



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL Y
ORGÁNICA EN CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN
CONDICIONES DE VIVERO**
TRABAJO EXPERIMENTAL

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

AUTOR
GARCÍA MACÍAS GERALDIN MELISSA

TUTOR
ING. ANDRADE ALVARADO PEDRO, MSc.

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. Pedro Andrade Alvarado, MSc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad del Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGÁNICA EN CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN CONDICIONES DE VIVERO”**, realizado por la estudiante **GARCÍA MACÍAS GERALDIN MELISSA**; con cédula de identidad No. **0951879808**; de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Academia Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Pedro Andrade Alvarado, MSc.
Tutor

Guayaquil, 20 de octubre de 2021



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGÁNICA EN CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN CONDICIONES DE VIVERO”**, realizado por la estudiante **GARCÍA MACÍAS GERALDIN MELISSA**; el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Nombres y Apellidos, MSc.
PRESIDENTE

Ing. Nombres y Apellidos, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Nombres y Apellidos, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Nombres y Apellidos, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 28 de octubre de 2021

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado a Dios, infinitamente a mi madre; Jessica García por apoyarme en todos estos años de estudio, mi padre; Melquiades García que de arriba me guía y debe estar orgulloso de su hija, en especial a mi padrino que hizo las veces de padre Ronney Muñoz, que hace pocos días me toco despedirme para siempre de él.

A mi Alanys que es como una hija para mí, mis tíos y familiares cercanos, la familia Muñoz García, amigos cercanos y del trabajo.

Gracias a todas las personas que formaron parte de este camino, este es solo el inicio de los muchos kilómetros que tengo por recorrer.

Agradecimiento

Agradezco al Dr. Jacobo Bucaram Ortiz y Dra. Martha Bucaram Leverone. PhD, autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador y a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias que compartieron sus conocimientos, experiencias y anécdotas con nosotros, y a la bonita amistad que se formó con ellos, en esta prestigiosa institución.

Al Ing. Pedro Andrade Alvarado, MSc., quien, en calidad de tutor, le ha dado la importancia que se merece a este proyecto.

A mi mamá en especial que siempre estuvo apoyándome.

A la bella amistad que forme en esta institución: Pamela, Néstor, Gabriela, Fernando, Daniel, Luis y Emily, que sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas, apoyándonos en todo lo que nos planteamos y superando cada obstáculo que se nos presentó durante estos 5 años de estudio.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **GARCÍA MACÍAS GERALDIN MELISSA**, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “**EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGÁNICA EN CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN CONDICIONES DE VIVERO**” para optar el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Guayaquil, 16 de noviembre del 2021

GARCÍA MACÍAS GERALDIN MELISSA

C.I.: 0951879808

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	9
Índice de figuras	10
Resumen.....	11
Abstract	12
1. Introducción	13
1.1 Antecedentes del problema	13
1.2 Planteamiento y formulación del problema	14
1.2.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2.2 Formulación del problema.....	15
1.3 Justificación de la investigación	15
1.4 Delimitación de la investigación.....	16
1.5 Objetivo general.....	16
1.6 Objetivo específico	16
1.7 Hipótesis	17
2. Marco teórico	18
2.1 Estado del arte	18
2.2 Bases teóricas	21

2.3 Marco legal.....	29
3. Materiales y métodos.....	33
3.1 Enfoque de la investigación.....	33
3.1.1 Tipo de investigación.....	33
3.1.2 Diseño de investigación.....	33
3.2 Metodología	33
3.2.1 Variables	33
3.2.2 Tratamientos.....	34
3.2.2.1. Frecuencia de aplicación.....	34
3.2.2.2. Delineamientos experimentales	35
3.2.3 Diseño experimental	35
3.2.4 Recolección de datos.....	35
3.2.4.1. Recursos.....	35
3.2.4.2. Métodos y técnicas	38
3.2.5 Análisis estadístico	39
4. Resultados.....	40
4.1 Comportamiento agronómico de la plántula de cacao.....	40
4.2 Identificación de la mejor respuesta de la plántula de cacao	42
4.3 Establecimiento del análisis del costo económico	44
5. Discusión.....	46
6. Conclusiones	49
7. Recomendaciones	50
8. Bibliografía	51
9. Anexos.....	58

