los niveles nutricionales foliares y edáficos inducidos por la aplicación de fertilizantes orgánicos desempeñan un rol crucial en la calidad y productividad del cultivo de cacao. En particular, la utilización de gallinaza y otros biofertilizantes orgánicos muestran una influencia notable en el rendimiento del cultivo, alcanzando una productividad de 1.3 t/ha durante el segundo semestre.

La utilización de compost ha demostrado ser una práctica agronómicamente eficiente y económicamente viable en el cultivo de cacao, presentando una relación beneficio/costo favorable, y una rentabilidad del capital invertido de 1.2.

6.2 Recomendaciones

Con base en los hallazgos surgidos de la ejecución de este estudio, se formulan las siguientes recomendaciones para la zona de El Triunfo (Guayas):

Se recomienda el uso de diferentes tipos de fertilizantes orgánicos (estiércol 2kg/planta, compost 3 kg/planta, gallinaza 1 kg/planta, y 2 kg/planta) para optimizar los recursos ambientales sobre la calidad del cultivo de cacao de la manera más efectiva.

Se recomienda realizar investigaciones a largo plazo para entender con mayor precisión el efecto acumulativo de los fertilizantes orgánicos en las variables productivas del cultivo de cacao, teniendo en cuenta diversas condiciones climáticas y tipos de suelo.

Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales sobre diversas técnicas de aplicación de fertilizantes orgánicos en el cultivo de cacao, como la fertirrigación y la aplicación foliar. Esto permitirá identificar el método más eficiente para optimizar tanto la calidad como el rendimiento del cacao, potenciando así la productividad y sostenibilidad del cultivo.

7. Bibliografía

- Adenuga, O. A. (2022). Correlation and Path Coefficient Analyses of Yield in Cacao (Theobroma cacao L.). *Journal of Botanical Research* 4, doi: 10.30564/jbr.v4i3.4694.
- Adu-Yeboah, P. S., & Prince, P. (2023). Physiological and growth responses of cacao to glyphosate exposure. *Journal of environmental science and health. Part. B, Pesticides, food contaminants and agricultural wastes* 58, 1-9, doi: 10.1080/03601234.2023.2169523.
- Agrocalidad. (2012). Guía de buenas prácticas agrícolas para Cacao - Resolución Técnica No. 183. *Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del agro*, Recuperado de: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Gui%CC%81a-de-BPA-para-cacao.pdf>.
- Alcivar, L., Cobos, F., Alvarado, A., & Obando, M. (2022). Índice de calidad en la comercialización del cacao (Theobroma cacao L) en Ecuador. *Journal of Science and Research* 7(1), <https://doi.org/10.5281/zenodo.7724766>.
- Arévalo-Hernández, E. A., Farfan, A., Amaringo-Gomez, M., Daymond, A., Zhang, D., & Baligar, V. (2022). Growth and Nutritional Responses of Juvenile Wild and Domesticated Cacao Genotypes to Soil Acidity. *Agronomy* 12:3124. doi: 10.3390/agronomy12123124.
- Arguello, D. E. (2023). Soil amendments to reduce cadmium in cacao (Theobroma cacao L.): A comprehensive field study in Ecuador. *Chemosphere* 324:138318. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.138318.
- Armijos, A. A., Quevedo, J. N., & García, R. M. (2022). Evaluación del efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en Cacao CCN-51. *Revista Científica Agroecosistemas* 10(3), 72-79, <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/564>.
- Arreaga, A. A. (2022). Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en plántulas de viveros de cacao (Theobroma cacao L.) en el sector de Naranjal (Tesis de pregrado). *Universidad Agraria del Ecuador*.

Asamblea Nacional. (2016). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. Registro Oficial Año 2 lunes 27 diciembre del 2010-No. 349. *Asamblea Nacional*.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro oficial 449.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (Registro oficial segundo suplemento 27)*. Quito, Ecuador: Recuperado de: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/multimedios-legislativos/45945-ley-organica-de-sanidad-agropecuaria>.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. (Registro oficial suplemento 983): Recuperado de: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf.

