



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

**EFECTO DE LA NUTRICIÓN EDÁFICA COMPLETADA
CON ÁCIDO CARBOXÍLICO EN EL CULTIVO DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.) CARRIZAL**
TRABAJO EXPERIMENTAL

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

AUTOR
TAPIA CRUZ DANIEL EDUARDO

TUTOR
ING. ANGEL CARRASCO SCHULDT

MILAGRO – ECUADOR

2023



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **ING. ANGEL CARRASCO SCHULDT**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EDÁFICA COMPLETADA CON ÁCIDO CARBOXÍLICO EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CARRIZAL**, realizado por el estudiante **TAPIA CRUZ DANIEL EDUARDO**; con cédula de identidad **N° 1721324471** de la carrera **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica **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. ANGEL CARRASCO SCHULDT

Milagro, 9 de febrero del 2023



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

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EFECTO DE LA NUTRICIÓN EDÁFICA COMPLETADA CON ÁCIDO CARBOXÍLICO EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CARRIZAL”**, realizado por el estudiante **TAPIA CRUZ DANIEL EDUARDO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Tapia Yáñez Luis
PRESIDENTE

Ing. Macias Hernández David
EXAMINADOR PRINCIPAL

PhD. Moran Bajaña Joaquín
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 9 día de febrero del 2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por ser el inspirador, por permitir seguir con el proceso de formación como profesional.

A mis padres por ser el pilar fundamental, demostrándome siempre su cariño, su apoyo incondicional en todos estos años, gracias a eso he podido convertirme en lo que soy, a sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mi hermano por estar siempre apoyándome moralmente a lo largo de esta etapa de mi vida.

A los maestros de la Universidad Agraria del Ecuador que abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos apoyados a que se realice el trabajo con éxito.

Agradecimiento

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de las etapas de mi vida, brindándome fuerza y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

Gracias a mis padres: Marco Tapia, Rosario Cruz, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer, por los consejos, valores y principios que me enseñaron.

Agradezco a mi director de tesis Ing. Ángel Carrasco Schuldt, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

Mi agradecimiento a todos, mi familia, mis amigos que de una u otra manera me brindaron su colaboración y se involucraron en este proyecto.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **TAPIA CRUZ DANIEL EDUARDO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EFECTO DE LA NUTRICIÓN EDÁFICA COMPLETADA CON ÁCIDO CARBOXÍLICO EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CARRIZAL”** 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, 9 de febrero del 2022

TAPIA CRUZ DANIEL EDUARDO
C.I. 1721324471

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	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	17
1.3 Justificación de la investigación	17
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos.....	18
1.7 Hipótesis	18
2. Marco teórico.....	19
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	21

2.2.1 Origen y distribución del cultivo de cacao	21
2.2.2 Taxonomía del cultivo de cacao	21
2.2.3 Morfología de la planta de cacao	22
2.2.3.1. Raíces.....	22
2.2.3.2. Tallo y ramas	22
2.2.3.3. Hojas	23
2.2.3.4. Flores	23
2.2.3.5. Fruto	23
2.2.4 Necesidades edafoclimáticas	23
2.2.4.1. Temperatura	23
2.2.4.2. Precipitación.....	24
2.2.4.3. Altitud.....	24
2.2.4.4. Luminosidad.....	24
2.2.4.5. Suelo y pH.....	24
2.2.5 Fertilización del cultivo.....	24
2.2.5.1. Nitrógeno	25
2.2.5.2. Fósforo.....	25
2.2.5.3. Potasio	26
2.2.6 Ácidos orgánicos	26
2.2.6.1. Ácido carboxílico	26
2.2.6.2. Importancia del ácido carboxílico.....	27
2.2.6.3. Modo de acción en la planta	27
2.3 Marco legal.....	27
3. Materiales y métodos	29
3.1 Enfoque de la investigación	29

3.1.1 Tipo de investigación.....	29
3.1.2 Diseño de investigación	29
3.2 Metodología	29
3.1.3 Variables	29
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i>	29
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i>	29
3.1.4 Tratamientos.....	30
3.1.5 Diseño experimental	30
3.1.6 Recolección de datos	30
3.2.4.1. <i>Recursos</i>	30
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i>	31
3.2.4.3. <i>Manejo del ensayo</i>	31
3.2.4.4. <i>Descripción de las variables</i>	34
3.2.5 Análisis estadístico	35
4. Resultados	37
4.1 Identificar la dosis adecuada para aplicación de N-P-K en el cultivo de cacao a través del análisis de suelo.....	37
4.1.1 Análisis de suelo.....	37
4.1.2 Aportación de nutrientes del suelo en kg/ha.....	37
4.1.3 Dosis de fertilizantes	37
4.2 Evaluar la aplicación de ácido carboxílico en el desarrollo y crecimiento del fruto del cacao.....	38
4.2.1 Número de mazorcas	38
4.2.2 Diámetro de mazorcas	39
4.2.3 Longitud de mazorcas	40

4.2.4 Peso de 100 granos	41
4.2.5 Rendimiento	42
4.3 Analizar la dosis de ácido carboxílico para la aplicación en el rendimiento del cultivo de cacao	43
4.3.1 Análisis beneficio/costo	43
5.Discusión	44
6.Conclusiones.....	47
7.Recomendaciones.....	48
9.Anexos	58

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio.....	30
Tabla 2. Requerimiento para producir 100 kg de cacao seco	32
Tabla 3. Requerimiento nutricional para producción estimada	32
Tabla 4. Resultado del análisis del suelo	32
Tabla 5. Aportación de nutrientes en kg.....	33
Tabla 6. Dosis de fertilizantes	33
Tabla 7. ANDEVA	34
Tabla 8. Resultado del análisis del suelo	35
Tabla 9. Aportación de nutrientes del suelo en kg/ha	35
Tabla 10. Dosis de fertilizantes	35
Tabla 11. Número de mazorcas por árbol (n).....	36
Tabla 12. Diámetro de mazorcas (cm)	37
Tabla 13. Longitud de mazorcas (cm).....	38
Tabla 14. Peso de 100 granos (g).....	39
Tabla 15. Rendimiento Kg/ha.....	40
Tabla 16. Análisis beneficio/costo (b/c).....	41
Tabla 17. Análisis de varianza de número de mazorcas.....	58
Tabla 18. Análisis de varianza de diámetro de mazorcas	58
Tabla 19. Análisis de varianza de longitud de mazorcas	59
Tabla 20. Análisis de varianza de peso de 100 granos.....	59
Tabla 21. Análisis de varianza de rendimiento.....	60

Índice de figuras

Figura 1. Croquis de campo	56
Figura 2. Cosecha de 1000 kg de cacao seco/ha/año	56
Figura 3. Resultado del análisis del suelo	57
Figura 4. Colocación de los letreros (tratamientos).....	60
Figura 5. Colocación de cinta para la separación de los tratamientos	61
Figura 6. Recolección de muestras del suelo para su respectivo análisis	61
Figura 7. Colocación del letrero de identificación del proyecto de tesis	62
Figura 8. Aplicación del ácido carboxílico más NPK por cada uno de los tratamientos.....	62
Figura 9. Cosecha del cacao de cada uno de los tratamientos, para las respectivas tomas (numero, diametro y longitud de mazorcas, peso de 100 granos y rendimientos).....	63
Figura 10. Toma de datos de número de mazorcas.....	63
Figura 11. Toma de datos de diámetro de mazorcas.....	64
Figura 12. Toma de datos de longitud de mazorcas	64
Figura 13. Toma de datos de peso de 100 granos.....	65
Figura 14. Vista del docente guía.....	65
Figura 15. Finalización del proyecto junto al tutor	66

Resumen

Para obtener un óptimo cultivo es de vital importancia conocer una adecuada fertilización ya sea edáfica o foliar, la nutrición de los cultivos tiene una amplia disponibilidad de mejoradores orgánicos, los ácidos húmicos, fúlvicos, ácidos carboxílicos con resultados exitosos poseen una facilidad de asimilación para la planta ya que al ser polímeros tiene la capacidad de aumentar el intercambio catiónico (CIC). Los ácidos carboxílicos se hayan de forma libre, ceden sus H⁺ y originan la liberación de Ca, enriqueciendo las condiciones del suelo, favorecen el pH ácido y promueve al suelo una rápida quelación de cationes como calcio, hierro, manganeso, entre otros la siguiente investigación fue de tipo experimental tuvo como finalidad : evaluar “efecto de la nutrición edáfica completada con ácido carboxílico en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L), Se empleo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA por cinco tratamientos (tabla 1) y cuatro repeticiones. Se aplicó fertilización a base de los nutrientes primarios (NPK), se tomó como referencia las recomendaciones descritas por Anecacao detallado en la Tabla 2, la misma que consistía en el requerimiento nutricional para la producción de 1000 kg de cacao seco, en base a la aplicación de nitrógeno, fosforo y potasio. Resultados fueron: La aplicación de diferentes dosis de ácido carboxílico en el cultivo de cacao mejora el proceder agronómico del cultivo, obteniendo promedios favorables en longitud, diámetro, peso y número de frutos. El tratamiento 3 obtuvo 11.22 cm en el diámetro del fruto y 26.36 cm de longitud, siendo el promedio más alto. La dosis de carboxílico 1000 cc/ha presentó el rendimiento más alto del cultivo 1886,99 kg/ha, seguido por el tratamiento 2 con 1701,63 kg/ha. con una relación B/C de 1.76 justificando la inversión.

Palabras Claves: Acido carboxílicos, cacao, nutrición, polímeros, suelo.

