



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”
CARRERA AGRONOMIA

**EFFECTO DE ÁCIDO CARBOXÍLICO DE MANERA
COMPLEMENTARIA EN EL CULTIVO DE CACAO
CANTÓN NARANJAL**

TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

GALLEGOS RONQUILLO EDDY RAINIERO

TUTOR

ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc

MILAGRO – ECUADOR
2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Dr. Jacobo Bucaram Ortíz
CARRERA AGRONOMIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTO DE ÁCIDO CARBOXÍLICO DE MANERA COMPLEMENTARIA EN EL CULTIVO DE CACAO CANTÓN NARANJAL**, realizado por el estudiante **GALLEGOS RONQUILLO EDDY RAINIERO**; con cédula de identidad N°0952528693 de la carrera **AGRONOMIA**, Facultad De Ciencias Agrarias “Dr. Jacobo Bucaram Ortíz” de la Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortíz” Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc
TUTOR

Milagro, 24 de octubre del 2023



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Dr. Jacobo Bucaram Ortíz
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: **“EFECTO DE ÁCIDO CARBOXÍLICO DE MANERA COMPLEMENTARIA EN EL CULTIVO DE CACAO CANTÓN NARANJAL”**, realizado por el estudiante **GALLEGOS RONQUILLO EDDY RAINIERO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

PhD. Centanaro Quiroz Paulo, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Raffo Folleco Luis, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

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

Milagro, 24 de octubre del 2023

Dedicatoria

Este trabajo les dedico a mis padres Edy Gallegos y Martha Ronquillo, a mis hermanos Ariana y Erick Gallegos y a mi tía Jessica Bajaña por el inmenso apoyo que me han brindado en todo momento, cuando más lo necesitaba en este arduo proceso, el amor que me brindaron para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

Por último, pero no menos importante a mis catedráticos, tutor de tesis el Ing. Fernando Martínez Alcívar y compañeros los cuales con su vivencias, experiencias y aprendizajes compartieron sus conocimientos, durante esta hermosa etapa de universitario.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme dado vida y sabiduría en todo este tiempo de mi formación académica.

Gracias a mis padres, abuelos, hermanos por ser los quienes me impulsan a ser mejor cada día y lograr mis sueños.

Mi agradecimiento a la Universidad Agraria del Ecuador, por acogerme en sus aulas y formarme como un profesional de principios y de bien; y a mi tutor, el Ing. Fernando Martínez Alcívar por guiarme durante este trabajo y ayudarme a alcanzar la meta deseada.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **GALLEGOS RONQUILLO EDDY RAINERO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EFECTO DE ÁCIDO CARBOXÍLICO DE MANERA COMPLEMENTARIA EN EL CULTIVO DE CACAO CANTÓN NARANJAL”** para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Milagro, 24 de octubre del 2023

GALLEGOS RONQUILLO EDDY RAINERO

C.I. 0952528693

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras.....	11
Resumen	12
Abstract.....	13
1. Introducción.....	14
1.1 Antecedentes del problema.....	14
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema	15
1.2.2 Formulación del problema	15
1.3 Justificación de la investigación	15
1.4 Delimitación de la investigación	16
1.5 Objetivo general	16
1.6 Objetivos específicos.....	16
1.7 Hipótesis	16
2. Marco teórico.....	17
2.1 Estado del arte.....	17
2.2 Bases teóricas	18

2.2.1 Origen e importancia del cacao	18
2.2.2 Generalidades del cultivo de cacao.....	19
2.2.3 Descripción taxonómica y morfología	19
2.2.4 Requerimientos agroecológicos.....	21
2.2.5 Prácticas culturales del cultivo.....	22
2.2.6 Principales enfermedades que atacan al cacao	23
2.2.6.1 <i>Moniliasis</i>	23
2.2.6.2 <i>Mazorca negra</i>	24
2.2.6.3 <i>Escoba de bruja</i>	24
2.2.7 Propiedades de la cáscara	25
2.2.8 Fertilización foliar	25
2.3 Marco legal.....	26
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
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	28
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	28
3.2.1.2.1. <i>Número de mazorca/planta</i>	28
3.2.1.2.2. <i>Diámetro de mazorca (cm)</i>	28
3.2.1.2.3. <i>Peso de 100 granos secos (g)</i>	29
3.2.1.2.4. <i>Rendimiento (Kg/ha)</i>	29
3.2.1.2.5. <i>Análisis económico</i>	29

3.2.2 Tratamientos.....	29
3.2.3 Diseño experimental	30
3.2.4 Recolección de datos	30
3.2.4.1. Recursos.....	30
3.2.4.2. Métodos y técnicas	30
3.2.4.2.1 Señalización de plantas.....	30
3.2.4.2.2 Nutrición	30
3.2.4.2.3 Cosecha	30
3.2.5 Análisis estadístico.....	31
4. Resultados	32
4.1 Número de mazorcas por planta.....	32
4.2 Diámetro de mazorcas (cm).....	32
4.3 Peso de 100 granos de cacao (g).....	33
4.4 Rendimiento del cultivo de cacao (kg/ha)	33
4.5 Análisis beneficio costo (ABC)	34
5. Discusión	35
6. Conclusiones.....	37
7. Recomendaciones.....	38
8. Bibliografía.....	39
9. Anexos	48

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades de la cáscara de cacao	25
Tabla 2. Tratamientos en estudio.....	29
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza.....	31
Tabla 4. Promedio del número de mazorcas/planta.....	32
Tabla 5. Promedio del diámetro de mazorcas (cm).....	33
Tabla 6. Promedio del peso de 100 granos de cacao (g).....	33
Tabla 7. Promedio del rendimiento del cultivo (kg/ha)	34
Tabla 8. Análisis beneficio costo (ABC)	34
Tabla 9. Datos de campo del número de mazorcas/planta	50
Tabla 10. Análisis estadístico del número de mazorcas/planta.....	50
Tabla 11. Datos de campo del diámetro de mazorcas (cm).....	51
Tabla 12. Análisis estadístico del diámetro de mazorcas (cm).....	51
Tabla 13. Datos de campo del peso de 100 granos de cacao (g).....	52
Tabla 14. Análisis estadístico del peso de 100 granos de cacao (g).....	52
Tabla 15. Datos de campo del rendimiento del cultivo de cacao (kg/ha)	53
Tabla 16. Análisis estadístico del rendimiento del cultivo de cacao (kg/ha).....	53

Índice de figuras

Figura 1. Unidad experimental	48
Figura 2. Diseño experimental en campo (DBCA)	49
Figura 3. Delimitación de tratamientos en estudio	54
Figura 4. Conteo de mazorcas en campo	54
Figura 5. Manejo de malezas del cultivo	55
Figura 6.. Visita de campo del tutor guía.....	55
Figura 7. Recolección de mazorcas en campo	56
Figura 8. Cosecha de mazorcas	56
Figura 9. Finalización del ensayo experimental	57

Resumen

El presente ensayo experimental se realizará en un cultivo establecido de cacao ubicado en la zona agrícola del cantón Naranjal, perteneciente a la Provincia del Guayas, entre los meses de enero del año 2023 a julio del mismo año. El objetivo general fue evaluar el efecto del ácido carboxílico de manera complementaria en el cultivo de cacao en el cantón Naranjal, Provincia del Guayas. Los objetivos específicos son: medir el comportamiento agronómico en un período de 150 días mediante aplicación de ácidos carboxílicos en plantación establecida de cacao, indicar el manejo de ácidos carboxílicos de forma foliar mediante el rendimiento en kilogramos de cacao y estimar la rentabilidad de ellos tratamientos bajo un análisis económico. El presente ensayo experimental fue conformado por el uso de ácidos carboxílicos como complemento a la fertilización de forma foliar, con diferentes dosis de aplicación. Los tratamientos son: T1 Ácidos carboxílicos (3 litros), T2 Ácidos carboxílicos (4 litros), T3 Ácidos carboxílicos (5 litros) y T4 Testigo. Para la presente investigación se aplicó un diseño experimental con distribución de bloques completamente al azar (DBCA), bajo cuatro tratamientos y seis repeticiones. Las variables evaluadas son: número de mazorcas, diámetro de mazorcas, peso de 100 granos, rendimiento del cultivo y análisis beneficio costo. Los resultados indicaron que, las dosis más altas empleada de ácido carboxílico (4 y 5 litros) generó mayor promedio sobre las variables evaluadas agronómicas y productivas, lo cual genera en peso del grano con 114,00 gramos y 116,17 gramos. Mientras, el rendimiento fue 1291,83 kg/ha y 1316,83 kg/ha respectivamente.