Índice de tablas

Tabla 1. Característica del grano cacao	21
Tabla 2. Exigencia en diferentes etapas de desarrollo del cacao CCN-51	28
Tabla 3. Composición de Eco Abonaza (pollinaza)	29
Tabla 4. Frecuencia de aplicación.....	34
Tabla 5. Delineamientos experimentales.....	35
Tabla 6. Análisis de la varianza (ANOVA)	39
Tabla 7. Altura de plántula a los 60 días	40
Tabla 8. Número de hojas a los 60 días	41
Tabla 9. Longitud de radícula a los 75 días.....	42
Tabla 10. Número de plántulas en condiciones óptimas	43
Tabla 11. Porcentaje de sobrevivencia	44
Tabla 12. Relación beneficio/costo de los tratamientos.....	45
Tabla 13. Diferencia de elementos experimentales	47
Tabla 14. ANAVA de la altura de plántula a los 60 días	58
Tabla 15. ANAVA del número de hojas a los 60 días	58
Tabla 16. ANAVA de la longitud de la radícula a los 75 días.....	59
Tabla 17. ANAVA del número de plántulas en condiciones optimas	59
Tabla 18. ANAVA del porcentaje de sobrevivencia	60

Índice de figuras

Figura 1. Histograma de altura de planta a los 60 días	40
Figura 2. Histograma del número de hojas a los 60 días.....	41
Figura 3. Histograma de la longitud radicular a los 75 días	42
Figura 4. Histograma de las plantas en condiciones optimas	43
Figura 5. Histograma del porcentaje de sobrevivencia	44
Figura 6. Histograma de la relación beneficio/costo de los tratamientos	45
Figura 7. Área en estudio	60
Figura 8. Croquis de estudio	61
Figura 9. Sustrato	61
Figura 10. Fertilizante mineral y orgánico.....	62
Figura 11. Ficha técnica de Eco Abonaza	62
Figura 12. Ficha técnica de Fertilización Producción	63
Figura 13. Preparación y llenado de bolsas	64
Figura 14. Desinfección de la tijera para la obtención de ramillas de cacao	64
Figura 15. Selección de ramillas de cacao en sitios diferentes.....	65
Figura 16. Recolección de ramillas de cacao	65
Figura 17. Inmersión en la solución hormonal (enraizante)	66
Figura 18. Tapado de las ramillas durante 40 días, con plástico negro.	66
Figura 19. Riego e inspección de los tratamientos en estudio	67
Figura 20. Medición radicular	67
Figura 21. Riego e inspección de los tratamientos	68
Figura 22. Tratamientos en estudio	68

Resumen

La presente investigación experimental se realizó con el fin de evaluar la dosis (10 y 30 gramos por plántula) de fertilizante mineral y orgánica (pollinaza) en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en condiciones de vivero en el recinto Santa Martha del cantón Colimes, para la obtención de plantas sanas y vigorosas; las ramillas se tomaron de una plantación de cacao en producción de cinco años del mismo cantón; se analizaron los resultados a través del método Tukey con una probabilidad del 5 % aplicados en 20 parcelas entre 5 tratamientos y 4 repeticiones donde la aplicación logró alcanzar con la pollinaza tratada 28.46 cm de altura de la plántula (desde su base), con 5 hojas, y 9.15 cm de longitud radicular; mientras que con fertilizante mineral con dosis de 30 gramos por planta, logrando una altura de planta 25 cm, con 4 hojas, una longitud radicular de 8 cm. El mejor efecto fue con 30 gramos por planta de pollinaza, siendo beneficiosa alcanzando el 99 % de sobrevivencia (en este caso fueron efectivo 20 plántulas) en condiciones de vivero y para la fertilización mineral el 96 % de sobrevivencia presentando una rentabilidad a partir de 1.34 y 1.36 de beneficio/costo, por cada dólar que se invierte.

Palabra claves: Fertilizante, nutrición, plántula, pollinaza, vivero

Abstract

The present experimental research was carried out in order to evaluate the dose (10 and 30 grams per seedling) of mineral and organic fertilizer (chicken manure) in cocoa seedlings (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 under nursery conditions in Santa Martha precinct of Colimes canton, to obtain healthy and vigorous plants; the twigs were taken from a five-year-old cocoa plantation in the same canton; The results were analyzed through the Tukey method with a probability of 5% applied in 20 plots between 5 treatments and 4 repetitions where the application managed to reach 28.46 cm of seedling height with the treated chicken manure (from its base), with 5 leaves, and 9.15 cm of root length; while with, mineral fertilizer with doses of 30 grams per plant, achieving a plant height of 25 cm, with 4 leaves, a root length of 8 cm. The best effect was with 30 grams per chicken manure plant, being beneficial reaching 99% of survival (in this case 20 seedlings were effective) in nursery conditions and for mineral fertilization, 96% of survival presenting a profitability from 1.34 and 1.36 of benefit / cost, for every dollar that is invested.