Abstract

To obtain an optimal crop, it is vitally important to know adequate fertilization, whether edaphic or foliar, crop nutrition has a wide availability of organic improvers, humic, fulvic, and carboxylic acids, with successful results, they have an ease of assimilation for the plant since being polymers it has the capacity to increase the cationic exchange (CEC). Carboxylic acids are found in a free form, give up their H⁺ and cause the release of Ca, enriching the soil conditions, favoring the acidic pH and promoting a rapid chelation of cations such as calcium, iron, manganese, among others, the following investigation It was of an experimental type and its purpose was: to evaluate "the effect of edaphic nutrition completed with carboxylic acid on the cocoa crop (*Theobroma cacao* L), a Completely Random Block Design (DBCA) was used for five treatments (table 1) and four repetitions Fertilization based on primary nutrients (NPK) was applied, the recommendations described by Anecacao detailed in Table 2 were taken as a reference, which consisted of the nutritional requirement for the production of 1000 kg of dry cocoa, based on to the application of nitrogen, phosphorus and potassium. Results were: The application of different doses of carboxylic acid in the cocoa crop improves the agronomic procedure. or crop, obtaining favorable averages in length, diameter, weight and number of fruits. Treatment 3 obtained 11.22 cm in the diameter of the fruit and 26.36 cm in length, being the highest average. The 1000 cc/ha carboxylic dose presented the highest crop yield 1886.99 kg/ha, followed by treatment 2 with 1701.63 kg/ha. with a B/C ratio of 1.76 justifying the investment.

Keywords: Carboxylic acid, cocoa, nutrition, polymers, soil

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de cacao es muy conocido por su nombre científico (*Theobroma cacao* L.), este árbol se hayo de forma silvestre en las selvas neotropicales situadas en el Amazonas de Perú, Ecuador y Colombia, hasta llegar al Centro Sur de América, África y Asia. Este cultivo ha llegado a reconocerse por generar riquezas de muchos países que lo cultivan, en Ecuador lleva el nombre de “Pepa de Oro” se conoció así desde el siglo XIX antes que el mismo petróleo (Gutiérrez, 2019).

Ecuador es el quinto mayor productor cacaotero de las variedades fino de aroma y CCN51 ocupando el 75% de la producción total de la Organización Internacional de cacao. Las exportaciones de granos de cacao sobrepasan las 236 000 TM, lo que significa 775 millones dólares. También este cultivo da trabajo a 500 mil personas o 100 mil familias del País, que simbolizan el 12,5 % de la PEA agrícola, entre ellos la superficie total plantada llegó a 530 000 has, donde se cosecharon 420 000 has con un rendimiento promedio de 0,57 TM/ha (Erazo y Mendoza, 2015).

La explotación de las tierras agrícolas cada día aumenta y baja la sostenibilidad de los suelos, esto se da a que existe el requerimiento de lograr una producción mayor. Por esta razón las estrategias tecnológicas como herramientas han desarrollado productos para ayudar a la nutrición, variedades mejoradas, acondicionadores de suelo y bioestimulantes entre otros (Abascal, 2018).

Para obtener un óptimo cultivo es de vital importancia conocer una adecuada fertilización ya sea edáfica o foliar, teniendo en cuenta que no solo depende de aplicaciones nutricionales sino de la planta mismo en asimilar estos nutrientes. Cabe indicar que en la actualidad la nutrición de los cultivos tiene una amplia disponibilidad de mejoradores orgánicos, entre ellos se hayan los ácidos húmicos, fúlvicos, derivados del ácido maleico; algas y bacterias. Pero así mismo se tiene en

vista la aplicación de diferentes formulaciones de ácidos carboxílicos por los resultados exitosos obtenidos (Valenzuela, 1999).

Los ácidos orgánicos son grandes fuentes de carbono (Ácidos húmicos, fúlvicos carboxílicos y lácticos), poseen una facilidad de asimilación para la planta ya que al ser polímeros tiene la capacidad de aumentar el intercambio catiónico (CIC). También la efectividad el uso de ácidos orgánicos en sistemas agrícolas a mejorar los rendimientos de los cultivos (Chuya y Zambrano, 2015).

Los productos a base de ácidos carboxílicos son capaces de intervenir en distintos procesos fisiológicos de la planta entre ellos se puntualizan (respiración, fotosíntesis y absorción de nutrientes), estas funciones son las principales que intervienen en el rendimiento y calidad de los cultivos, aparte de eso también proporcionan calcio (Álvarez, 2003).

Las características principales de los ácidos carboxílicos son: se hayan de forma libre, ceden sus H⁺ y originan la liberación de Ca, enriqueciendo y favoreciendo las condiciones del suelo, por otro lado favorecen el deslizamiento de Na, favorecen el pH ácido y promueve al suelo una rápida quelación de cationes como calcio, hierro, manganeso, entre otros (Carbotecnia, 2012).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El agricultor pequeño de la zona de milagro ha venido durante su trayectoria manejando su plantación, con respecto a la fertilización convencional por años, sin realizar un manejo técnico, esto se debe a la presencia de los bajos rendimientos que muestra su cultivo de cacao. Este problema se da a la falta de conocimiento técnico ya que para aplicar alguna nutrición no toman en cuenta que primero se debe hacer un análisis de suelo y saber lo que requiere la planta.

Otro problema se debe a que los suelos por la compactación y el desgaste tienen, bloqueados algunos minerales que necesita la planta y no los puede asimilar, provocando que la productividad sea menor e inclusive los procesos fisiológicos no se cumplan correctamente.

También al no saber el agricultor que existen otras formas de fertilización edáficas, ellos siguen utilizando la forma tradicional y a parte no aplican una dosificación adecuada afectando la estructura, textura, calidad de suelos e inclusive desgastes de nutrientes, entre otras, todo esto trae problemas y se ve reflejado en las cosechas.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá la nutrición edáfica complementada con ácido carboxílico en el cultivo de cacao?

1.3 Justificación de la investigación

Por esta razón se justifica que primero antes de dar alguna nutrición a su cultivo debe hacer un análisis de suelo ya con esa base el agricultor puede implementar una nutrición requerida por la planta de cacao. También debe tener en claro su dosificación de cualquier fertilizante que vaya a aplicar, todo esto ayuda a tener un cultivo estable y por ende un mayor rendimiento.

También que debe saber que existen otras estrategias de nutrición en este caso ácidos orgánicos, como el ácido carboxílico ya que ayuda a la planta en los distintos procesos fisiológicos como es el caso de la respiración, fotosíntesis y absorción de nutrientes.

Ya que existen investigaciones de los ácidos carboxílicos han dado buenos resultados en otros cultivos, por esta razón es de gran interés dar paso a la evaluación en el cultivo de cacao para obtener más información de estos productos.

1.4 Delimitación de la investigación

Este ensayo se enfocó a través de dos puntos específicos el cual comprendieron en espacio y tiempo.

- **Espacio:** el trabajo se lo realizó fue en Carrizal, perteneciente a la provincia del Guayas
- **Tiempo:** el tiempo que tomó en campo las evaluaciones fue un rango de seis meses del presente año lectivo.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la nutrición edáfica complementada con ácido carboxílico en el cultivo de cacao.

1.6 Objetivos específicos

- Interpretar la dosis de aplicación de NPK en el cultivo de cacao a través del análisis de suelo.
- Evaluar la aplicación de ácido carboxílico en el desarrollo y crecimiento del fruto del cacao.
- Determinar dosis de aplicación de ácido carboxílico como complemento en el rendimiento del cultivo de cacao.

1.7 Hipótesis

A base de la nutrición edáfica complementando con ácido carboxílico ayuda a mejorar la estimulación de la floración e incrementos relativos de follaje e incremento de fructificación en el cultivo de cacao.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Arriagada (2005), nos dice que determinó el efecto que tiene los bioestimulantes a base de ácidos carboxílicos en la producción de lechugas, en un cultivo de invierno. Utilizó las siguientes combinaciones de bioestimulantes a base de ácidos carboxílicos como Carboxy Ca, Carboxy K, Profit G, ATP UP, Citocrop y Packhard. Las variables que evaluó fueron: diámetro de la planta, diámetro de la cabeza, peso de la lechuga, número de hojas y número de lechugas cosechadas. Los resultados que se obtuvieron, indican que los tratamientos no tienen una diferencia significativa de las diferentes variables a medir. Por lo tanto, la aplicación de estos productos no tiene efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las lechugas, donde se buscaba un producto de mayor tamaño y mejor calidad.

Rodríguez y Plaza (2016), indican que evaluaron el comportamiento de ácidos hidroxicarboxílicos, como biorreguladores orgánicos en plantas de tomate tratadas con aplicación foliar de Metsulfuron-metil y Metribuzina a dosis comercial y sobredosis. Sus resultados mostraron que el uso de Metsulfuron-metil (comercial y sobredosis) no alteró significativamente el contenido de clorofilas ni la conductancia estomática; pero, disminuyó en 80% y 100% la eficiencia cuántica e intercambio de CO₂ respectivamente, lo cual fue mitigado por la aplicación del biorregulador. Los ácidos hidroxicarboxílicos evitaron la disminución del crecimiento de raíces y recuperaron la TAN y TRC durante el primer mes de evaluación, propiciando mayor llenado de fruto. Metribuzina afectó significativamente el intercambio de CO₂ durante los primeros 15 dda de los tratamientos; la aplicación en sobredosis afectó la eficiencia cuántica a partir de 7 dda y causó defoliación a partir de 30 dda, lo que estuvo ligado con un descenso del 20% en producción.