Palabras clave: ácidos carboxílicos, cacao, mazorca, productivas, rendimiento.

Abstract

This experimental trial will be carried out in an established cocoa crop located in the agricultural zone of the Naranjal canton, belonging to the Province of Guayas, between the months of January in the year 2023 and July of the same year. The general objective was to evaluate the effect of carboxylic acid in a complementary way in the cocoa crop in the Naranjal canton, Guayas Province. The specific objectives are: to measure the agronomic behavior in a period of 150 days through the application of carboxylic acids in an established cocoa plantation, to indicate the management of carboxylic acids in a foliar manner through the yield in kilograms of cocoa and to estimate the profitability of the treatments under an economic analysis. This experimental trial was made up of the use of carboxylic acids as a complement to foliar fertilization with different application doses. The treatments are: T1 Carboxylic acids (3 liters), T2 Carboxylic acids (4 liters), T3 Carboxylic acids (5 liters) and T4 Control. For the present investigation, an experimental design with completely randomized block distribution (CRBD) was applied, under four treatments and six repetitions. The variables evaluated are: number of ears, ear diameter, weight of 100 grains, crop yield and cost-benefit analysis. The results indicated that the highest doses of carboxylic acid used (4 and 5 liters) generated a higher average on the evaluated agronomic and productive variables, which generates grain weight with 114.00 grams and 116.17 grams. Meanwhile, the yield was 1291.83 kg/ha and 1316.83 kg/ha respectively.

Keywords: carboxylic acids, cocoa, ear, productive, yield

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Aproximadamente por los años 1980 y 1999, el cultivo de cacao dentro del país se consideró una planta de alta relevancia económica y social, estando en un período de independencia y siendo un esencial importe de financiamiento al ser un apoyo económico de muchas personas del país. Hoy en día, el cacao es significativo a escala económica, social y ambiental a nivel nacional (El Salous *et al.*, 2020).

La productividad del cacao se enfoca mayormente en provincias como: Guayas, Los Ríos, Sucumbíos y Manabí. A nivel ecológico, esta planta influye en el mantenimiento de la humedad del suelo, beneficiando el rendimiento de microorganismos que proporcionan con la desintegración de materia orgánica. Las circunstancias que debe presentar una planta cacaotera inciden de manera positiva en el crecimiento de insectos polinizadores a causa de la humedad y temperatura (Alvarado *et al.*, 2018).

De esta manera, la exigencia por reducir el uso de artículos químicos artificiales en toda clase de cultivos está exigiendo que se dé una búsqueda de otros métodos que sean más beneficiosos con el medio ambiente. Por eso es necesario decidirse por fertilizantes que mejore particularidades físicas, químicas y biológicas del suelo, por lo que esta clase de abonos cumplen un rol esencial. Estos fertilizantes foliares se eleva la capacidad que tiene el suelo de asimilar una diversidad de nutrientes (González, 2018).

Por lo que, tanto el cacao como cualquier cultivo requiere de fertilización adecuada para una productividad estable, puesto que fertilizar el suelo permite que se le devuelva al suelo aquellos nutrientes que han sido asimilados por la planta

para preservar su vigor, si no se realiza este proceso, con el tiempo se genera una ineficiente productividad y rendimiento del cultivo (Solórzano, 2017).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cultivo de cacao requiere una nutrición adecuada para la producción de mazorcas, que generan rentabilidad a los pequeños y medianos agricultores de la zona agrícola del cantón Naranjal, sin embargo, el uso excesivo de químicos como fertilizantes afecta el medio ambiente, la salud humana y a insectos polinizadores. Además, los agroquímicos aumentan los costos de producción, por lo tanto, buscar alternativas orgánicas para el cultivo de cacao genera mayor beneficio a los agricultores, aumentando su productividad y rentabilidad. Así, el presente ensayo experimental tiene como objetivo mejorar la respuesta agronómica del cacao y su productividad con el uso de fertilizantes foliares orgánicos a base de ácidos carboxílicos como complemento en la nutrición.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá el ácido carboxílico de manera complementaria en el cultivo de cacao en el cantón Naranjal provincia del Guayas?

1.3 Justificación de la investigación

El cacao es un cultivo tropical de alta relevancia en la economía de una gran cifra de países de América del sur, América Central, Asia y África. Esta planta produce mazorcas con una cantidad de semillas de entre 30 a 40 y que necesitan de alrededor de seis meses para llegar a su estado maduro (Guerrero *et al.*, 2020).

La fertilización foliar es importante usarla en el aplique de sustancias nutritivas al follaje de cultivos. Estos nutrientes son asimilados por las hojas y atraviesan diversos períodos después de que se haya impuesto el fertilizante; de esta manera,

el mismo no solo es absorbido por raíces sino también por tallos y hojas (Martínez, 2018).

Por lo que, el presente estudio se efectúa con el objetivo de suplementar la nutrición del cultivo con la implementación de ácidos carboxílicos en un cultivo establecido en el cantón Naranjal.

1.4 Delimitación de la investigación

El presente ensayo experimental se realizará en un cultivo establecido de cacao ubicado en la zona agrícola del cantón Naranjal, perteneciente a la Provincia del Guayas, entre los meses de enero del año 2023 a julio del mismo año.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto del ácido carboxílico de manera complementaria en el cultivo de cacao en el cantón Naranjal, Provincia del Guayas.

1.6 Objetivos específicos

- Medir el comportamiento agronómico en un período de 150 días mediante aplicación de ácidos carboxílicos en plantación establecida de cacao.
- Indicar el manejo de ácidos carboxílicos de forma foliar mediante el rendimiento en kilogramos de cacao.
- Estimar la rentabilidad de ellos tratamientos bajo un análisis económico.

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos en estudio mejorará la respuesta agronómica del cultivo de cacao en la zona agrícola del cantón Naranjal y aumentará su productividad.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Ruiz (2021) valoró el uso de fertilizantes en complemento con aminoácidos, fitohormonas y micronutrientes en el cultivo de cacao. Se aplicó un diseño de cuadro latino con cinco tratamientos. Los resultados indicaron que, la fertilización balanceada mejoró el diámetro y longitud de las mazorcas, además, generó mayor productividad con 139 kg/ha de cacao.

López (2021) mostró el efecto de fertilizantes en el cultivo de cacao con diferentes dosis proporcionadas. Los resultados indicaron que la dosis más alta de dicho fertilizante generó mayor altura y diámetro en la planta con 27,15 cm y 6,64 mm. Mientras, el análisis beneficio costo fue \$1,49 para la producción del cultivo.

Bravo *et al.*, (2022) valoraron la efectividad de la nutrición foliar complementaria al cacao con diferentes aplicaciones en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos. Los resultados indicaron que el beneficio costo fue \$802 por hectárea y concluye que dicha fertilización complementaria es económicamente viable para el cultivo de cacao estudiado.