Keyword: Chicken manure, fertilizer, nursery, nutrition, seedling.

1. Introducción

El cultivo de cacao es considerado desde el punto de vista de su estructuración y funcionamiento como un agro sistema integrado por diferentes elementos como es la planta de cacao, árboles que sirven de sombra, arbustos y hierbas, además de una cantidad de animales entre ellos aves, reptiles, insectos, incluyendo la microflora y microfauna (Hernández, 2020).

Cultivado a escala nacional, desde la reproducción en el vivero tiene potencial de influir en el cuidado de la vida, aumentar la biodiversidad del país, restauración de ecosistemas degradados, mejorando la calidad de los recursos de suelo y agua; fomenta al potencial de adaptación de cara a los fenómenos meteorológicos extremos actuales y futuros, aumentando las oportunidades de ingreso y empleo a fin de mejorar la seguridad alimentaria y económica (Meza, Moya, Parada, y Vásquez, 2019).

1.1 Antecedentes del problema

El cacao (*Theobroma cacao* L.) perteneciente a la familia Malvaceae que ha sido la única especie en el género *Theobroma*, explotada por siglos comercialmente para la elaboración de chocolates y sus derivados. De este modo, los requerimientos y limitaciones del cultivo se pueden determinar áreas potenciales del mismo. En su establecimiento y manejo de plantaciones de cacao es muy importante considerar factores ambientales y económicos relacionado a su crecimiento potencial en el mercado (Morales y Reyes, 2017).

La producción de plantas de cacao se ha convertido en una microempresa productiva, siendo necesario e indispensable tener el conocimiento previo de su reproducción, el análisis financiero, disponibilidad en el mercado, para así determinar la rentabilidad como microempresa (Mora, 2017).

El registro que otorga el Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG permite establecer una política de certificación de viveros de calidad, y esta a su vez hace que la compra de las plantas esté anclado al crédito público y se asegure en el futuro la productividad del agricultor. La falta de esta normativa de políticas en cultivos como el cacao a mediados de los años 90, causó que en fincas con una producción de 0.7 Ton/ha/año pasará en otras fincas de distintas zonas a ser productiva con 2.5 Ton/ha/año, siendo así llenar espacios vacíos con plantas nuevas, ya que este fue motivo de la baja productividad por la baja densidad de árboles por hectárea (Lizarzaburo, 2020).

Según Sistema de Información Pública Agropecuaria (2020), Ecuador cerró el año 2019 con una exportación alrededor de los 763 millones de dólares (mayor en un 3% que en el año 2018) y un peso neto de exportación alcanzando 297 mil toneladas (mayor en un 7% que el año 2018); mientras que las importaciones alcanzaron los 44 millones de dólares, de este modo el crédito público llegó los 25 millones de dólares americanos. En este mismo año, el precio para el productor el quintal del cacao osciló entre los \$86 USD mínimo y \$98 máximo.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Los servicios de extensión en la actualidad recomiendan el uso de fórmulas únicas que no toman en cuenta información como son las variaciones en el suelo, condiciones ambientales, ni el balance de nutrientes de las condiciones locales. Esto conlleva a la producción y calidad desde el punto de vista nutricional, implicando los efectos que tiene los fertilizantes, abonos, minerales como parámetros biométricos y su dinámica en etapas fenológicas como es el vivero.

Existen hongos que ocasionan enfermedades de importancia en el cacao, entre las cuales se pueden nombrar *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja),

Phytophthora palmivora (muerte descendente en la plántula), *Colletotrichum gloeosporioides* (antracnosis que afecta al follaje), entre otras; todas estas enfermedades afectan la sanidad del cultivo desde la emergencia de la plántula hasta su etapa de adultez (altura comercial y trasplante al sitio definitivo) afectando el potencial productivo de las plantaciones.