Según Moreno y Gutierrez (2008), demostraron en su trabajo de investigación que la aplicación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio puede incrementar la calidad, cantidad. Demostrando que en sus resultados la aplicación de productos a base de ácidos carboxílicos estimuló los incrementos en el rendimiento y número de frutos en los tres tipos de melón. Honey Dew, 176.1 % de peso y 100.5 % en número de frutos; en el tipo Cantaloupe, 117.7 % de peso a diferencia del nitrato de calcio.

Guerrero, Velandia, Fischer y Montenegro (2007), informan que existen evidencia, que los ácidos carboxílicos actúan dentro de la planta de esta forma: ayuda al transporte de nutrientes, aumenta la actividad respiratoria, lo cual accede una mayor cantidad de energía en las células de la raíz para la absorción de nutrientes, mayor actividad respiratoria.

Según López, et al. (2012), “mostraron en su trabajo que el efecto de la adsorción de agua y ácidos carboxílicos volátiles de origen vegetal y bacteriano en un suelo agrícola. Mostrando sus resultados que ayudan a la mejora del suelo, esto está en función de la estructura diferencial de las moléculas, repercutiendo en el grado de interacción al sistema poroso del suelo” (p.22).

Según Martín (2018), nos dice que en el ensayo experimental utilizó tres tratamientos en forma de aplicaciones radiculares de 5 l/ha distanciadas 10 días después del transplante y siempre antes de la aparición del primer palco floral. Los resultados obtenidos muestran en manifiesto que el efecto positivo en el uso de ácidos carboxílicos ayuda a mejorar el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen y distribución del cultivo de cacao

El cultivo de cacao es oriundo de la Alta Amazonia, esto se verifica con el hallazgo arqueológico que se encontró en la cultura llamada mayo-Chinchiipe, ya que ellos utilizaron el cacao desde la época 3.300 a.C en el yacimiento Santa Ana-La Florida, localizado a 1.040 msnm (Contreras, 2021).

Los primeros hallazgos de árboles del cacao se hayan de manera natural bajo las sombras de las selvas tropicales de las cuencas del Amazonas y del Orinoco, hace 4000 años. Los primeros cultivadores en Centroamérica son los habitantes de Puerto Escondido, en Honduras, hace 1100 a. C. Entre 600 y 400 años a. C se amplió a Belice. A la temporada de la civilización Olmeca, cerca de 900 a. C. es posible que la siembra de cacao fue extensa en Mesoamérica (Quevedo, 2016).

El cacao se originó en los bosques húmedos tropicales de América del Sur. Su distribución donde se localiza mayor concentración está entre los 20 ° de Latitud Norte hasta los 20 ° de Latitud Sur. Por otro lado la distribución mundial está entre los países de América del sur, América central, México, El Caribe, África y Oceanía, países que tiene con bosques húmedos tropicales (Acevedo, 2017).

En Ecuador, la producción de cacao está distribuida entre las provincias de: Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Manabí, El Oro, Santo Domingo, Santa Elena, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Azuay, Pichincha, Loja, Imbabura, Orellana, Napo, Pastaza, Zamora Chinchipe, Morona Santiago y Sucumbíos (Aguirre, 2019).

2.2.2 Taxonomía del cultivo de cacao

Según Mato (2020), dice que la clasificación taxonómica del cacao es:

- **Reino:** Plantae
- **Clase:** Angiosperma

- **Subclase:** Dicotiledónea
- **Orden:** Malvales
- **Familia:** Esterculiácea
- **Género:** *Theobroma*
- **Especie:** *cacao* L

2.2.3 Morfología de la planta de cacao

Nivela (2020), comenta que los árboles de cacao de la variedad CCN-51 logran tener una altura entre 6 a 8 metros y se puede sembrar a una distancia de 3 x 3 metros, ya tiene ponderada cantidad de biomasa aérea y sistema radical. Entre la clasificación morfológica el cual se divide la planta tenemos lo siguiente:

2.2.3.1. Raíces

Posee una raíz principal el cual es pivotante y profunda, a los 4 meses pueden llegar hasta los 40 cm., a los cinco años 80 cm, de ellas sobresalen raíces laterales que tiene un tamaño de 5 a 6 m de longitud. Dentro de la edad de 10 años se fija el desarrollo radicular de la planta, logrando hasta 1.50 a 2 m de profundidad, ya que son precisas para el sostén de la planta, absorción de nutrientes y agua (Sánchez, 2020).

2.2.3.2. Tallo y ramas

El tronco crece verticalmente (ortotrópico), hasta formar el primer verticilo a unos 80 a 100 cm de altura. Pasado el primer año de vida de la planta, el tallo desarrolla una serie de yemas auxiliares (hasta 8), que en forma el verticilo o corona; también obtiene el nombre de horqueta. La yema terminal desaparece y se desarrollan de 4 a 6 ramas de crecimiento lateral (Alcívar y Loor, 2016).

2.2.3.3. Hojas

Muestra hojas enteras de coloración verde variable o café o marrón rojizo y de peciolo corto, Sujetados de los troncos y ramas tiene la función de realizar la fotosíntesis (Herrera, 2015).

2.2.3.4. Flores

Sus flores son pequeñas, surgen en pequeños racimos que se forman en el tronco y en las ramas más viejas, la flor tiene 5 pétalos, 5 estambres y un pistilo. Cabe indicar cerca de 6000 flores que se abren durante el año solo unas treintenas alcanzan a formar semillas (Rivera, 2017).

2.2.3.5. Fruto

El fruto tiene color tamaño y formas inestables, posee forma de baya de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Pueden ser lisos o en forma de costillas elíptica de color amarillo, café, morado o rojo. También tienen en su interior 5 celdas, la pulpa es blanca con un sabor ácido, dulce y aromático, la semillas por mazorca oscila entre los 20 y 40 y pueden ser planas o redondeadas (Ponce, 2015).

2.2.4 Necesidades edafoclimáticas

García (2019), menciona que el crecimiento, evolución y producción del cacao está relacionado a escenarios medioambientales, por esta razón las condiciones climatológicas ayudan a la producción del cultivo de cacao. Las principales necesidades edafoclimáticas que requiere son los siguientes:

2.2.4.1. Temperatura

La temperatura adecuada está alrededor de 25 °C, esta temperatura es ideal ya que tiene relación con el desarrollo de la planta, floración y fructificación del cultivo (Tantalean, 2017).

2.2.4.2. Precipitación

Se debe tener en cuenta que la precipitación es muy variable durante al año, por eso se estima que requiere una precipitación anual de 1. 500 y 3. 800 mm, pudiendo llegar el mejor desarrollo de 1. 800 a 2. 600 mm y satisfacer la demanda de agua del cultivo (Macías y Bravo, 2021).

2.2.4.3. Altitud

El cacao es una planta que se cultiva desde el nivel del mar hasta alturas de 1000 msnm. El rango óptimo de altitud se haya entre los 250 y 900 msnm (Torres, 2015).

2.2.4.4. Luminosidad

La luminosidad es distinta, esto se debe por el ciclo productivo del cultivo, siendo del 40% al 50% para el cultivo en crecimiento (menor de 4 años) y del 60 al 75% para plantación en producción (mayor de 4 años) son las adecuadas (Rosas, 2021).

2.2.4.5. Suelo y pH

El suelo debe ser profundo, con una textura franca, franco-arcillosa, franco-arenosa, con una porosidad de 20 a 60% con buena retención de humedad y un buen drenaje. La topografía debe ser plana a ligeramente ondulada, con una pendiente no mayor de 25%. El pH óptimo debe estar entre 5.5 a 7.0, la materia orgánica mayor a 3% (Tuesta, 2019).

2.2.5 Fertilización del cultivo

Una sustancia o mezcla química, natural o sintética que se adiciona al suelo para abastecer elementos que se requieren para la nutrición de las plantas es de vital importancia para el desarrollo de la misma (García, 2018)

Para el cultivo de cacao existen dos formas de fertilización tanto foliar como edáfica, también se debe conocer información sobre requerimientos nutricionales,

dosis y épocas de aplicación de fertilizantes, según la edad y grado de sombrero de las plantaciones en distintas zonas productoras (Espinoza, 2020).

Para la fertilización edáfica, distancia de siembra y sombra, son factores que marcan la importancia de utilizar mezclas completas de (N), (P) y (K) en plantas de cacao a plena exposición solar como fuente principal de nutrición (León, 2015).

Además, existen otra forma de fertilización que es la orgánica ya que son de vital importancia el uso porque ofrece fuentes de vida bacterianas para el suelo y suficientes para la nutrición de las plantas. La utilización de la nutrición orgánica facilita la degradación de los nutrientes del suelo y acceden que las plantas los asemejen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo en el cultivo de cacao ya que mejorar o corregir las deficiencias nutricionales del suelo, para lograr un normal crecimiento y producción de las plantas y producir un cacao de calidad (Gómez, 2017).

2.2.5.1. Nitrógeno

Este elemento estimula el crecimiento al favorecer la división celular. Además, está envuelto en una gran cantidad de procesos (producción de clorofila), pues las raíces de las plantas absorben nitrógeno como nitrato (NO_3^-). y el amonio (NH_4^+) y es el principal responsable del crecimiento del tallo, hojas, ramas y vigor en general. Cuando existe deficiencia de N se manifiesta en reducción de la velocidad de crecimiento de las plantas (Rodríguez, 2019).