Cevallos *et al.*, (2022) valoraron el rendimiento y rentabilidad del cultivo de cacao con el uso de fuentes foliares en diferentes concentraciones y tiempo de aplicación. Los resultados indicaron que dicha fertilización aumentó la producción en un 20,46% con relación al testigo. El beneficio neto más alto fue dado con 442 y 418 USD ha⁻¹ y se consideró como estrategia positiva para aumentar su producción.

Guamán *et al.*, (2022) determinó la mejor estrategia para mejorar la respuesta agronómica del cultivo de cacao, con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones y siete tratamientos. Los resultados indicaron que, la

dosis más alta de dichos fertilizantes foliares tuvo mayor promedio de kilos cosechados de cacao en una densidad de 1200 plantas/ha.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen e importancia del cacao

El cultivo de cacao se considera neotropical y procede de la región amazónica de América del Sur, ha sido cultivado e ingerido a partir de la etapa precolombina por civilizaciones como: Mayas, Toltecas, Aztecas y Olmecas. Se lo conoce por ser un cultivo esencial a escala internacional (Moreira *et al.*, 2021).

En el siglo XX, esta planta fue significativa para establecer el dinamismo social y económico del país, englobando este auge en los años 1870 y 1910, fundando las primeras casas exportadoras de este cultivo. Los Ríos se volvió la principal productora de cacao (Chávez *et al.*, 2019).

El cultivo de cacao se desarrolla en temperaturas templadas y húmedas. La palabra cacao no solo se refiere a la planta como tal, sino que es usado para nombrar al fruto, la cual es la mazorca que se desarrolla desde el tronco. El inicio del cultivo de cacao se dio desde hace 1000 A.C. en la civilización mesoamericana (Espin, 2019).

La Organización Internacional de Cacao afirma que Ecuador se considera como uno de los productores más importante de este cultivo, tomando un tercer puesto en todo el mundo. Las exportaciones totales de cacao en el 2020 presentan una cantidad de 935.1 millones de dólares (García y Villareal, 2021).

Las provincias con una productividad más elevada de cacao son: Guayas, Los Ríos, El Oro y Manabí. Dentro del país son cultivados dos variedades de cacao, uno de ellos es el cacao CCN-51, el cual presenta una tonalidad rojiza cuando está

en su etapa de madurez. Asimismo, se los conoce por su tolerancia a afecciones comunes que inciden en plantas de cacao (Tituaña y Vera, 2021).

La productividad del cacao en estos años ha concedido que el Ecuador se encuentre entre los más importantes productores y exportadores a escala internacional, siendo abundante en la productividad del cultivo, especialmente en el cacao fino (Carrasco, 2019).

2.2.2 Generalidades del cultivo de cacao

El cultivo de cacao presenta un papel relevante en la economía e historia del país. Paralelo al banano y el petróleo forma parte del trío con más relevancia de artículos de exportación, componentes esenciales para la articulación del Ecuador con respecto a su economía (Abad *et al.*, 2019).

El nombre de este cultivo fue proporcionado por *Linnaeus*. La primera palabra del nombre científico del cacao quiere decir “alimento de dioses”. El tipo *Theobroma* se reparte en 6 segmentos que contienen 22 clases, entre las cuales *T. cacao* es aquella que se cultiva extensamente (Vélez, 2019).

El cultivo de cacao es cultivo en trópicos húmedos del noroeste de Sudamérica y África. Dentro del país, de acuerdo con estudios realizados en el año 2016, se afirma que en Ecuador se dio un incremento del 10% y las exportaciones obtuvieron aproximadamente 260 mil toneladas métricas (Narváez, 2023).

2.2.3 Descripción taxonómica y morfología

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Malvales

Familia: Sterculiaceae

Subfamilia: Byttnerioideae

Tribu: Theobromeae

Género: *Theobroma*

Especie: *Theobroma cacao* (Álvarez y Ramón, 2021).

Este cultivo presenta una raíz pivotante y profunda además de ciertas raíces secundarias. Si el cultivo ha sido propagado por ramillas, estas no tienen aquella raíz pivotante, sino una cantidad considerable de raíces secundarias que juntas funcionan como una raíz principal que puede asimilar diferentes nutrientes (Puga, 2018).

El tallo del cultivo de cacao crece de manera vertical llegando a obtener de estatura desde 1 a 2 metros anualmente o cada 18 meses. Es en ese instante en que la yema apical cesa por completo su desarrollo y surgen desde 3 a 5 ramas laterales (Peñafiel, 2022).

Las hojas del cultivo presentan una tonalidad verdosa, tiene un aspecto lanceolado o casi ovalado. Las hojas del cacao tienden a ser extremadamente vulnerables cuando son jóvenes, razón por la que se convierte en el alimento de insectos causando su deterioro. La hoja a medida que va envejeciendo, su coloración va cambiando a uno más pálido (Merchán, 2021).

Las flores emergen a partir del tallo principal y sus ramas tienen un diámetro de aproximadamente 10 o 20 mm, y su pedúnculo floral puede medir 30 mm de extensión. Los sépalos de la flor presentan un color blanco o rosado y mide unos 5 u 8 mm con una anchura de 1 a 2 mm (Ramírez y Zambrano, 2021).

El fruto es conocido como mazorca debido a su forma de baya. Estas mazorcas están repartidas a parte del sector basal hasta el extremo superior del árbol. Poseen una coloración rojiza y en su interior se encuentra desde 35 a 45 granos de manera aplanada con una longitud de 2 a 4 cm (Dávila, 2019).

2.2.4 Requerimientos agroecológicos

La luz es un componente ambiental de alta relevancia para el crecimiento del cultivo de cacao, sobre todo en el proceso de fotosíntesis, la cual suele darse a una intensidad menor incluso si la planta se encuentra completamente expuesta al sol. En este período es aconsejable que se siembre otras plantas que le puedan proporcionar sombra al cacao (Mamilovich, 2018).

La temperatura al año que necesita el cultivo de cacao está entre aproximadamente un máximo de 30°C y un mínimo de 20°C. Para un adecuado desarrollo se necesita una precipitación que vaya a partir de los 1500 hasta 2500mm anuales (Llivichuzca, 2022).

Para que exista un crecimiento apropiado de cacao debe exponerse a un clima tropical, y efectuar labores agrícolas a partir del nivel mar hasta los 800 m de altitud. Sin embargo, si se encuentra cercanos al ecuador el cultivo debe estar plantado con una altitud que vaya de 1,000 a 1,400 msnm (Brugman, 2021).

El suelo adecuado para el cultivo de cacao debe ser abundante en materia orgánica, profundo y franco arcilloso y tener un drenaje idóneo. El pH apropiado varía de entre 4.0 a 7.0. El cultivo del cacao depende bastante de la cantidad de agua y nutrientes que puedan hallarse en el suelo (Potesta, 2018).

Cuando no hay la cantidad suficiente en el suelo, el cultivo saca provecho de una elevada humedad relativa, componente que elude la transpiración foliar desproporcionada. Si sobrepasa del 70%, se beneficia el cultivo después del

trasplante y de 75% a 80% se da una rentabilidad adecuada. Sin embargo, si sobrepasa el 80% se corre el riesgo de la aparición de afecciones fungosas (León, 2022).

2.2.5 Prácticas culturales del cultivo

Para una preparación adecuada del suelo hay que considerar que el suelo tiene que verse protegido de los rayos solares puesto que no conceden a que el humus y su capa orgánica esté en su temperatura ideal y así determinar los nutrientes necesarios para la planta (Quirumbay, 2021).

Con respecto a manejo de males, esto consta de erradica aquellas hierbas que compiten por los nutrientes que necesita el cultivo además de funcionar como hospederos para insectos plaga. Esta labor se efectúa con el fin de poseer un cultivo limpio y sano (Noles, 2020).