Por otro lado, no se han desarrollado estudios sobre nutrición de cacao en condiciones de vivero y sobre las dosis óptimas para su desarrollo y su influencia de su prendimiento en el sustrato, por este motivo se considera la importancia del desarrollo de esta investigación a fin de conocer los requerimientos de NPK idóneo.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de la fertilización mineral y orgánica en la producción de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la variedad CCN-51 en condiciones de vivero?

1.3 Justificación de la investigación

Se realizará esta investigación con la comparación entre la fertilización mineral y fertilización orgánica, observando las principales etapas como son la fisiológica, morfología de las raíces y su comercialización. Debido al desconocimiento por parte de los productores de cacao y viveristas sobre la nutrición en plántulas de cacao, en la actualidad, este tipo de trabajos en permite diagnosticar la productividad del cultivo para futuras plantaciones sanas, vigorosas y con una excelente producción (bajo la inspección fitosanitarias); de este modo, manteniendo los niveles nutricionales necesarios y un buen manejo del vivero, el productor de plántulas se proyecta de manera sostenible en proporciones económicas, social y ambiental. Es preciso mejorar las plantaciones desde la obtención de plántulas con la mejor nutrición e importancia en la adopción de políticas encaminadas al resurgimiento

de este sector cacaotero; por tanto, se mejora el nivel de vida de los productores y con mejores precios que se ofertan.

Uno de los problemas comunes que tiene los suelos de la costa es su bajo contenido de materia orgánica, debido a la descomposición acelerada de los residuos orgánicos lo que provoca su escasez. Es así que, es muy importante encontrar alternativas de fertilización mineral y orgánica desde los viveros, como punto de partida para que el desarrollo de las plántulas crezca de manera rápida y vigorosas, sanas sin la presencia de enfermedades en sus raíces que afectan a este cultivo desde sus inicios.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El presente trabajo se realizó en el recinto Santa Martha del cantón Colimes, provincia del Guayas, con coordenadas UTM 17 S WGS84 en X = 607476; Y = 9829381. (Anexos: Figura 2)
- **Tiempo:** 4 meses (desarrollo y comercialización).
- **Beneficiarios:** Los productores dedicados vivero de cacao.

1.5 Objetivo general

Evaluar dos dosis de fertilizante mineral y orgánica en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en condiciones de vivero en el recinto Santa Martha del cantón Colimes, para la obtención de plantas sanas y vigorosas.

1.6 Objetivo específico

- Describir el comportamiento agronómico de la plántula de cacao a la aplicación de dos dosis de fertilizante mineral y orgánico.
- Identificar la mejor respuesta de la plántula de cacao a la fertilización mineral y orgánica a nivel de vivero.
- Establecer el análisis del costo económico de los tratamientos en estudio.

1.7 Hipótesis

Con la aplicación de una dosis adecuada de fertilizante mineral y orgánico se logrará obtener plantas vigorosas y sanas a nivel de vivero.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Sobre los efectos de dos hormonas enraizantes (Ácido alfa-naftalenacético 0.40% y Ácido Indolbutírico 98%) sobre plantas clónales de cacao (*Theobroma cacao* L) de la variedad CCN-51 a nivel de vivero en la zona de La Troncal (Cañar), utilizando dosis de 0.04 g y 0.00084 g respectivamente, por ramilla; alcanzó una longitud radicular de 8.8 cm y 7 cm respectivamente; alcanzando costos promedios de \$ 0.1649 USD por cada planta en el vivero (Villa, 2015).

En el cantón Vinces, con temperatura media diaria de 26 °C, humedad relativa entre 75 al 90% y zona ecológica considerando el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge es bosque seco tropical; se evaluaron dosis de fertilización mineral y orgánica (Biomix humus en dosis de 3.5 cc) en semillas de clon de cacao nacional, donde la variedad EET-48 y la fertilización orgánico obtuvieron mejores resultados con el largo de las hojas (24.87 cm), número de hojas (17 hojas) y altura de planta (42.12 cm) hasta los 150 días (Santillán, 2015).

La comercialización de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en viveros, se costean valores aproximados entre los \$0.10 y \$0.20 USD, cuya venta lo realizan entre \$0.30 y \$0.60 USD por planta; además observó en su estudio que el 75% del personal que labora en un vivero es femenino; dentro de las variedades se observó que el 40% siembra cacao nacional, mientras que el 60% utiliza CCN-51 y se constata que no siembra ramilla, la infraestructura de los viveros son de piso de cemento, con cerramiento de hierro y sarán en el techo, en algunas ocasiones la infraestructura el cerramiento es de madera y alambre, con cerca viva de yuca de ratón (García, 2015).