2.2.5.2. Fósforo

El Fósforo es indispensable en el desarrollo de las raíces, equilibra la absorción del N por la planta, estimula la actividad de las bacterias nitrificantes y ayuda a la floración y fructificación. Cuando existe deficiencia de fósforo (P) la planta crece

lentamente por falta de raíces absorbentes (pelos absorbentes) y las hojas, las más pequeñas no desarrollan (Paspuel, 2018)..

2.2.5.3. Potasio

Juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y agranda su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades. El potasio es conocido como el elemento de calidad para la producción agrícola. Cuando existen deficiencia de (K) aparecen en las hojas más viejas y se hayan con el desarrollo de brotes como consecuencia de la translocación del nutriente viejo a tejido joven, a medida que la deficiencia se acentúa, las hojas de los brotes y chupones son cada vez más pequeños afectando al rendimiento (Pinargote, 2015).

2.2.6 Ácidos orgánicos

La acidez que muestra el tejido vegetal está asociada con la presencia de ácidos orgánicos, que son productos iniciales de la respiración. La mayoría de los ácidos vegetales son aquellos que participan en el ciclo metabólico del ácido cítrico; se denomina de esta manera, debido a que este ácido es un intermediario importante (Álvarez, 2003).

2.2.6.1. Ácido carboxílico

Los ácidos carboxílicos se hallan en gran abundancia en la naturaleza la mayoría tiene sabor ácido y algunos posee un olor característico que suele ser generalmente desagradable (Saigua y Sánchez, 2021).

Los ácidos carboxílicos simbolizan una nueva alternativa desde hace más de 20 años con efectos positivos y que ha generado una nueva línea de formulaciones de este tipo y que se ha formulado para efectos de bioregulación en forma directa

y otros en mezcla con nutrientes para aplicación, maximizando el aprovechamiento de los cultivos (Aguilar, 2016).

2.2.6.2. Importancia del ácido carboxílico

La importancia de los ácidos carboxílicos está en su relación con el metabolismo del nitrógeno. Estos ácidos favorecen en la formación de casi todos los tejidos, son componentes fundamentales en muchas sustancias vegetales de trascendencia; se hallan en las vitaminas que intervienen como grupos funcionales de las enzimas importantes en la respiración (Román y Gutiérrez, 1998).

En la agricultura también suelen usar para mejorar la calidad de los cultivos de plantas frutales, aumentando la cantidad y el peso de los frutos en algunas plantas, así como su apariencia y su duración postcosecha (Almogabar, 2020).

2.2.6.3. Modo de acción en la planta

La utilización de ácidos carboxílicos al suelo ayuda a suministrar a la raíz la capacidad necesaria para asimilar nutrientes y agua al ritmo necesario, propiciando el incremento de la presión osmótica y el incremento de concentraciones de nutrientes, que son detonantes de la síntesis de citoquininas radiculares (PROQUISA, 2002).

2.3 Marco legal

De acuerdo a la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria los artículos con que se fundamenta el actual proyecto de investigación son:

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.

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; (Ministerio del Buen Vivir, 2016).

Artículo 281 numeral 13 de la Constitución de la República del Ecuador establece: que la soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente, para ello es responsabilidad del Estado prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos (Agrocalidad, 2016).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, lo cual contó con conocimiento explicativo, descriptiva, en la utilización de ácido carboxílico como complemento a la fertilización edáfica en el cultivo de cacao.

3.1.2 Diseño de investigación

La investigación fue de tipo experimental, cabe indicar que se verificó un efecto positivo de los resultados que se obtuvieron en el campo, como consecuencia de la nutrición edáfica complementada con ácido carboxílico en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en cuanto a las variables que se evaluaron.

3.2 Metodología

3.1.3 Variables

En esta experimentación se usaron dos tipos de variables: variable independiente y dependiente.

3.2.1.1. Variable independiente

La variable independiente es el factor para manipular, en este caso se utilizó:

- Dosis de ácido carboxílico.

3.2.1.2. Variable dependiente

La variable dependiente es la función respuesta a medir, el cual fueron las siguientes:

- Número de mazorcas
- Diámetro de mazorcas
- Longitud de mazorcas
- Peso de 100 granos

- Rendimiento
- Análisis beneficio/costo

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron cinco, los cuales estuvieron compuestos por tres dosis de ácido carboxílico más la aplicación edáfica de N-P-K, un testigo con solo aplicación de N-P-K y otro testigo absoluto sin aplicación, donde se detalla la aspersión de acuerdo a la frecuencia de aplicación respectiva, como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Fertilizantes	Frecuencia de aplicación
T1	Ácido carboxílico	30-45 días
T2	Ácido carboxílico	30-45 días
T3	Ácido carboxílico	30-45 días
T4	NPK	30-45 días
T5	Testigo absoluto	0

Tapia, 2023

3.1.5 Diseño experimental

Se empleo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), el cual estuvo conformado por cinco tratamientos y cinco repeticiones. La parcela experimental estuvo una dimensión de 45m de ancho x 45m de largo, dando un área total de 2.025m². Cada unidad experimental estuvo constituida por tres plantas dando un total de 75 unidades experimentales evaluadas en el ensayo. Lo cual se puede evidenciar en el croquis de campo detallado en el anexo.

3.1.6 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

- **Recursos bibliográficos:** se utilizó en la recopilación de información libros, tesis, artículos científicos, folletos. Etc.

- **Materiales:** se utilizó cinta, letrero, estacas, productos (NPK Y ácido carboxílico), computadora, bolígrafos, cinta métrica, balanza digital, libreta de apunte.
- **Recursos económicos:** la investigación estuvo a cargo del tesista quien financio los costos del proyecto.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Los métodos que se utilizaron fueron los siguientes. Deductivo este método ayudó a la obtención de datos generales obtenidos en el ensayo, para deducir y responder las variables a medir. El método inductivo ayudó a verificar si se cumplió los objetivos específicos e hipótesis planteada. Las técnicas que se utilizaron fueron: el manejo del ensayo y la descripción de las variables dependientes a medir.

3.2.4.3. Manejo del ensayo

- ✓ **Cultivo:** La experimentación se llevó a cabo en un cultivo establecido de cacao del clon CCN51 que tiene aproximadamente 4 años de sembrado.
- ✓ **Riego:** Para dotar del recurso hídrico al cultivo, se lo hizo mediante el riego subfoliar con una frecuencia de entre 12 a 15 días dependiendo las condiciones climáticas en cuanto al tiempo de riego aproximadamente 2 horas.
- ✓ **Control de malezas:** Para la corona de las plantas se lo hizo de forma manual con machete. En cambio, para las calles se usó el control mecanizado con moto guadaña con una frecuencia de 20 días. Cabe recalcar que las malezas se constituyen en un verdadero problema para el cultivo debido a que son especies alta mente competitivas en cuanto a nutrientes, agua , luz y espacio. Hay malezas que presentan efectos

alelopáticos. Mientras que otras también se convierten en hospederos de insectos plagas y agentes infecciosos.

- ✓ **Control de plagas y enfermedades:** En cuanto a las plagas no existió un umbral de daño económico significativo, por lo cual no se aplicó ningún insecticida.
- ✓ En cuanto al control de enfermedades, especialmente para reducir la incidencia de moniliasis se aplicó un fungicida protectante a base de cobre. Se uso el Penta hidratado de cobre en dosis de 500cc/ha, a los 15 días se convino con aplicaciones de fungicidas sistémico Carbendazin en dosis de 750cc/ha, dependiendo del comportamiento del patógeno en relaciones con las condiciones climáticas imperantes en la zona y época del ensayo.

Fertilización: En cuanto a la fertilización se aplicó de acuerdo a los tratamientos establecidos, es decir dosis de ácido carboxílico de:500 cc/ha, 750 cc/ha, 1000 cc/ha mas la fertilización completa con N-P-K, sin embargo, para la comparación se utilizó un testigo a base de fertilización edáfica con base de N-P-K y un testigo absoluto carente de aplicación tanto edáfica como foliar respectivamente. La Tabla 2, se muestra el requerimiento nutricional el mismo que está constituido de acuerdo con el requerimiento nutricional para la producción de 1000 kg de cacao seco, en base a la aplicación de nitrógeno, fosforo y potasio.

Tabla 2. Requerimiento para producir 100 kg de cacao seco

Nutriente	Requerimiento	Unidades
Nitrógeno	30	kg / ha
Fosforo	8	kg / ha
Potasio	40	kg / ha
Calcio	13	kg / ha
Magnesio	10	kg / ha

Anecacao, 2021

Basado en la referencia antes mencionada se tomó como referencia la producción de 2500 kg/ha de cacao seco la misma que demanda la cantidad siguiente como lo indica la tabla 3.

Tabla 3. Requerimiento nutricional para producción estimada

Nutriente	Requerimiento	Unidades
Nitrogeno	75	kg / ha
Fosforo	20	kg / ha
Potasio	100	kg / ha
Calcio	32,5	kg / ha
Magnesio	25	kg / ha

Tapia, 2023

Resultado del análisis del suelo en ppm

Tabla 4. Resultado del análisis del suelo

Ppm					
NH4	P	K	Ca	Mg	S
15	14	153	3017	687	14

INIAP, 2022

Interpretación del suelo

Para transformar las ppm de los nutrientes del suelo a kg fue necesario conocer el peso de suelo seco en una hectárea a través de la formula

$$Ps = 10.000m^2 * Pr * Da$$

- Ps= Peso del suelo
- Pr= Profundidad de raíces (20cm)
- Da= densidad aparente (1.4g/g)

El peso del suelo en una hectárea por la profundidad de 20cm fue de 2800 toneladas.