La poda implica en erradicar aquellas secciones vegetativas enfermas que puedan incidir en el cultivo de caca. Cuando se lleva a cabo esta labor, se le otorga a la planta una mejor estructura, mejores circunstancias para su desarrollo y rendimiento al igual que el aumento de la productividad (Oroche, 2021).

El riego suele ser necesita en ciertas circunstancias, pero no es fundamente requerido, pero depende de su localización. Por ejemplo, en sectores con estaciones secas el riego debe aplicarse solo por ciertos ratos, sin embargo, es innecesario a lo largo de otras etapas del año (Cropaia, 2022).

Para la erradicación de plagas de manera directa se utilizan depredadores o patógenos que se encarguen de aquellas plagas dañinas para la planta. Esta actividad es denominada control biológico, Asimismo, pueden utilizarse labores de control físico, químico o mecánico (Cacaomovil, 2020).

Previo al inicio de cualquier clase de fertilización es recomendable saber del rango de fertilidad que presente el suelo naturalmente, ya sea mediante un estudio del suelo o estudio foliar. Este último es el más aconsejable ya que a partir de aquello se puede saber qué tipo de fertilizante utilizar y qué porcentaje (Quispe, 2022).

El cacao puede propagarse sexualmente, ya sea por semilla o injertos. Convencionalmente los productores menores la propagan mediante semilla, puesto que es una estrategia más sencilla de ejecutar y económica; no obstante, esta propagación difiere de una planta a otra. Otro método que puede efectuarse es la propagación vegetativa (Cobeña y Paz, 2023).

La cosecha debe efectuarse de forma manual por medio de una vara desgarradora que puede utilizarse de diversas maneras, presenta unos ganchos que sirven para llegar a las mazorcas más elevadas, y una tijera o cuchillo que funciona para cortar los pedúnculos de los frutos más bajos (Agrotendencia, 2022).

2.2.6 Principales enfermedades que atacan al cacao

2.2.6.1 Moniliasis

Clase: Deuteromycetes

Orden: Hyphales

Familia: Moniliaceae

Género: *Moniliophthora*

Especie: *roreri* (Risco, 2019)

Esta enfermedad es ocasionada por *Moniliophthora roreri* la cual es una afección encontrada hasta el momento en 11 países de Latinoamérica. El deterioro que provoca difiere entre el 25% y una pérdida completa de su productividad. Se alimentan de los frutos del cacao y causa la enfermedad (Vera y Zambrano, 2021).

2.2.6.2 Mazorca negra

Reino: Chromista

División: Oomycota

Subdivisión: Mastigomicotina

Clase: Phycomycetes

Subclase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Género: *Phytophthora* (Orellana, 2022)

La mazorca negra es uno de los inconvenientes con mayor relevancia a escala mundial, puesto que genera pérdidas esenciales del cultivo que pueden llegar hasta un 60% hasta el 100% de la productividad. Es una de las afecciones más destructivas, y a pesar de hallarse en todo el mundo, se suele dar a mayor magnitud en África Oeste y África Central (Acurio y Montes, 2020).

2.2.6.3 Escoba de bruja

Clase: Fungi

Orden: Agaricales

Familia: Marasmiaceae

Género: *Moniliophthora*

Especie: *Moniliophthora perniciosa* (SENASICA, 2022)

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* y arremete contra órganos del árbol. No obstante, su mayor ataque es en brotes de frutos. Es altamente dañina puesto que el patógeno es capaz de establecerse en una sección del embrión de una semilla y vivir por una larga temporada (León, 2020).

2.2.7 Propiedades de la cáscara

Tabla 1. Propiedades de la cáscara de cacao

Propiedad	Valor
% Humedad	11,40
% Cenizas	6,58
% Proteínas	8,59
% Fibra	12,14
% Grasa cruda	9,93
% Carbohidratos	51,36
% Carbono orgánico	10
T fusión °c	30-35

Fuente: Soto (2019)

2.2.8 Fertilización foliar

La fertilización foliar provecho de vitaminas a las hojas de un cultivo. Esta alternativa debe ser la posada restante que identifique un daño. Este tipo de métodos deben ser aprobados únicamente para obtener un beneficio de los micronutrientes (Macías, 2022).

Los ácidos carboxílicos se conocen por ser ácidos orgánicos asistencia natural dentro de cultivos, por lo que, sus repercusiones se parecen a los que se efectúan de manera natural estos ácidos en la fisiología de la planta. Se caracterizan por ser potentes agentes al aplicarse en un cultivo (Portal Tecnoagrícola , 2020).

Su aplique es directo en las plantas y puede reforzar los demás nutrientes que hayan sido impuestos en la planta de manera natural. Asimismo, es capaz de potenciar las restricciones de fertilización del suelo con procesos como lixiviación, precipitado de fertilizantes insolubles, entre otros (Fertibox, 2019).

2.3 Marco legal

La presente investigación se apega al Plan Nacional del Buen Vivir en el objetivo 11 **Asegurar la soberanía y de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica**, ajustado a las políticas y lineamientos estratégicos número 11.5 en donde se promueve impulsar la industria química, farmacéutica y alimentaria, a través del uso soberano, estratégico y sustentable de la biodiversidad.

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, acuicultura 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, 2018).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación es considerada tipo experimental en la cual se valoró el efecto del ácido carboxílico de manera complementaria en el cultivo de cacao en el cantón Naranjal, Provincia del Guayas.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación aplicado fue experimental, y fue valorado cuatro tratamientos comprendidos por la aplicación de ácido carboxílico, además, un testigo absoluto para la comparación de tratamientos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1. Variable independiente

Ácidos carboxílicos

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Número de mazorca/planta

Se contabilizaron las mazorcas de cacao por cada tratamiento y luego fueron promediadas. Esta variable se registró a los 130 días luego de la primera aplicación.

3.2.1.2.2. Diámetro de mazorca (cm)

Se tomaron tres mazorcas al azar por cada unidad experimental y se tomó con ayuda de un calibrador la toma del diámetro de la mazorca, para luego ser promediados por tratamientos. Esta variable se registró a los 130 días luego de la primera aplicación.

3.2.1.2.3. Peso de 100 granos secos (g)

Después de la cosecha a los 150 días, se registró el dato de 100 granos secos y con ayuda de una balanza digital se tomó el peso en gramos. Lo cual se optó por un grado de humedad del 14%. Los datos obtenidos fueron promediados por tratamientos.

3.2.1.2.4. Rendimiento (Kg/ha)

De acuerdo con el rendimiento obtenido por cada tratamiento, este se transformó a kg/ha para ser promediado por tratamientos.

3.2.1.2.5. Análisis económico

Esta variable se valoró al culminar el experimento y se registró en base al presupuesto total, los beneficios del mejor tratamiento sobre las variables evaluadas.

3.2.2 Tratamientos

El presente ensayo experimental fue conformado por el uso de ácidos carboxílicos como complemento a la fertilización de forma foliar, con diferentes dosis de aplicación. Las frecuencias de aplicación se registraron al primer día del ensayo, luego a los 40, 80 y 120 días después.

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Nº	Tratamiento	Dosis/ha	Aplicaciones (Días)
T1	Ácidos carboxílicos	3 litros	1 – 40 – 80 – 120
T2	Ácidos carboxílicos	4 litros	1 – 40 – 80 – 120
T3	Ácidos carboxílicos	5 litros	1 – 40 – 80 – 120
T4	Testigo	0	0

3.2.3 Diseño experimental

Para la presente investigación se aplicó un diseño experimental con distribución de bloques completamente al azar (DBCA), bajo cuatro tratamientos y seis repeticiones, incluido un testigo absoluto, cabe mencionar, que cada unidad experimental fue comprendida por cuatro plantas de cacao (Figura 1).