En el cantón Naranjal (Guayas), al utilizar hormonas (citoquinina, giberelina y auxinas) en el prendimiento de injerto en cacao CCN-51 en viveros, se alcanzó una altura de planta promedio con 40.71 cm, con 7 hojas, diámetro de 6.4 cm, todos estos resultados mostrados al final de los 60 días (Jaime, 2016).

Rogel (2016) en su estudio de investigación experimental sobre el efecto de tres tipos de bioestimulantes radiculares (Robusterra, Newfol, Hormonagro) para el prendimiento de la ramilla en cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en vivero con 720 plántulas, Naranjal (Guayas). Las ramillas alcanzaron el 71.4 % de prendimiento, con altura de planta de 26 centímetros, con 9 hojas, el número de raíces alcanzo 4.5 de diámetro.

Sobre los efectos de tres dosis de algas marinas sobre las semillas de cacao (*Theobroma cacao*) en vivero, sembrado en dos sustratos diferentes en la provincia de Los Ríos; observó que con la aplicación de algas marina (aminoalga) con dosis de 1.75 l/ha se obtiene los mejores resultados alcanzando 146 de 175 plantas lo que representa el 83.43% de plantas en buen estado comercial, con 1.85 cm de diámetro de tallo (50 días), altura de planta de 31 cm (60 días), con 8 hojas, llegando a costar \$0.628 dólares por planta (2017).

El efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* con dosis de 10 cc por cada litro de agua, como control biológico del *Rhizoctonia solani* en plántulas de cacao *Theobroma cacao* CCN-51 en fase de vivero en la provincia de El Oro; la altura de planta alcanzó los 22 cm a los 60 días (*T. viride*), con un diámetro de tallo de 21 cm a los 100 días (*T. viride*), y una longitud radicular de 21 cm (*T. viride*), además mostró una reducción en la incidencia de *R. solani* con el 0.21% (*T. viride* + *T. harzianum*) a los 60 días. También se calculó el costo de producción alcanzando los \$0.70 USD por planta (Paltan, 2017).

Anzules, et al., (2018) en su trabajo sobre la caracterización de fincas productoras de cacao en Santo Domingo de Los Tsáchilas (Ecuador), menciona que, la propagación del cacao en las plantaciones comerciales se siembra CCN-51 (74 %), cacao nacional (14 %), y en ocasiones de ambas en el mismo predio (8 %), utilizan semilla botánica (21 %), injerto (31 %), y estacas (46 %); como uso de producto orgánicos como fertilizante en el cultivo y parte de su reproducción emplean (22 %) gallinaza, pollinaza y extractos vegetales. El costo de producción es similar en toda la zona, por lo que la calidad del cacao no parece ser un factor a considerar para la comercialización

Al evaluar la influencia de la nutrición del cacao con diferentes dosis edáfica de fórmula NPK 15-15-15 (5 g, 10 g, 15 g, 20 g, 30 g) en tipos de injerto (enchape lateral, yema, parche y cuña terminal), con aplicación de este fertilizante cada 22 días; donde el uso de 10 g alcanzo un incremento entre 10 a 12 cm de altura, con el uso de 20 g alcanza un diámetro entre 5 a 6 cm, además los valores de clorofila en el desarrollo de cacao lo obtuvo con el uso de 10 g con valor alto en la intensidad de color verde con 38 SPAD (unidad utilizado que ofrece un potencial económico y ventajas medioambientales, este provee estatus de nitrógeno de las plantas sin necesidad de realizar muestras destructivas, esta técnica evalúa la nutrición con nitrógeno evitando el riesgo de bajos rendimientos en la cosecha en campo), mientras que a mayor dosis, menor es la cantidad de unidades SPAD incluso menor que 5 g y testigo el cual alcanzan los 36 SPAD (Meza et al., (2019).