Ballesteros, W., Escobar, E., & Navia, J. F. (2022). Fertilización orgánica y química de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en un sistema agroforestal. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 23(2): e2544, https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2544.

Barrezueta, S., Muñiz, J., & Loaiza, H. (2022). Efecto del uso de abono orgánico con biocarbón sobre las características morfológicas de mazorca de *Theobroma cacao* cv CCN51. *Ciencia y Agricultura* 19. [doi:10.19053/01228420.v19.n2.2022.1426](https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n2.2022.1426).

Bejarano, R. O. (2020). Evaluación de sistemas de riego localizado en cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) como estrategia de aumento de la producción en el departamento del Huila. *Ingeniería y Región* 11:45. [doi: 10.25054/22161325.742](https://doi.org/10.25054/22161325.742).

Bernard, I. (2023). L'incidence Des Maladies Et Des Ravageurs Sur La Culture Du Cacao (*Theobroma Cacao*) A Kindu, R.D.Congo. *IJRDO-Journal of Agriculture and Research* 9, 1-7, [doi: 10.53555/ar.v9i3.5610](https://doi.org/10.53555/ar.v9i3.5610).

Bioagrotecsa. (2023). Ecobiol Humus Líquido. <https://www.bioagrotecsa.com.ec/insumos/ecobiol-humus-liquido.html>.
Obtenido de Grupo Clinica Agrícola.

- Blommaert, H., Aucour, A.-M., Wiggemhauser, M., Moens, C., & al., e. (2022). From soil to cacao bean: Unravelling the pathways of cadmium translocation in a high Cd accumulating cultivar of *Theobroma cacao* L. *Frontiers in Plant Science* 13. doi: 10.3389/fpls.2022.1055912.
- Buitrago, D., Lerma Lasso, J., Díaz, D., Cortés-D, & Pachón, G. A. (2023). Estado del cultivo de cacao en la cordillera nariñense con énfasis en la concentración de cadmio. *Alianza de servicios de información agropecuaria*, <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-bac-20.500.12324-38229/Description>.
- CacaoMo. (2019). El cacao en sistema agroforestal. *Revista Cacao Movil*, <https://cacaomovil.com/site/guide/el-cacao-en-sistemas-agroforestales-df638640-b491-4be2-a0e0-479d7b616e5f/9/cual-es-el-origen-del-cacao>.
- Capa, M. I., Romero, A., Romero, M., Molina, M., Vásquez, S., & Granja, J. F. (2022). Nitrogen sources effects on the morphophyiology, production and quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 in the southern Ecuadorian Amazon. *Tropical and subtropical agroecosystems* 25(3), 119, <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4316>.
- Carmona Rojas, L. M., Gutiérrez Rodríguez, E. A., Henao Ramirez, A. M., & Urrea Trujillo, A. I. (2022). Nutrition in cacao (*Theobroma cacao* L.) crops: What determining factors should be considered? *Revista de la Facultad de Agronomía* 121(2):101, <https://doi.org/10.24215/16699513e101>.
- Casas, S., & Guerra, L. D. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de producción animal* 32(3), <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v32n3/2224-7920-rpa-32-03-87.pdf>.
- Castañer, J. A. (2014). *Análisis de costo beneficio: Ejemplo de análisis sector privado*. Obtenido de junta de Planificación: http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf
- Castebianco, J. (2022). Técnicas de remediación de metales pesados con potencial aplicación en el cultivo de cacao. *La Granja* 27:21-35. doi:10.17163/lgr.n27.2018.02.

