



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

CARRERA DE AGRÍCOLA

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

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE FERTILIZANTES
COMPUESTOS EN CACAO CCN-51 EN CHONE MANABÍ**

AUTORAS:

**ESPERANZA M. FLECHER PONCE
SANDY D. PROAÑO MENÉNDEZ**

TUTOR:

ING. JAVIER MENDOZA, M.Sc

CALCETA, JULIO DE 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

FLECHER PONCE ESPERANZA MAGDALENA Y PROAÑO MENÉNDEZ SANDY DAMARIZ, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE FERTILIZANTES COMPUESTOS EN CACAO CCN-51 EN CHONE MANABÍ** es de autoría propia, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o planificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, se concede a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a favor propio todos los derechos patrimoniales de autores sobre la obra, en conformidad con el Artículo 144 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



Esperanza M. Flecher Ponce



Sandy D. Proaño Menéndez

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

FLECHER PONCE ESPERANZA MAGDALENA Y PROAÑO MENÉNDEZ SANDY DAMARIZ, 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 AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE FERTILIZANTES COMPUESTOS EN CACAO CCN-51 EN CHONE MANABÍ** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



Esperanza M. Flecher Ponce



Sandy D. Proaño Menéndez

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE FERTILIZANTES COMPUESTOS EN CACAO CCN-51 EN CHONE MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **FLECHER PONCE ESPERANZA MAGDALENA Y PROAÑO MENÉNDEZ SANDY DAMARIZ**, 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. José J. Mendoza Vargas, M.Sc.
CC: 1306650043
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DE FERTILIZANTES COMPUESTOS EN CACAO CCN-51 EN CHONE MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **FLECHER PONCE ESPERANZA MAGDALENA Y PROAÑO MENÉNDEZ SANDY DAMARIZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero 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. Cristian Valdivieso López, M.Sc.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

.....
ING. Sergio Vélez Zambrano, M.Sc.
MIEMBRO DE TRIBUNAL

.....
ING. Galo Cedeño, M.Sc.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios principalmente por haberme brindado salud, fuerza, valentía y ganas de salir adelante ante toda la presión y obstáculo en la vida, por ser mi luz y guía en lo largo de mi camino, por estar siempre presente en todo momento en lo que quise renunciar y dejar todo en la nada, y por seguir sosteniéndome con su mano Sagrada para alcanzar mi objetivo, sé que no fue fácil pero con la bendición de Nuestro Señor Jesucristo hoy puedo decir que ¡LO LOGRE!

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM “MFL” por abrirme sus puertas y hacer de mí una mujer de bien y formarme como Profesional.

De igual forma sigo estando agradecida con mis Padres la Sra. Magdalena Ponce Lino y Roque Flecher Andrade porque me dieron la vida y han estado siempre apoyándome en mis sueños, a mis hermanos y familia por darme ánimos para seguir adelante y siempre creer en mí. También, estoy agradecida con mi madrina Claudia Cuadros, quien fue la que me motivo a estudiar y poder obtener un título profesional, y así tener una mejor calidad de vida a futuro.

Agradezco al Ing. Joel Pinargote por haberme brindado su gran gesto de bondad y solidaridad durante mi periodo académico llevándome a la Universidad cuando se me complicaban las cosas en los tiempos de invierno, por ser un buen profesor y amigo. Sigo estando agradecida con la vida por las personas que me brindaron su apoyo incondicional como la Ing. Olguita Ramírez quien también me daba su mano de apoyo para ir a los cursos de inglés, por esos conocimientos impartidos a mi enseñanza.

También a mis amigos como Leyder Párraga y Orlando Quiñonez que desde lejos siempre estuvieron motivándome en lo largo de mi carrera, a Mario Muñoz porque siempre estuvo dispuesto a sacarme de apuros.

Estoy agradecida con mis maestros por los años de dedicación y conocimientos impartidos a mi aprendizaje y formación. Al presidente de Tribunal Galo Cedeño García, M.Sc. por habernos ayudado con el tema de investigación, por ser nuestro guía como tutor y amigo. Al ing. Federico Díaz Trelles por su predisposición, conocimientos, ayuda y amistad brindada en los momentos que más lo necesite.

Me siento muy agradecida con la vida porque gracias a todos los ángeles enviados por Dios este sueño hoy puede cumplirse.

Esperanza M. Flecher Ponce

AGRADECIMIENTO

Primera mente agradecer a Dios por darme la vida, y la dicha de tener salud prosperidad, de rodearme de personas que amo, por su inmensa misericordia, bondad de guiar cada paso y no abandonarme nunca, iluminarme el camino del bien y darme la fuerza necesaria para enfrentar cada obstáculo

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí por brindarme la oportunidad de crecer como ser humano mediante una educación superior de calidad en la cual he formado mis conocimientos profesionales.

A mi Padre Jorge Proaño y mi Madre Marisol Menéndez y mis hermanos Jorge y Juan José por ser mi pilar fundamental en mi vida ya que son quienes me brindan cada día su apoyo, por estar presente incondicionalmente en los malos momentos.

Al Ingeniero Galo Cedeño por brindarnos su apoyo incondicional desde el primer momento de la ejecución de proyecto de titulación, por compartir sus conocimientos los cuales nos han formado y fortalecidos en el ámbito de campo.

A mi tutor de tesis Ingeniero Javier Mendoza Vargas por brindar sus conocimientos y estar pendiente en el proceso de ejecución del proyecto.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Agrícola por formar parte de nuestra educación y brindarnos conocimientos con dedicación, paciencia y hacer de nosotros profesionales de calidad.

A Nita Ganchozo y familia por recibirme en su hogar darme su apoyo cariño y confianza, A la Familia Menoscal Chichanda por ser generosos y recibirme en su hogar, y hacerme parte de su familia, a mis compañeros más cercanos que he compartido gratos y buenos momentos, aparte de vivir muchas experiencias durante este ciclo estudiantil.

Sin dudar eternamente agradecido con todas las personas que me han apoyado desde el primer momento que empecé con mis estudios, gracias por todas las porras que fueron muy importantes en los años de estudio.

Sandy D. Proaño Menéndez

DEDICATORIA

Con palabras de amor y ternura le dedico esta tesis a Dios por su inmenso amor y fortaleza que me ha brindado día a día. A mi madre la Sra. Magdalena Ponce Lino porque ella ha sido mi motor y guía en mi camino, que se sin ella no hubiera sido posible llegar hasta donde he llegado.

A mi hermana Claudia Chávez por el apoyo financiero incondicional que brindo a mi formación académica, que, gracias a su apoyo, Dios la siga conservando con salud y vida.

Al Ing. Federico Díaz Trelles, M.Sc por el apoyo incondicional a sus conocimientos y dedicación que nos brindó durante en el proceso de enseñanza y aprendizaje que desde el cielo le agradezco infinitamente por el apoyo brindado.

Y después de todo me agradezco y me dedico esta tesis a mí persona la Srta. Esperanza Magdalena Flecher Ponce por las ganas y fuerza de superación en la vida.

Esperanza M. Flecher Ponce

DEDICATORIA

A Dios por permitirme tener vida, salud por permitirme cumplir unos de mis propósitos y la fuerza necesaria para cumplirlos y poder superar los tropiezos de mi vida, fortaleciéndome para terminar mi carrera profesional.