La incidencia del riego con biofertilizantes (sustrato de estiércol vacuno y pasto fermentado) y bioestimulantes (humus de lombriz al 30%, ácidos húmicos al 6% y ácidos fúlvicos al 3%) en vivero de cacao con injerto CCN 51, observando que la aplicación de biofertilizante con dosis de 150 cc disueltas en 10 litros de agua,

alcanzan un prendimiento del 7.6% y bioestimulantes con dosis de 150 cc con 5.6% ambos a los 90 días; ocurriendo el mismo efecto favorable con el número de hojas que alcanza a los 90 días 5 y 7 respectivamente, altura del injerto 12.88 cm y 16.20 cm individualmente a los 90 días, y un diámetro con medición a los 90 días de 1.1 cm y 1.3 cm; alcanzando un costo de \$0.461 USD biofertilizante y \$0.415 USD bioestimulante por planta (2020).

Las plantas que sobreviven a la mezcla de nutrientes (una parte de gallinaza, una parte de arena, dos partes de tierra negra) en condiciones de vivero, no pueden ganar ni perder energía durante mucho tiempo, si pierden energía corren el riesgo de ser dañadas por exceso de frío o congelamiento; del mismo modo, si ganan energía pueden sufrir daños por exceso de calor o quemaduras (Menéndez, 2021).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cacao CCN-51

Para la obtención de semillas o injertos para la reproducción de clones de cacao, se recomienda la obtención de material vegetal de un jardín clonal, plantación de alta densidad y manejo específico durante al menos dos años (Herrera, 2020),

La reproducción de yemas de material vegetal genéticamente seleccionadas, que garanticen una alta producción, adaptabilidad a las condiciones agroecológicas del medio, presentan resistencia a enfermedades (Amortegui y Becerra, 2018).

Tabla 1. Característica del grano cacao

Características	Detalle
Granos fermentados	Mayor 85%
Peso del grano	Mayor 1.4 g
Porcentaje de humedad para exportación	7%
Porcentaje de cascara	11% promedio
Porcentaje de manteca	54% promedio
pH	5
Color (masa)	Color claro y ligero sabor frutal

Paspuel y Nieto, 2018

2.2.1.1. Taxonomía

Según el Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI, 2020), la taxonomía del cacao, es la siguiente:

Reino: Plantae
 División: Tracheobionta
 Clase: Magnoliophyta
 Subclase: Magnoliopsida
 Orden: Malvales
 Familia: Malvaceae
 Tribu: Thebromeae
 Género: *Theobroma*
 Especies: *T. cacao*

2.2.2 Reproducción

La reproducción del cacao según Arvelo et al. (2017), se puede realizar por:

2.2.2.1. Semillas

Fáciles de producir, están tardan más en producir que los clones, cada planta es diferente y puede o no presentar características de los padres.

2.2.2.2. Clones

Requieren de conocimiento y práctica en técnicas de propagación asexual. Son más precoces en producir, estas plantas son iguales entre ellas e iguales a los individuos inicialmente seleccionados (Soto, 2018).

2.2.2.3. Ramilla

Presenta alta variabilidad genética, especialmente si los frutos son de polinización libre, de este modo permite reproducir individuos con características genéticas y fenotípicas idéntico a la planta madre (Quiroz, 2010).

2.2.3 Reproducción por injertación

Según Aguirre (2015) el injerto es el método de mayor uso en la reproducción vegetativa del cacao, se recurre a esta práctica cuando se desea fielmente las características de los árboles que se han seleccionado, evitando variación sobre el comportamiento productivo.

Sandoya (2019), la estaca es una porción separada de la planta, provista de yemas caulinares y hojas, e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales. La limitante importante para utilizar estacas enraizadas es la dependencia con la edad; los árboles jóvenes suelen enraizar rápido, sin embargo, es casi imposible enraizar los mismos árboles cuando están maduros.

La propagación vegetativa por estaca es el más antiguo, poco costoso, fácil de realizar, no requiere habilidad especial de parte del operador y necesita poco espacio. Por esto, la selección de árboles conviene considerar la capacidad de rebrote del árbol principal (Guizado, 2015).

2.2.3.1. Viveros de cacao

Para Aguirre (2015) la construcción de un vivero debe ser un lugar donde se propaga la especie, seguro y con acceso al riego, la injertación del patrón a la semilla debe ser seleccionado de plantas elites que tenga alta producción, tolerantes a plagas y resistentes a enfermedades.

2.2.3.2. Requerimientos

Según Ávila (2018) las plántulas de cacao se desarrollan en clima tropical, cuya progresión normal necesita una temperatura entre los 22° C y 32° C, donde su crecimiento ideal es de 1000 msnm, y una humedad relativa del 80%.