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Se recopiló información de tesis de grado, revistas científicas, guías técnicas, ficha técnica, maestrías, páginas web, libros, entre otros. Los materiales empleados son: ácido carboxílico, fungicidas orgánicos, bombas de riego, bomba de fumigar, equipo de medición, bolígrafo, libreta de campo, cámara fotográfica, etc.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1 Señalización de plantas

Fueron seleccionadas 24 unidades experimentales (cuatro plantas de cacao), el croquis de ensayo es detallado en la Figura 1.

3.2.4.2.2 Nutrición

Esta labor fue realizada de acuerdo con los tratamientos establecidos, con el uso de fertilizante orgánico a base de ácidos carboxílicos con diferentes dosificaciones y las frecuencias de aplicación se dio al día 1, luego 40, 80 y 120 días después.

3.2.4.2.3 Cosecha

La cosecha se ejecutó de manera manual a partir de los 150 días después de la primera aplicación, se desarrollaron tres cosechas consecutivas.

3.2.5 Análisis estadístico

La evaluación estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza, cuyo esquema se detalla en la tabla 2. Los datos fueron promediados estadísticamente mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, para determinar el mejor tratamiento.

Tabla 3. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación		Grados de libertad
Tratamientos	(N-1)	3
Repeticiones	(T-1)	5
Error experimental	(R-1)	15
Total	(E-1)	23

Gallegos, 2023

4. Resultados

4.1 Número de mazorcas por planta

Mediante el análisis estadístico de la variable número de mazorcas por planta muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Los tratamientos 2 Ácidos carboxílicos (4 litros) y 3 Ácidos carboxílicos (5 litros) con 10 mazorcas en cada planta. Mientras, la dosis más baja empleada generó ocho mazorcas. Además, el testigo obtuvo seis mazorcas promedio. El coeficiente de variación generado fue 14,81%.

Tabla 4. Promedio del número de mazorcas/planta

Tratamientos	Promedio	Significancia
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	8,00	AB
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	10,00	A
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	10,00	A
T4: Testigo	6,00	B
CV %	14,81	

Gallegos, 2023

4.2 Diámetro de mazorcas (cm)

La comparación estadística del diámetro de mazorcas no generó significancia entre los tratamientos en estudio. Sin embargo, se consideró que el tratamiento 3 comprendido por Ácidos carboxílicos (5 litros) obtuvo el promedio más alto con 8,50 centímetros y el promedio más bajo fue dado por el tratamiento 4 comprendido por el testigo con 7,33 centímetros. El coeficiente de variación fue 9,52%.

Tabla 5. Promedio del diámetro de mazorcas (cm)

Tratamientos	Promedio	Significancia
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	8,17	A
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	8,17	A
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	8,50	A
T4: Testigo	7,33	A
CV %	9,52	

Gallegos, 2023

4.3 Peso de 100 granos de cacao (g)

La comparación de promedios del peso de 100 granos de cacao muestra que existe significancia entre los tratamientos en estudio, además, se observa que la aplicación de ácidos carboxílicos (4 y 5 litros) generó mayor promedio sobre dicha variable con 114,00 gramos y 116,17 gramos respectivamente. Mientras, la dosis más baja de ácido carboxílico (3 litros) generó 106,83 gramos. El promedio más bajo fue dado por el testigo con 103,83 gramos. El coeficiente de variación que se alcanzó en la presente fue 5,31%.

Tabla 6. Promedio del peso de 100 granos de cacao (g)

Tratamientos	Promedio	Significancia
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	106,83	AB
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	114,00	A
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	116,17	A
T4: Testigo	103,83	B
CV %	5,31	

Gallegos, 2023

4.4 Rendimiento del cultivo de cacao (kg/ha)

El análisis estadístico del rendimiento del cultivo refleja que no existen diferencias significativas entre los tratamientos a base de ácido carboxílico. Mientras, se observa que los tratamientos a base de dicho compuesto generaron promedios que oscilan entre 1210,00 kg/ha y 1316,83 kg/ha. A diferencia del testigo

con significancia estadística que produjo el promedio más bajo con 1045,83 kg/ha.

El coeficiente de variación que se obtuvo en la presente fue 6,65%.

Tabla 7. Promedio del rendimiento del cultivo (kg/ha)

Tratamientos	Promedio	Significancia
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	1210,00	A
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	1291,83	A
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	1316,83	A
T4: Testigo	1045,83	B
CV %	6,65	

Gallegos, 2023

4.5 Análisis beneficio costo (ABC)

El análisis que se muestra en la Tabla 8 indica que los tratamientos a base de ácidos carboxílicos son rentables para el agricultor. El tratamiento 1 y 5 comprendido por 3 y 5 litros generó un valor B/C \$1,50; considerados rentable. Mientras el tratamiento 2 con el uso de 4 litros de ácidos carboxílicos obtuvo \$1,56. A diferencia del tratamiento 4 comprendido por el testigo que obtuvo un valor \$1,22 siendo más bajo en comparación con el resto.

Tabla 8. Análisis beneficio costo (ABC)

COMPONETES	T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	T4: Testigo
Rendimiento Kg/ha	1210,00	1291,83	1316,83	1045,83
Costo Fijo (\$)	800,00	800,00	800,00	800,00
Costo Variable (\$)	120,00	160,00	200,00	0,00
Costo Total	920,00	960,00	1000,00	800,00
Ingreso Bruto (\$)	2299,00	2454,48	2501,98	1777,91
Beneficio Neto (\$)	1379,00	1494,48	1501,98	977,91
Relación BENEFICIO/COSTO	1,50	1,56	1,50	1,22

Gallegos, 2023

5. Discusión

El primer objetivo planteado midió el comportamiento agronómico en un período de 150 días mediante aplicación de ácidos carboxílicos en plantación establecida de cacao, donde se pudo observar que las variables agronómicas número de mazorcas aumentó con los tratamientos 2 Ácidos carboxílicos (4 litros) y 3 Ácidos carboxílicos (5 litros) con 10 mazorcas en cada planta. Y la variable diámetro de mazorcas obtuvo 8,50 centímetros. Por lo tanto, Ruiz (2021) indicó que, la fertilización balanceada mejoró el diámetro y longitud de las mazorcas, además, generó mayor productividad con 139 kg/ha de cacao.

El segundo objetivo indicó el manejo de ácidos carboxílicos de forma foliar mediante el rendimiento en kilogramos de cacao, donde se evidenció que, la aplicación de ácidos carboxílicos (4 y 5 litros) generó mayor promedio sobre el peso de 100 granos con 114,00 gramos. Y de la misma manera en el rendimiento dichos tratamientos aumentaron los promedios que oscilan entre 1210,00 kg/ha y 1316,83 kg/ha.

Mientras, Cevallos *et al.*, (2022) indicaron que dicha fertilización aumentó la producción en un 20,46% con relación al testigo. Y Guamán *et al.*, (2022) comparten que, la dosis más alta de dichos fertilizantes foliares tuvo mayor promedio de kilos cosechados de cacao en una densidad de 1200 plantas/ha.

El tercer objetivo estimó la rentabilidad de los tratamientos bajo un análisis económico y se evidenció que, el tratamiento 1 y 5 comprendido por 3 y 5 litros generó un valor B/C \$1,50; considerados rentable. Mientras el tratamiento 2 con el uso de 4 litros de ácidos carboxílicos obtuvo \$1,56.

Por otro lado, Cevallos *et al* (2022) comparte su beneficio neto más alto fue dado con 442 y 418 USD ha⁻¹ y se consideró como estrategia positiva para aumentar su

producción. Además, Bravo *et al.*, (2022) comentan que dicha fertilización complementaria es económicamente viable para el cultivo de cacao estudiado. Y López (2021) mencionó bajo su ensayo realizado que, el análisis beneficio costo fue \$1,49 para la producción del cultivo.