A mis padres por haberme formado como la persona que soy en la actualidad, por su esfuerzo en brindarme y apoyarme en todo momento de igual forma a mis hermanos, en preocuparse de mi bienestar y salud, en la confianza puesta en mi para lograr el objetivo.

Finalmente, a todas aquellas personas y amigos y conocido que siempre han confiado en mí y me han brindado su apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

Sandy D. Proaño Menéndez

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
CONTENIDOS DE CUADROS, TABLAS Y FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	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. ANTECEDENTES SOCIOECONÓMICOS DEL CACAO EN ECUADOR	4
2.2. ECOFISIOLOGÍA DEL CACAO	6
2.3. NECESIDADES NUTRICIONALES.....	8
2.3.1. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DEL CACAO	8
2.3.2. RESPUESTA DEL CACAO A LA FERTILIZACIÓN.....	8
2.3.3 RESPUESTA DEL CACAO A LA NUTRICIÓN FOLIAR.....	9
2.4. USO EFICIENTE DE NUTRIENTES EN CACAO	9
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	10
3.1. UBICACIÓN	10
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	10
3.3. MATERIAL VEGETAL.....	10
3.4. FACTORES EN ESTUDIO.....	10
3.4.1. FACTOR A (Fuentes)	10
3.4.2. FACTOR B (Dosis)	10
3.4.3. TESTIGO.....	11

3.5. TRATAMIENTOS	11
3.6. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL.....	11
3.7. ANÁLISIS DE DATOS.....	11
3.8. VARIABLES RESPUESTA.....	12
3.9. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	12
3.9.1. FERTILIZACIÓN.....	12
3.9.2. RIEGO	13
3.9.3. PODA DE MANTENIMIENTO.....	13
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	25

CONTENIDOS DE CUADROS, TABLAS Y FIGURAS

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 2. 1. Nutrientes que requiere una planta.....	8
Cuadro 3. 1. Tratamientos aplicados en la investigación.....	11

CONTENIDOS DE TABLAS

Tabla 4.1. Significancia estadística de los componentes sanitarios y de rendimiento del CacaoCCN-51 en función de fuentes y dosis de fertilizantes. Chone, Manabí, Ecuador.	14
Tabla 4.2. Efectos de varias fuentes de fertilizantes sobre los componentes de rendimiento de Cacao CCN-51. Chone, Manabí, Ecuador	15
Tabla 4.3. Efecto de dosis de fertilización sobre los componentes de rendimiento del cacao CCN-51. Chone, Manabí, Ecuador.	15
Tabla 4.4. Beneficio económico neto de la fertilización en Cacao CCN-51 en función de la comercialización en grano seco y fermentado. Chone, Manabí, Ecuador.	17

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 4.1. Efecto de fuentes fertilizantes comerciales sobre el rendimiento de grano seco en cacao CCN-51. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias de fertilizantes comerciales (Tukey, $p < 0,05$).....	16
Figura 4.2. Efecto de dosis de fertilización sobre el rendimiento de grano seco en cacao CCN-51. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias de dosis (Tukey, $p < 0,05$).	17

RESUMEN

El objetivo principal del trabajo fue evaluar la efectividad agronómica y económica de fertilizantes compuestos en cacao CCN-51 en Chone, Manabí. Los tratamientos consistieron en cinco fuentes fertilizantes (Ferticacao Plus, Ecocacao Plus, Seos Cacao, Yaramilla Integrador y Novatec Premium) y tres dosis de fertilización (400, 800 y 1200 g/planta). En total se evaluaron 16 tratamientos, tres replicas y 48 unidades experimentales. Las principales variables evaluadas fueron mazorcas sanas, rendimiento de grano seco y beneficio económico neto de la fertilización. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para los efectos principales fuentes y dosis, pero no para la interacción fuentes x dosis ($p > 0.05$). Las fuentes de mezcla química (Yaramilla Integrador) y de lenta liberación (Novatec Premium), independientemente de las dosis, lograron la mayor producción de mazorcas sanas, rendimiento de grano seco y beneficio económico neto. La dosis de 1200 g/planta logró el mayor rendimiento de grano, independientemente de las fuentes probadas. Desde el punto de vista económico, obtuvimos una gran diferencia con los fertilizantes Yaramilla Integrador y Novatec Premium aplicados en dosis de 800 g/planta, estas fueron las mejores alternativas económicas para la fertilización y dosificación del cacao CCN-51 bajo las condiciones del cantón Chone donde se desarrolló la investigación.

PALABRAS CLAVES: *Theobroma cacao*, fertilización, productividad, rentabilidad.

ABSTRACT

According to this research project, evaluating the agronomic and economic effectiveness was the main goal of compound fertilizers in CCN-51 cocoa in Chone, Manabí. On the other hand, the treatments consisted of five fertilizer sources (Ferticacao Plus, Ecocacao Plus, Seos Cacao, Integrative Yaramilla and Novatec Premium) and three fertilization doses (400, 800 and 1200 g/plant). As a result, 16 treatments, three repetitions and 48 experimental units were evaluated. In addition, the main variables evaluated were healthy ears, dry grain yield and net economic benefit of fertilization. So that, the results showed statistically significant differences ($p < 0.05$) for the main effects sources and dose, but not for the interaction sources x dose ($p > 0.05$). The mixture chemical sources (Yaramilla Integrative) and slow release (Novatec Premium), regardless of the dose, achieved the highest production of healthy ears, dry grain yield and net economic benefit. In summary, the dose of 1200 g/plant achieved the highest grain yield, regardless of the sources tested. From the economic point of view, we obtained a great difference with the Integrative Yaramilla and Novatec Premium fertilizers applied at doses of 800 g/plant, these were the best economic alternatives for the fertilization and dosage of CCN-51 cocoa under the conditions of the Chone canton, where the research was carried out.

KEY WORDS: *Theobroma cacao*, fertilization, productivity, profitability.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ecuador es el primer exportador mundial de cacao fino y de aroma, puesto que del total exportado el 70% corresponde a esta categoría, mientras que el 30% restante es de la variedad CCN-51, por lo que, en este sentido, es un rubro importante en la generación trabajo, ingresos económicos y divisas para el país (ANECACO, 2016). El interés actual en torno al cacao es notorio. Su consumo reciente a nivel mundial es significativo, no solo como chocolate, sino también como ingrediente básico dada la revaloración de la exquisitez de sus granos para una alimentación saludable (Barrera *et al.*, 2017).

En el 2016 se reportó plantadas 508885 has, de las cuales la mayor parte se encuentran establecidas en Guayas, Los Ríos, Manabí y Esmeraldas, con 108868, 105462, 97799 y 51734 has, respectivamente. Desde el año 2000 al 2012, la producción nacional de cacao en Ecuador aumentó en 105%, debido principalmente a la creciente demanda internacional de este producto y al incremento en los precios internacionales (MAG, 2016).

Los bajos rendimientos registrados en Ecuador, se debe a una serie de factores tales como la escasa inversión en tecnología, inadecuado manejo agronómico del cultivo, uso inadecuado del material de siembra, etc. El cacao prefiere suelos fértiles con altos contenidos de materia orgánica, es importante para que el suelo no presente deficiencias nutricionales (Amores *et al.*, 2010).

