



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTIVIDAD DE TRATAMIENTOS FISIONUTRICIONALES
ORGÁNICOS Y ECOLÓGICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL
CACAO NACIONAL FINO DE AROMA**

AUTORAS:

**JESSENIA MARÍA MERO SALTOS
MARÍA VANESSA RODRÍGUEZ COBEÑA**

TUTOR:

ING. DIÓGENES ALEJANDRO CEDEÑO LOOR, Mgs.

CALCETA, JULIO DE 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

JESSENIA MARÍA MERO SALTOS con cédula de ciudadanía **131794896-4** y **MARÍA VANESSA RODRÍGUEZ COBEÑA** con cédula de ciudadanía **131343095-9** declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE TRATAMIENTOS FISIONUTRICIONALES ORGÁNICOS Y ECOLÓGICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CACAO NACIONAL FINO DE AROMA**, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado de calificación profesional, y que hemos consultados las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso comercial de la obra, con fines estrictamente académicos conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autores de la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

Jessenia Mero

JESSENIA MARÍA MERO SALTOS

CC: 131794896-4

Vanessa Rodriguez

MARÍA VANESSA RODRÍGUEZ COBEÑA

CC: 131343095-9

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

JESSENIA MARÍA MERO SALTOS con cédula de ciudadanía **131794896-4** y **MARÍA VANESSA RODRÍGUEZ COBEÑA** con cédula de ciudadanía **131343095-9**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE TRATAMIENTOS FISIONUTRICIONALES ORGÁNICOS Y ECOLÓGICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CACAO NACIONAL FINO DE AROMA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



JESSENIA MARÍA MERO SALTOS
CC: 131794896-4



MARÍA VANESSA RODRÍGUEZ COBEÑA
CC: 131343095-9

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. CEDEÑO LOOR DIÓGENES ALEJANDRO, Mg. Sc, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE TRATAMIENTOS FISIONUTRICIONALES ORGÁNICOS Y ECOLÓGICOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CACAO NACIONAL FINO DE AROMA**, que ha sido desarrollado por **MERO SALTOS JESSENIA MARÍA** y **RODRÍGUEZ COBEÑA MARÍA VANESSA**, previo a la obtención del título de **INGENIERA AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. CEDEÑO LOOR DIÓGENES ALEJANDRO Mg. Sc.
CC: 1307040814
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE TRATAMIENTOS FISIONUTRICIONALES ORGÁNICOS Y ECOLÓGICOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO NACIONAL FINO DE AROMA**, que ha sido desarrollado por Jessenia María Mero Saltos y María Vanessa Rodríguez Cobeña, previo a la obtención del título de Ingeniera Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA, Mg. Sc.
CC: 1311956831
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. CRISTIAN SERGIO VALDIVIESO LÓPEZ, Mg. Sc.
CC: 1717929283
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. SERGIO MIGUEL VÉLEZ ZAMBRANO, Mg. Sc.
CC: 1310476773
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por brindarnos una educación superior de excelente calidad, en la cual nos ayudara a crecer en nuestra vida profesional.

En primer lugar, a Dios por darnos vida para seguir luchando con nuestro sueño y así poder alcanzar nuestro objetivo planteado, poder culminar nuestra investigación de la mejor manera.

A mi pequeño hijo Elliot por ser parte fundamental en mi vida a mi padre Ramiro Mero y a mi madre Adelaida Saltos, a mi hermano Darwin por su apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida gracias por su amor infinito, por el sacrificio que hicieron día tras día.

A Vanessa Rodríguez mi compañera del presente proyecto de titulación quien estimo aprecio mucho ella sabe el sacrificio que hicimos para alcanzar esta meta en nuestra vida ya que no fue nada fácil, pero logramos objetivo propuesto.

Al tutor de tesis Ing. Diógenes Cedeño Loor, Al Ing. Galo Cedeño García por ayudarnos en la ejecución de nuestro proyecto de titulación, por todas sus enseñanzas en este paso fundamental de formación para nuestra vida profesional.

A los miembros del tribunal de la carrera de Ingeniería Agrícola, por aportar con sus conocimientos en el desarrollo del proyecto de titulación.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por darme salud para seguir adelante con mis estudios por darme la fuerza en los momentos más difícil sé que el camino era muy difícil pero cuando se hacen las cosas de corazón todo se puede lograr alcanzar.

Ante todo, mis padres por su apoyo incondicional por el esfuerzo que hicieron día tras día por darme lo mejor por recordarme todos los días cual era el objetivo de alcanzar sin ellos no hubiera sido posible esto ellos de dedico todos mis esfuerzos.

A mi hijo muestra de amor infinito, mi inspiración a seguir adelante por un mejor futuro para nosotros gracias por ser mi motivación y la fuerza que me das todos los días mamá te ama.

A cada uno de mis compañeros por compartir durante toda la trayectoria de estudio y por los buenos, malos momentos que pasamos, pero como grupo supimos salir adelante así conseguir nuestro objetivo.

Jessenia María Mero Saltos

AGRADECIMIENTO

A la ESPAM-MFL por haberme abierto sus puertas y acogerme de la mejor manera, para prepararme con docentes de calidad y lograr realizarme como profesional en una educación superior de eficacia.

A Dios por darme salud, vida y fuerzas para nunca desmayar en este largo camino de aprendizaje.

A mis padres Gonzalo Rodríguez y Jenny Cobeña por ser pilares fundamentales en mi vida, por brindarme su apoyo incondicional, por haber sido mi motor para nunca desmayar, gracias a ellos he logrado alcanzar una de mis metas más importantes propuestas.

A mis herman@s Michael Rodríguez, Liceth Rodríguez, y Jessica Rodríguez por haberme motivado todo el transcurso de mi carrera a nunca desmayar, por su apoyo incondicional y por su amor infinito.

A Jessenia Mero mi compañera del presente trabajo de titulación a quien respeto, admiro y quiero mucho, quien me ha comprendido y apoyado en los momentos más difíciles de este proceso.

A Darwin Almeida y Pedro García por habernos ayudado y apoyado en la aplicación de productos y toma de datos durante todo este proceso.

Finalmente, a mi tutor Diógenes Cedeño, quien con sus conocimientos y apoyo me orientó a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba. De la misma manera a los ingenieros miembros del tribunal; Galo Cedeño, Cristian Valdivieso y Sergio Vélez por guiarnos y aportar sus conocimientos en nuestro trabajo de titulación.

DEDICATORIA

A mis padres ya que, sin su esfuerzo, mi sueño de obtener mi título profesional de tercer nivel no hubiese sido posible, les agradezco de corazón por cada uno de los sacrificios que realizaron durante toda mi trayectoria de preparación, agradezco cada palabra de aliento que me supieron brindar cuando estaba lejos de casa.

A mis hermanos que de la misma manera siempre me brindaron su apoyo y me dieron ánimos para no desmayar, a mis abuelos que de una u otra manera siempre creyeron en mí. Finalmente, a la memoria de mi abuela materna quien siempre me apoyó y se emocionó por cada uno de mis logros por más pequeños que eran, sé que donde quiera que esté, se alegra que haya culminado esta etapa tan anhelada.

María Vanessa Rodríguez Cobeña

CONTENIDO GENERAL

PORTADA	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO DE TABLAS	xiii
CONTENIDO DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DE PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. IMPORTANCIA DEL CACAO A NIVEL GLOBAL, REGIONAL Y NACIONAL	4
2.2. TRATAMIENTOS FISIONUTRICIONALES ORGÁNICOS Y ECOLÓGICOS	5
2.3. ECOFISIOLOGÍA DEL CACAO NACIONAL FINO DE AROMA	5
2.4. TEMPERATURA	5
2.4.1. PRECIPITACIÓN	6
2.4.2. ABSCISIÓN DE HOJAS	6

2.4.3. FOTOSÍNTESIS	6
2.5. PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CACAO	6
2.6. EXIGENCIAS EN CLIMA Y SUELO	7
2.6.1. EXIGENCIAS EN CLIMA	7
2.6.2. EXIGENCIAS EN SUELO	8
2.7. DEMANDA NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE CACAO	8
2.8. ELEMENTOS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE CACAO	9
2.8. FUNCIÓN DE LOS MACRO Y MICRONUTRIENTES.....	9
2.8.1. NITRÓGENO (N)	10
2.8.2. FÓSFORO (P)	10
2.8.3. POTASIO (K)	10
2.8.4. CALCIO (Ca)	10
2.8.5. MAGNESIO (Mg)	11
2.8.6. AZUFRE (S)	11
2.9. FERTILIZACIÓN	11
2.10. EXPERIENCIAS EN FERTILIZACIONES ORGÁNICA.....	11
2.11. RIESGOS DE LA SOSTENIBILIDAD	12
2.12. FUENTES UTILIZADAS EN LA FERTILIZACION CONVENCIONAL	12
2.12.1. ÚREA	12
2.13. QUÉ ES UN PRODUCTO ÓRGANICO.....	14
2.14. QUÉ ES UN PRODUCTO BIOLÓGICO	14
2.15. QUÉ ES UN PRODUCTO ECOLÓGICO	14
2.16. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	14
2.17. ENMIENDAS ORGÁNICAS MINERALES.....	15
2.18. BIOFERTILIZANTES	15
2.19. FERTILIZACIÓN FOLIAR	15
2.20. FERTILIZACIÓN EDÁFICA.....	15

2.21. LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CACAO	16
2.21.1. CT: COSTOS TOTALES (USD ha ⁻¹)	16
2.21.2. IT: INGRESOS TOTALES (USD ha ⁻¹)	17
2.21.3. BET: BENEFICIO ECONÓMICO TOTAL (USD ha ⁻¹)	18
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	20
3.1. UBICACIÓN	20
3.2. DURACIÓN	20
3.3. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICA	21
3.4. MATERIAL VEGETAL	21
3.5. TRATAMIENTOS	22
3.6. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	22
3.7. VARIABLES RESPUESTA	23
3.7.1. NÚMERO DE MAZORCAS SANAS PLANTA ⁻¹	23
3.7.2. NÚMERO DE CHERELLES PLANTA ⁻¹	23
3.7.3. NÚMERO DE MAZORCAS ENFERMAS PLANTA ⁻¹	23
3.7.4. PESO DE GRANO FRESCO PLANTA ⁻¹	23
3.7.5. RENDIMIENTO DE GRANO SECO	23
3.8. ANÁLISIS DE DATOS	23
3.9. ANÁLISIS AGROECONÓMICO	23
3.10. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	24
3.10.1. CONTROL DE MALEZA	24
3.10.2. RIEGO	24
3.10.3. PODAS DE MANTENIMIENTO Y FITOSANITARIAS	24
3.10.4. FERTILIZACIÓN	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33

ANEXOS.....	38
-------------	----

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura	6
Tabla 2. Elementos Nutritivos que requiere el cacao	9
Tabla 3. Condiciones Climáticas.....	21
Tabla 4. Promedios mensuales de las variables climáticas.....	21
Tabla 5. Número de tratamientos en estudio	22
Tabla 6. Esquema de ADEVA	22
Tabla 7. Beneficio económico neto de tratamientos de fertilización en cacao Nacional.	30