- Castillo, L. C. (2020). Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019. (Tesis de grado). *Universidad Continental*, https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8245/3/IV_FIN_107_TE_Castillo_Huaman_2020.pdf.
- Chávez-Salazar, Á. A.-B.-D.-P.-R. (2022). Beneficio del cacao clones CCN-51, ICS-39 y cacao Nativo (*Theobroma cacao* L.). *Revista agrotecnológica amazónica* 2. doi: 10.51252/raa.v2i1.255.
- Dayana, L. E.-I.-M.-I.-M. (2021). Distribución de la precipitación en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*)-abarco (*Cariniana pyriformis*) en Rionegro, Santander. . *Centro Investigación, La Suiza, y Santander*.
- Essel, B., Abaidoo, R., Opoku, A., & Ewusi-Mensah, N. (2021). Efficacy of Selected Crop Residues and Rock Phosphate in Improving the Quality of Cattle Manure. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 52(5), 511-521, DOI 10.1080/00103624.2020.1862151.
- Expreso. (2024). Precio del Cacao en Ecuador: Productores reciben \$411 por quintal, un 11 % más . *Periodico EXPRESO*, 10/12/2024, <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/ecuador-precio-cacao-productores-10-diciembre-223857.html>.
- Francisco-Santiago, S. P.-L.-H.-O.-A. (2023). Soil fertility and nutrition in cacao cultivation (*Theobroma cacao* L.) in three soils of Tabasco, Mexico. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 41. , <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1116>.
- Gaona, J. N. (2022). Influencia del Costo del Abono Orgánico (Compost) en la Rentabilidad del Cacao (*Theobroma cacao* L) en Lamas, Región San Martín (Tesis de pregrado). *Universidad Cesar Vallejo*.
- Gaviláñez, F., & Farias, S. (2019). Método del Cenirrómetro como alternativa de programación de riego por aspersión en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*). *Acta Agronómica* 68, 29-33, <https://doi.org/10.15446/acag.v68n1.70370>.

- Góngora-Duarte, A. F.-G., & Torres, M. (2023). Caracterización de los procesos en el beneficio del cacao (*Theobroma cacao* L) en producciones a pequeña escala en el municipio de Guamal del Piedemonte llanero colombiano. *TecnoLógicas* 26. doi: 10.22430/22565337.2633.
- Gonzalez-Orozco, C., & Allende, P. M. (2022). Regionalization of Cacao (*Theobroma cacao* L.) in Colombia. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6:925800, doi: 10.3389/fsufs.2022.925800.
- Herrera, R. S.-M.-M. (2022). Interacción de nitrógeno, fósforo y potasio sobre características del suelo, crecimiento y calidad de brotes y frutos de cacao en la Amazonía Ecuatoriana. *Bioagro* 34:277-88. doi: 10.51372/bioagro343.7. .
- Jara, C. F. (2019). Producción de papa bajo un manejo orgánico e integrado (*Solanum tuberosum* L.) cv. "Única" En Zonas Áridas. [Tesis de maestría]. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*.
- Leygnima, O., Esaie, A. K., Doudjo Soro, Y. S., & al., e. (2021). Cocoa Pod Husks as Potential Sources of Renewable High-Value-Added Products: A Review of Current Valorizations and Future Prospects. *BioResources* 16(1), 1988-2020, DOI: 10.15376/biores.16.1.Ouattara.
- Martinez-Atencia, J. R.-S. (2022). Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el departamento de Sucre. *Agrosavia*, <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/37224>.
- Megagro. (2022). Eco Abonaza. <https://megagro.com.ec/product/eco-abonaza/>.
Obtenido de <https://megagro.com.ec/product/eco-abonaza/>
- Megagro. (2022). Fertilizante orgánico Abono Biocompost. <https://megagro.com.ec/product/bio-compost/>. Obtenido de Fenecsa Ecuador.
- Mendoza, E. H., & Plaza, A. N. (2019). Evaluación química dle humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), a partir de sustrato de cáscara de cacao y estiércol bovino. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí* Manuel Félix López, <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1212>.