Actualmente, en el mercado nacional existen varias fuentes de fertilizantes compuestos mezcla física, química y eficiencia mejorada, algunos de los cuales han sido formulados específicamente para el cacao, sin embargo, la eficiencia agronómica y económica de estas fuentes no ha sido evaluada bajo condiciones de Manabí y menos aún en el cantón Chone, razón por la cual se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿El estudio de la efectividad agronómica y económica de fertilizantes compuesto puede contribuir a incrementar el rendimiento y la rentabilidad del cacao CCN-51 bajo condiciones del cantón Chone?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador la variedad de cacao CCN-51 es la principal dominante en la superficie nacional, sin embargo, la información relacionada a la nutrición y fertilización del cultivo ha sido escasa y más aún en la provincia de Manabí, lo cual es una limitante para mejorar el rendimiento y rentabilidad del cultivo. Sumado a lo anterior, no se conoce la eficiencia agronómica y económica de los diferentes fertilizantes formulados para cacao que hoy en día existen en el mercado nacional, lo cual no permite dar recomendaciones técnicas adecuadas para la fertilización eficiente del cultivo bajo las condiciones locales. En este sentido, es importante generar este tipo de información, con la finalidad de diseñar planes de fertilización adecuadas para la variedad de cacao CCN-51 bajo las condiciones del cantón Chone, con la perspectiva de que los productores cacaoteros de esta zona puedan adoptar los resultados positivos que se alcancen y de esta manera mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo. Por lo anteriormente descrito, la presente investigación se justifica plenamente.

Este proyecto aporta a lo propuesto por la ONU (2015) en el documento transformar nuestro mundo: Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que encaja al objetivo 2: “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, con su meta 2.3: De aquí a 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los ganaderos y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos e insumos de producción y a los conocimientos, los servicios financieros, los mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad agronómica y económica de fertilizantes compuestos en cacao CCN-51 durante el segundo año de producción.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de dosis crecientes de cinco fertilizantes compuestos sobre el rendimiento del cacao CCN-51.
- Establecer la dosis optima biológica y económica de cinco fertilizantes compuestos en cacao CCN-51.

1.4. HIPÓTESIS

¿La efectividad agronómica y económica de la fertilización del cacao CCN-51 varia con las fuentes y dosis de fertilizantes probados?

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES SOCIOECONÓMICOS DEL CACAO EN ECUADOR

El cultivo de cacao es uno de los más importantes del sector agrícola del Ecuador, puesto que representa el 20% de la superficie total agrícola sembrada en el año 2016 (MAG, 2016). Por lo que tuvo una participación en el año 2017 con el 9% del valor de las exportaciones agrícolas, aportando de forma positiva a la balanza comercial agrícola.

Ecuador fue el mayor exportador mundial de cacao durante el período 1880 – 1915, perdiendo los estatus debido al ataque de dos enfermedades conocidas como la monilia (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). En los años 1915 y 1930 la producción disminuyó en un 63% (Quingaísa, 2007). Pero, sin embargo, luego de la crisis ocasionada por las enfermedades, la producción de cacao obtuvo una recuperación notable con la siembra de materiales resistentes, principalmente a la escoba de bruja, dentro esto se destaca nítidamente el clon del híbrido denominado CCN-51 (Carrión, 2012).

El Ecuador tiene una superficie de 575,516 ha sembrada de cacao con un rendimiento de 0,65 t/ha y una producción de 373,639 toneladas. Entre las provincias más productoras que presentan una mayor superficie son: Manabí (124,874 ha) Los Ríos (131,686 ha), Esmeraldas con (73,523 ha) y Guayas (96,423 ha). La provincia más productora fue Los Ríos con el 26 % del total de producción nacional y con un rendimiento de 0.73 t/ha, por lo que guayas presenta un mejor rendimiento con 0,97 t/ha y seguidamente Manabí que posee los rendimientos más bajos con 0,48 t/ha (MAG, 2017).

El mismo autor menciona que en el año 2017, el cultivo de cacao obtuvo un total de 319,705 trabajadores, en donde el 77 % son trabajadores sin remuneración. De acuerdo con el total de trabajadores, el 73 % son hombres y el 27 % mujeres.

Además, la provincia con mayor cantidad de trabajadores fue Los Ríos, con 71,386; mientras que el 74 % son hombres y el 26 % mujeres.

Las importaciones de cacao en grano a nivel mundial se incrementaron con un 19 % con relación al año 2016. Siendo Holanda con el 26 %, seguido por Estados Unidos con el 12 %, Alemania 9 %, Bélgica y Malasia con 8 % cada uno, Indonesia 7 % y Francia con el 5 %, de los cuales son los países que más importan cacao en grano de Ecuador (Barrera *et al.*, 2019).

En la actualidad las exportaciones de cacao han generado relevancia, haciendo prueba de ello en su crecimiento entre los años 2007 a 2016 en promedio anual del 14%, hasta llegar al 2016 y alcanzar los US\$ 622 millones. Permitiendo convertir al cacao en el quinto productor de exportación del Ecuador, manteniéndose como una de nuestras principales fuentes de divisas (ANECACAO, 2017).

2.1.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE CACAO

El cultivo de cacao ha despertado gran interés en los agricultores por una alta demanda insatisfecha del mercado internacional, que se presenta como una oportunidad para mejorar la calidad de vida, y recientemente se abren nichos de mercados para los cacaos de buena calidad. La industria cacaotera en la actualidad necesita de un abastecimiento en cantidad y calidad de cacaos, para lo cual es necesario realizar trabajos de investigación (Shaka, 2012).

2.1.2. TAXONOMÍA DEL CACAO

Según Montes (2016), menciona que la taxonomía del cacao es la siguiente:

Reino: Plantae

Tipo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Sterculiaceae

Género: *Theobroma*

Especie: *cacao* L.

2.1.3. CULTIVO DE CACAO

El árbol de cacao es una planta que crece de forma silvestre, cuyo origen se ubicaría hace más de cuatro mil años en la cuenca del río Amazonas. Las más antiguas referencias históricas indican que fue domesticado en América Central por la cultura Maya, que lo consumía como bebida amarga (Canessa, 2014).

La palabra cacao además de hacer referencia a la planta, también es utilizada para nombrar a su fruto, que es la mazorca que crece directamente de su tronco, a las semillas contenidas en ese fruto, al producto que resulta de la fermentación y al secado de esas semillas (componente básico del chocolate); y, por último, también se denomina cacao al polvo seco que se obtiene moliendo los granos (ANECACO, 2016).

2.2. ECOFISIOLOGÍA DEL CACAO

2.2.1. RESPUESTA DEL CACAO A LOS FACTORES AMBIENTALES

Según Landa (2017), los principales factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo del cacao son:

2.2.2. TEMPERATURA

Habitualmente los procesos de crecimiento, formación de flores y frutos de cacao se realizan a temperaturas mayores de 25 °C, pero se inhiben a temperaturas menores de 22 °C. Las zonas óptimas en que se desarrolla el cultivo de cacao son aquellas que tienen una temperatura media anual entre 25 a 26 °C, bajo este límite se puede reducir el crecimiento vegetativo, floración y desarrollo de frutos (Landa, 2017).

2.2.3. ALTITUD

Las altitudes apropiadas para la siembra del cacao están entre 300 y 800 m.s.n.m., sin embargo, en las zonas cercanas a la línea ecuatorial pueden sembrar hasta en altitudes de 1.300 m.s.n.m. por existir una compensación térmica entre la latitud y altitud (Giusti, 2015).