CONTENIDO DE FIGURAS

Ilustración 1. Flujo de costos y rentabilidad. Fuente. Molina (2017).....	16
Ilustración 2. Ubicación del área de estudio. Fuente. Las autoras	20
Ilustración 3. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de mazorcas sanas de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T ₁ = Enmiendas orgánico-minerales; T ₂ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; T ₃ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; T ₄ = Fertilización química convencional; T ₅ = Tratamiento control.	25
Ilustración 4. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de frutos cherelles de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T ₁ = Enmiendas orgánico-minerales; T ₂ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; T ₃ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; T ₄ = Fertilización química convencional; T ₅ = Tratamiento control.	26
Ilustración 5. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de mazorcas enfermas de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T ₁ =	

Enmiendas orgánico-minerales; **T₂** = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; **T₃** = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; **T₄** = Fertilización química convencional; **T₅** = Tratamiento control.27

Ilustración 6. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de granos fresco de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). **T₁** = Enmiendas orgánico-minerales; **T₂** = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; **T₃** = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; **T₄** = Fertilización química convencional; **T₅** = Tratamiento control.28

Ilustración 7. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de granos secos de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). **T₁** = Enmiendas orgánico-minerales; **T₂** = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; **T₃** = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; **T₄** = Fertilización química convencional; **T₅** = Tratamiento control.29

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos sobre el rendimiento del cacao nacional fino de aroma. La investigación se desarrolló de febrero del 2022 a febrero del 2023, en el sitio la Vainilla de la parroquia Canuto del cantón Chone Provincia de Manabí. Los tratamientos evaluados fueron Enmiendas orgánico-minerales edáficas (T1), Enmiendas orgánico-minerales edáficas + Bioestimulante edáfico (T2), Enmiendas orgánico-minerales edáficas + Bioestimulante edáfico y foliar (T3), Fertilización química convencional (T4) y tratamiento control (T5). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales. El rendimiento de grano fue influenciado significativamente ($p < 0.05$) por los tratamientos de fertilización evaluados, donde los tratamientos T3 y T4 lograron las mayores cifras 1,792 y 1,935 (kg ha^{-1}), con relación a los demás tratamientos que alcanzaron menor productividad. De igual manera los mayores beneficios netos de la fertilización se lograron con los tratamientos T3 y T4, con 2,570 y 2,270 USD ha^{-1} , respectivamente. Los resultados denotan que, si bien es cierto la fertilización orgánica, no logra los rendimientos agronómicos de la fertilización química convencional, el mayor precio que se oferta por el cacao orgánico certificado compensa económicamente el menor rendimiento, por lo que la fertilización orgánica puede ser viable para la producción de cacao certificado.

PALABRAS CLAVE

Theobroma cacao, manejo fisionutricional, enmiendas, Bioestimulante, productividad.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the effectiveness of organic and ecological physionutritional treatments on the yield of fine aroma national cocoa. The investigation was carried out from February 2022 to February 2023, in La Vanilla site in Canuto parish in Chone Canton, Manabí Province. The evaluated treatments were soil organic-mineral amendments (T1), soil organic-mineral amendments + soil biostimulant (T2), soil organic-mineral amendments + soil and foliar biostimulant (T3), conventional chemical fertilization (T4) and control treatment (T5). A completely randomized block design (DBCA) was used, with five treatments, four repetitions and 20 experimental units. The main variables recorded were grain yield (kg ha⁻¹) and net economic benefit (USD ha⁻¹). The grain yield was significantly influenced ($p < 0.05$) by the fertilization treatments evaluated, where the treatments T3 and T4 achieved the highest yield with 1972 and 1935, in relation to the other treatments that reached lower productivity. Similarly. The greatest net benefits or fertilization were achieved with treatments T3 and T4, with 2570 and 2270 USD ha⁻¹, respectively. The results denote that, although organic fertilization is true, it does not achieve the agronomic yields of conventional chemical fertilization, the higher price offered for certified organic cocoa financially compensates for the lower yield, so organic fertilization can be viable for the production of certified cocoa.

KEY WORDS

Theobroma Cacao, Physionutritional Management, Amendments, Biostimulant, Productivity.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DE PROBLEMA

Según Morales et al. (2018) la producción de cacao en Ecuador es un rubro de gran importancia debido a que genera significativas fuentes de ingresos económicos y brinda trabajo a miles de familias, sin embargo, el uso inadecuado de fertilizantes químicos ha provocado problemas graves en el suelo y por ende en el rendimiento del cultivo.

La principal problemática de este cultivo es la baja productividad, Motato y Pincay (2015), mencionan que, en Ecuador en la provincia de Manabí es una de las mayores extensiones de terreno ocupadas por el cultivo de cacao. Sin embargo, los elementos como nitrógeno (N), azufre (S), zinc (Zn) y boro (B) que son macro y micronutrientes claves para obtener una buena producción, son deficientes en estos suelos. Además, los suelos manabitas presentan niveles excesivos de calcio (Ca) lo que contribuye a la disminución en la absorción de B y Zn y definitivamente conlleva a limitaciones en la producción en las plantaciones de cacao.

Con respecto a la productividad, la mayor limitante es el riego, a juzgar por los datos estadísticos del año 2020 los cuales indican que apenas el 23.1% de las plantaciones de cacao cuentan con riego permanente, e incluso que el 76.9% de las áreas de cultivo no cuenta con ningún tipo de riego. Estas deficiencias de agua en época de crecimiento o producción, que les provoca estrés hídrico, afectan de forma notable a la productividad con datos muy bajos (Pilataxi, 2021).

En cuanto a la fertilización que se realiza a este cultivo se aplican aproximadamente un promedio de 134 kg ha⁻¹ de fertilizantes, cantidad que está muy por debajo de la necesidad nutricional del mismo. Esta es otra causa por la cual se tiene en el campo manabita baja productividad en el cultivo, tal como describen Motato y Pincay (2015). Sin embargo, el uso de tecnologías orgánicas y ecológicas también es una opción que permite producir cantidades más elevadas, pero con mejor calidad (Zanor et al., 2018).

Preservar la fertilidad de los suelos es nuestra responsabilidad por este motivo, proponemos usar productos ecológicos y biológicos con el fin de ofrecer a los consumidores productos inocuos libres de tóxicos (Organismo Internacional Regional de sanidad agropecuaria, 2016). Debido a lo expuesto y en el marco de esta investigación, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo beneficia el uso de fisonutrientes orgánicos y ecológicos en el rendimiento de cacao nacional fino de aroma?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad en Ecuador existe poca área de cultivo dedicada a la producción orgánica de cacao tal es así que el tema de la fertilización orgánica es muy poco conocido. La realidad es que no hay muchas investigaciones relacionadas con los tratamientos orgánicos y ecológicos para incrementar la producción de cacao orgánico. Con los resultados de esta investigación, se espera lograr un ajuste metodológico que posibilite extraer recomendaciones para los agricultores que se dedican a la producción orgánica de cacao.

El trabajo de investigación se justifica plenamente si con los resultados obtenidos utilizando fertilización orgánica se demuestra que los agricultores cacaoteros van a ver aumentados sus rendimientos y productividad, ayudando a mejorar su calidad de vida.

Darle prioridad al uso de nutrientes orgánicos al cultivo aportará en el impacto ambiental debido a que se logrará disminuir la carga química existente en el suelo, es decir; reducir el uso de los agroquímicos que estos a largo plazo afectan a la salud humana y a las propiedades del suelo. Se deduce que el uso de fertilizantes orgánicos y químicos muestra resultados muy semejantes en producción, sin embargo, en costo el usar fertilización orgánica en cultivo de cacao presenta mejores perspectivas económicas para el agricultor y comerciantes.

En el aspecto social este trabajo se sustenta en el objetivo 12, Producción y Consumo Responsable de la agenda 2030, el literal 12.4, especifica que se deben “Lograr la gestión ecológicamente racional de los productos y de todos los

desechos a lo largo de su ciclo de vida, a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente” (Naciones Unidas, 2018, p. 56). De la misma manera se sustenta en el “Plan Nacional de Desarrollo 2017- 2021”, dentro de sus objetivos en el eje 2, se establece “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2019, p. 61).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1.OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos sobre el rendimiento del cacao nacional fino de aroma.

1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la eficacia de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en el rendimiento del cacao nacional fino de aroma con respecto a la fertilización convencional química.
- Estimar los beneficios económicos de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en cacao nacional fino de aroma.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos un tratamiento fisionutricional orgánico y uno ecológico produce rendimientos similares a los conseguidos con la fertilización convencional química en cacao nacional fino de aroma.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. IMPORTANCIA DEL CACAO A NIVEL GLOBAL, REGIONAL Y NACIONAL

El cultivo de cacao nacional fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) posee gran importancia socioeconómica en América Latina, el Caribe ya que es uno de los principales productos de exportación. En la región, el cultivo de cacao tiene una histórica trayectoria asociada a millones de individuos, varios de ellos vinculados con la agricultura familiar, por lo cual es fuente de ingresos económicos y beneficia en la redistribución de la riqueza de las naciones (INIAP, 2019).

En el Ecuador, el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) cuenta con un papel fundamental en la economía nacional, siendo destacado a partir de que se fortaleció el modelo primario exportador a principios de la república. No obstante, hasta la fecha aún con menor trascendencia económica frente al total de las exportaciones del territorio, esta actividad con el pasar los años vino siendo un generador de trabajo, fuente de alimentos que contribuyen a la autonomía alimentaria, y dinamismo comercial a nivel rural (Viteri, 2016).

Según datos estadísticos la curva de los rendimientos no ha tenido importantes variaciones en el tiempo más bien presenta altos y bajos. Esto evidencia los problemas que aún enfrenta el sector productivo, uno de ellos es la sensibilidad del cultivo a los factores climatológicos (Sánchez et al., 2019).

La producción de cacao en el Ecuador se da en casi todas las provincias y se produce como “monocultivo” o en asociación con otras especies. La mayor concentración del cultivo se encuentra en las provincias del litoral, sin embargo, en las provincias de Orellana y Sucumbíos se estima que en los últimos años la superficie sembrada se ha incrementado aproximadamente en 20.000 ha de cacao tipo Nacional (Garzón, 2013).

2.2. TRATAMIENTOS FISIONUTRICIONALES ORGÁNICOS Y ECOLÓGICOS

La nutrición del cacao es muy importante para el desarrollo fisiológico de la planta, el crecimiento óptimo y los niveles de rendimiento esperados según la edad y la variedad de la planta, pero el contenido de nutrientes varía. Esto se debe a que son organismos en constante evolución causados por las condiciones climáticas cambiantes, la meteorización de las materias primas (Compañía Nacional del Cacao, 2021).

En la agricultura orgánica, el enfoque de la nutrición de las plantas es fundamentalmente diferente de los métodos de cultivo tradicionales; mientras que la agricultura convencional se enfoca en la nutrición directa de las plantas utilizando en su mayoría fertilizantes minerales altamente solubles (López et al., 2012).

2.3. ECOFISIOLOGÍA DEL CACAO NACIONAL FINO DE AROMA

La ecofisiología es la respuesta e interacción del medio ambiente y los humanos a la fisiología de la planta de cacao y sus elementos constituyentes, estudia la relación entre la actividad fisiológica y la productividad. Integra conceptos de distintas disciplinas a mayor nivel de complejidad con la finalidad de generar pautas de manejo para los productores y de orientar al mejoramiento genético de las especies cultivadas (Andrade et al., 2011).