- Ministerio del Buen Vivir. (2022). *buenvivir.ec*. Obtenido de <http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio>
- Mora, J. A. (2023). Efecto de manejo orgánico en el rendimiento de *Theobroma cacao* y calidad de suelo en el fundo San Juan, Distrito Daniel Alomía Robles. *Universidad Nacional Agraria de la Selva*, <https://repositorio.unas.edu.pe/items/59cec833-9750-4147-a05f-9189f7cd7b9e>.
- Muñoz, A. M., & Vera, N. P. (2023). Caracterización de los tipos de cultivares de cacao existentes en el sitio San Andrés del cantón Chone, 2022. *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*.
- Naranjo, S., Henao, A., & Urrea, A. (2023). Propagation of the Colombian genotype of cacao (*Theobroma cacao* L.) CNCh-12 by somatic embryogenesis. *Bionatura* 8:1-10. doi: 10.21931/RB/2023.08.01.16.
- Ortega, E., Blandón, J., Villota, P., Acosta, J., & Yeirme Yaneth, J. (2021). Modelo Productivo De Cacao Manejo Fitosanitario.
- Palma, E. G., & García, G. (2022). Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad y rentabilidad del cacao en agroecosistemas de secano. *Ciencia y Agricultura* 19. doi: 10.19053/01228420.v19.n3.2022.14569.
- Paredes Solís, M. O. (2021). El manejo fitosanitario del cultivo de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) y el rendimiento del mismo, en la Asociación Kallari.
- Peralta-Antonio, N., Bernardo, G., Watthier, M., & Silva, R. H. (2019). Compost bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *IDESIA* 37(2), 59-66, <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v37n2/0718-3429-idesia-37-02-00059>.
- Piza, J. D. (2020). Efecto de un compostaje orgánico en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) (Tesis de pregrado). *Universidad Agraria del Ecuador*.
- Pizango, A. T. (2024). Efecto de los biofermentos de gallinaza y compost en el crecimiento de plantones de *Theobroma cacao* (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú*.

- Plasencia, A., Vilchez, C., Ferrer, Y., & Veloz, C. E. (2022). Efecto del cambio climático sobre la distribución potencial del hongo *Moniliophthora roreri* y el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en Ecuador continental. *Terra Latinoamericana* 40, 1-14, <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1151>.
- Quintana Lombeida, M., & Aguilar, J. (2019). Denominación de origen de cacao ecuatoriano: ¿Un aporte de marketing global? *INNOVA Research Journal* 3:68-76. doi: 10.33890/innova.v3.n10.1.2018.825.
- Ramírez-Argueta, O. L.-A. (2022). Timber growth, cacao yields, and financial revenues in a long-term experiment of cacao agroforestry systems in northern Honduras. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6, doi: 10.3389/fsufs.2022.941743.
- Rivera Fernández, R., Valarezo Beltrón, O., Vera Macías, L., Chavarría Párraga, J., & Guzmán Cedeño, A. (2020). Efecto de la poda fitosanitaria sobre la enfermedad escoba de bruja en el cultivo de cacao. *Intropica* 9:129. doi: 10.21676/23897864.1440.
- Rueda, X., Romaike, M., & Sergio, P. (2023). The role of collective action in the cacao sector in enhancing sustainability, market upgrading and agrobiodiversity conservation. *Environmental Research Letters*. doi: 10.1088/1748-9326/acd949.
- Silva, G. J.-D.-B. (2023). Mass Selection of Drought Tolerant Cacao in Bahia, Brazil: Morphological, Genetic Structure and Diversity Analysis. *Tropical Plant Biology* 1-14. doi: 10.1007/s12042-023-09330-4.
- Solarte, J. W. (2022). Análisis florístico de los sistemas agroforestales tradicionales de cacao (*Theobroma cacao* L) en Nariño. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 14. doi:10.22490/21456453.5648.
- Stibis, M. Z. (2022). Land Potential for Cacao (*Theobroma cacao*. L) Development in Banggai Regency. *CELEBES Agricultural* 3:62-71. doi: 10.52045/jca.v3i1.279.
- Tapia, C. S., Guilcapi, E. D., Parra, V. J., & Zurita, S. M. (2022). Determination Of The Water Needs Of The Cocoa CCN51 (*Theobroma Cacao* L.) Crop From Georeferenced Information In The Subtropics Of Ecuador. *Res militaris* -

Social Science Journal 12(4), https://www.researchgate.net/profile/Cristian-Tapia-10/publication/371279427_Determination_Of_The_Water_Needs_Of_The_Cocoa_CCN51_Theobroma_Cacao_L_Crop_From_Georeferenced_Information_In_The_Subtropics_Of_Ecuador/links/647bf7b979a72237650c308f/Determination.