2.2.4. PRECIPITACIÓN

El cacao se puede sembrar en zonas en donde las precipitaciones anuales pueden variar entre 1.500 y 3.800 mm, siendo el rango entre 1.800 y 2.600 mm en donde mejor se desarrolla, el rango moderado para la siembra está entre los 1.500 a los 1.800 mm y los 2.600 a los 3.200 mm, en donde se pueden desarrollar los cultivos con algunas limitaciones que se pueden derivar en las necesidades de prácticas de manejos adicionales a las comúnmente utilizadas (FEDECACAO, 2013).

2.2.5. REQUERIMIENTO HÍDRICO

La planta de cacao de acuerdo a las necesidades de agua va del orden 1,500 a 2,500 mm. Distribuidos en todo el ahajó para zonas cálidas; y de 1,200 a 1,500 en zonas más húmedas. La cantidad mensual de agua es de 100mm en los meses más secos, el factor a considerar en huertas bajo riego. El déficit de agua puede disminuir los rendimientos de cacao, y cuando el factor hídrico es compensado se puede lograr rendimientos que superan los 50 qq/ha (ANECACAO, 2016).

2.2.6. LUMINOSIDAD DEL CACAO

La intensidad de luz es otro de los factores determinantes en el cultivo del cacao, fundamentalmente porque influye en la fotosíntesis. En estas etapas de establecimiento del cultivo se recomienda sembrar otras plantas para proporcionar sombra ya que las plantas de cacao en estas etapas son muy susceptibles a la acción directa de los rayos solares. Por lo que se considera que una intensidad lumínica sea menor al 50% del total de la luz, en que se limitan los rendimientos, mientras que cuando es mayor al 50% se aumentan (Torrez, 2012).

2.2.7. CONDICIONES DEL SUELO

El cultivo cacao requiere suelos ricos en materia orgánica, franco arcilloso, con buen drenaje, profundos y topografía regular. Este factor es un limitante del suelo en que se desarrolla una pequeña capa húmica. Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con un pH que oscilan entre 4,0 y 7,0 (INFOAGRO, 2015).

2.3. NECESIDADES NUTRICIONALES

2.3.1. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DEL CACAO

Para Leiva (2012), los nutrientes que necesita una planta de CCN-51 son:

Cuadro 2. 1. Nutrientes que requiere una planta

Estado de la planta	Edad (meses)	Requerimiento por planta (Gramos)							
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	B
Recién sembrada	5	2,4	0,6	2,4	2,3	1,1	0,04	0,01	0,009
Producción Inicial	28	140	16	170	115	40	4,2	0,6	0,4
Producción media	36	215	25	370	130	65	7,6	1,1	1,2
Producción total	48-90	448	51	170	320	110	5,9	1,6	1,7

Fuente: Leiva, 2012.

Estudios realizados en Ecuador de CCN 51, en condiciones de cultivo en plena producción, reportan que la extracción de nutrientes con 2.222 plantas/ha fue: N (101), P₂O₅ (27), K₂O (204), CaO (69), MgO (42) y S (12) kg ha⁻¹ (Barriga *et al.*, 2006).

2.3.2. RESPUESTA DEL CACAO A LA FERTILIZACIÓN

Con respuesta a fertilización de cacao bajo sombra directamente produce pequeños incrementos en la producción, mientras que en plena exposición solar se produce aumentos considerables en el rendimiento de grano seco (Uribe, Méndez y Mantilla, 2000). La fotosíntesis brinda un papel importante, porque al momento de tener sombra este no va a tener una buena floración provocando su caída. La aplicación de fertilizantes orgánicos u inorgánicos según estas recomendaciones están basadas en el análisis del suelo y sus condiciones nutritivas del cultivo que permiten maximizar beneficios y minimizar las pérdidas (Arvelo, González, Marelo, Delgado, y Montoya, 2017), teniendo en cuenta los rendimientos que superan las 2 t/ha, una muy buena fertilización va ser reflejado en el rendimiento, caso contrario este no tendrá una buena productividad.

2.3.3 RESPUESTA DEL CACAO A LA NUTRICIÓN FOLIAR

Santos y Aguilar (2013), menciona que la fertilización foliar, es la base de la nutrición a través de las hojas, que es utilizada como un complemento a la fertilización edáfica. Bajo estos sistemas de nutrición la hoja brinda un importante aprovechamiento de los nutrimentos, algunos de estos componentes participan en la absorción de los iones. Estos factores influyen en la fertilización foliar que pueden clasificarse en tres grupos; que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar. Dentro de los aspectos de la planta, se estudia la función de la cutícula, las estomas y ectodermos en la absorción foliar.

2.4. USO EFICIENTE DE NUTRIENTES EN CACAO

Según Leiva, s.f. La nutrición vegetal es el proceso que le permite a las plantas interceptar y absorber los minerales que requiere para su crecimiento y desarrollo. El manejo de la nutrición, con el objetivo de potenciar las actividades metabólicas de planta para convertirla en una máquina productiva natural, y optimizar el uso de los nutrientes para alcanzar la máxima productividad posible bajo las condiciones dadas, se requiere conocer los requerimientos y el comportamiento de las plantas al incrementar la disponibilidad de nutrientes, determinar las necesidades para cada etapa y los otros aspectos que pueden afectar la nutrición, como el nivel hídrico.

Leiva, s.f. Sigue manifestando que las plantas absorben del suelo un número de elementos nutritivos en proporciones específicas y es importante que estas proporciones se mantengan balanceadas para facilitar su absorción. De acuerdo a la intensidad de la demanda, los nutrientes se clasifican en macro elementos: N, P y K; elementos secundarios: Ca, Mg y S; y micro elementos: Mn, Cu, Zn, Fe, Mo y B. Sin embargo, todos son igualmente esenciales para el metabolismo y desarrollo de las plantas.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se desarrolló en la Parroquia Ricaurte del cantón Chone, Manabí. Posicionado geográficamente en las coordenadas 0° 41' latitud sur y 80° 07' latitud oeste, a una altitud de 24 msnm, Heliofanía de 1045 horas anuales y un promedio de precipitaciones de 839 mm anuales.

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

El trabajo se desarrolló desde Agosto del 2020 hasta Diciembre del 2021.

3.3. MATERIAL VEGETAL

El trabajo se realizó en una plantación de cacao CCN-51 de cinco años de edad, establecida a una densidad de 1111 plantas ha⁻¹.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. FACTOR A (Fuentes)

- Fertilizante plus (mezcla física de macro y micronutrientes)
- Ecocacao plus (mezcla física de macro y micronutrientes + silicio)
- Seos cacao (mezcla física de macro y micronutrientes con tecnología Sfera)
- Yaramilla Integrador (mezcla química)
- Novatec Premium (mezcla química de liberación controlada)
- Abono Completo 15-15-15

3.4.2. FACTOR B (Dosis)

- 400 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 4 fracciones año⁻¹
- 800 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 4 fracciones año⁻¹
- 1200 kg ha⁻¹ año⁻¹ con 4 fracciones año⁻¹

3.4.3. TESTIGO

- Fertilizante NPK 15-15-15

3.5. TRATAMIENTOS

Cuadro 3. 1. Tratamientos aplicados en la investigación

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1	Ferticacao 400 kg ha-1
T2	Ferticacao 800 kg ha-1
T3	Ferticacao 1200 kg ha-1
T4	Ecocacao 400 kg ha-1
T5	Ecocacao 800 kg ha-1
T6	Ecocacao 1200 kg ha-1
T7	Seos cacao 400 kg ha-1
T8	Seos cacao 800 kg ha-1
T9	Seos cacao 1200 kg ha-1
T10	Yaramilla Integrador 400 kg ha-1
T11	Yaramilla Integrador 800 kg ha-1
T12	Yaramilla Integrador 1200 kg ha-1
T13	Novatec Premium 400 kg ha-1
T14	Novatec Premium 800 kg ha-1
T15	Novatec Premium 1200 kg ha-1
T16	Tratamiento control 200 kg NPK kg ha-1

Fuente: Autoras.