Cálculo de N-P-K sobre la reserva de ppm a Kg

El suelo mantiene reserva de nutrientes en el caso del fosforo y potasio siendo la misma de 10 ppm y 140 ppm respectivamente.

Tabla 5. Aportación de nutrientes en kg

Nutriente		Kg/ha
Nitrógeno (kg/ha)	15 g/ton * 2800 ton	42 kg
Fosforo (kg/ha)	4 g/ton * 2800 ton	16 kg
Potasio (kg/ha)	13 g/ton * 2800 ton	36 kg

Tapia, 2023

Dosis de fertilizante edáfico aplicar en función del análisis de suelo en base a la siguiente formula:

$$Df=Rc-As$$

- Df= Dosis de fertilizantes aplicar (kg/ha)
- Rc= Requerimiento nutricional del cultivo
- As= Aportación de nutriente del suelo

Tabla 6. Dosis de fertilizantes

Nutriente	Req Cul.	As	Df (kg/ha)
N nitrógeno (kg/ha)	75	42	33
P fósforo (kg/ha)	20	16	4
K potasio (kg/ha)	100	36	64

Tapia, 2023

- ✓ **Cosecha:** la cosecha se lo realizó cuando las mazorcas presentaron coloración rojizo amarillo, este siendo su estado final de madurez fisiológica para la respectiva cosecha.

3.2.4.4. Descripción de las variables

Tabla 7. ANDEVA

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(5-1)
Repeticiones	(R -1)	(5-1)
Error experimental	t (t-3)+2	5 (5-3)+2
Total	t ² -1	5*5-1

Tapia, 2023

- **Número de mazorcas:** Se contabilizaron todas las mazorcas por planta completamente maduras (en estado de cosecha), presentes en cada unidad experimental, por tratamiento.
- **Diámetro de mazorcas:** Se midió con una cinta métrica el contorno del tercio medio de 10 mazorcas, para posteriormente mediante la fórmula calcular el diámetro de cada mazorca.
- **Longitud de mazorcas:** Se determinó con una cinta la longitud a 10 mazorcas del tercio medio del árbol. Su promedio se expresó en centímetros.
- **Peso de 100 granos:** Se registró con una balanza digital el peso de 100 granos por cada tratamiento, fue expresado en gramos.
- **Rendimiento:** Se realizó la cosecha en tres cortes por tratamiento, esto fue expresado en Kg/ha.

3.1.7 **Análisis beneficio/costo:** se obtuvo de dividir del beneficio para el costo total de cada tratamiento, en el experimento ensayado.

3.2.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico se obtuvo de la evaluación de las variables estudiadas, dichos resultados, fueron sometidos al análisis de varianza, para determinar la significancia estadística de los mismos. Para la comparación de los medios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de error tipo 1 $<0,05$. Cabe indicar también se utilizó programas tales como Excel para el análisis de datos y el programa estudiantil Infostat para la tabulación de los datos. Como se detalla en la tabla 7.

Tabla 7 . ANDEVA

Fuentes de variación	Formula		Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(5-1)	4
Repeticiones	(R -1)	(5-1)	4
Error experimental	t (t-3)+2	5 (5-3)+2	16
Total	t ² -1	5*5-1	24

 Tapia, 2023

4. Resultados

4.1 Identificar la dosis adecuada para aplicación de N-P-K en el cultivo de cacao a través del análisis de suelo

4.1.1 Análisis de suelo

1.1. Se realizó el análisis de suelo del área donde se realizó la investigación se encontró los parámetros de N en 15 ppm, el P 14 ppm y K 153 ppm.

Tabla 8. Resultado del análisis del suelo

Ppm					
NH4	P	K	Ca	Mg	S
15	14	153	3017	687	14

Tapia, 2023

4.1.2 Aportación de nutrientes del suelo en kg/ha

Con los resultados del análisis de suelo a través de la convertibilidad en kg/ha se determinó la aportación en kg/ha, siendo el Nitrógeno 42kg; Fosforo 16 kg y Potasio 36 kg.

Tabla 9. Aportación de nutrientes del suelo en kg/ha

Nutriente	Kg/ha
Nitrógeno (kg/ha)	15 g/ton * 2800 ton 42 kg
Fosforo (kg/ha)	4 g/ton * 2800 ton 16 kg
Potasio (kg/ha)	13 g/ton * 2800 ton 36 kg

Tapia, 2023

4.1.3 Dosis de fertilizantes

La dosis de fertilizantes edáfico se aplicó a los primeros cuatro tratamientos, la misma que fue de 33 kg/ha de nitrógeno puro, 4 kg de fosforo y 64 kg de Potasio, a esto se les aplico diferentes dosis de ácido carboxílico.

Tabla 10. Dosis de fertilizantes

Nutriente	Req Cul.	As	Df (kg/ha)
N nitrógeno (kg/ha)	75	42	33
P fósforo (kg/ha)	20	16	4
K potasio (kg/ha)	100	36	64

Tapia, 2023

4.2 Evaluar la aplicación de ácido carboxílico en el desarrollo y crecimiento del fruto del cacao

4.2.1 Número de mazorcas

En la tabla N°11 se aprecian las medias de los tratamientos correspondientes a la variable número de mazorcas por planta. Al efectuar el análisis de varianza se puede detectar que existe alta significancia estadística. Coeficiente de variación presento un valor porcentual de 2,34%

Al comparar las medias de los tratamientos se puede apreciar que el Tratamiento 3 (Acido carboxílico 1000 cc/ha), presento el valor más alto con 25,68 mazorcas por planta, siendo estadísticamente superior, igual y diferente al Tratamiento 2 (Acido carboxílico 750 cc/ha), que alcanzo un valor de 24.34 mazorcas por planta. Mientras que el Tratamiento 1 (Acido carboxílico 500 cc/ha), alcanzo un valor de 23,65 mazorcas por planta ubicándose en una posición intermedia con respecto a los demás tratamientos. Sin embargo, el Tratamiento 5 (testigo absoluto), presento un valor de 15,62 mazorcas por planta siendo el más bajo con relación a los demás tratamientos.

Tabla 11. Número de mazorcas por árbol (n)

Tratamiento	Numero de mazorca
T3 Ácido carboxílico 1000 cc/ha	25,68 a
T2 Ácido carboxílico 750 cc/ha	24,34 a b
T1 Ácido carboxílico 500 cc/ha	23,65 b
T4 NPK	21,00 c
T5 Testigo absoluto	15,62 d
C.V.	2.34%

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

Tapia, 2023

4.2.2 Diámetro de mazorcas

En la tabla N°12 se aprecian los valores correspondientes a la variable diámetro de mazorca expresado en centímetros. Al efectuar el análisis de varianza se aprecian que existe significancia estadística para los tratamientos. Coeficiente de variación presento un valor de 2,48%.

Al realizar la comparación entre las medias de los tratamientos, se puede apreciar que el Tratamiento 3 (Acido carboxílico 1000cc/ha) y Tratamiento 2 (Acido carboxílico 750cc/ha), presentan los valores de 11,22 cm y 11,18 cm respectivamente, siendo estadísticamente superiores e iguales, sin embargo, el Tratamiento 1 (Acido carboxílico 500cc/ha), también muestra similitud estadística a los anteriores, pero también es diferente con un valor de 11,01. Mientras que el Tratamiento 4 (NPK), muestra igualdad estadística y diferencia a la anterior con un valor de 10,50. Cabe mencionar que el Tratamiento 5 (Testigo), presento el valor más bajo con relación a esta variable con 10,08 consecutivamente.

Tabla 12. Diámetro de mazorcas (cm)

Tratamiento	Diámetro de mazorca
T3 Ácido carboxílico 1000cc/ha	11,22 a
T2 Ácido carboxílico 750 cc/ha	11,18 a
T1 Ácido carboxílico 500 cc/ha	11,01 a b
T4 NPK	10,50 b c
T5 Testigo absoluto	10,08 c
C.V.	2,48%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Tapia, 2023

4.2.3 Longitud de mazorcas

En la tabla N°13 se visualiza los promedios de la variable evaluada en cada tratamiento. Al efectuar el análisis de varianza se detecta altas variabilidades de estadística el coeficiente de variación tiene un valor porcentual de 1,88 %.

Al ejecutar la comparación entre las medias de los tratamientos se puede apreciar que el Tratamiento 3 (Ácido carboxílico 1000 cc/ha), presento el mayor valor de longitud de mazorca con 26,36 cm siendo superior, igual y diferente estadísticamente al Tratamiento 2 (Ácido carboxílico 750 cc/ha), cuyo valor oscilo en 25,58 cm. Mientras que el Tratamiento 1 (Ácido carboxílico 500 cc/ha), con un valor de 24,88 cm presenta similitud estadística a la anterior, ocupando una posición intermedia con relación a los demás tratamientos, sin embargo, difiere el Tratamiento 4 (NPK), que alcanzo un valor de 23,80 cm. Cabe recalcar que el Tratamiento 5 (Testigo), ocupo la última posición con valor de 20,42 cm siendo el más bajo con relación al resto de los tratamientos.

Tabla 13. Longitud de mazorcas (cm)

Tratamiento	Longitud de mazorcas
T3 Ácido carboxílico 1000cc/ha	26,36 a
T2 Ácido carboxílico 750 cc/ha	25,58 a b
T1 Ácido carboxílico 500 cc/ha	24,88 b
T4 NPK	23,80 c
T5 Testigo absoluto	20,42 d
C.V.	1,88%

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

Tapia, 2023

4.2.4 Peso de 100 granos

En la tabla N°14 se aprecian los promedios correspondientes a la variable que es de 100 granos expresada en gramos. Al efectuar el análisis de varianza se puede apreciar que existe una ligera significancia estadística. El coeficiente de variación presentó un valor porcentual de 3.09%.