El desarrollo óptimo del cultivo de cacao se manifiesta en una buena producción, la cual es de gran importancia considerar los siguientes factores:

2.4. TEMPERATURA

Regula el crecimiento de las plantas, especialmente de los tallos, los cuales requieren el crecimiento y engrosamiento de la estructura para formar el fruto (coliflor). Para obtener una producción ideal, los árboles de cacao necesitan una precipitación anual entre 1.150 y 2.500 mm y temperaturas entre “21° y 32° C” (León et al., 2016).

Tabla 1. Temperatura

MENOR TEMPERATURA <22°C	MAYOR TEMPERATURA >28°C
Menor crecimiento vegetativo	Mayor crecimiento vegetativo
Menor producción de flores	Mayor producción de flores
Mayor intervalo entre lanzamientos	Menor intervalo entre lanzamientos

Fuente. (León et al., 2016)

2.4.1. PRECIPITACIÓN

La planta de cacao es poco tolerante a la sequía debido a esto si las precipitaciones disminuyen demasiado afecta en el crecimiento y desarrollo de la misma primordialmente en la etapa inicial (Ortiz et al., 2019).

2.4.2. ABSCISIÓN DE HOJAS

Estas son emisiones y la caída de las hojas es causada por muchos factores, tales como el clima, la deshidratación, la presión de la poda y la competencia por los nutrientes entre las hojas jóvenes y las viejas.

2.4.3. FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es un proceso bioquímico que ocurre naturalmente en las plantas, descendentes por la radiación solar y los cloroplastos donde la materia inorgánica (dióxido de carbono-CO₂) se convierte en materia orgánica (azúcar-C₁₂H₂₂O₁₁) y se liberan subproductos (oxígeno-O₂).

2.5. PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CACAO

La producción de cultivos está influenciada por tres factores principales: el rendimiento, el clima, el suelo y los requisitos del cultivo, los recursos necesarios para conceptualizar cómo funciona el sistema. Acorde a (Vera, 2021), para mejorar la producción de cacao se debería tener en cuenta los componentes del medio

ambiente y sus interacciones, pero el incremento efecto sobre aumento y productividad es dependiente de la genética, que establece las propiedades fisiológicas y morfológicas.

2.6. EXIGENCIAS EN CLIMA Y SUELO

2.6.1. EXIGENCIAS EN CLIMA

- **Humedad relativa**

La humedad relativa es importante porque puede promover la propagación de algunas enfermedades de la fruta, la humedad se convierte en el medio ideal para el desarrollo de los patógenos. Estos requisitos climáticos hacen que el cultivo del cacao se concentre en las tierras bajas tropicales (Díaz, 2018).

- **Heliofanía**

La radiación solar que llega a la Tierra es una importante fuente de energía renovable debido a que inicia la cadena energética global, es la variable más importante en meteorología. Como la fuente de energía para la mayoría de los procesos en nuestro planeta, es esencial en los procesos físicos, química y biología, como la fotosíntesis, que influye en la transpiración, el crecimiento de los cultivos, entre otros (Recalde, et al. 2015).

- **Temperatura mínima**

La temperatura mínima es una de las condiciones climáticas más importantes y tiene una gran influencia en el clima, impacto en la vida humana, animal y vegetal. La temperatura mínima alcanzada durante el día se registra diariamente haciendo el uso de termómetros de alcohol (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2013, p. 1).

- **Temperatura Máxima**

Se llama temperatura máxima a la más alta registrada durante un período de tiempo determinado, se mide con un termómetro de mercurio uno de los cuales el capilar se contrae de modo que sólo puede subir una columna de mercurio (Correa, 2013).

- **Velocidad del viento**

Es el movimiento del aire provocado por el calentamiento diferencial de las superficies que presenta variaciones en el tiempo y en el espacio. El viento se refiere al movimiento horizontal del paquete aire (puede alcanzar largas distancias y puede operar a diferentes escalas tiempo) limitado por el espesor de la capa debido al movimiento vertical (Marco conceptual, Viento, 2014).

2.6.2. EXIGENCIAS EN SUELO

La humedad relativa es importante porque puede promover la propagación de algunas enfermedades de la fruta, estos requisitos climáticos hacen que el cultivo del cacao se concentre en las tierras bajas tropicales. La capa suele degradarse bastante veloz una vez que el área del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa; por esto es común el trabajo de plantas leguminosas auxiliares que posibiliten la sombra básica y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo (Alvarado, 2016).

2.7. DEMANDA NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE CACAO

Paspuel (2018) indica que el cacao al igual que otros cultivos requiere suelo fértil para su crecimiento y producción, ya que los suelos fértiles, además de una apariencia deseable, aportan nitrógeno, fósforo y potasio; interviniendo macro elementos secundarios como calcio y magnesio y micronutrientes como hierro, cobre, manganeso y zinc. La experiencia de Ecuador muestra que la productividad de los huertos puede duplicarse o incluso triplicarse a medida que mejoran los niveles tecnológicos.

Un suelo fértil además de un aspecto deseable debe tener una buena constitución química, la que está dada por macro elementos nutricionales primarios como Nitrógeno, Fósforo, Potasio; y macro elementos secundarios como Calcio y Magnesio también debe contener micronutrientes como Hierro, cobre, Manganeso y Zinc ya que intervienen en el metabolismo de la planta.

2.8. ELEMENTOS NUTRICIONALES EN EL CULTIVO DE CACAO

Las plantas necesitan de aproximadamente 17 elementos que son esenciales para su desarrollo normal en la etapa de crecimiento y producción, estos se encuentran en el suelo y en el ambiente. Estos elementos se clasifican según la cantidad requerida por la especie, se clasifican en mayores, secundarios y menores, tienen funciones específicas y deben estar disponibles para ser aprovechados fácilmente en un programa de nutrición eficiente.

Tabla 2. Elementos Nutritivos que requiere el cacao

Elementos Menores	Elementos Secundarios	Elementos Mayores
Boro (B); Cobre (Cu); Cobalto (Co); Hierro (Fe); Manganeso (Mn)	Calcio (Ca)	Nitrógeno (N)
Níquel (Ni); Molibdeno (Mo); Silicio (Si)	Magnesio (Mg)	Fósforo (P)
Sodio (Na); Zinc (Zn)	Azufre (S)	Potasio (K)

Fuente. Elaboración CNCH

2.8. FUNCIÓN DE LOS MACRO Y MICRONUTRIENTES

Erard y Rizo (2016) señalan que los macronutrientes son esenciales en grandes cantidades en este grupo: nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio y fósforo; mientras que los oligoelementos son aquellos que las plantas necesitan en pequeñas cantidades, como hierro, boro, manganeso, zinc, cobre, cloro y molibdeno. Sin embargo, tanto los macronutrientes como los micronutrientes se absorben naturalmente en el suelo.

Bella y Busso (2015) detallan que los macronutrientes antes mencionados se encuentran en los tejidos de las plantas en menores cantidades que el carbono, hidrógeno y el oxígeno, y en cantidades mayores que el grupo al que se denomina micronutrientes los cuales son usualmente necesarios en concentraciones menores a 2 ppm (partes por millón). Si bien las cantidades de micronutrientes requeridas para el crecimiento y desarrollo de las plantas son pequeñas.

2.8.1. NITRÓGENO (N)

El nitrógeno tiene muchas funciones en las plantas, entre ellas ser un componente principal de los aminoácidos las proteínas un componente principal de la clorofila, estimular el crecimiento vegetativo dar a las plantas su color verde, importante para la división celular y aumenta el número de flores.

2.8.2. FÓSFORO (P)

El fósforo realiza funciones como la formación de ácidos nucleicos, enzimas y fosfolípidos en las membranas celulares, el desarrollo de frutos y semillas, el desarrollo de raíces, la maduración celular y la reproducción asistida, el desarrollo de meristemas.

2.8.3. POTASIO (K)

Equilibrio iónico nivel de agua en las plantas, movimiento de azúcar de la hoja a la fruta, metabolismo de nitrógeno síntesis de proteínas y clorofila resistencia a enfermedades, activación de la absorción de nitrato.

2.8.4. CALCIO (Ca)

Actúa como un componente de las paredes celulares, las membranas plasmáticas, ayuda a germinar y desarrollar polen, estimular los sistemas enzimáticos en la separación (división completa), crecer expandir las células (desarrollo de raíces y hojas) ajustar el sudor reducir la frecuencia respiratoria.

2.8.5. MAGNESIO (Mg)

Regula la absorción de fósforo por las raíces, la respiración celular, componente estructural de los ribosomas, donde tiene lugar la síntesis de proteínas es importante cuando se carga el floema con nutrientes procesados, activación de procesos enzimáticos.

2.8.6. AZUFRE (S)

Es importante en la formación de aceites grasas que dan sabor y olor a las plantas, promueve el crecimiento de nódulos en las leguminosas, estimula la formación de semillas, otorga propiedades insecticidas y fungicidas, produciendo compuestos que resisten el frío, heladas y la sequía.

2.9. FERTILIZACIÓN

El nivel de luz que llega a las hojas de los cultivos de cacao tiene un gran impacto en la producción y demanda de fertilizantes; nivel bajo suficiente luz y sombra, alto rendimiento bajo. En condiciones de buena iluminación con poca o ninguna sombra el rendimiento es mucho mayor. En este último caso la aplicación de fertilizantes incrementó significativamente la producción alto nivel de luz, sin embargo, la baja disponibilidad de nitrógeno provoca síntomas de deficiencia inmediatos típico (Peralta, 2019).

2.10. EXPERIENCIAS EN FERTILIZACIONES ORGÁNICA

El abono orgánico aporta los elementos necesarios gracias a los cuales el suelo es capaz, a través de los fenómenos físicos y químicos que en él se producen de proporcionar a las plantas una nutrición suficiente y equilibrada. Para lograr este objetivo, es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización (Jiménez, 2012).

2.11. RIESGOS DE LA SOSTENIBILIDAD

Mantener el cultivo del cacao orgánico pasa por garantizar la paz social, económica y ambiental de los productores. En la cadena de abasto quien produce el cacao es el campesino, y algunas veces en condiciones bastante precarias, cuida los cultivos, cosecha, desgrana, fermenta, seca y comercializa su propio producto. Sin embargo, a pesar del papel fundamental que poseen, varios viven en la pobreza, con escasas herramientas de trabajo, falta de mano de obra, servicios y apoyo financiero (Rojas, 2020).

2.12. FUENTES UTILIZADAS EN LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL

2.12.1. ÚREA

Es la principal fuente de fertilizantes nitrogenados en el mundo, especialmente en los países en desarrollo; Ventajas de este fertilizante sobre otros:

- Se puede aplicar mayor contenido de nitrógeno al suelo antes de la siembra, y al ser un fertilizante ácido se puede utilizar en suelos neutros o ligeramente alcalinos, además de los de bajo contenido de nitrógeno.
- Gastos de envío por unidad de nitrógeno y manipulación más segura.
- Para producirla, se hacen reaccionar amoníaco y dióxido de carbono en presencia de un catalizador, en un recipiente especial a temperaturas entre 170 y 210 °C y presiones que oscilan entre 170 a 400 atmósferas (Morales et al., 2019).