3.6. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial A x B + 4, con 16 tratamientos, tres repeticiones y 48 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de parcelas de 20 plantas, donde el registro de datos se realizó en las 6 plantas centrales.

3.7. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se analizaron a través del análisis de varianza (ANOVA), y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

3.8. VARIABLES RESPUESTA

3.8.1. Número de mazorcas sanas

Se contabilizó el número de frutos sanos por planta en cada unidad experimental, este dato se tomó en cada cosecha.

3.8.2. Número de mazorcas enfermas

Se contabilizó el número de frutos enfermos por planta en cada unidad experimental, este dato se tomó en cada cosecha.

3.8.3. Número de frutos cherelles marchitos

Se contabilizó el número de frutos cherelles o marchitos por planta en cada unidad experimental, este dato se tomó en cada cosecha.

3.8.4. Peso de granos planta-1

Con una balanza se registró el peso fresco de granos por cada planta en su respectiva unidad experimental, este dato se lo registró en cada cosecha.

3.8.5. Peso de granos fresco parcela-1

Se registró el peso de fruto de las 6 plantas en cada unidad experimental, este dato se lo registró en cada cosecha.

3.8.6. Rendimiento en kg ha⁻¹

Este dato se lo obtuvo en cada cosecha mediante la recolección de frutos sanos de cada parcela, donde se registró el peso fresco de granos, y luego fue transformado a peso de grano seco mediante constante (100 – 40) con 7% de humedad. Con resultado anterior, se extrapolo y se obtuvo el rendimiento de cacao seco ha⁻¹ año⁻¹.

3.9. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.9.1. Fertilización

Los tratamientos de fertilización fueron diseñados de acuerdo al análisis suelos y necesidades nutricionales del cultivo de cacao. La fertilización se la realizó en banda superficial, alrededor de la planta.

3.9.2. Riego

El riego se realizó por inundación con frecuencias de cada 21 días.

3.9.3. Poda de mantenimiento

Se realizó dos podas de mantenimiento por durante el año, la cuales consistieron en sacar ramas muertas, enfermas y entrecruzadas.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la (tabla 4.1) se presenta el análisis de varianza aplicado a los componentes sanitarios y de rendimiento de cacao CCN-51 en función de fuentes y dosis de fertilizantes, detallando que el factor fuentes presento diferencias significativas ($p < 0,05$) en todas las variables evaluadas. De igual manera, el factor dosis también influyó significativamente ($p < 0,05$) sobre todas las variables evaluadas. La interacción fuentes x dosis no afectó significativamente ($p > 0,05$) las variables testeadas, lo cual indica que el efecto de los niveles de cada factor es independiente (Tabla 4.1). El contraste ortogonal entre el promedio de todos los tratamientos vs el tratamiento control del productor (15-15-15), presento diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), lo cual indica que los tratamientos de fertilización influyeron los componentes sanitarios y de rendimiento, independientemente de las fuentes y dosis probadas (Tabla 4.1.).

Tabla 4.1. Significancia estadística de los componentes sanitarios y de rendimiento del CacaoCCN-51 en función de fuentes y dosis de fertilizantes. Chone, Manabí, Ecuador.

Fuente de variación	p-valor ANOVA					
	Mazorcas sanas	Mazorcas enfermas	Cherelles marchitos	Peso fresco de granos por mazorca	Peso fresco de granos por planta	Rendimiento de grano seco
Fuentes	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dosis	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001
Fuente x Dosis	0,9011	0,1558	0,1774	0,9730	0,0897	0,8869
Testigo vs tratamientos	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C.V. %	7,24	6,04	4,94	5,39	4,39	7,13

En base a la (tabla 4.2) se evidencia el efecto de varias fuentes fertilizantes sobre los componentes sanitarios y de rendimiento del cacao CCN-51, donde las fuentes de lenta liberación (Novatec Premium) de mezcla química (Yaramilla Integrador), alcanzaron los mayores promedios de mazorcas sanas, rendimiento de grano por mazorca y parcela, en relación con las tres fuentes de mezcla física probadas (Ferticacao, Ecocacao y Seos Cacao). Además, estos mismos tratamientos

produjeron mayores cantidades de mazorcas enfermas y cherelles, lo cual puede ser debido a la mayor producción de frutos por planta (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Efectos de varias fuentes de fertilizantes sobre los componentes de rendimiento de Cacao CCN-51. Chone, Manabí, Ecuador

Fertilizantes comerciales	Mazorcas sanas por planta	Mazorcas enfermas por planta	Cherelles por planta	Peso de granos fresco por mazorca (g)	Peso fresco por planta (kg)
Ferticacao Plus	22,56 b	7,56 c	44,78 b	197,19 b	4,45 b
Ecocaco Plus	24,22 b	7,67 bc	46,33 b	197,13 b	4,78 b
Seos cacao	22,78 b	7,56 c	44,33 b	196,96 b	4,49 b
Yaramilla Integrador	28,00 a	8,22 b	50,56 a	198,77 a	5,57 a
Novatec Premium	28,89 a	8,99 a	52,33 a	198,88 a	5,75 a
Testigo (15-15-15)	16,33	5,67	34,00	195,19	13,25

En la tabla 4.3, se muestra el efecto principal de las dosis, donde se evidencia una tendencia de incremento de mazorcas sanas, enfermas y cherelles con el aumento de las dosis. Sin embargo, para el peso de grano por mazorca y parcela, se observa que las dosis de 800 y 1200 g/planta son estadísticamente similares entre sí, pero superan a la dosis de 400 g/planta, lo cual indica que la dosis de 800 g/planta puede ser suficiente para la fertilización del cacao CCN-51, bajo las condiciones donde se desarrolló el experimento (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Efecto de dosis de fertilización sobre los componentes de rendimiento del cacao CCN-51. Chone, Manabí, Ecuador.

Dosis de fertilización	Mazorcas sanas por planta	Mazorcas enfermas por planta	Cherelles por planta	Peso de granos fresco por mazorca	Peso fresco por planta
400 g planta⁻¹	20,47 b	6,67 c	40,60 c	197,00 b	4,04 b
800 g planta⁻¹	27,47 a	7,93 b	47,53 b	198,29 a	5,45 a
1200 g planta⁻¹	27,93 a	9,33 a	54,87 a	198,12 a	5,53 a
Testigo (15-15-15)	16,33	5,67	34,00	195,19	3,25

En cuanto al rendimiento de grano seco por hectárea, la figura 4.1, muestra que las fuentes de mezcla química (Yaramilla Integrador) y de lenta liberación (Novatec Premium) alcanzaron rendimientos superiores a 2400 kg ha⁻¹, que fueron

estadísticamente similares, pero diferentes y mayores a las fuentes de mezcla (Ferticacao, Ecocacao y Seos Cacao) y al tratamiento control del productor (15-15-15).