2.2.3.2.1. Riego

Según Falcan (2019) en su experimento sobre la evaluación de polímeros hidroretenedor en plántulas de cacao CCN51 en vivero; donde con 3 gramos colocados en medio la funda, el cual promueve el desarrollo de la funda detonando mayor efectividad, esto permite una pérdida de 5.75% resultando práctica y fiable para la siembra de cacao en vivero en épocas seca.

Helvetas (2014) menciona que las necesidades de agua en la planta de cacao ya establecido oscilan entre 1500 a 2500 milímetro durante el año para zona cálidas, en caso de zonas húmedas oscilan entre 1200 a 1500 mm anual.

2.2.3.2.2. Manejo de sombra

La racionalización del sombrío en el cacaotal es de gran importancia para el manejo de la antracnosis; en el campo debe mantenerse de 30 a 50% y en vivero de 50 a 70% de sombra para combatir la enfermedad. En vivero es recomendable en camellones levantados, con cobertura, a fin de evitar el salpicado de agua de lluvia, preferible de sombra natural o sombra artificial (Tela de sarán) (Sánchez, Jaramillo, y Ramírez, 2015).

2.2.3.2.3. Sustrato

Los sustratos son una mezcla de materiales activos, que también pueden ser inertes, mismo que son utilizados como medios de propagación de especies vegetales. Están conformados por materiales rocosos y minerales característicos distintos del suelo que pueden ser natural, sintético o residual; de la selección de sustrato apropiado dependerá la rapidez de la germinación de la semilla de dicha especie. Para la propagación del cultivo de cacao es necesario llenarlos en fundas plásticas con tres partes de tierra agrícola, una parte de pulpa de café o compost,

y la adición de nutrientes fertilizantes como es el compuesto 15-15-15 ó 10-30-10 por cada 250 kg de sustrato (Llerena y Defaz, 2016).

2.2.3.2.4. Fundas de llenado

Para Olaya (2016) el llenado de las bolsas es preferible utilizar fundas grandes plástica de color negro con dimensiones 6*8 pulgadas con perforaciones en la base para eliminar el exceso de agua, es recomendable no dejar espacios vacíos.

Además, el mismo autor menciona que la siembra se debe colocar a 1 cm de profundidad. Su nutrición debe ser realizada durante dos meses de edad, con fertilizante edáfico molido con 2 gr por plántula como pueden ser 8-20-20 ó 10-30-10; a partir del tercer mes con 1 kg urea disuelto en 20 lt agua; y consecutivamente después del quinto mes con 2 kg urea en 20 litros agua.

2.2.3.2.5. Malezas

En un experimento realizado por Lara (2017) para observar la eficacia de métodos de control de malezas en plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) a nivel de vivero para valorar la fitotoxicidad sobre el cultivo utilizando Ametrina (dosis de 2 y 3 kg/ha); se desarrollaron malezas como barba de indio, betilla, caminaros, coquito, pumisillo, cuyo mayor control es efectivo con control químico; sin embargo, el tratamiento manual y con el uso de tamo (50 g/planta) son mejores al reducir costos, obteniendo mejor desarrollo de la planta.

2.2.3.2.6. Trasplante

Esta actividad se puede sembrar el cacao en conjunto con las plantas que sirva de sombra, es preferible que las plantas que sirvan de sombra sean sembrados entre 6 a 8 meses antes de realizar el trasplante del cacao, a inicios de la época de precipitación, mismos que pueden llegar con una altura entre los 25 a 30 cm y con 9 hojas (Lucas y Colina, 2016).

2.2.4 Enfermedades en vivero de cacao

En estado de vivero, Suárez (2015) antes de su comercialización y trasplante en sitios definitivos, pueden presentar, transmitir y diseminar las siguientes enfermedades:

2.2.4.1. Escoba de bruja *Crinipellis perniciosa* – *Moniliophthora perniciosa*

Esta afecta los tejidos en crecimiento de la planta, sus síntomas más frecuentes se dan en ramas, se presentan inicialmente con un desarrollo vigoroso y excesivo con el acortamiento de entrenudos, las hojas parecen normales excepto por el grosor del peciolo (Mejía et al., 2017).

2.2.4.2. *Rosellinia*

Parrado y Torres (2017) menciona que es una enfermedad conocida como llaga estrellada o podredumbre negra de la raíz. Daña todo el sistema radicular de la planta y después el cuello del tallo, hasta causar la muerte.