- Terrero, P., Peñaherrera, S., & Solis, Z. (2022). Alternativas biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.).
- Vargas, V., Freire, E., Duran, C., & Gusñay, R. (2023). Especies maderables en sistemas agroforestales con cacao (*theobroma cacao*, l.), cantón yaguachi, Provincia del Guayas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4. doi: 10.56712/latam.v4i2.670.
- Vera Chang, J., Cano, C., & Salazar, M. (2021). Efecto de intensidades de poda en cacaos nacionales y trinitarios establecidos con tres métodos propagativos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* 8:1-10. doi: 10.23850/24220582.3635.
- Vera, Y. M. (2024). Efecto de la poda y fertilización orgánica y convencional en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Naranjal (Tesis de pregrado). *Universidad Agraria del Ecuador*.
- Vinces Bermúdez, J., & Zambrano Roldán, K. (2020). Negociación de cacao y mercado Latinoamericano. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR* 1:2-14.
- Zequeria, C. (s.f.). La producción de cacao (*Theobroma cacao*) en México: Tabasco, estudio de caso. *Foresta Veracruzana* 17(1), 33-40. 2021.
- Zhang, S., Sun, L., Wang, Y., Fan, K., Xu, Q., Li, Y., . . . Ding, Z. (2022). Cow manure application effectively regulates the soil bacterial community in tea plantation. *BMC Microbiology* 20(1), 190, DOI 10.1186/s12866-020-01871-y.

8. Anexos

1. Análisis estadísticos de Número de mazorcas

Análisis de la varianza

Numero de mazorcas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de mazorcas	20	0.75	0.61	8.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.40	7	2.34	5.21	0.0064
Repetición	0.60	3	0.20	0.44	0.7256
Tratamiento	15.80	4	3.95	8.78	0.0015
Error	5.40	12	0.45		
Total	21.80	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.51193

Error: 0.4500 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 Compost 3 kg/planta	8.75	4	0.34	A
T3 Gallinaza 1 kg/planta	8.50	4	0.34	A
T4 Fertilizante orgánico ..	8.25	4	0.34	A
T1 Estiércol 2 kg/planta	7.75	4	0.34	A B
T5 Testigo	6.25	4	0.34	B

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

2. Análisis estadísticos de Longitud de mazorca (cm)

Longitud de mazorca

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Longitud de mazorca	20	0.72	0.55	3.38	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19.39	7	2.77	4.33	0.0130
Repetición	12.65	3	4.22	6.59	0.0070
Tratamiento	6.74	4	1.69	2.64	0.0866
Error	7.67	12	0.64		
Total	27.06	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.80233

Error: 0.6395 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4 Fertilizante orgánico	24.30	4	0.40	A
T3 Gallinaza 1 kg/planta	24.23	4	0.40	A
T2 Compost 3 kg/planta	23.75	4	0.40	A
T1 Estiércol 2 kg/planta	23.00	4	0.40	A
T5 Testigo	22.94	4	0.40	A

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

3. Análisis estadísticos de Diámetro de mazorca (cm)

Diámetro de mazorca

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diámetro de mazorca	20	0.89	0.83	4.88	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19.03	7	2.72	13.86	0.0001
Repetición	13.25	3	4.42	22.52	<0.0001
Tratamiento	5.78	4	1.44	7.37	0.0031
Error	2.35	12	0.20		
Total	21.38	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.99810

Error: 0.1961 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4 Fertilizante orgánico ..	9.60	4	0.22	A
T3 Gallinaza 1 kg/planta	9.34	4	0.22	A
T2 Compost 3 kg/planta	9.31	4	0.22	A
T1 Estiércol 2 kg/planta	9.05	4	0.22	A
T5 Testigo	8.05	4	0.22	B