Al efectuar la comparación entre las medias de los tratamientos se puede apreciar que el Tratamiento 3 (Ácido carboxílico 1000 cc/ha), presenta el mayor valor con respecto a esta variable con un peso de 147,04 g, existiendo similitud estadística con respecto al Tratamiento 2 (Ácido carboxílico 750 cc/ha), Tratamiento 1 (Ácido carboxílico 500 cc/ha), Tratamiento 4 (NPK), que presentaron los valores de :145,06 g; 142,53 g y 139,68 g; cuyos valores tienden a ser importantes en esta investigación. Sin embargo, el Tratamiento 5 (Testigo), es el valor más bajo con un peso de 128,46 g respectivamente.

Tabla 14. Peso de 100 granos (g)

Tratamiento	Peso de 100 granos
T3 Ácido carboxílico 1000cc/ha	147.04 a
T2 Ácido carboxílico 750 cc/ha	145,06 a
T1 Ácido carboxílico 500 cc/ha	142,53 a
T4 NPK	139,68 a
T5 Testigo absoluto	128,46 b
C.V.	3.09%

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

Tapia, 2023

4.2.5 Rendimiento

En la Tabla N°15 se visualiza las medias de cada uno de los tratamientos en relación con la variable rendimiento. Al someter los datos al análisis de varianza arrojó alta significancia estadística. El coeficiente de variación presentó un valor porcentual 5,69 % respectivamente.

Al efectuar la comparación entre las medias de los tratamientos se puede apreciar que el Tratamiento 3 (Ácido carboxílico 1000cc/ha), alcanzó el rendimiento más alto con 1886,99 kg/ha, siendo estadísticamente superior y diferente a los tratamientos 2 (Ácido carboxílico 750cc/ha) y tratamiento 1 (Ácido carboxílico 500cc/ha), los cuales alcanzaron promedios entre 1701,63 y 1563,52 kg/ha respectivamente, cabe indicar que entre estos los tratamientos antes indicados existió similitud estadística, sin embargo el tratamiento 4 (NPK), presentó un valor de 1386,69 kg/ha, manteniendo un comportamiento intermedio entre todos los tratamientos señalados anteriormente, mientras que el tratamiento 5 (Testigo), apenas alcanzó un rendimiento de 921,39 kg/ha, resultando ser el más bajo, frente a los demás tratamientos, quizá esto se debió a que careció de aplicaciones tanto edáficas como foliares.

Tabla 15. Rendimiento Kg/ha

Tratamiento	Rendimiento
T3 Ácido carboxílico 1000cc/ha	1886.99 a
T2 Ácido carboxílico 750 cc/ha	1701.63 b
T1 Ácido carboxílico 500 cc/ha	1563.52 b
T4 NPK	1386,69 c
T5 Testigo absoluto	921,39 d
C.V.	5,69 %

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

Tapia, 2023

4.3 Analizar la dosis de ácido carboxílico para la aplicación en el rendimiento del cultivo de cacao

4.3.1 Análisis beneficio/costo

En la Tabla 16 que tiene relación con el análisis económico de los tratamientos mediante la relación beneficio costo se puede visualizar que el tratamiento 3 (Acido carboxílico 1000cc/ha), alcanza un beneficio de \$ 1899,45 que al dividirse con el valor de 1208,09 que corresponde al costo total, da como resultado una relación costo beneficio de 1,57; lo cual confirma que por cada dólar invertido existe un margen de ganancia de \$0,57. Analizando económicamente el tratamiento 2 (Acido carboxílico 750cc/ha), se puede verificar que este tuvo un benéfico de \$ 1608,24; que de igual manera al dividirse con el valor de 1194,05 , se aprecia una relación costo benéfico de 1,34, dicho valor refleja, poco margen de ganancia. Si tomamos en cuenta el tratamiento 1 (Acido carboxílico 500cc/ha), también apenas alcanza un costo beneficio de 1,18; lo cual indica ganancias que no son significativas dentro de la inversión. Cabe señalar que el tratamiento 4 (NPK) y tratamiento 5 (Testigo), que son los testigos de comparación alcanzan valores de costo beneficio entre 1, lo que resulta como indicador final de que no se pierde ni se gana en los mismos.

Tabla 16. Análisis beneficio/costo (B/C)

COMPONENTES	T1	T2	T3	T4 NPK	T5 Testigo
Rendimiento Kg/ha	1563,52	1701,63	1886,99	1386,69	921,39
Rend Ajustado 10%	1407,17	1531,47	1698,29	1248,02	829,25
Rend qq	31,02	33,76	37,44	27,51	18,28
Precio de venta	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00
Costo fijo (\$)	1100,00	1100,00	1100,00	1100,00	750,00
Costo Variable (\$)	79,02	94,05	108,09	0,00	0,00
Costo Total	1179,02	1194,05	1208,09	1100,00	750,00
Ingreso Bruto (\$)	2574,84	2802,29	3107,54	2283,64	1517,37
Beneficio Neto (\$)	1395,84	1608,24	1899,45	1183,64	767,37
Relación BENEFICIO/COSTO	1,18	1,34	1,57	1,07	1,02

Tapia, 2023

5. Discusión

De acuerdo a la evaluación del comportamiento agronómico de los efectos de las diferentes dosis de ácido carboxílico se obtuvo que las variables agronómicas evaluadas presentaron efectos positivos en cuanto a los tratamientos, siendo el tratamiento 3 con mayor promedio comprendido por ácido carboxílico 1000 cc/ha que obtuvo 26,36 cm de longitud, además presentó 25.68 mazorcas por planta en la última evaluación, además los frutos obtuvieron 11.22 cm de diámetro. (Arriagada, 2005), nos dice que determinó el efecto que tiene los bioestimulantes a base de ácidos carboxílicos en la producción de lechugas, en un cultivo de invierno. Utilizó las siguientes combinaciones de bioestimulantes a base de ácidos carboxílicos como Carboxy Ca, Carboxy K, Profit G, ATP UP, Citocrop y Packhard. Las variables que evaluó fueron: diámetro de la planta, diámetro de la cabeza, peso de la lechuga, número de hojas y número de lechugas cosechadas. Los resultados que se obtuvieron indican que los tratamientos no tienen una diferencia significativa de las diferentes variables a medir. Por lo tanto, la aplicación de estos productos no tiene efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las lechugas, donde se buscaba un producto de mayor tamaño y mejor calidad.

Rodríguez y Plaza (2016), indican que evaluaron el comportamiento de ácidos hidroxicarboxílicos, como biorreguladores orgánicos en plantas de tomate tratadas con aplicación foliar de Metsulfuron-metil y Metribuzina a dosis comercial y sobredosis. Sus resultados mostraron que el uso de Metsulfuron-metil (comercial y sobredosis) no alteró significativamente el contenido de clorofilas ni la conductancia estomática; pero, disminuyó en 80% y 100% la eficiencia cuántica e intercambio de CO₂ respectivamente, lo cual fue mitigado por la aplicación del biorregulador. Los ácidos hidroxicarboxílicos evitaron la disminución del crecimiento de raíces y

recuperaron la TAN y TRC durante el primer mes de evaluación, propiciando mayor llenado de fruto. Metribuzina afectó significativamente el intercambio de CO₂ durante los primeros 15 dda de los tratamientos; la aplicación en sobredosis afectó la eficiencia cuántica a partir de 7 dda y causó defoliación a partir de 30 dda, lo que estuvo ligado con un descenso del 20% en producción.

Con respecto al rendimiento obtenido, se produjo mayor producción con ácido carboxílico 1000 cc/ha 1886,99 kg/ha, seguido por 2 ácido carboxilo 750 cc/ha con 1701,63 kg/, mostrando que el empleo de diferentes dosis de ácidos carboxílico en el cultivo de cacao con una adecuada nutrición mejora la calidad del fruto y rendimiento kg/ha. Además. Según Moreno y Gutiérrez (2008), demostraron en su trabajo de investigación que la aplicación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio puede incrementar la calidad, cantidad. Demostrando que en sus resultados la aplicación de productos a base de ácidos carboxílicos estimuló los incrementos en el rendimiento y número de frutos en los tres tipos de melón. Honey Dew, 176.1 % de peso y 100.5 % en número de frutos; en el tipo Cantaloupe, 117.7 % de peso a diferencia del nitrato de calcio.

Guerrero, Velandia, Fischer y Montenegro (2007), informan que existen evidencia, que los ácidos carboxílicos actúan dentro de la planta de esta forma: ayuda al transporte de nutrientes, aumenta la actividad respiratoria, lo cual accede una mayor cantidad de energía en las células de la raíz para la absorción de nutrientes, mayor actividad respiratoria. Según López, et al. (2012), “mostraron que el efecto de la adsorción de agua y ácidos carboxílicos volátiles de origen vegetal y bacteriano en un suelo agrícola. Mostrando sus resultados que ayudan a la mejora del suelo, esto está en función de la estructura diferencial de las moléculas, repercutiendo en el grado de interacción al sistema poroso del suelo” (p.22).

Según Martín (2018), nos dice que en el ensayo experimental utilizó tres tratamientos en forma de aplicaciones radiculares de 5 l/ha distanciadas 10 días después del trasplante y siempre antes de la aparición del primer palco floral. Los resultados obtenidos muestran en manifiesto que el efecto positivo en el uso de ácidos carboxílicos ayuda a mejorar el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo.