6. Conclusiones

Con base a los resultados generados se concluye lo siguiente:

La aplicación de ácidos carboxílicos mejoró el comportamiento agronómico del cultivo de cacao en un periodo de 150 días con aproximadamente 10 mazorcas de 8,50 cm de diámetro.

El manejo de ácidos carboxílicos de forma foliar con la dosis más alta (5 litros) generó mayor productividad del cultivo de cacao reflejado en el peso de 100 granos con 116,17 gramos y 1316,83 kg/ha en rendimiento.

La rentabilidad del cultivo de cacao con el uso de ácidos carboxílicos fue elevada con valores B/C que oscilan entre \$1,50 y \$1,56; a diferencia del testigo que generó un valor menor con \$1,22.

7. Recomendaciones

De acuerdo con las conclusiones obtenidas se recomienda:

Armar un programa de fertilización que incluya el uso de ácidos carboxílicos con diferente frecuencia de aplicación para mejorar el comportamiento agronómico del cacao en un periodo determinado.

Probar diferentes dosis de ácidos carboxílicos de forma foliar en la plantación de cacao, en vista que promueven el desarrollo productivo de la planta e incrementa el rendimiento de este.

Desarrollar un análisis económico antes de la aplicación de los elementos foliares para verificar la rentabilidad de cada producto y su beneficio para el agricultor.

8. Bibliografía

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (4 de 11 de 2019). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Revista Estudios de la Gestión*(7), 25. Obtenido de <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/1442>
- Acurio, O., & Montes, D. (2020). *Aplicación de los biofungicidas orgánicos en el control de la mazorca negra (phytophthora spp.) en cultivo de cacao (theobroma cacao) en el cantón valencia*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6929>
- Agrotendencia. (2022). *Cultivo de cacao: siembra, ventajas y desventajas*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/frutales/el-cultivo-de-cacao/>
- Alvarado, A., Carrera, M., & Morante, J. (2018). Importancia de la mosquilla *Forcipomyia* spp. en la polinización y producción del cultivo de cacao. *Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/delos/33/cultivo-cacao.html>
- Álvarez, M., & Ramón, S. (2021). *Estudio de los métodos extractivos de compuestos volátiles para su determinación en cacao de aroma*. Universidad de Guayaquil . Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51197>
- Bravo, E., Cedeño, G., Castro, J., & Cedeño, G. (12 de 12 de 2022). Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad y rentabilidad del cacao en agroecosistemas de secano. *Revista Ciencia y Agricultura*, 19(3),

15. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/14569
- Brugman, J. (2021). *Aplicación de biofertilizante líquido vía foliar y edáfica para la producción de plántones de cacao (Theobroma cacao L.)*. Universidad Nacional Agraria de La Selva . Perú: UNAS. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2044>
- Cacaomovil. (2020). *Guía#6: Manejo integrado de plagas del cacao / Sección: Temas claves para aprender*. Obtenido de <https://cacaomovil.com/site/guide/manejo-ecologico-de-plagas-y-enfermedades/33/fortalecer-el-cultivo-del-cacao-dc5a03d3-3fdb-43d3-9b72-b28bf8ea144f>
- Carrasco, M. (2019). *Análisis de la situación socio-económico en la cadena productiva del cacao en el cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30743>
- Cevallos, C., Cedeño, G., Arteaga, F., & Velásquez, S. (12 de 2022). Efectividad de momentos y fuentes de aplicaciones foliares de calcio, boro y zinc en el rendimiento y rentabilidad del cacao nacional. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 38(3). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902022000300304&script=sci_arttext
- Chávez, R., Carbo, S., Lombeida, E., & Cobos, F. (2019). *Estudio socio - económico del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la Parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo Los Ríos - Ecuador*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/02/cultivo-cacao-ecuador.html>

- Cobeña, J., & Paz, S. (2023). *Propagación vegetativa de cacao (Theobroma cacao L.) mediante estacas con la implementación de tres sustancias enraizantes en la parroquia La Unión del cantón Valencia*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10082>
- Cropaia. (2022). *El cultivo del cacao*. Obtenido de <https://cropaia.com/es/blog/el-cultivo-de-cacao/>
- Dávila, E. (2019). *Uso de enmiendas en la reducción del contenido de cadmio en el suelo y en los granos del cacao (Theobroma cacao L.) clon ccn-51*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1623>
- El Salous, A., Martillo, J., Gómez, J., & Martínez, F. (2020). Mejoramiento de la calidad del cultivo de cacao en Ecuador. *Bienestar organizacional: Innovación, Educación y Calidad en América Latina*, 25(3). Obtenido de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/33375>
- Espin, R. (2019). *Manejo post cosecha del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en la finca Meza ubicada en el recinto Pueblo Nuevo, cantón Babahoyo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6904>
- Fertibox. (2019). *Fertilización foliar: una nueva alternativa nutricional para las plantas*. Obtenido de <https://www.fertibox.net/single-post/fertilizacion-foliar>
- García, A., & Villareal, J. (2021). *Análisis de productos volátiles mediante FTIR obtenidos de la pirólisis lenta de los cuescos de café y cacao*. Universidad Central del Ecuador . Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25654>

- González, T. (2018). *Efecto de dos abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de cacao (theobroma cacao l.) de los clones ccn- 51 e imc-67 en vivero*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1573>
- Guamán, M., Jaramillo, E., & Bernal, J. (9 de 2022). Control biológico de la mazorca negra (Phytophthora Palmivora L.) En el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.). *Revista Metropolitana*, 5(3), 6. Obtenido de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/539>
- Guerrero, R., Cevallos, O., Egeuz, E., & Peñaherrera, S. (2020). El potencial del uso de microorganismos endofíticos como agentes de control de enfermedades en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.). *Revista Centrosur*, 1(7), 1-18. Obtenido de <https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/33>
- León, M. (2022). *Estudio de tres niveles de sombra sobre variables fisiológicas y reproductivas en cacao (theobroma cacao) clon eetp – 801, en la provincia de Zamora Chinchipe, el Padmi*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/25360>
- León, R. (2020). *Manejo de la “escoba de bruja” en el cultivo de cacao*. Obtenido de <https://www.agroperu.pe/manejo-de-la-escoba-de-bruja-en-el-cultivo-de-cacao/>
- Llivichuzca, G. (2022). *Evaluación del uso de biocarbón sobre el desarrollo de plántulas de cacao (Theobroma cacao L) en el Cantón Naranjal, Provincia del Guayas*. Universidad de Guayaquil. Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63726>

- López, J. (2021). *Efecto de bioles en el crecimiento de plantones de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <http://45.5.58.103/handle/UNAS/1929>
- Macías, D. (2022). *Los micronutrientes y su importancia en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11363>
- Mamilovich, L. (2018). *Efecto del biol y estiércol de ovino en las propiedades del suelo y crecimiento del cacao (Theobroma cacao L.) en el vivero forestal de la Facultad de R.N.R. - UNAS*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1525>
- Martínez, A. (2018). *Efecto de tres dosis de abono foliar líquido "Biol" en la fase de vivero del cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.), en la junta vecinal de Pampa Yurac, distrito y provincia de Padre Abad*. Universidad Nacional de Ucayalli . Perú: UNU. Obtenido de <http://www.repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3916>
- Merchán, E. (2021). *Desarrollo morfológico del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), en etapa de vivero con aplicación de tres fuentes de fertilizante*. Universidad Estatal del Sur de Manabí . Jipijapa: UNESUM. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4169>
- Ministerio del Buen Vivir. (2018). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Obtenido de <http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio>
- Moreira, A., Cedeño, A., Canchignia, F., & Garcés, F. (2021). Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griffon & Maul [(sin.) Botryodiplodia theobromae Pat] en el cultivo de cacao: síntomas, ciclo biológico y estrategias de manejo. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 653-662. Obtenido de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172021000400653&lang=es