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

4. Análisis estadísticos de Peso de 100 granos (g)

Peso de 100 granos

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²</u>	<u>Aj</u>	<u>CV</u>
Peso de 100 granos	20	0.91	0.85	1.60	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	394.78	7	56.40	16.52	<0.0001
Repetición	19.46	3	6.49	1.90	0.1835
Tratamiento	375.32	4	93.83	27.48	<0.0001
Error	40.97	12	3.41		
Total	435.75	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.16447

Error: 3.4140 gl: 12

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
T2 Compost 3 kg/planta	118.72	4	0.92	A
T4 Fertilizante orgánico ..	117.92	4	0.92	A
T1 Estiércol 2 kg/planta	117.76	4	0.92	A
T3 Gallinaza 1 kg/planta	117.08	4	0.92	A
T5 Testigo	107.12	4	0.92	B

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

5. Análisis estadísticos de Rendimiento kg/ha

Rendimiento kg/ha

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Rendimiento kg/ha	20	0.84	0.74	4.72	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	213200.30	7	30457.19	8.82	0.0006
Repetición	7643.64	3	2547.88	0.74	0.5493
Tratamiento	205556.66	4	51389.16	14.89	0.0001
Error	41416.88	12	3451.41		
Total	254617.17	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=132.41098

Error: 3451.4063 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4 Fertilizante orgánico ..	1340.04	4	29.37	A
T3 Gallinaza 1 kg/planta	1325.65	4	29.37	A
T2 Compost 3 kg/planta	1299.13	4	29.37	A B
T1 Estiércol 2 kg/planta	1182.06	4	29.37	B C
T5 Testigo	1074.82	4	29.37	C

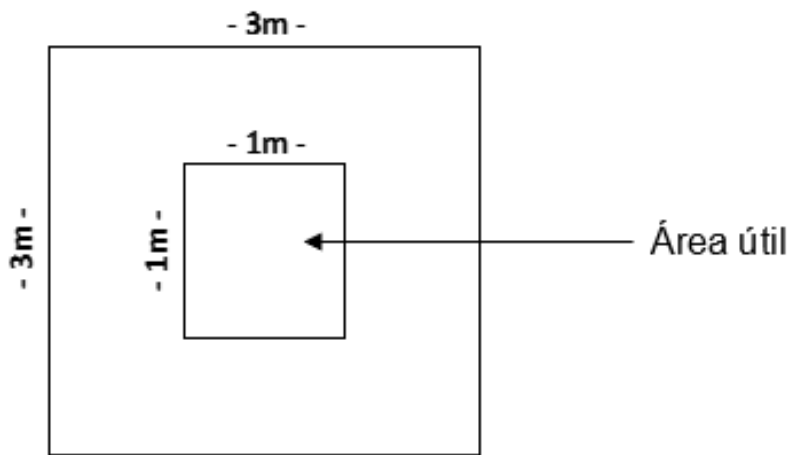
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 3. Croquis del área experimental