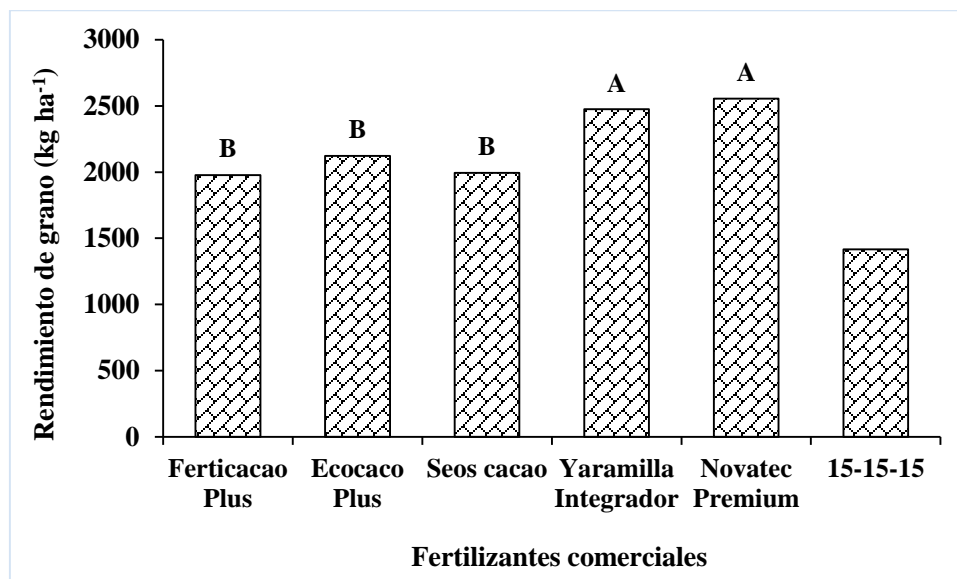


Figura 4.1. Efecto de fuentes fertilizantes comerciales sobre el rendimiento de grano seco en cacao CCN-51. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias de fertilizantes comerciales (Tukey, $p < 0,05$).

El grafico 4.2, se aprecia que las dosis de 800 y 1200 g/planta alcanzaron un rendimiento de grano estadísticamente similar, con rendimiento superior a 2400 kg ha⁻¹. Sin embargo, ambas dosis superaron ampliamente a la dosis menor, lo cual indica que desde un punto de vista económico, la dosis media de 800 g/planta es suficiente para satisfacer la demanda nutricional del cacao CCN-51, independientemente de las fuentes utilizadas.

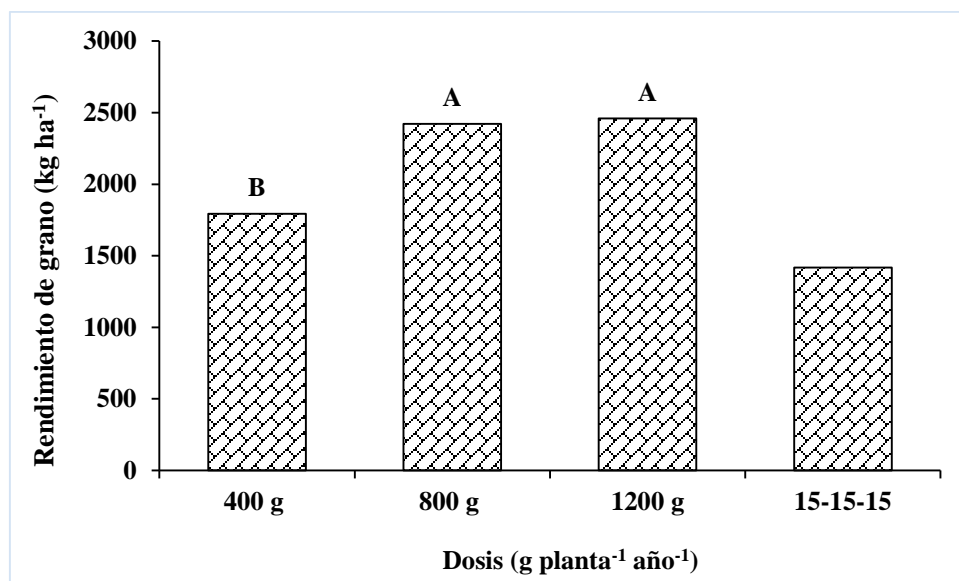


Figura 4.2. Efecto de dosis de fertilización sobre el rendimiento de grano seco en cacao CCN-51. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre medias de dosis (Tukey, $p < 0,05$).

El análisis económico realizado en base a beneficios económicos netos del rendimiento de grano seco, mostro que las mejores alternativas económicas fueron los tratamientos de Yaramilla Integrador y Novatec Premium en dosis de 800 g/planta, con beneficios económicos netos de la fertilización de 1179,65 y 1170,70 USD ha⁻¹, respectivamente (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Beneficio económico neto de la fertilización en Cacao CCN-51 en función de la comercialización en grano seco y fermentado. Chone, Manabí, Ecuador.

Fuentes fertilizantes	Dosis de fertilización	CT	CqnV	CqV	ICqV	Ren	IRen	PUV	Iing	IT	BET	BEN
Fertiicacao Plus	400 g	2138,40	1000	1138,40	-20,85	35,17	4,00	90	360,00	3165,30	1026,90	380,85
Fertiicacao Plus	800 g	2942,75	1000	1942,75	783,50	47,71	16,54	90	1488,60	4293,90	1351,15	705,10
Fertiicacao Plus	1200 g	3255,75	1000	2255,75	1096,50	47,63	16,46	90	1481,40	4286,70	1030,95	384,90
Ecocacao Plus	400 g	2348,50	1000	1348,50	189,25	38,34	7,17	90	645,30	3450,60	1102,10	456,05
Ecocacao Plus	800 g	2916,75	1000	1916,75	757,50	50,27	19,10	90	1719,00	4524,30	1607,55	961,50
Ecocacao Plus	1200 g	3216,75	1000	2216,75	1057,50	51,47	20,30	90	1827,00	4632,30	1415,55	769,50
Seos cacao	400 g	2308,50	1000	1308,50	149,25	33,86	2,69	90	242,10	3047,40	738,90	92,85
Seos cacao	800 g	3010,25	1000	2010,25	851,00	48,25	17,08	90	1537,20	4342,50	1332,25	686,20
Seos cacao	1200 g	3385,25	1000	2385,25	1226,00	49,57	18,40	90	1656,00	4461,30	1076,05	430,00
Yara Integrador	400 g	2640,00	1000	1640,00	480,75	44,60	13,43	90	1208,70	4014,00	1374,00	727,95
Yara Integrador	800 g	3374,50	1000	2374,50	1215,25	57,78	26,61	90	2394,90	5200,20	1825,70	1179,65
Yara Integrador	1200 g	3859,25	1000	2859,25	1700,00	60,97	29,80	90	2682,00	5487,30	1628,05	982,00

Novatec Premiun	400 g	2809,00	1000	1809,00	649,75	45,24	14,07	90	1266,30	4071,60	1262,60	616,55
Novatec Premiun	800 g	3794,75	1000	2794,75	1635,50	62,35	31,18	90	2806,20	5611,50	1816,75	1170,70
Novatec Premiun	1200 g	4318,25	1000	3318,25	2159,00	60,97	29,80	90	2682,00	5487,30	1169,05	523,00
Control (15-15-15)	-----	2159,25	1000	1159,25	-----	31,17	-----	90	-----	2805,30	646,05	-----

CT: Costos totales (USD ha⁻¹), **CqnV:** Costos que no varían por la fertilización – USD ha⁻¹ (podas, riego y control fitosanitario), **CqV:** Costos que varían por la fertilización – USD ha⁻¹ (Fertilizantes, aplicaciones, cosecha y poscosecha), **ICqV:** Incremento de costos que varían por la fertilización – USD ha⁻¹ (ICqV = CqV_{tratamientos} – CqV_{control}), **Ren:** Rendimiento (qq ha⁻¹), **IRen:** Incremento de rendimiento de tratamientos de fertilización con relación al control (IRen = Ren_{tratamientos} – Ren_{control}), **PUV:** Precio unitario de venta (USD qq⁻¹), **Iing:** Incremento de ingresos con relación al control – USD ha⁻¹ (Iing = 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 = Iing - ICqV).