El ensayo expuesto obtuvo que el beneficio neto más alto fue dado por el tratamiento 3 (ácido carboxílico 1000 cc/ha) con \$ 1899,45 y su relación costo beneficio fue \$ 1,57. Es decir que por cada dólar invertido y recuperado se obtiene \$ 0,57 justificando la inversión realizada. Seguido por el tratamiento 2 \$ 1608,24 y B/C \$ 1,34. Mientras que el tratamiento 1 alcanzo un valor de B/C \$1,18; lo cual resulta poco atractivo del punto de vista económico, es decir que la inversión no se recupera porque el margen de ganancia es mínimo, sin embargo, los tratamientos testigos de comparación alcanzaron los valores más bajos en relación a la inversión y retorno económico con valores de 1,07 y 1,02 respectivamente.

6.Conclusiones

- Interpretar la dosis de aplicación de NPK en el cultivo de cacao a través del análisis de suelo.
- Evaluar la aplicación de ácido carboxílico en el desarrollo y crecimiento del fruto del cacao.
- Determinar dosis de aplicación de ácido carboxílico como complemento en el rendimiento del cultivo de cacao.

Con base a la interpretación de los datos se concluye:

La aplicación de diferentes dosis de ácido carboxílico en el cultivo de cacao tratamiento 3 (ácido carboxílico 10000 cc/ha), aumento el nivel productivo con un rendimiento de 1886,99 kg/ha; sin embargo esto se denota también en algunas características agronómicas del cultivo tal es el caso de: longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de mazorcas por planta, peso de 100 semillas en gramos, que alcanzaron los promedios más altos.

Las dosis de (500 cc/ha); (750 cc/ha) y (1000 cc/ha) de ácido carboxílico aplicados foliarmente al cultivo, como complemento de la fertilización edáfica tuvieron un efecto positivo en relación con las variables agronómicas y productivas del cultivo.

La relación B/C más alta fue dada por el tratamiento 3 con un valor de 1,57; por cada dólar invertido se obtiene \$ 0.57 de retorno económico de la inversión.

7.Recomendaciones

Después de las conclusiones emitidas del tren experimental se recomienda lo siguiente:

Realizar combinaciones de fertilizantes foliares, y estimulantes y ácido carboxílico, para determinar los efectos producto de su aplicación en el cultivo.

Evaluar los efectos de las diferentes dosis de ácidos carboxílico, bajo una fertilización balanceada en otros cultivos para confirmar los efectos que producen tanto en el ámbito agronómico como productivo.

Usar la dosis de (1000 cc/ha de ácido carboxílico) en diferentes cultivares de cacao para verificar la respuesta que esta tiene en otras zonas de cultivo.

8. Bibliografía

- Abascal, G. (2018). Efecto de los ácidos carboxílicos como acondicionador de suelo Promesol® 5X y bioestimulante radicular Nutrisorb® L y micorriza Mycoral R en el suelo y la variedad de frijol Amadeus 77. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6317/1/CPA-2018-T002.pdf>
- Acevedo, S. (2017). Evaluación del prendimiento, brotamiento y precocidad de yemas de cacao utilizando cuatro métodos de injertación en plantaciones establecidas , en el distrito de Irazola, Caserio La Unión. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3224/000002506T.pdf?sequence=1>
- Agrocalidad. (2016). El director ejecutivo de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de ca Calidad de Agrocalidad. Ecuador. Recuperado de http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/ACTA_DESTRUCCION_PRODUC_AGRICOLAS_POR_-LMR_RESOLUCION-00481.pdf.
- Aguilar, M. (2016). Evaluación de ácido carboxílico en miltomate (*Physalis ixocarpa*) en Aguacatán, Huehuetenango. Quetzal Tenango: Universidad Rafael Landivar. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/06/14/Aguilar-Marleny.pdf>
- Aguirre, G. (2019). Caracterización molecular de *Moniliophthora roreri* causante de la vaina helada (moniliasis) en el cacao en tres provincias del Ecuador: Los Ríos, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Recuperado de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7780/1/140463.pdf>

- Alcívar, J., y Loor, M. (2016). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química. Calcuta: ESPAMMFL. Recuperado de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/461/1/TA57.pdf>
- Almogabar, F. (2020). Ácidos Carboxílicos - Características, usos y beneficios, Apuntes de Química Orgánica. Xalapa: Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://www.docsity.com/es/acidos-carboxilicos-caracteristicas-usos-y-beneficios/5428884/>
- Álvarez, J. (2003). Evaluación de la aplicación de un programa de nutrición a base de ácidos carboxílicos sobre la productividad de un huerto de paltos (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Chile. Recuperado de http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/a-b-c/alvarezjose0000.pdf
- Arriagada, P. (2005). Evaluación de ácidos carboxílicos en producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo de invierno. Chile: Universidad de las Américas. Fac. de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=035020>
- Carbotecnia. (2012). Productos-Carbotecnia. Recuperado de <http://www.carbotecnia.com/es/51/productos>
- Chuya, N., y Zambrano, H. (2015). "Eficiencia del uso de un complejo de ácidos orgánicos en el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en una camaronera del Recinto Pagua del cantón Guabo de la provincia de El Oro". Guayaquil – Ecuador: ESPOL. Recuperado de

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/41371/1/D-76494.pdf>

Contreras, E. (2021). Manejo integrado del chinche (*Monalonion Dissimulatum* Dist) en el cultivo de Cacao. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9346/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000314.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Erazo, R., y Mendoza, C. (2015). Evaluación de la aplicación de *Lactobacillus fermentum* y *Acetobacter aceti*, en la fermentación del cacao CCN-51 y su efecto en la calidad de las almendras. Santo Domingo: ESPE. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10232/3/T-ESPE-002777.pdf>

Espinoza, C. (2020). Dinámica nutricional del cacao ccn51 bajo diferentes dosis de fertilización N, P, K en plantación establecida. Milagro-Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ESPINOZA%20NARVAEZ%20CARLOS%20ALFREDO.pdf>

García, G. (2018). Efecto de fertilización en drench de plántulas de *Theobroma cacao* L. grupo criollo, en vivero, Río Negro - Satipo. Satipo-Perú: UNCP. Recuperado de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4878/Garcia%20Reyes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, J. (2019). Comparación de la concentración de Cadmio en Plantaciones de Cacao en los distritos de Huicungo y San Martín de Alao - 2018. Tarapoto-Perú: Universidad César Vallejo. Recuperado de

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39344/Garc%c3%ada_RJN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez, P. (2017). Validación de dos opciones de fertilizantes en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.). Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil. Recuperado de

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21560/1/G%c3%b3mez%20Alvarado%20Pablo%20lv%c3%a1n.pdf>

Guerrero, B. V. (2007). Los ácidos carboxílicos de extractos de vegetales y la humedad del suelo influyen en la producción y el rajado del fruto de uchuva (*Physalis eruviana* L.), . *facultad de agronomía, universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Revista colombiana, V.*

Gutiérrez, D. (2019). “Manejo de labores culturales del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de la finca Dos hermanos en la ciudad de Montalvo”. Babahoyo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6478/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000190.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Herrera, J. (2015). Optimización de un método para la extracción de proteínas de cacao (*Theobroma cacao* L.) para su empleo en análisis proteómico. Quevedo – Los Ríos - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1270/6/T-UTEQ-0018.pdf>

León, L. (2015). Estudio sobre niveles de fertilización a abse de N, P, K, Mg utilizando una fuente de liberación controlada en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Ecuador: Universidad de Guayaquil. Recuperado de

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8410/1/Le%c3%b3n%20Campo verde%20Luis.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8410/1/Le%c3%b3n%20Campo%20verde%20Luis.pdf)

Lopez, Hernandez, y Medina. (2012). Adsorción de ácidos carboxílicos de origen vegetal y bacteriano en un suelo agrícola. *Terra Latinoam vol.30 no.3versión On-line ISSN 2395-8030versión impresa ISSN 0187-5779*.

Macías, A., y Bravo, K. (2021). Caracterización morfológica y fisiológica de 9 selecciones ancestrales de cacao nacional en Manabí. Calceta: ESPAMMFL. Recuperado de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1540/1/TTA24D.pdf>

Martín, L. (2018). Fertilización a base de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular . Tecnología Hortícola.

Mato, R. (2020). Promoción del manejo del cultivo de cacao en el distrito de Padre Abad. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4820/UNU_AGRONOMIA_2020_M_RONALD-MATO.pdf?sequence=1

Ministerio del Buen Vivir. (2016). buenvivir.ec. Recuperado de <http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio>

Moreno, G. (2008). Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de tres tipos de cultivos. *Terra Latinoamericana, vol. 16, núm. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.*, pp. 49-54.