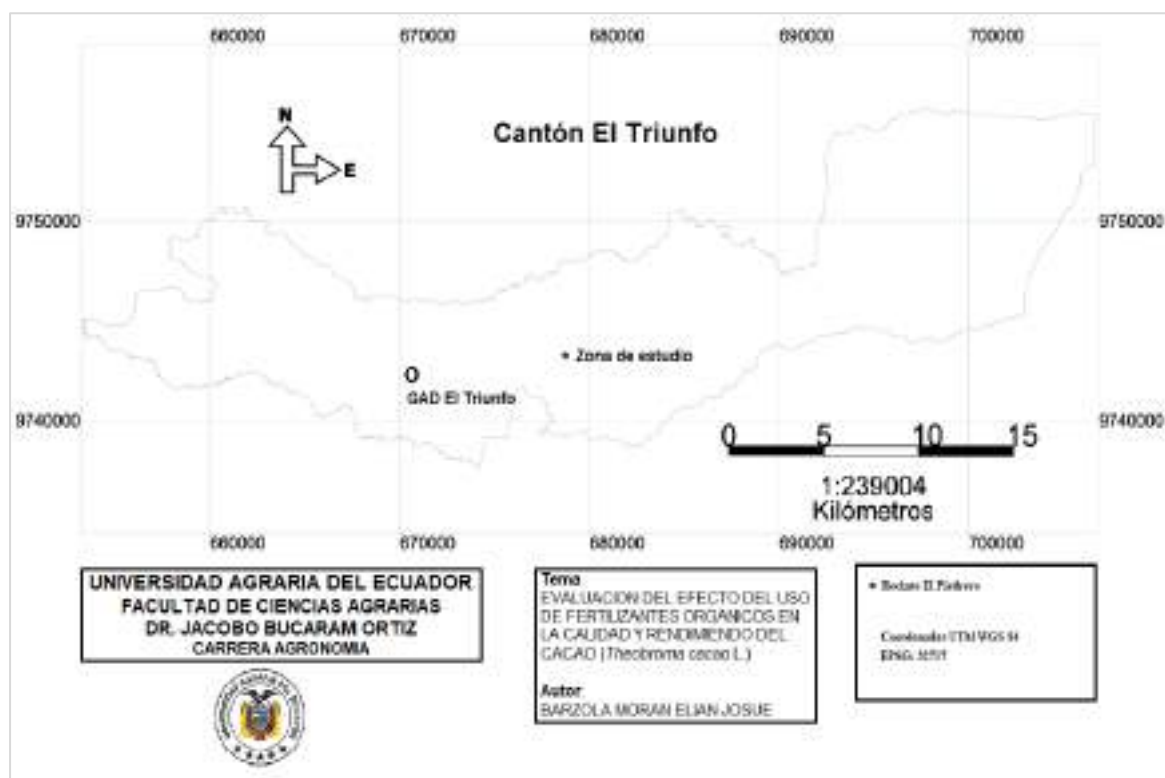
El autor, 2025

Figura 4. Características de las unidades experimentales



El autor, 2025

Figura 5. Zona de estudio



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 6. *Productos utilizados*

Gallinaza, Estiércol

Elaborado por: El autor, 2025

Figura 7. Colocación de letreros (delimitación)



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 8. Preparación de los productos (gallinaza y compost)



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 9. Colocación de letreros (delimitación)



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 10. Aplicación de tratamiento estiércol



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 11. *Observación de la aplicación de la gallinaza en la planta*



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 12. *Observación de efectos y toma de datos in situ*



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 13. *Visita e inspección del tutor en campo*



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 14. *Implementación de estiércol a las muestras*



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 15. *Recolección final de datos*



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 16. *Peso de granos de cacao en balanza electrónica*



Elaborado por: El autor, 2025

Figura 17. *Análisis de edáfico*

Figura 18. Análisis foliar



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empílmic, Apartado 24
Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.ecp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : BARZOLA MORAN ELIAN
Dirección : MILAGRO GUAYAS
Ciudad : MILAGRO
Teléfono : 0967817532
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : Finca Gran Hermosa
Provincia : Guayas
Cantón : El Triunfo
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo : CACAO
N° de Reporte : 4299
Fecha de Muestreo: 14/10/2024
Fecha de Ingreso : 14/10/2024
Fecha de Salida : 23/10/2024

N° Muest. Laboral	Datos del Lote		(%)										(ppm)					
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Nn		
57910	T1 E		2,2 A	0,19 A	1,76 A	1,80 E	0,47 A	0,23 E		65 A	17 E	73 A	118 A	50 E				
57911	T2 E		2,0 A	0,26 E	1,95 A	1,42 E	0,42 A	0,25 E		57 A	17 E	75 A	108 A	51 E				
57912	T3 G		2,1 A	0,16 A	1,73 A	1,61 E	6,41 A	0,28 E		36 A	8 D	77 A	98 A	41 E				
57913	T4 FO		2,2 A	0,20 E	1,95 A	1,61 E	0,41 A	0,25 E		57 A	17 E	77 A	130 A	53 E				

INTERPRETACION

D Deficiente
A Adecuado
E Excesivo

RESPONSABLE BPTQ/SUELOS Y AGUAS

X. W. [Signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]