El nitrógeno (N) es un alimento químico que afecta directamente la cantidad y calidad en la producción agrícola.

- Aumenta el área foliar, la extensión de la hoja el grosor de la hoja la tasa de fotosíntesis.

- El suministro de nitrógeno mejora la fotosíntesis por lo tanto la longitud del área foliar, la tasa de asimilación neta, la producción de biomasa y aumenta el rendimiento.
- La deficiencia de este elemento limita la producción de materia seca, porque reduce la radiación absorbida por la copa de las plantas y la eficiencia de convertir esta energía en biomasa.

2.12.2. YARAMILA COMPLEX

Es un fertilizante NPK equilibrado con micronutrientes específicos para mejorar la calidad. Todos los nutrientes son totalmente digeribles y biodisponibles, y el potasio se deriva del sulfato (Yara Iberia S.A.U. s.f.).

Nutrientes

- **Nitrógeno:** El contenido equilibrado de nitrógeno nítrico está disponible inmediatamente en la planta, mientras que el amoníaco está disponible a largo plazo.
- **Fósforo:** En forma disponible y asimilado por las plantas. El 20% en forma de poli fosfato proporciona nutrición durante más tiempo.
El fosforo de fácil digestión juega un papel fundamental en el desarrollo de las plantas participando en procesos fisiológicos que necesitan energía adicional (desarrollo radicular, germinación).
- **Potasio:** Un elemento esencial para la calidad de frutas y verduras el cual ayuda a reducir el estrés potencial en las plantas.
- **Azufre:** Es un factor secundario más importante del crecimiento de las plantas. Una parte integral de la mayoría de las enzimas y proteínas.
- **Magnesio:** Un factor importante en la formación de clorofila, afecta directamente el crecimiento óptimo de las plantas.
- **Micronutrientes:** Una proporción equilibrada de boro, manganeso, hierro y zinc para satisfacer todas las necesidades de la planta y prevenir deficiencias.

2.12.2. KORN KALI

Es un fertilizante de potasio-magnesio que contiene un 40% de K₂O en forma de cloruro de potasio y un 6% de MgO en forma de sulfato de magnesio, conteniendo nutrientes fácilmente solubles en agua, aportando de forma inmediata a las plantas. Es eficaz en todo tipo de suelos y es más adecuado para la mayoría de cultivos como arroz, canola, maíz, girasol y remolacha azucarera; también es un fertilizante granular con adecuada granulometría, recomendado para mezcla física o para aplicación directa al suelo (Andrade y Loor 2020).

2.13. QUÉ ES UN PRODUCTO ORGÁNICO

Son productos que no han sido fabricados con productos químicos como pesticidas o fertilizantes. Este tipo de productos, además de ser respetuosos con el medio ambiente, pueden ser beneficiosos para las personas que tengan alergia o intolerancia a determinados elementos químicos (Banco Monetario Internacional, 2021).

2.14. QUÉ ES UN PRODUCTO BIOLÓGICO

Para que un producto se considere orgánico, no puede contener ingredientes que haya sufrido alguna modificación genética en el laboratorio, como es el caso de ciertas frutas o verduras, para mejorar la apariencia y mantener la calidad.

2.15. QUÉ ES UN PRODUCTO ECOLÓGICO

Estos son productos que crecen naturalmente en el suelo en todas las etapas de su crecimiento y no utilizan ningún producto artificial para producir. Igualmente, respetuosos con el medio ambiente son los productos orgánicos.

2.16. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

El aumento de la materia orgánica del suelo incluye el uso de fertilizantes, ácido fúlvico, biocarbón entre otros. Cabe señalar que algunos aditivos orgánicos pueden

contener altos niveles de metales pesados y deben someterse a pruebas de cadmio antes de su uso (Cadmio en cacao s.f.).

2.17. ENMIENDAS ORGÁNICAS MINERALES

Los abonos o enmiendas orgánicas minerales dan como resultado a un procedimiento de descomposición, mineralización de residuos vegetales o animales que pueden ser aplicados en el suelo con el objetivo de mejorar las propiedades físicas químicas y biológicas.

Es un proceso osmótico, la retención de agua, ya que estos van a fomentar dicha actividad microbiana mientras se controla el pH, por lo que se estima una fuente importante de nutrientes para el suelo y las plantas.

2.18. BIOFERTILIZANTES

Los biofertilizantes orgánicos se consideran una alternativa viable para combatir la contaminación debido a la gran cantidad de residuos que generan, además lucha contra la desertificación al convertir estos desechos en fertilizante orgánico, devolviendo minerales vitales al suelo y promueve el crecimiento de plantas.

2.19. FERTILIZACIÓN FOLIAR

El proceso de absorción de nutrientes en la fertilización foliar y su uso por la planta incluye los procesos de adsorción en las hojas, penetración en la cutícula, absorción en las células metabólicamente activas de las hojas, finalmente son transportados hacia sus órganos donde serán utilizados por la planta.

2.20. FERTILIZACIÓN EDÁFICA

Esto implica aplicar el fertilizante directamente a la base de la planta, sustrato o suelo, acercando los nutrientes lo más posible a la zona de absorción de la raíz y siendo absorbidos por la planta. Esta práctica suele utilizar un fertilizante granular solido que se aplica con menos frecuencia a lo largo del tiempo para mantener los nutrientes en el suelo durante mucho tiempo mientras las plantas los absorben.

2.21. LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL CACAO

Las variables económicas que influyen en los costos de producción del cultivo del cacao nacional fino de aroma en el área de estudio de esta investigación se pueden sintetizar en el siguiente cuadro de Flujo de costos y rentabilidad:

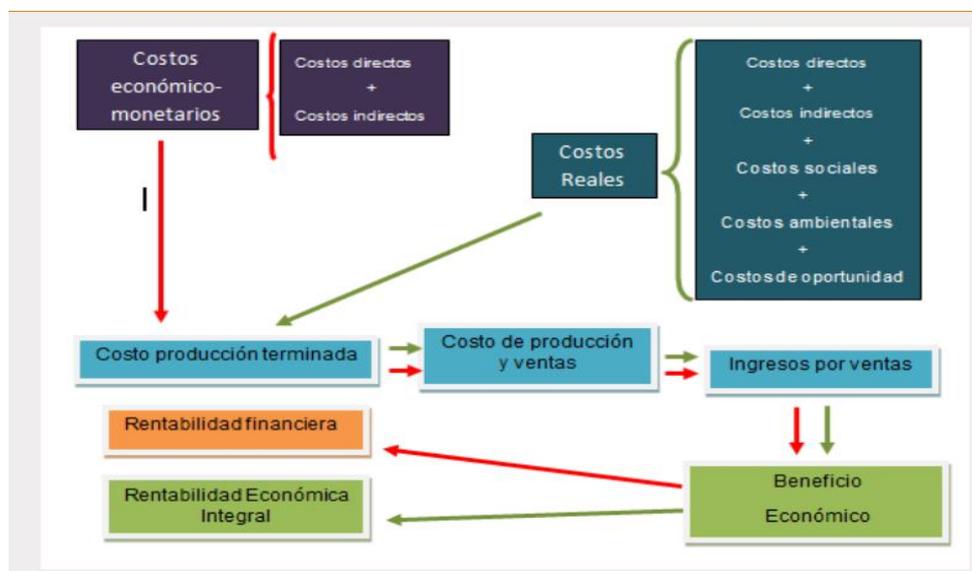


Ilustración 1. Flujo de costos y rentabilidad. Fuente. Molina (2017).

2.21.1. CT: Costos Totales (USD ha⁻¹)

Costo total de producción de un cultivo con diferentes niveles de insumos. De esta forma los agricultores pueden comparar diferentes opciones de producción para un mismo producto entre cultivos seleccionados. Los costos también pueden aumentar para lograr mayores rendimientos.

Los Costos Totales (CT) como variable microeconómica incluyen los Costes Fijos (CF) y los Costes Variables (CV):

$$CT = CF + CV$$

En lo que respecta a costes agrícolas relacionado con el uso de tipos diferentes de fertilización, se tienen en cuenta los conceptos de CF tales como podas y control fitosanitario, es decir, costes que no son variables (CqnV). En cambio, los CV se relacionan con el índice de precios de los insumos agrícolas, o lo que es lo mismo,

los valores pagados por fertilizantes edáficos, foliares, sus aplicaciones y la labor de cosecha, es decir, que varían en función de la cantidad empleada (CqV).

Por tanto, la fórmula a utilizar será:

$$CT = CqnV + CqV$$

Donde:

- **CT:** Costos totales (USD ha⁻¹)
- **CqnV:** Costos que no varían por tratamientos de fertilización – USD ha⁻¹ (Podas y control fitosanitario)
- **CqV:** Costos que varían por tratamientos de fertilización – USD ha⁻¹ (Fertilizantes edáficos, foliares, aplicaciones y labor de cosecha)

2.21.2. IT: Ingresos Totales (USD ha⁻¹)

Para la determinación del volumen de ingresos, en economía, se ha de relacionar el nivel de producción obtenido o rendimiento (REN) con el precio que se obtiene de la comercialización o venta de esa producción.

En realidad, según Arias y Vargas (2010) para la determinación de los ingresos de los productos agrícolas, se utiliza una metodología de cálculo basada en la cuantificación del valor agregado neto real por hectárea a partir del cálculo de los ingresos brutos medido por el valor bruto de la producción y deduciendo los costos de los principales insumos materiales que los productores utilizan directamente.

El rendimiento por hectárea de los productos agrícolas suele estar medidos en kg ha⁻¹; aunque si la venta se realiza en los mercados nacionales, las comparativas deben realizarse con los cálculos de producción en qq ha⁻¹; lo que obliga a la transformación correspondiente de kilos a quintales.

Por su parte, la determinación estructural de los precios agrícolas según la FAO (2004) es consecuencia de tres factores estructurales: las tendencias de la oferta y la demanda internas, las tendencias seculares o a largo plazo de los precios

internacionales, y la presencia de exportaciones subsidiadas en los mercados mundiales.

2.21.3. BET: Beneficio Económico Total (USD ha⁻¹)

El cálculo de la rentabilidad económica de la producción agrícola, no suele ser integral ya que la mayoría de los agricultores sólo incluyen los costos monetarios o desembolsos en efectivo y raramente incluyen en el cálculo de la misma además de los costos económico-monetarios, los costos sociales, ambientales y de oportunidad (Molina, 2017).

El cálculo de la rentabilidad proviene de la ecuación básica que diferencia los ingresos de los costos:

$$BET = IT - CT$$

Donde:

- **BET:** Beneficio económico total – USD ha⁻¹
- **PUV:** Precio unitario de venta (USD qq⁻¹),
- **IT:** Ingresos totales USD ha⁻¹ (IT = Ren * PUV)
- **CT:** Costos totales (USD ha⁻¹)

Si bien es fundamental determinar no únicamente el Beneficio Total, sino el Beneficio económico neto de la fertilización, lo que supondrá tener en cuenta el Incremento de ingresos obtenidos utilizando fertilización (*ling*) frente al Incremento de costos Variables que supone utilizar tratamientos de fertilización; la relación se establece considerando los resultados obtenidos en el Tratamiento control junto con los diferentes Tratamientos de fertilización utilizados.