Nivela, D. (2020). Relaciones alométricas para estimar biomasa aérea en cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de origen trinitario (CCN-51) y tipo nacional en la provincia de Los Ríos. Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad

- Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5365/1/T-UTEQ-0264.pdf>
- Paspuel, M. (2018). Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua. Quito: Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15195/1/T-UCE-0004-A82-2018.pdf>
- Pinargote, M. (2015). Comportamiento productivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 ante diferentes formulaciones de fertilización. Quevedo, 2014. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/334/1/T-UTEQ-0020.pdf>
- Ponce, R. (2015). Manejo de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), considerando parámetros epidemiológicos que permitan reducir el uso de fungicidas. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1287/1/T-UTEQ-0010.pdf>
- PROQUISA. 2002. Boletín informativo: Packhard y Promesol 5x. 4 p
- Quevedo, C. (2016). Etiología y ensayos de antiesporulación de la moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cip y Par) en frutos de cacao, en el distrito de San Juan de Bogote, provincia de Morropón. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura. Recuperado de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2097/AGR-QUE-POZ-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivera, J. (2017). Diversidad microbiológica del suelo en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) de origen trinitario y nacional en la zona de Buena Fé,

- provincia de Los Ríos. Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Recuperado. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2717/1/T-UTEQ-0083.pdf>
- Rodríguez, J., y Plaza, G. (2016). Efecto de ácidos hidroxicarboxílicos en la biorregulación del estrés causado por herbicidas en el cultivo de tomate. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732016000100006
- Rodríguez, P. (2019). Estudio de la fertilización edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la hacienda San José, cantón Babahoyo. Babahoyo- Los Ríos- Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6844/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000050.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Román, L; y Gutiérrez, M. (1998). Evaluación de ácidos carboxílicos y nitrato de calcio para incrementar calidad, cantidad y vida de anaquel en tres tipos de melón. *Terra Latinoamericana*, 16(1), 49-54. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57316106.pdf>
- Rosas, J. (2021). Efecto de la aplicación de dolomita y magnocal en la dinámica del suelo y crecimiento vegetativo del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Neshuya-Padre Abad. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de http://www.repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5232/B03_2022_UNU_AGRONOMIA_2021_T_JAVIER-ROSAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Saigua, P., y Sánchez, M. (2021). Evaluación y caracterización de ácidos orgánicos presentes en cuatro bebidas ancestrales fermentadas como preparados enzimáticos. Latacunga-Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8175/1/PC-002075.pdf>
- Sánchez, R. (2020). Evaluar el comportamiento de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Sivia-Huanta. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3687/TESIS-2020-AGRONOMIA-SANCHEZ%20GALA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tantalean, E. (2017). Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN-51 en suelo aluvial y residual. Tingo María-Perú: Universidad Nacional Agraria de La Selva. Recuperado de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1242/TPE_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Torres, S. (2015). Macroinvertebrados del suelo en cuatro unidades agroecológicas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la región San Martín. Tarapoto-Perú: UNSM. Recuperado de <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/1855/ITEM%4011458-992.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tuesta, K. (2019). Efecto de tres sistemas de manejo sobre el contenido de cadmio (Cd) en la hojarasca y en la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en San Alejandro Ucayali, Perú. Pucallpa-Perú: Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4229/UNU_AGRONOMIA_2019_T_KERVIN-TUESTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valenzuela, P. (1999). Evaluacion de acidos carboxilicos en produccion de semilla de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo cultivo forzado. Chile: Universidad Mayor. Fac. de Ciencias Silvoagropecuarias. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=024895>

9.Anexos



Figura 1. Croquis de campo
 Tapia, 2023

COSECHA DE 1000 KG DE CACAO SECO/HA/AÑO					
Demanda de nutrientes	N kg	P ₂ O ₅ kg	K ₂ O kg	Ca kg	MgO kg
Colombia Mejía	31-40	5-6	54-86	5-8	2.5
Ecuador Anecacao	30	8	40	13	10
Costa Rica. P Descamp	30	7	50	10	8

Anecacao recomienda que para cosechar 1000 kg de cacao seco/ha/año se debe aplicar 30 kg N, 8Kg P 40 Kg K, 13 Kg de Ca, Y 10 Kg de MgO

Figura 2. Cosecha de 1000 kg de cacao seco/ha/año
 Tapia, 2023



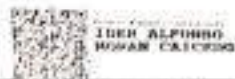
RESULTADOS

A través del presente, se da a conocer los siguientes resultados paramétricos del componente edáfico.

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Daniel Eduardo Tapia Cruz.
NOMBRE DEL PREDIO: Finca "Vianta"
FECHA TOMA DE MUESTRA: 14 de Diciembre de 2022
COORDENADAS ESTÁNDAR UTM: 17S 661664.335E 9773127.718N

DESCRIPCIÓN	NOM.	UNIDAD DE MEDIDA	DATO
Nitrato	NO ₃	mg/l	6,3
Fosfato	PO ₄	mg/l	1,7
Potasio	K	mg/l	9,0
Potencial de Hidrógeno	pH	Escala 0-14	7,12
Conductividad Eléctrica	C.E.	μS	5,7
Salinidad	Sal	ppt	0,03

Atentamente:



Ing. Agr. Ider Morán Caicedo, M.Sc.
 REG. SENESCYT: 1006-10-1017644
 Número de Registro SETEC: MDT-5030-CCL-310858

CONTACTOS:
 +503 99 137 2251
 ae.soluciones@gmail.com

impulsado por CamScanner

Figura 3. Resultado del análisis del suelo
 Tapia, 2023

Tabla 17. Análisis de varianza de número de mazorcas

Variable	N	R ²	Rp ²	Aj	CV
Número de mazorca	25	0,97	0,96	3,61	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	331,94	8	41,49	65,29	<0,0001
Tratamiento	318,61	4	79,65	125,34	<0,0001
Repeticiones	13,33	4	3,33	5,25	0,0068
Error	10,17	16	0,64		
Total	342,11	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,54460

Error: 0,6355 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3 Ácido carboxílico 100cc..	25,68	5	0,36	A	
T2 Ácido carboxílico 750 c..	24,34	5	0,36	A	B
T1 Ácido carboxílico 500 c..	23,65	5	0,36		B
T4 NPK	21,00	5	0,36		C
T5 Testigo absoluto	15,62	5	0,36		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Tapia, 2023

Tabla 18. Análisis de varianza de diámetro de mazorcas

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diámetro de mazorcas	25	0,84	0,75	2,48	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,85	8	0,73	10,19	0,0001
Tratamiento	4,81	4	1,20	16,74	<0,0001
Repeticiones	1,04	4	0,26	3,64	0,0273
Error	1,15	16	0,07		
Total	7,00	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51911

Error: 0,0718 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3 Ácido carboxílico 100cc..	11,22	5	0,12	A	
T2 Ácido carboxílico 750 c..	11,18	5	0,12	A	
T1 Ácido carboxílico 500 c..	11,01	5	0,12	A	B
T4 NPK	10,50	5	0,12		B C
T5 Testigo absoluto	10,08	5	0,12		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Tapia, 2023

Tabla 19. Análisis de varianza de longitud de mazorcas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de mazorcas	25	0,97	0,96	1,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	114,61	8	14,33	69,23	<0,0001
Tratamiento	107,97	4	26,99	130,43	<0,0001
Repeticiones	6,65	4	1,66	8,03	0,0009
Error	3,31	16	0,21		
Total	117,93	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,88146

Error: 0,2069 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 Ácido carboxílico 100cc..	26,36	5	0,20 A
T2 Ácido carboxílico 750 c..	25,58	5	0,20 A B
T1 Ácido carboxílico 500 c..	24,88	5	0,21 B
T4 NPK	23,80	5	0,20 C
T5 Testigo absoluto	20,42	5	0,20 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Tapia, 2023

Tabla 20. Análisis de varianza de peso de 100 granos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 grano	25	0,80	0,69	3,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1167,72	8	145,97	7,76	0,0003
Tratamiento	1068,34	4	267,08	14,20	<0,0001
Repeticiones	99,38	4	24,85	1,32	0,3046
Error	300,99	16	18,81		
Total	1468,71	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,40404

Error: 18,8119 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3 Ácido carboxílico 100cc..	147,04	5	1,94 A
T2 Ácido carboxílico 750 c..	145,06	5	1,94 A
T1 Ácido carboxílico 500 c..	142,53	5	1,97 A
T4 NPK	139,68	5	1,94 A
T5 Testigo absoluto	128,46	5	1,94 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
 Tapia, 2023

Tabla 21. Análisis de varianza de rendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	25	0,96	0,94	5,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2833809,01	8	354226,13	49,07	<0,0001
Tratamiento	2718215,93	4	679553,98	94,13	<0,0001
Repeticiones	115593,08	4	28898,27	4,00	0,0195
Error	115504,35	16	7219,02		
Total	2949313,36	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=164,63099

Error: 7219,0221 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 Ácido carboxílico 100cc..	1886,99	5	38,00	A
T2 Ácido carboxílico 750 c..	1701,63	5	38,00	B
T1 Ácido carboxílico 500 c..	1563,52	5	38,50	B
T4 NPK	1386,69	5	38,00	C
T5 Testigo absoluto	921,39	5	38,00	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Tapia, 2023



Figura 4. Colocación de los letreros (tratamientos)
Tapia, 2023



Figura 5. Colocación de cinta para la separación de los tratamientos
Tapia, 2023



Figura 6. Recolección de muestras del suelo para su respectivo análisis
Tapia, 2023



Figura 7. Colocación del letrero de identificación del proyecto de tesis Tapia, 2023



Figura 8. Aplicación del ácido carboxílico más NPK por cada uno de los tratamientos Tapia, 2023



Figura 9. Cosecha del cacao de cada uno de los tratamientos, para las respectivas tomas (numero, diámetro y longitud de mazorcas, peso de 100 granos y rendimientos)

Tapia, 2023



Figura 10. Toma de datos de número de mazorcas

Tapia, 2023



Figura 11. Toma de datos de diámetro de mazorcas
Tapia, 2023



Figura 12. Toma de datos de longitud de mazorcas
Tapia, 2023



Figura 13. Toma de datos de peso de 100 granos
Tapia, 2023



Figura 14. Vista del docente guía
Tapia, 2023



Figura 15. Finalización del proyecto junto al tutor
Tapia, 2023