El análisis económico realizado en base a beneficios económicos netos del rendimiento de cacao en baba, mostro que las mejores alternativas económicas fueron los tratamientos de Yaramilla Integrador y Novatec Premium en dosis de 800 g/planta, con beneficios económicos netos de la fertilización de 1578,61 y 1637,64 USD ha⁻¹, respectivamente (Tabla 4.5). Estos resultados sugieren que desde el punto de vista económico, es más ventajoso comercializar el cacao en baba, dado que se reducen costos de operación y se aumentan los ingresos.

Tabla 4.5. Beneficio económico neto de la fertilización en Cacao CCN-51 en función de la comercialización en baba. Chone. Manabí, Ecuador.

Fuentes Fertilizantes	Dosis de fertilización	CT	CqnV	CqV	ICqV	Ren	IRen	PUV	Iing	IT	BET	BEN
Fertiicacao Plus	400 g	1962,55	1000	962,55	115,00	87,93	10,00	38	380,00	3341,34	1378,79	265,00
Fertiicacao Plus	800 g	2465,65	1000	1465,65	618,10	119,26	41,33	38	1570,54	4531,88	2066,23	952,44
Fertiicacao Plus	1200 g	2779,45	1000	1779,45	931,90	119,07	41,14	38	1563,32	4524,66	1745,21	631,42
Ecocacao Plus	400 g	1965,10	1000	965,10	117,55	95,86	17,93	38	681,34	3642,68	1677,58	563,79
Ecocacao Plus	800 g	2414,05	1000	1414,05	566,50	125,67	47,74	38	1814,12	4775,46	2361,41	1247,62
Ecocacao Plus	1200 g	2702,05	1000	1702,05	854,50	128,67	50,74	38	1928,12	4889,46	2187,41	1073,62
Seos cacao	400 g	1969,90	1000	969,90	122,35	84,64	6,71	38	254,98	3216,32	1246,42	132,63
Seos cacao	800 g	2527,75	1000	1527,75	680,20	120,61	42,68	38	1621,84	4583,18	2055,43	941,64
Seos cacao	1200 g	2889,55	1000	1889,55	1042,00	123,92	45,99	38	1747,62	4708,96	1819,41	705,62
Yara Integrador	400 g	2194,00	1000	1194,00	346,45	111,51	33,58	38	1276,04	4237,38	2043,38	929,59
Yara Integrador	800 g	2796,70	1000	1796,70	949,15	144,45	66,52	38	2527,76	5489,10	2692,40	1578,61
Yara Integrador	1200 g	3249,55	1000	2249,55	1402,00	152,43	74,50	38	2831,00	5792,34	2542,79	1429,00
Novatec Premiun	400 g	2356,60	1000	1356,60	509,05	113,10	35,17	38	1336,46	4297,80	1941,20	827,41
Novatec Premiun	800 g	3171,25	1000	2171,25	1323,70	155,86	77,93	38	2961,34	5922,68	2751,43	1637,64
Novatec Premiun	1200 g	3708,55	1000	2708,55	1861,00	152,42	74,49	38	2830,62	5791,96	2083,41	969,62

Control (15-15-15)	-----	1847,55	1000	847,55	-----	77,93	-----	38	-----	2961,34	1113,79	-----
---------------------------	-------	---------	------	--------	-------	-------	-------	----	-------	---------	---------	-------

CT: Costos totales (USD ha⁻¹), **CqnV:** Costos que no varían por la fertilización – USD ha⁻¹ (podas, riego y control fitosanitario), **CqV:** Costos que varían por la fertilización – USD ha⁻¹ (Fertilizantes, aplicaciones y cosecha), **ICqV:** Incremento de costos que varían por la fertilización – USD ha⁻¹ (ICqV = CqV_{tratamientos} – CqV_{control}), **Ren:** Rendimiento (qq ha⁻¹), **IRen:** Incremento de rendimiento de tratamientos de fertilización con relación al control (IRen = Ren_{tratamientos} – Ren_{control}), **PUV:** Precio unitario de venta (USD qq⁻¹), **Iing:** Incremento de ingresos con relación al control – USD ha⁻¹ (Iing = 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 = Iing - ICqV).

DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten sugerir que una fertilización a base de macro y micronutrientes de forma balanceada, potencia significativamente el rendimiento y la rentabilidad del cacao CCN-51. En este sentido, los resultados obtenidos coinciden con los alcanzados por Marquinez (2021), quien reportó rendimientos superiores a 2000 kg ha⁻¹ y ventajas económicas mayores a 1200 USD ha⁻¹, con fertilización con fuentes a base de macro y micronutrientes, en el cantón Chone.

Resultados cercanos también fueron obtenidos por Alcívar y Loor (2016), quienes reportaron mejores rendimientos en cacao CCN-51 con fertilización basada en macro y micronutrientes, en relación al control que solo recibió fertilización básica NPK con 10-30-10. Por otra parte, resultados obtenidos por Cedeño y Vera (2017), y López y Saldarriaga (2018), en cacao nacional, reportaron rendimientos superiores a 1600 kg ha⁻¹, con fertilización a base de macro, micronutrientes y bioestimulantes foliares, con relación al tratamiento control a base de fertilización NPK. Además, estos mismos autores también reportaron mayores beneficios económicos netos con los tratamientos de fertilización descritos.

Posiblemente, los mayores rendimientos y ventajas económicas obtenidas con fertilización a base de macro y micronutrientes pueden deberse a que los suelos de cacaoteros de Chone presentan bajos contenidos de N, S, Zn y B según lo reportado por Motato y Pincay (2015), razón por la cual, el cacao respondió positivamente a los tratamientos de fertilización evaluados. En este sentido, está ampliamente documentado la importancia fisiológica que desempeñan los macro y micronutrientes en el metabolismo de las plantas, y por tanto su capacidad de potenciar el rendimiento de los cultivos (De Bang *et al.*, 2021; Sherefu y Zewide, 2021).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La fertilización con fuentes fertilizantes a base de macro y micronutrientes fue efectiva para incrementar rendimiento y rentabilidad del cacao CCN-51.
- Las fuentes con mayor efectividad agronómica y económica fueron la mezcla química (Yaramilla integrador) y de lenta liberación (Novatec Premium).
- Las dosis de 1200 g/planta fue la que logró el mayor rendimiento agronómico, independientemente de las fuentes probadas. Sin embargo, desde el punto de vista económico la dosis de 800 g/planta puede ser suficiente de satisfacer las necesidades del cacao CCN-51 bajo condiciones donde se desarrolló la investigación.
- Desde el punto de vista económico es más factible comercializar el cacao en baba.