La ecuación así planteada supone:

$$BEN = ling - ICqV$$

Donde:

- **BEN:** Beneficio económico neto de la fertilización – USD ha⁻¹
- **ling:** Incremento de ingresos en tratamientos de fertilización con relación al control – USD ha⁻¹ (ling = IRen * PUV)
- **IRen:** Incremento de rendimiento de tratamientos de fertilización con relación al tratamiento control (IRen = Ren tratamientos – Ren control)
- **ICqV:** Incremento de costos que varían por tratamientos de fertilización – USD ha⁻¹ (ICqV = CqV tratamientos – CqV control)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El estudio se realizó en la parroquia de Canuto, perteneciente al cantón Chone, provincia de Manabí. El proyecto se ubicó geográficamente entre las coordenadas 0°48'32" Latitud Norte, 80°30'18" Longitud Oeste, situado a una altitud de 30 m.s.n.m.

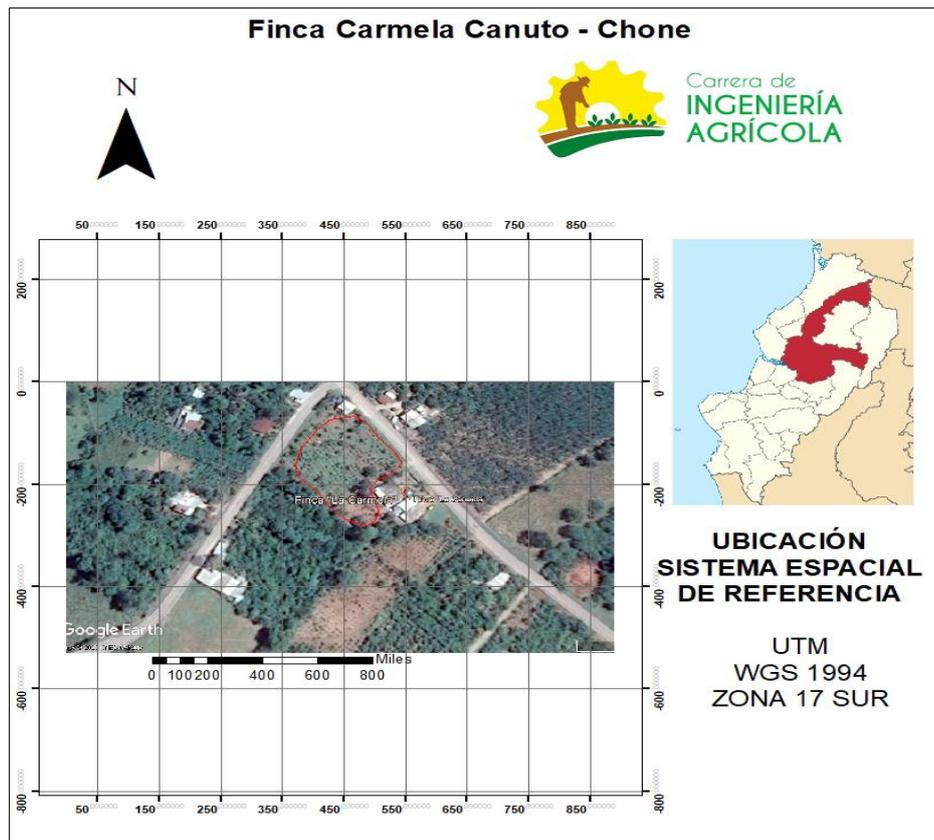


Ilustración 2. Ubicación del área de estudio. Fuente. Las autoras

3.2. DURACIÓN

La duración de la investigación fue de un año la cual inició en el mes de febrero 2022 a febrero del año 2023.

3.3. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS

Tabla 3. Condiciones Climáticas

Condiciones anuales	
Precipitación media anual	777,3 mm
Temperatura media anual	26 °C
Humedad relativa anual	82%
Heliofanía anual	925,2 (horas/sol)
Evaporación media anual	1269,6 mm
Velocidad del viento	1,7 m/s

Fuente. Estación meteorológica de la ESPAM MFL. (2022)

Tabla 4. Promedios mensuales de las variables climáticas

	Precipitación	Heliofanía	T. máxima	T. mínima	Humedad relativa	Velocidad del viento
	mm	h	(°C)	(°C)	(%)	m/s
Enero	209	60.56	30.42	22.26	83.63	0.44
Febrero	296	80.12	30.42	22.26	83.71	0.49
Marzo	219	115.32	30.43	22.26	83.85	0.49
Abril	111	116.11	30.38	22.25	83.98	0.44
Mayo	73	96.57	30.35	22.24	84.12	0.45
Junio	28	73.68	30.38	22.23	84.26	0.49
Julio	10	70.94	30.40	22.22	84.41	0.54
Agosto	1	100.38	30.40	22.23	84.54	0.61
Septiembre	2	97.37	30.37	22.24	84.70	0.67
Octubre	6	84.81	30.40	22.25	84.76	0.64
Noviembre	2	90.93	30.44	22.26	84.84	0.63
Diciembre	40	76.36	30.45	22.27	84.90	0.57
Media		89	30	22	84	0.54
∑ anual	998	1063				

Fuente. Estación meteorológica de la ESPAM MFL. (2022)

3.4. MATERIAL VEGETAL

El experimento se estableció en una plantación designada en cacao tipo nacional.

Las plantas se encontraban sembradas a una densidad de 1111 plantas ha⁻¹.

3.5. TRATAMIENTOS

Tabla 5. Número de tratamientos en estudio

Tratamientos	Combinaciones
1	Enmiendas orgánico-minerales
2	Enmiendas orgánico-minerales + bioestimulante edáfico
3	Enmiendas orgánico-minerales + bioestimulante edáfico y foliar
4	Fertilización química convencional
5	Tratamiento control

Fuente. Vanessa Rodríguez & Jessenia Mero

3.6. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se estableció con un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de parcelas de 20 plantas, donde el registro de datos se realizó en las seis plantas centrales. A continuación, se presenta el esquema del ADEVA:

Tabla 6. Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de Libertad (gL)
Tratamientos	T-1 (4)
Repetición	R-1 (3)
Error experimental	T-1 x R-1 (12)
Total	19

Fuente. Vanessa Rodríguez & Jessenia Mero

3.7. VARIABLES RESPUESTA

3.7.1. NÚMERO DE MAZORCAS SANAS PLANTA⁻¹

Esta variable se realizó observando en qué estado se encontraban los frutos de la planta.

3.7.2. NÚMERO DE CHERELLES PLANTA⁻¹

Se contabilizó el número de frutos Cherelles o marchitos cada mes en el área de estudio.

3.7.3. NÚMERO DE MAZORCAS ENFERMAS PLANTA⁻¹

Se registró el número de mazorcas por plantas, para esto se realizó un monitoreo cada mes en el área de estudio, definiendo aquellas mazorcas que presentaban maduración.

3.7.4. PESO DE GRANO FRESCO PLANTA⁻¹

Esta variable se registró por planta en cada unidad experimental y se midió con la ayuda de una balanza, en kilogramos.

3.7.5. RENDIMIENTO DE GRANO SECO

Para esta variable no trabajamos con medias, solo sumamos el peso crudo de almendras de todas las mazorcas cosechadas en la zona de estudio.

3.8. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de separación de medias con Tukey, ambas al 5% de probabilidad de error.

3.9. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realizó estimando el beneficio neto de los fertilizantes, ese costo varía por tratamiento (CqV) basado en la tasa de fertilizantes adecuada (kg ha⁻¹), número de tratamientos, costo de fertilizante por unidad (USD kg⁻¹), factura de agua (m³) y costos de mano de obra. El control de testigos tiene un coste variable cero (CqV=0), con datos de rendimiento (kg ha⁻¹) que a su vez se han de transformar en qq ha para poder calcular el IT y precio unitario de cacao seco qq

(US\$ qq1) sobre Ingreso Total calculado, basado en diferencias de rendimiento, efecto de cada tratamiento y medida de control, aplicar fertilización, utilizando datos de costos y productos, ingreso neto según método de análisis agroeconómico (Duicela y Ponce, 2015).

3.10. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.10.1. CONTROL DE MALEZA

El deshierbe se lo realizo mediante el método cultural retirando la maleza de alrededor de la base del tronco.

3.10.2. RIEGO

El riego se lo realizó mediante la forma tradicional, regando cada cuatro días manteniendo el suelo en capacidad de campo.

3.10.3. PODAS DE MANTENIMIENTO Y FITOSANITARIAS

Se procedió con la eliminación de ramas muertas e improductivas que forman dos hileras, lo que ayuda a mantener la altura adecuada y la estructura equilibrada del árbol, se eliminó frutos enfermos, escoba de bruja, moniliasis, mazorca negra y entre otros problemas fitosanitarios en el cultivo de cacao.

3.10.4. FERTILIZACIÓN

Los fertilizantes que fueron aplicados a los diferentes tratamientos de evaluación fueron las siguientes combinaciones enmiendas orgánicas-minerales, enmiendas orgánico-minerales + Bioestimulante edáfico, enmiendas orgánico-minerales + Bioestimulante edáfico y foliar

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables agronómicas

El número de mazorcas sanas planta⁻¹ fue influenciada significativamente ($p < 0.05$) por los tratamientos de fertilización evaluados, muestra que la fertilización química (T4) mostro diferencias significativas en comparación con los tratamientos, T2, T1 y T5, con un incremento del 40.56, 58.21 y 68.70 % respectivamente (Ilustración 3).

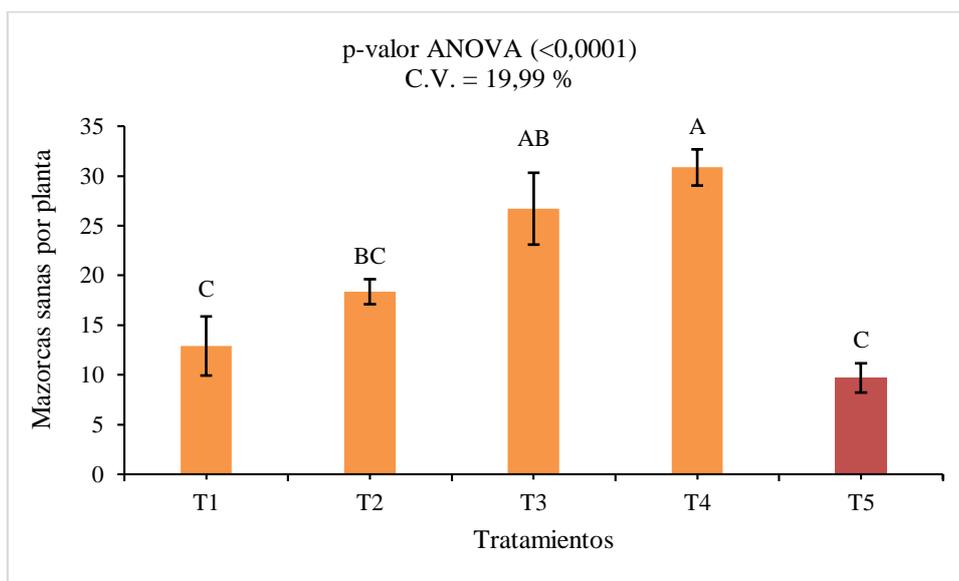


Ilustración 3. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de mazorcas sanas de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T₁ = Enmiendas orgánico-minerales; T₂ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; T₃ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; T₄ = Fertilización química convencional; T₅ = Tratamiento control.

Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por Armijos et al., (2022) quienes indican que el número de mazorcas sanas por planta fue mayor en la fertilización química, respecto a la orgánica. Así mismos resultados similares alcanzado por Paspuel (2018), donde la fertilización química incremento la producción de mazorcas sanas con relación a la fertilización orgánica.

El número de frutos cherelles planta⁻¹ fue influenciado significativamente ($p < 0.05$) por los tratamientos de fertilización evaluados, donde el tratamiento testigo presento menor cantidad de frutos cherelles, en comparación a los tratamientos que recibieron fertilización con mayor cantidad de cherelles marchitos por planta (Ilustración 4.)

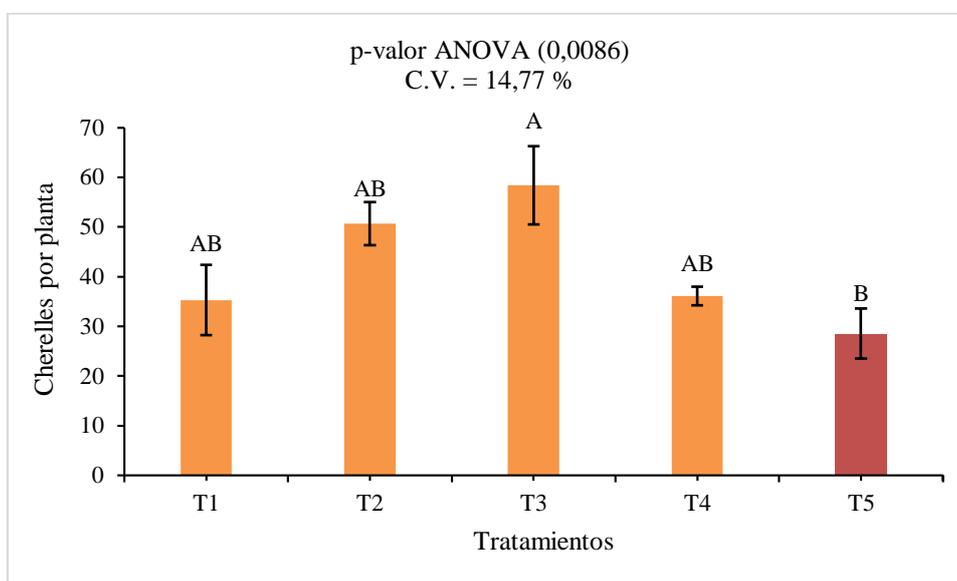


Ilustración 4. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de frutos cherelles de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T₁ = Enmiendas orgánico-minerales; T₂ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; T₃ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; T₄ = Fertilización química convencional; T₅ = Tratamiento control.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Esmeralda y Chila (2021), quienes reportaron menor producción de cherelles marchitos en tratamiento sin fertilización. Posiblemente la mayor producción de cherelles marchitos en los tratamientos de fertilización, puede deberse a que esta última indujo una mayor proliferación de flores y frutos cuajados por planta, con un nivel de carga que sobrepasó la capacidad fisiológica de la planta (López, 2014).

El número de mazorcas enfermas planta⁻¹ presentó significancia estadística ($p < 0.05$) en los tratamientos de fertilización probados, donde la fertilización química (T4) alcanzó mayor cantidad de frutos enfermos por planta, en comparación a los demás tratamientos probados en esta investigación (Ilustración 5).

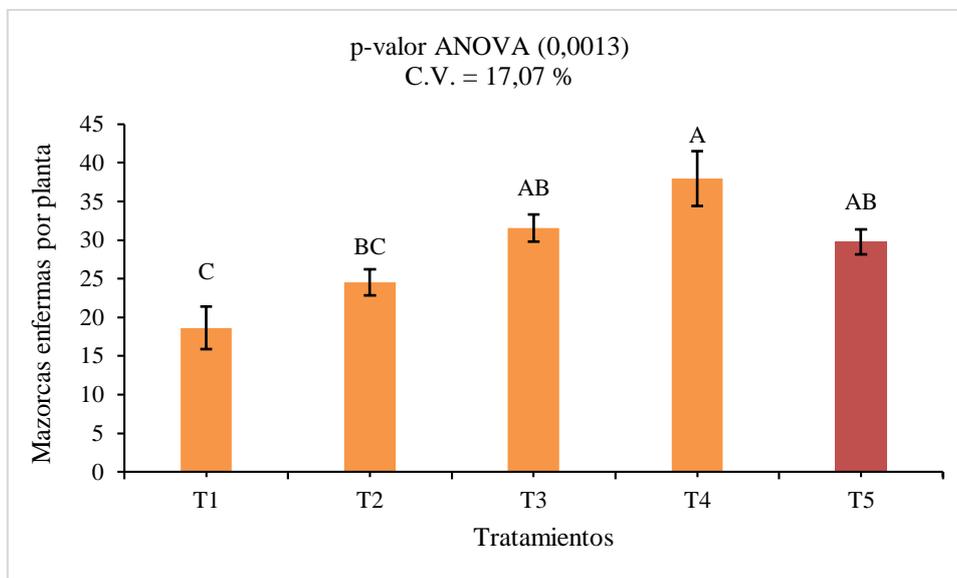


Ilustración 5. Efecto de tratamientos fisonutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de mazorcas enfermas de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T₁ = Enmiendas orgánico-minerales; T₂ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; T₃ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; T₄ = Fertilización química convencional; T₅ = Tratamiento control.

Estos resultados son cercanos a los alcanzados por Rúaless et al. (2011), quienes lograron mayor cantidad de mazorcas enfermas con la fertilización química, con relación a los tratamientos de fertilización orgánica. Posiblemente, este resultado se deba a que mayores dosis de fertilización química con prevalencia de nitrógeno, favorece el desequilibrio de nutrientes y por ende los tejidos son más susceptibles al ataque de enfermedades. (López, et al., 2007; Sharma, 2020).

El peso de grano fresco planta⁻¹ fue afectado de manera significativa ($p < 0.05$) por los tratamientos de fertilización evaluados, donde el T4 alcanzó el mayor valor con incrementos del 8, 45, 55 y 72%, con respecto a los tratamientos T3, T2, T1 y T5, respectivamente (Ilustración 6).

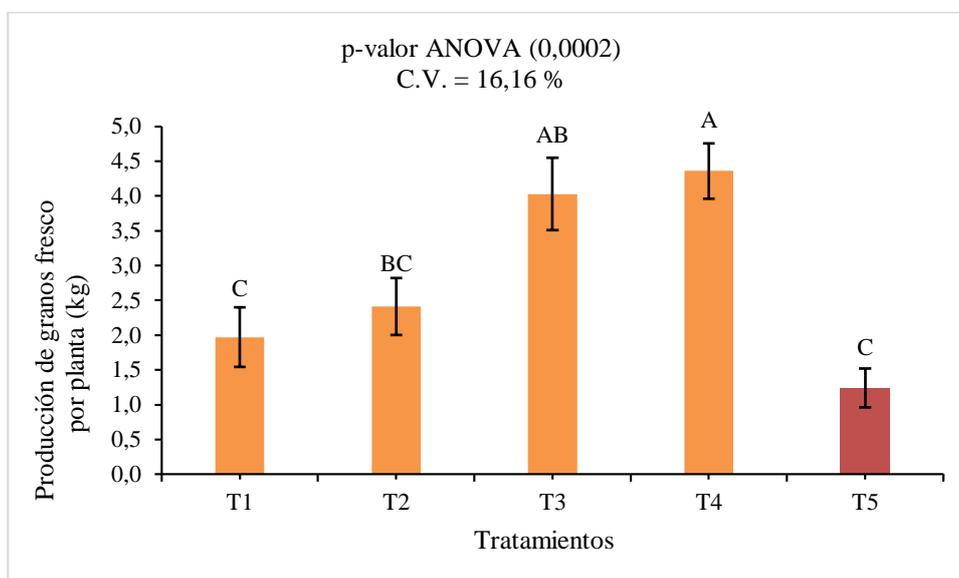


Ilustración 6. Efecto de tratamientos fisonutricionales orgánicos y ecológicos en la producción de granos fresco de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T₁ = Enmiendas orgánico-minerales; T₂ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; T₃ = -+Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; T₄ = Fertilización química convencional; T₅ = Tratamiento control.

Estos resultados hacen referencia a los alcanzados por Ballesteros et al. (2022), quienes reportaron mayor producción de granos frescos por planta en los tratamientos de fertilización química, orgánica y mixta, en contraste al tratamiento control que presentó el menor promedio.

El rendimiento de grano seco kg/ha fue afectado de forma significativa ($p < 0.05$) por la fertilización evaluada, donde el T4 mostró el mayor promedio en el rendimiento de granos seco, con incrementos del 7.41, 44.78, 54.85, 74.11 %, con relación a los tratamientos T3, T2, T1 y T5, respectivamente (Ilustración 7).

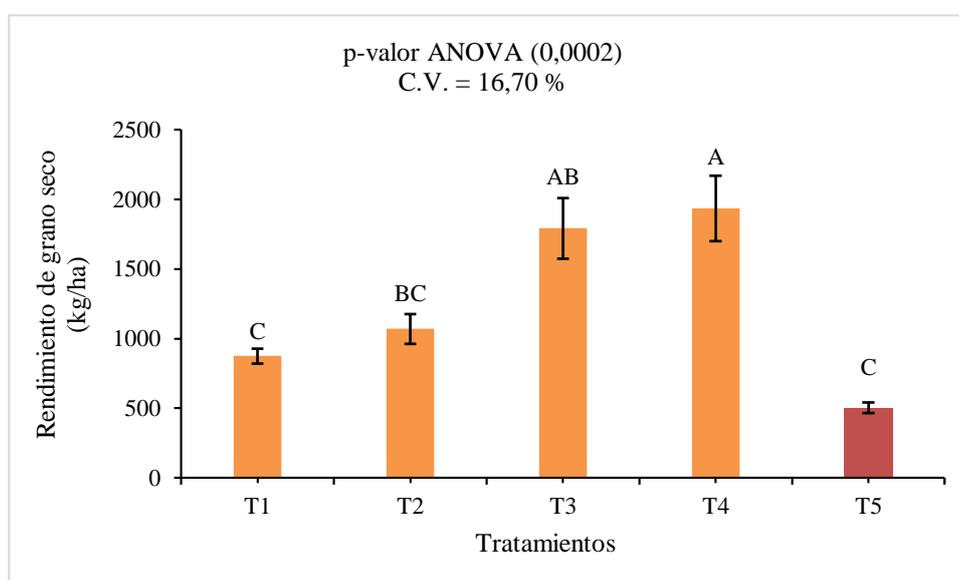


Ilustración 7. Efecto de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos el rendimiento de grano seco de cacao. Cada barra representa la media de cuatro repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias (Tukey, $p < 0,05$). T₁ = Enmiendas orgánico-minerales; T₂ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos; T₃ = Enmiendas orgánico-minerales + biofertilizantes edáficos + nutrición foliar; T₄ = Fertilización química convencional; T₅ = Tratamiento control.