Narváez, W. (2023). *Respuesta del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) a la aplicación de estiércol de bovino al sustrato en vivero*. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa: Jipijapa-Unesum. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4738>

Noles, M. (2020). *Evaluación de enmiendas orgánicas: efectos en la producción y fitosanidad del cacao (theobroma cacao l.) cultivar ccn-51*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de Evaluación de enmiendas orgánicas: efectos en la producción y fitosanidad del cacao (theobroma cacao l.) cultivar ccn-51

Orellana, G. (2022). *Evaluación de trichoderma sp. en control de phytophthora. sp., causante de la enfermedad mazorca negra en cacao, a nivel invitro*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18484>

Oroche, J. (2021). *Efecto de dos sistemas de fertilización (por goteo y edáfica) sobre el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) Clon CCN51 en la localidad El Milagro distrito de Irazola, región Ucayali*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4858>

Peñafiel, P. (2022). *Efecto de biofermentados en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L), en el Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos*. Universidad de Guayaquil. Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63754>

- Portal Tecnoagrícola . (2020). *Fertilización a base de Ácidos Carboxílicos de Bajo Peso Molecular* . Obtenido de <https://www.noticiastecnoagricola.es/fertilizacion-a-base-de-acidos-carboxilicos-de-bajo-peso-molecular-en-cultivo-de-tomate/>
- Potesta, J. (2018). *Efecto del abono orgánico líquido bajo la técnica drench en las propiedades del suelo y la producción de cacao (theobroma cacao l.) orgánico en el centro poblado alto Palcazú*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1424>
- Puga, E. (2018). *Proceso de elaboración y utilización del abono orgánico (biol) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L)*. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3313>
- Quirumbay, J. (2021). *Estudio de factibilidad para la producción de cacao (Theobroma cacao L.) variedad CCN-51 en la parroquia Colonche, provincia Santa Elena*. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/6309>
- Quispe, D. (2022). *Manejo del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Chipurana - San Martín*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria, Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5330>
- Ramírez, G., & Zambrano, B. (2021). *Comportamiento agronómico del cacao CCN51 (Theobroma cacao L) usando bioestimulante orgánico a base de extractos de algas marinas*. Universidad Técnica de Cotopaxi . La Maná: UTC. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7303>

- Risco, L. (2019). *Efecto de seis extractos vegetales sobre el desarrollo del agente causal de la Moniliasis (Moniliophthora roreri Cif & Par) del cacao (Theobroma cacao L.)*. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/da1db126-327c-4028-a35b-410b1245777a>
- Ruiz, A. (2021). *Efecto de la fertilización edáfica complementada con aminoácidos, fitohormonas y micronutrientes sobre la producción de cacao, (Theobroma cacao L), Milagro, Guayas*. Universidad Agraria del Ecuador . Guayas: UAE.
- SENASICA. (2022). *Moniliophthora perniciosa*. Obtenido de <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Escoba%20bruja%20del%20cacao.pdf>
- Solórzano, O. (2017). *Efectos de la aplicación de Leonardita con tres niveles de N, P, K, B y Za en cacao nacional (Theobroma cacao L.) en el recinto Vuelta Larga cantón Yaguachi*. Universidad de Guayaquil. Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20972>
- Soto, C. (2019). *Filtros de cáscara de cacao (Theobroma Cacao) para la adsorción de plomo (II) en aguas de relave minero - 2019*. Universidad Alas Peruanas. Perú : UAP. Obtenido de <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/9010>
- Tituaña, L., & Vera, D. (2021). *Diseño de un producto con potencial herbicida fungicida utilizando un desecho de la cosecha de cacao caracterizando químicamente y con su respectivo control de procesos económicamente factibles para la utilización en áreas de pequeños productores*. Escuela

Superior Politécnica del Litoral. Guayas: ESPOL. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52091>

Vélez, A. (2019). *Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de cacao en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6168>

Vera, J., & Zambrano, J. (2021). *Evaluación de Bioestimulantes para la Reducción de los Efectos que ocasiona el Estrés Térmico y Oxidativo en el Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L. Cv. CCN-51)*. Tesis de grado, Universidad de las fuerzas armadas, Santo Domingo. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/25976>