RECOMENDACIONES

- Replicar los mejores resultados en diferentes zonas productoras del cantón Chone, con fines de ajustar la tecnología y desarrollar dominios generales de recomendación.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcívar, J. y Loor, M. (2016). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) a la poda y fertilización orgánica y química. [Trabajo grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio institucional. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/461>
- Amores, F; Suárez, C; Garzón, I. 2010. Producción intensiva de cacao nacional con sabor arriba: Tecnología, presupuesto y rentabilidad. Estación Experimental Tropical Pichilingue – INIAP. Quevedo, Ecuador. 170 p. (Manual Técnico N° 82).
- ANECACAO (Asociación Nacional De Exportadores De Cacao-Ecuador). 2017. El cacao y la economía. Revista Especializada en CACAO 13va. Edición I. Quevedo. Ecuador. 9 pp.
- ANECACAO (Asociación Nacional de Exportadores e Industriales de Cacao). 2016, Estadísticas de Exportación de Cacao del Ecuador 2015. Quito.
- Arvelo, M; González, D; Marelo, S; Delgado, T. & Montoya, P. (2017). Manual Técnico del cultivo de Cacao prácticas Latinoamericanas. San José C.R.: IICA.
- Barrera, L; Frankfurt, M; Vervuert, E. 2017. Cacao. Producción, consumo y comercio. Del período prehispánico a la actualidad en América Latina. Bogotá, CO. Revista Fronteras de la Historia. 22(1): 237-242pg
- Barrera, V; Alwang, J; Casanova, T; Domínguez, J; Escudero, L; Loor, G; Peña, G; Párraga, J; Quiroz, J; Tarqui, O. & Plaza, L. (2019). La cadena del valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí-Ecuador. INIAP. Libro técnico No. 171. ARCOIRIS Producciones Gráficas. Quito, Ecuador. 204 pp.
- Barriga, Menjivar, & Mite. (23 de 06 de 2006). Validación del manejo de la nutrición por sitio específico en una plantación de cacao en la provincia de Guayas, Ecuador. Recuperado el 3 de 02 de 2021. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.com>
- Canessa, C. 2014. Futuros de cacao. Técnicas de trading. Boletín Informativo. Vol. 2. p 2.
- Carrión, J. 2012. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2533/1/104270.pdf>
- Cedeño, D. y Vera, E. 2017. Efectividad de varias combinaciones de nitrógeno, azufre, zinc, manganeso, boro y fitohormonas sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao Nacional. Tesis de Ing. Agrícola. ESPAM MFL, Calceta, Ecuador. 81 p.
- De Band, T., Husted, S., Laursen, K., Persson, D., Schjoerring, J. 2021. The molecular-physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. *New Phytol.*, 229(5):2446-2469.
- FEDECACAO (Federación Nacional De Cacaoteros). 2013. Guía ambiental para el cultivo del cacao. Segunda edición. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020).

- Disponible en: <https://www.fedecacao.com>
- Giusti, M. 2015. Manejo agroecológico del cacao. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Disponible en <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php>
- INFOAGRO. 2015. El cultivo del Cacao. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Disponible en: <http://www.infoagro.com>
- Landa, C. 2017. El ambiente y su efecto en la planta del cacao. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Disponible en: <https://www.latribuna.hn/2017/07/01/ambiente-efecto-la-planta-cacao>
- Leiva, E. 2012. Aspectos para la nutrición del cacao (*Theobroma cacao* L.). Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.com>
- Leiva, E. S.f. Aspectos Para La Nutrición Del Cacao (*Theobroma cacao* L.). Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Disponible en: <file:///C:/Users/User/Downloads/aspectros%20nutricionales%20para%20el%20cultivo%20del%20cacao.pdf>
- López, R y Saldarriaga, V. 2018. Efecto de la fertilización con n, s, micronutrientes y fitoreguladores sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao nacional en el valle del rio carrizal. Tesis de Ing. Agrícola. ESPAM MFL, Calceta, Ecuador. 58 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2016. Cacao, Boletín Situacional. Quito, Ecuador. 4 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2016. Protocolo Poscosecha para determinación de Índices de Mazorca en Cacao. Quito. Ecuador. 14 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2017. Boletín situacional del cultivo de cacao. Sistema de información pública agropecuaria. Quito, Ecuador. 6 p.
- Marquinez, A. 2021. Eficiencia agronómica y económica de fertilizantes compuestos en Cacao CCN-51. Tesis de Ing. Agrícola. ESPAM MFL, Calceta, Ecuador. 34 p.
- Montes, M. 2016. “Efectos Del Fosforo Y Azufre Sobre El Rendimiento De Mazorcas, En Una Plantación De Cacao (*Theobroma Cacao* L.) CCN-51, En La Zona De Babahoyo”. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Formato PDF. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Motato, N. y J. Pincay. 2015. Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. Revista La Técnica, 14:6–23.
- Quingaísa, E. 2007. Consultoría realizada para la FAO y el IICA en el marco del estudio conjunto sobre los productos de calidad vinculada al origen, “Estudio de caso: denominación de origen “cacao arriba.” Quito Ecuador.
- Santos, A. y Aguilar, D. 2013 Área de fertilidad de suelos. IRENAT, Mx. L. Disponible en www.fertilidad.com, link, Fertilización foliar. Un respaldo importante en el Rendimiento de los Cultivos.
- Shaka, L. 2012 Cultivo de cacao y sus derivados. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Formato PDF. Disponible en: <http://todosobrechocolate.blogspot.com/2009/05/importancia-la-importancia-del->

cacao.html#:~:text=La%20importancia%20del%20cacao%20como,cual%20se%20fabrica%20el%20chocolate%20(

- Sherefu, A. & Zewide, I. 2021. Review Paper on Effect of Micronutrients for Crop Production. *J. Nutrition and Food Processing*, 4(7); DOI:10.31579/2637-8914/063.
- Torrez, L. 2012. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Consultado en línea (Agosto 10 de 2020). Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec>
- Uribe, Méndez, y Mantilla. (2000). Efectos de niveles de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en la producción de Cacao en Colombia. *Suelos Ecuatoriales. Actas Agronómicas*, 4-7.

ANEXOS

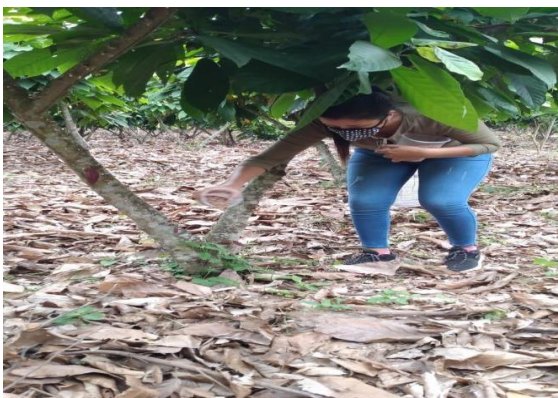
ANEXO 1: Reconocimiento del terreno



ANEXO 2: Establecimiento del ensayo



ANEXO 3: Aplicación de fertilizantes en los tratamientos



ANEXO 4: Poda de mantenimiento