Estos resultados son similares a los reportados por Tuesta et al. (2017), quienes obtuvieron rendimientos de grano similares entre la fertilización química y varios tratamientos de fertilización orgánica, pero superiores al tratamiento testigo. De forma similar, Ballesteros et al. (2022) quienes lograron rendimientos muy semejantes entre fertilización orgánica y convencional, destacando que la fertilización combinada entre las dos anteriores mostró mayores rendimientos. Lo anterior indica que es posible obtener con fertilización orgánica rendimientos cercanos a la fertilización química convencional, con la ventaja que el cacao orgánico presenta mejores ofertas económicas en los mercados.

4.2. ANÁLISIS AGROECONÓMICO

El análisis económico realizado en base a los beneficios económicos netos del rendimiento de grano seco, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento tres (T3) donde se aplicaron Enmiendas orgánico-minerales + Bioestimulante edáfico y foliar, con beneficio económico neto de 2,570.00 USD ha⁻¹, y con un rendimiento de 39 qq/ha⁻¹, que significó un incremento del 12.06, 60.31 y 67.12% con relación a los tratamientos T2, T1 y T4 respectivamente (Tabla 7). Los resultados económicos reflejan que la aplicación T2, no es económicamente viable debido a que presenta baja rentabilidad. El beneficio económico neto de los tratamientos T1, T3 y T4 es efecto directo del mayor incremento en rendimientos e ingresos con relación al T5 que fue el tratamiento control.

Lo anterior sugiere que las aplicaciones orgánicas son económicamente viables, siempre y cuando se utilicen fuentes combinadas como macro y microelementos y Bioestimulante. Los resultados encontrados presentan similitud con los reportados por Bravo et al., (2022), donde después de haber evaluado diferentes fuentes, a base de macro y micronutrientes complejos, Aminoácidos y fitorreguladores al cultivo de cacao Nacional, obtuvieron mayores beneficios económicos en la unidad experimental donde se aplicó Aminoácidos y Fitorreguladores. Así mismo Cevallos et al., (2022), indican que después de haber aplicado diferentes fuentes foliares de Ca - B - Zn, encontraron mayores beneficios económicos netos, en el tratamiento donde se aplicó los Amino quelatos con incrementos desde el 42.23 y 65.82%, en comparación con los quelatos y sales y en comparación con el tratamiento control incrementos desde el 60.96 y 59.10% respectivamente.

Tabla 7. Beneficio económico neto de tratamientos de fertilización en cacao Nacional.

Fertilización	CT	CQNV	CQV	ICQV	REN	IREN	PUV	IING	IT	BET	BEN
Tratamiento 1	985,00	400	585,00	420,00	19	8,00	180	1440	3420	2435	1020
Tratamiento 2	2060,00	400	1660,00	1495,00	24	13,00	180	2340	4320	2260	845
Tratamiento 3	3035,00	400	2635,00	2470,00	39	28,00	180	5040	7020	3985	2570
Tratamiento 4	1825,00	400	1425,00	1260,00	43	32,00	110	3520	4730	2905	2260
Control	565,00	400	165,00		11		110		1210	645	

CT: Costos totales (USD ha⁻¹), **CqnV:** Costos que no varían por tratamientos de fertilización – USD ha⁻¹ (Podas y control fitosanitario), **CqV:** Costos que varían por tratamientos de fertilización – USD ha⁻¹ (Fertilizantes edáficos, foliares, aplicaciones y labor de cosecha), **ICqV:** Incremento de costos que varían por tratamientos de fertilización – USD ha⁻¹ ($ICqV = CqV \text{ tratamientos} - CqV \text{ control}$), **Ren:** Rendimiento (qq ha⁻¹), **IRen:** Incremento de rendimiento de tratamientos de fertilización con relación al tratamiento control ($IRen = Ren \text{ tratamientos} - Ren \text{ control}$), **PUV:** Precio unitario de venta (USD qq⁻¹), **ling:** Incremento de ingresos en tratamientos de fertilización con relación al control – USD ha⁻¹ ($ling = IRen * PUV$), **IT:** Ingresos totales USD ha⁻¹ ($IT = Ren * PUV$), **BET:** Beneficio económico total – USD ha⁻¹ ($BET = IT - CT$), **BEN:** Beneficio económico neto de la fertilización – USD ha⁻¹ ($BEN = ling - ICqV$).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La Aplicación combinada de Enmiendas orgánico-minerales edáficas + Bioestimulante foliares y edáficos fueron efectivas para incrementar el rendimiento de grano en cacao orgánico certificado.

La Aplicación combinada de Enmiendas orgánico-minerales edáficas + Bioestimulante foliares y edáficos mostraron beneficios económicos similares a la fertilización química convencional.

5.2. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones donde se desarrolló el estudio se recomienda la fertilización de huertas de cacao orgánicas certificadas, con la combinación de enmiendas orgánico-minerales ricas en macro y micronutrientes más la aplicación conjunta de Bioestimulantes foliares y edáficos.

Desarrollar la investigación en otras localidades por varios años, con la finalidad de ajustar los datos y emitir dominios de recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, C. (2016). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento de un clon de (*Theobroma cacao*, L) y en la fertilidad del suelo. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9843/efecto_fertilizaci%C3%B3n_org%C3%A1nica_inorg%C3%A1nica_rendimiento_clon_cacao_%28t%20heobroma%20cacao%2C%20I%29%20_en_la_fertilidad_del_suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Andrade, J. (2011). Resultados preliminares da plasticida de fenotípica em plantas de café (*Coffea arabica* cv. rubi e iapar59) submetidas ao déficit hídrico em condições de campo. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 5 pp
- Andrade, J y Loor, G. (2020). Eficiencia de varias dosis y fuentes potásicas en maíz amarillo duro bajo condiciones del valle del rio carrizal [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López] Repositorio institucional. <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1334/TTA07D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Armijos, A., Quevedo, J., García, R., (2022). Evaluación del efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en Cacao CCN-51. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 72-79. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/564/5>
- Arias, J y Vargas, C. (2010). La variación de precios y su impacto sobre los ingresos y el acceso a los alimentos de pequeños productores agrarios en el Perú. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2010. <http://repiica.iica.int/docs/B2175e/B2175e.pdf>
- Banco Monetario Internacional. (10 de noviembre de 2021). ¿Qué diferencia existe entre orgánico, biológico y ecológico? <https://www.bmicos.com/blog/que-diferencia-existe-entre-orgánico-biológico-y-ecológico/>
- Bravo, H., García, G., Castro, J., y Cedeño, G. (2022). Producción y rentabilidad del cacao en agroecosistemas de secano and profitability of cocoa in rainfed agroecosystems. *Ciencia y Agricultura*, 19(3), 17–31. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/14569/12417
- Bella, Di., C; Busso., G. (2015). Funciones de los Macro y Micronutrientes Investigativa. <https://www.aag.org.ar/funciones-de-los-macro-y-micronutrientes/>.
- Cadmio en cacao (s.f.) <https://poscosechacacao.blogspot.com/2021/07/cadmio-cacao-origen-efectos-mitigacion.html>
- Cevallos, C., Cedeño, G., Arteaga, F., y Velásquez, S. (2022). Efectividad De Momentos Y Fuentes De Aplicaciones Foliare De Calcio, Boro Y Zinc En El Rendimiento Y Rentabilidad Del Cacao Nacional. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 38(3), 304–317. <https://doi.org/10.29393/chjaa38-29pvar10029>

- Compañía Nacional del Cacao (2021). Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nutrición y fertilización [ARCHIVO PDF]. <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/PDF-WEB-FOLLETO-NUTRICION-Y-FERTILIZACION.pdf>
- Correa (2013). Temperatura Máxima Media del Aire (Temperatura Máxima del Aire) [ARCHIVO PDF] https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/Temperatura_maxima13.pdf
- Díaz, F. (2018). La planta de cacao *Theobroma cacao* es el nombre del árbol del cacao (o cacaotero). planta originaria de la cuenca del Amazonas <https://slideplayer.es/slide/14196202/>
- Duicela, L. y Ponce, L. (2015). Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la provincia de Manabí. La Técnica 15: 6–17. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/531>
- Erandy Rizo. (2016). Fertilización micro y macro - Hortalizas <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/fertilizacion-micro-ymacro/>.
- Esmeralda, A. y Chila, C. (2021). Efecto de láminas de riego y fertilización sobre el Rendimiento y rentabilidad del cacao en Calceta, [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio institucional <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1443/1/TTA17D.pdf>
- Garzón, N. (2013). Análisis de la productividad, competitividad y estrategias de posicionamiento del cacao ecuatoriano en el mercado externo 2000-2010 [Tesis de Grado, Universidad Católica del Ecuador] Repositorio institucional. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6872/7.36.001455.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. (2013). Temperatura Mínima Media del Aire (Temperatura Mínima del Aire) [ARCHIVO PDF] https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/Temperatura_minima13.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2019). La Cadena de Valor del Cacao en América Latina y El Caribe. Importancia del cacao en la ALC. https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf
- Jiménez, J. (2012). Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño. Tesis Ing. Agrónomo. UPEC. Tufiño-Carchi, EC. p 10 – 32.
- León, F. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. Revista Ciencia Unemi, p.45. <https://www.redalyc.org/exportarcita.oa?id=582663825007>