9. Anexos

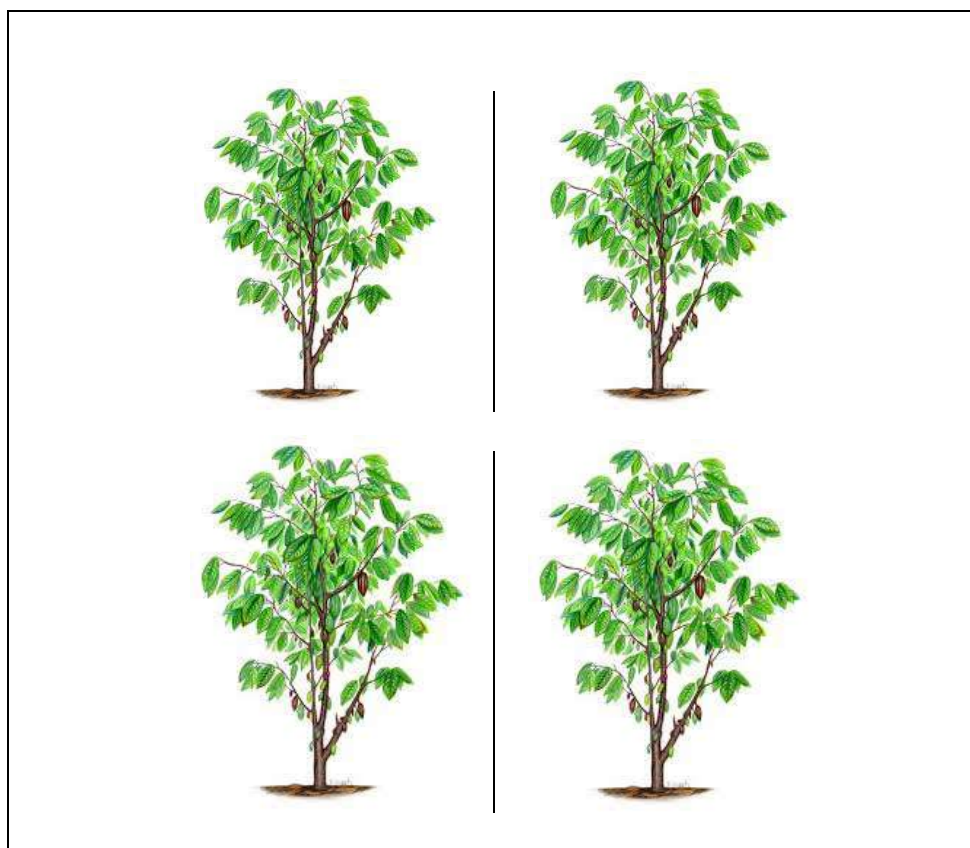


Figura 1. Unidad experimental
Gallegos, 2023

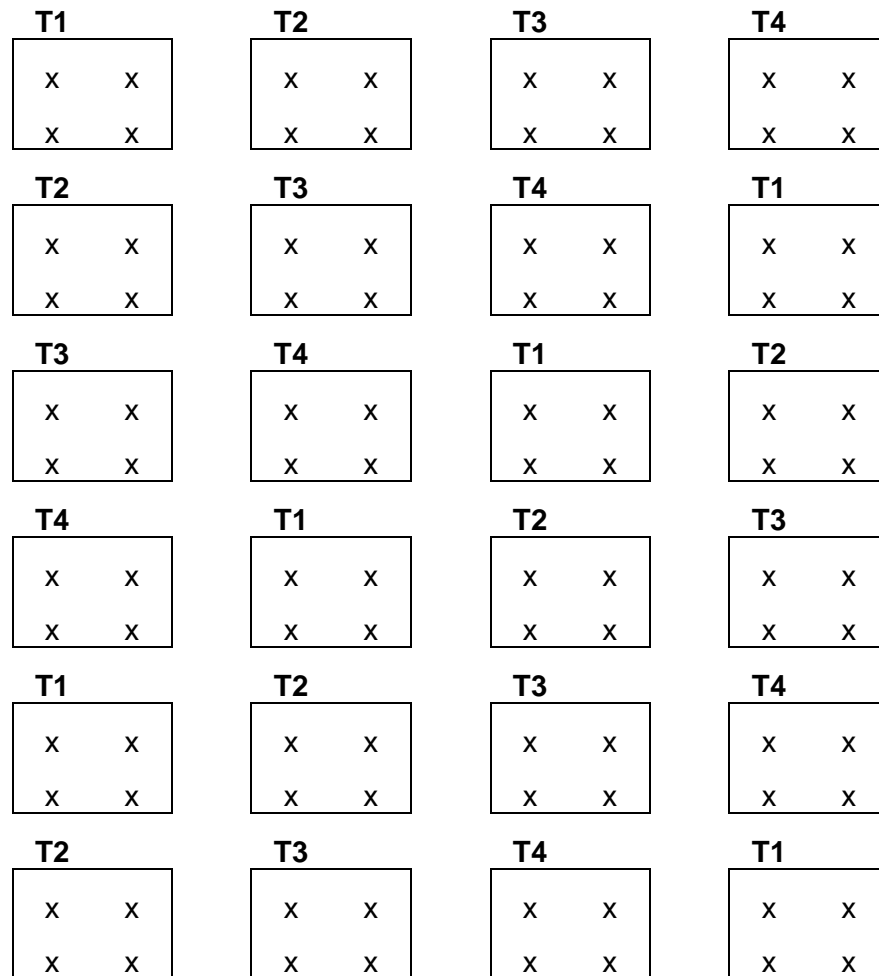


Figura 2. Diseño experimental en campo (DBCA)
Gallegos, 2023

Tabla 9. Datos de campo del número de mazorcas/planta

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	7	8	8	7	9	7	8
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	10	9	9	9	11	10	10
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	10	11	9	12	9	7	10
T4: Testigo	6	6	7	5	6	7	6

Gallegos, 2023

Tabla 10. Análisis estadístico del número de mazorcas/planta**Número de mazorcas**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de mazorcas	24	0,71	0,55	14,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,33	8	6,79	4,50	0,0059
Tratamientos	52,13	3	17,38	11,52	0,0004
Repeticiones	2,21	5	0,44	0,29	0,9095
Error	22,63	15	1,51		
Total	76,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,04364

Error: 1,5083 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Ácidos carboxílicos (5..	9,67	6	0,50 A
T2: Ácidos carboxílicos (4..	9,67	6	0,50 A
T1: Ácidos carboxílicos (3..	7,67	6	0,50 A B
T4: Testigo	6,17	6	0,50 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,82149**

Error: 1,5083 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
5	8,75	4	0,61 A
2	8,50	4	0,61 A
4	8,25	4	0,61 A
1	8,25	4	0,61 A
3	8,25	4	0,61 A
6	7,75	4	0,61 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Gallegos, 2023

Tabla 11. Datos de campo del diámetro de mazorcas (cm)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	8	9	8	7	9	8	8,17
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	8	7	9	9	8	8	8,17
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	8	9	9	8	8	9	8,50
T4: Testigo	7	8	8	8	6	7	7,33

Gallegos, 2023

Tabla 12. Análisis estadístico del diámetro de mazorcas (cm)**Diámetro de mazorcas**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de mazorcas	24	0,41	0,10	9,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,17	8	0,77	1,32	0,3080
Tratamientos	4,46	3	1,49	2,54	0,0960
Repeticiones	1,71	5	0,34	0,58	0,7129
Error	8,79	15	0,59		
Total	14,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27393

Error: 0,5861 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Ácidos carboxílicos (5..)	8,50	6	0,31 A
T2: Ácidos carboxílicos (4..)	8,17	6	0,31 A
T1: Ácidos carboxílicos (3..)	8,17	6	0,31 A
T4: Testigo	7,33	6	0,31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,75882**

Error: 0,5861 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3	8,50	4	0,38 A
2	8,25	4	0,38 A
6	8,00	4	0,38 A
4	8,00	4	0,38 A
5	7,75	4	0,38 A
1	7,75	4	0,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Gallegos, 2023

Tabla 13. Datos de campo del peso de 100 granos de cacao (g)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	118	109	103	102	97	112	106,83
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	114	117	121	105	115	112	114,00
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	118	109	117	119	120	114	116,17
T4: Testigo	109	111	103	104	99	97	103,83

Gallegos, 2023

Tabla 14. Análisis estadístico del peso de 100 granos de cacao (g)**Peso de 100 granos**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos	24	0,60	0,38	5,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	765,17	8	95,65	2,80	0,0409
Tratamientos	611,46	3	203,82	5,96	0,0069
Repeticiones	153,71	5	30,74	0,90	0,5066
Error	512,79	15	34,19		
Total	1277,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,72928

Error: 34,1861 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Ácidos carboxílicos (5..)	116,17	6	2,39 A
T2: Ácidos carboxílicos (4..)	114,00	6	2,39 A
T1: Ácidos carboxílicos (3..)	106,83	6	2,39 A B
T4: Testigo	103,83	6	2,39 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,43245**

Error: 34,1861 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
1	114,75	4	2,92 A
2	111,50	4	2,92 A
3	111,00	4	2,92 A
6	108,75	4	2,92 A
5	107,75	4	2,92 A
4	107,50	4	2,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Gallegos, 2023

Tabla 15. Datos de campo del rendimiento del cultivo de cacao (kg/ha)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedio
T1: Ácidos carboxílicos (3 l)	1298	1199	1133	1122	1164	1344	1210,00
T2: Ácidos carboxílicos (4 l)	1254	1287	1331	1155	1380	1344	1291,83
T3: Ácidos carboxílicos (5 l)	1298	1199	1287	1309	1440	1368	1316,83
T4: Testigo	1199	999	927	1092	1040	1019	1045,83

Gallegos, 2023

Tabla 16. Análisis estadístico del rendimiento del cultivo de cacao (kg/ha)**Rendimiento kg/ha**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento kg/ha	24	0,77	0,64	6,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	320607,50	8	40075,94	6,14	0,0013
Tratamientos	269123,67	3	89707,89	13,73	0,0001
Repeticiones	51483,83	5	10296,77	1,58	0,2264
Error	97971,83	15	6531,46		
Total	418579,33	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=134,48094

Error: 6531,4556 gl: 15

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Ácidos carboxílicos (5..)	1316,83	6	32,99 A
T2: Ácidos carboxílicos (4..)	1291,83	6	32,99 A
T1: Ácidos carboxílicos (3..)	1210,00	6	32,99 A
T4: Testigo	1046,00	6	32,99 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=185,66731**

Error: 6531,4556 gl: 15

Repeticiones	Medias	n	E.E.
6	1268,75	4	40,41 A
1	1262,25	4	40,41 A
5	1256,00	4	40,41 A
2	1171,00	4	40,41 A
4	1169,50	4	40,41 A
3	1169,50	4	40,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Gallegos, 2023



Figura 3. Delimitación de tratamientos en estudio Gallegos, 2023



Figura 4. Conteo de mazorcas en campo Gallegos, 2023



Figura 5. Manejo de malezas del cultivo Gallegos, 2023



Figura 6.. Visita de campo del tutor guía Gallegos, 2023



Figura 7. Recolección de mazorcas en campo Gallegos, 2023



Figura 8. Cosecha de mazorcas Gallegos, 2023



Figura 9. Finalización del ensayo experimental Gallegos, 2023