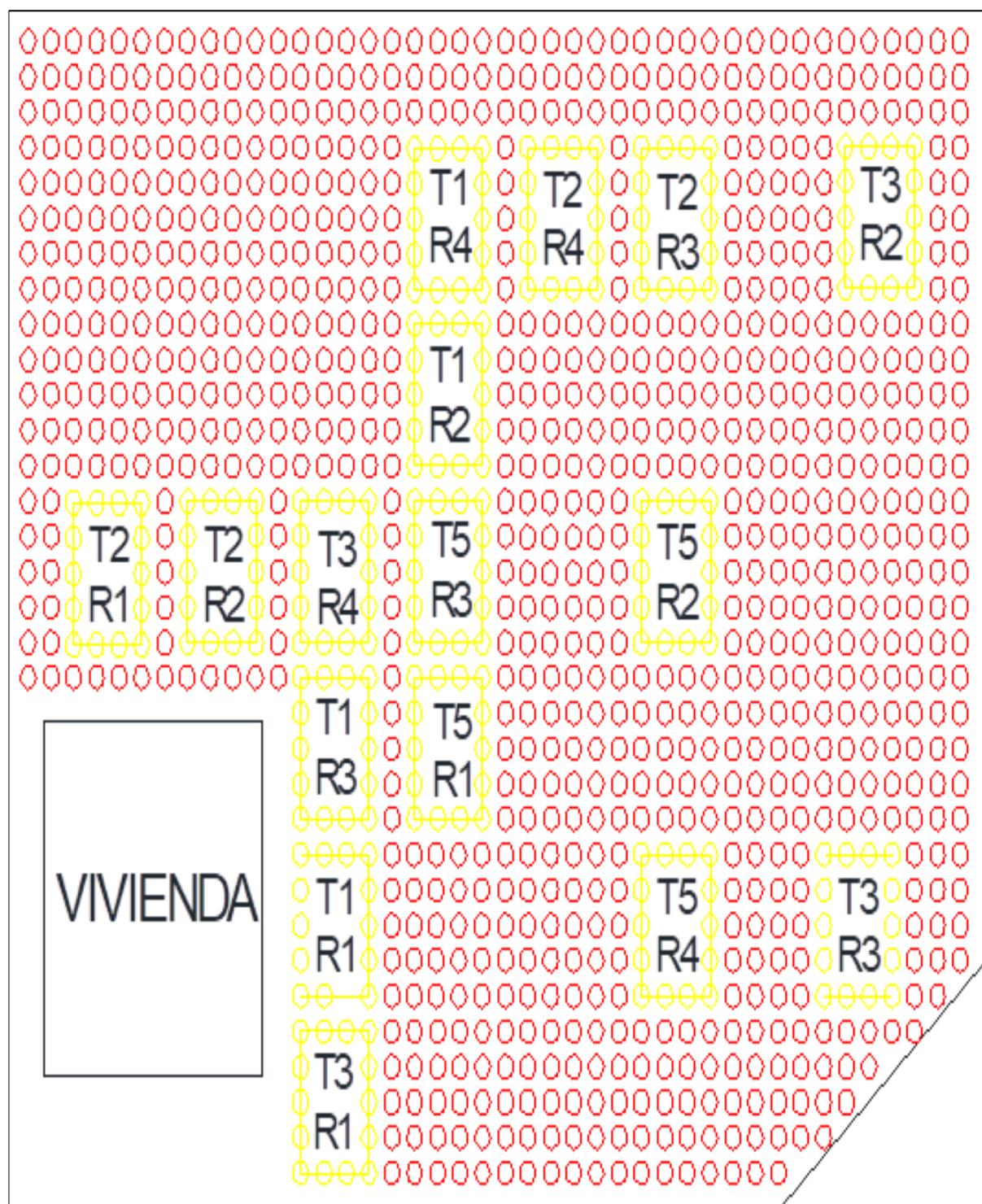
- López., M, López., I, España., M, Izquierdo., A. y Herrera., L. (2007) Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrícicos arburculares en plantaciones de Theobroma cacao *Agronomía Tropical* 57(1) 31-43 http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2007000100005
- López, O., Ramírez, S., Espinosa, S., Moreno, J., Ruiz, C., Villarreal., J. y Rojas, J. (2012). Manejo Agroecológico de la nutrición del cultivo de cacao. [PDF]. https://espacioimasd.unach.mx/libro/num7/Manejo_agroecologico_de_la_nutricion_en_el_cultivo_del_cacao.pdf
- López, O. (2014) *“Respuesta del cacao Nacional y ccn-51 a la fertilización con elementos menores en sistemas bajo riego en la zona de Mocache”* [Trabajo de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4261/1/T-UTEQ-0217.pdf>
- Marco Conceptual, Viento (2014). [ARCHIVO PDF] <http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/ATLAS/documentos/Marco%20Conceptual%20Viento.pdf>
- Morales, E., Rubí, M., López, J., Martínez, A. y Morales, E. (2018). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10(8) 1875-1896 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7230619.pdf>
- Molina, P. (2017). Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela. *Universidad de Los Andes.*, Venezuela,5(2),2017-232.
- Motato, N., Pincay, J., (2015). Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *Revista La Técnica*. https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/14_pag_6-23
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. In *Revista de Derecho Ambiental* (Issue 10). <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>
- Organismo Internacional Regional de sanidad agropecuaria. (2016). Manual de buenas prácticas agrícolas de proceso y empaqu de cacao (Theobroma cacao). [https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20de%20proceso%20y%20empaque%20de%20cacao%20\(Theobroma%20cacao\).pdf](https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20agr%C3%ADcolas%20de%20proceso%20y%20empaque%20de%20cacao%20(Theobroma%20cacao).pdf)
- Ortiz Juan, y M. (2019). Alternativa de Biorremediación a partir de residuos de cacao en la obtención de hongos Pleurotus ostreatus con la implementación de un análisis multicriterio. Obtenido de Grupo de Investigación Gerencia de la Tierra: <https://www.redalyc.org/journal/3420/342065400007/342065400007.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2004). Los precios agrícolas y sus determinantes <https://www.fao.org/3/y5673s/y5673s0m.htm>
- Paspuel, M. (2018). Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua, [Tesis de grado, Universidad Central Del Ecuador]. Repositorio institucional <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15195/1/T-UCE-0004-A82-2018.pdf>.
- Peralta, M. (2019). *Análisis del sistema productivo del cacao Theobroma cacao L. en la zona baja del río Tapaje municipio de el Charco, departamento de Nariño* [Tesis de grado, Universidad del Pacifico] <https://repositorio.unipacifico.edu.co/bitstream/handle/unipacifico/135/ANALISIS%20DEL%20SISTEMA%20PRODUCTIVO%20DEL%20CACAO%20Theobroma%20cacao%20L.%20EN%20LA%20ZONA%20BAJA%20DEL%20RIO%20TAPAJE%20MUNIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pilataxi, C. (2021). Módulo de información agroambiental y tecnificación 2020. Obtenido de Boletín Técnico INEC: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2020/DOC_TEC_MOD_AMB-2020_08_19_4.pdf
- Puentes., Y, Menjivar., J. y Aranzazu., F. (2014) Eficiencias en el uso del Nitrógeno, Fosforo y Potasio en clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) *Bioagro* 26 (2) 99-106 <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v26n2/art04.pdf>
- Recalde, C., Cisneros, C., Vaca, D. y Ramos., C (2015). Relación de la Transmitancia Atmosférica con la Heliofanía y la Diferencia de Temperaturas Extremas Diarias en la Zona Ecuatorial Andina. *Información Tecnológica* 26(1) 143-150 <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v26n1/art16.pdf>
- Rojas, E. (2020). El cacao orgánico es sostenible. Obtenido de La agricultura orgánica un ecosistema perfecto: <https://cakawa.com/el-cacao-organico-es-sostenible/>
- Rúales., J, Burbano., H. y Ballesteros., W. (2011). Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (*Theobroma cacao L.*) *Revistas ciencias Agrícolas* 28(2) 81-94 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104094.pdf>
- Tuesta, A., Trigozo, E., Cayotopa, J., Erévalo, E., Arévalo, C., Zúñiga, L., y Ttacca, B. (2017). Optimización de la fertilización orgánica e inorgánica del cacao (*Theobroma Cacao L.*) con la inclusión de *Trichoderma* endófito y Micorrizas arbusculares, 30(12).
- Sánchez, V. (2019). INIAP. https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. 1–118. <https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/04/Informe-SENPLADES-2018.pdf>

- Viteri, O. (2016). Incidencia de los programas agrarios gubernamentales en la cadena de valor del cacao fino de aroma. *Nera* 1(32) 153-169
https://www.researchgate.net/profile/Oswaldo-Salazar-3/publication/350298594_Incidencia_de_los_programas_agrarios_gubernamentales_en_la_cadena_de_valor_del_cacao_fino_y_de_aroma_en_EcuadorImpact_of_government_agricultural_programs_in_the_value_chain_of_fi
- Yara Iberian S.A.U. (s.f.) Yaramila Complex [ARCHIVO PDF]
<https://www.yara.es/contentassets/e4f2d77ab24c4e509430b5f1e519d106/yaramila-complex-v1.pdf/>
- Sharma,S.(2020).Impacts of nitrogen on plant disease severity and plant defense mechanism. *Fundamental and Applied Agriculture*,5(3),303-314.
- Zanor, G., López, M., Martínez, R., Ramírez, L., Gutiérrez, S., y León, M. (2018). Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 19(4).

ANEXOS

ANEXO 1 CROQUIS DE CAMPO



ANEXO 2 LABORES DE CAMPO



Anexo 1 Selección de plantas para la investigación



Anexo 2 Aplicación de abono orgánico y ecológico



Anexo 3 Fertilizantes químicos utilizados en la investigación



Anexo 4 Fertilizantes orgánico, Fertivin edáfico y foliar



Anexo 5 Aplicación de fertilizante edáfico y foliar



Anexo 6 Toma de datos



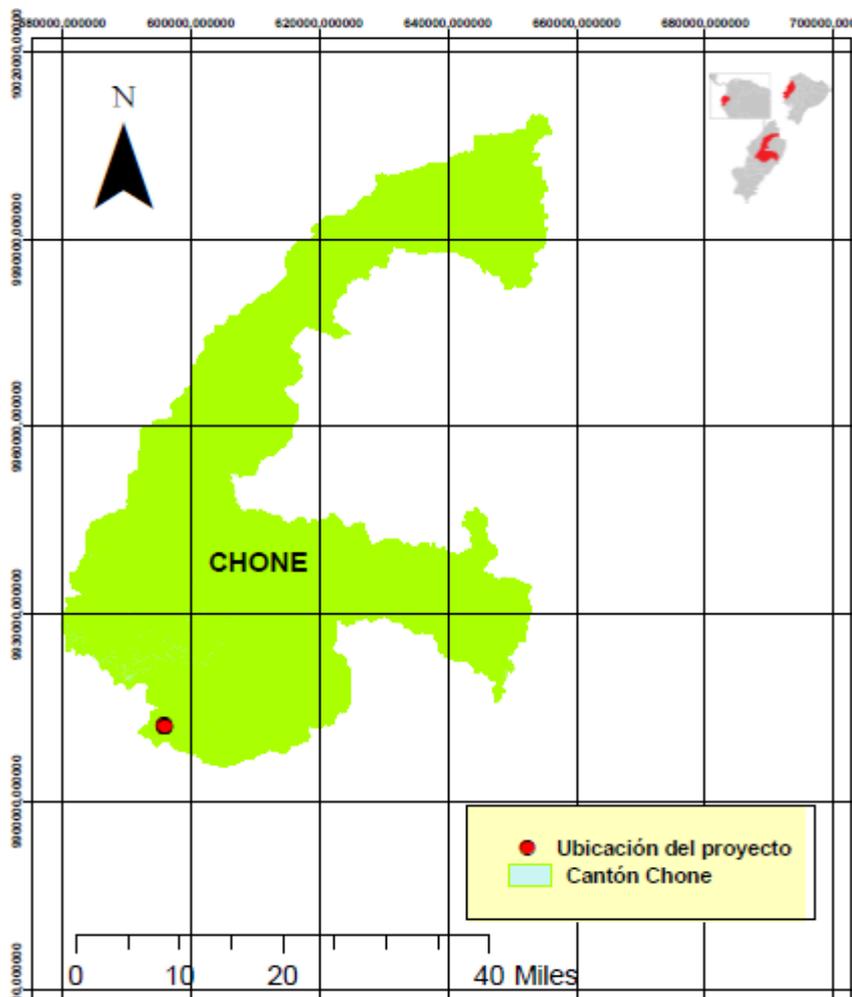
Anexo 7 Evaluación de rendimiento



Anexo 8 Evaluación de las variables



Anexo 9: Área de estudio del experimento



Anexo 10: Mapa de ubicación de la investigación Cantón Chone Provincia de Manabí