2.2.4.3. *Rhizoctonia solani*

Es un patógeno habitante del suelo que ocasiona pudrición de raíz y tallo, parásito obligado que viven, se desarrollan y propagan en el suelo; ocasionado por la humedad de los suelos, ideal para su crecimiento y desarrollo (Baeza y Zarate, 2018).

La sintomatología en semillas infectadas no germina y llegan a pudrirse, con manchas marrones por encima y debajo de la línea del suelo, el tallo se estrecha y ablanda no soportando la plántula, el sistema radicular se reduce con pocas o ninguna raíz (Paltan, 2017).

2.2.4.4. Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)

Esta enfermedad ataca a raíces, hojas, tallos; en plántulas es muy común *P. palmivora* el cual seca las hojas y tallo, dando apariencia inicial de quemazón. La

raíz se presenta un necrosamiento (muerte de tejido), da la apariencia de una mancha de color marrón cuando hay salpiculadora de la lluvia (Mejía et al., (2017).

2.2.5 Altura comercial de las plántulas forestales

Por muchos años ha existido dos tipos de trasplante (Rodríguez, 2010):

- Trasplante tradicional, donde la plántula mide entre 5 a 7 cm de altura y las raíces no están excesivamente extendidas, y poco follaje.
- Trasplante anticipado, cuando la plántula tiene radícula, antes de su emisión de raíces secundarias, se realiza después de emergidas entre 4 a 8 días.

Corral (2015), cuando la altura de las plántulas rebasa la establecida, se tienen problemas en el trasplante porque las raíces son muy largas y causan el encorvamiento del extremo de la raíz en el envase, problema que no se soluciona (en ocasiones recortando con tijeras las raíces largas al momento del trasplante) y origina plantas mal conformadas, de escasa vitalidad y terminan dominadas o morirán pronto.

Una vez sembrada la semilla, se espera realizar la injertación de 3 a 3,5 meses después, cuando el patrón alcance un diámetro de al menos de 4 o 5 mm, además de posea seis hojas verdaderas (Arvelo, et al., 2017)

2.2.6 Fertilización mineral

La fertilización es un recurso para aumentar la producción. La cantidad de nutrientes extraídos en kilogramos para producir una cosecha de una tonelada de cacao seco por año/hectárea son: Nitrógeno 31-40 kg, fósforo 5-6 kg y potasio de 54-86 kg (Díaz, 2017).

Sin embargo, a partir del cuarto año en adelante el cacao comienza a desarrollar una producción importante, la dosis de fertilizante se mantiene en 600 g por planta de 20-20-20-5. A continuación se presenta los niveles de requerimiento nutricional

para el cacao CCN-51, dependiendo de la edad y estado de la planta (Paspuel y Nieto, 2018):

Tabla 2. Exigencia en diferentes etapas de desarrollo del cacao CCN-51

Estado de cultivo	Edad de planta (meses)	N	P	K
Vivero	5 – 12	2.4	0.6	2.4
Establecimiento	28	136	14	156
Inicio producción	39	212	23	321
Plena producción	50 – 87	438	48	633

Paspuel y Nieto, 2018

2.2.6.1. Ferticacao

Ferticacao producción, es un formulado con materia prima mineral tomando en cuenta las necesidades específicas del cultivo de cacao, tomando en cuenta las carencias nutricionales de suelos. Compuesto de forma balanceada con nitrógeno (N) al 20%, fósforo (P_2O_5) con el 6%, Potasio (K_2O) con el 17%, Magnesio (MgO) con el 3% y Boro (B) al 1% (FERTISA, 2020).

2.2.7 Fertilización orgánica

Los fertilizantes orgánicos actúan de acuerdo a la composición química y su propósito, además inciden como activador de semillas, el crecimiento de follaje, mejor desarrollo de floración y mejoras en fructificación (Berger et al., 2014).

Los abonos orgánicos proveniente de estiércol de animal incorporados en el suelo, aportan nutrientes necesarios y efectivos, además retienen humedad mejorando la actividad biológica incrementando la productividad de los cultivos y más en la fase de viveros, también en la mejora de las propiedades fisicoquímico del suelo utilizado (Méndez, 2015).

2.2.7.1 Eco Abonaza

Es un abono semi compostado libre de patógenos que proviene de la pollinaza de las granjas de engorde, la cual es compostada, clasificada y procesada para

potenciar sus cualidades. Dosis a aplicar en hortalizas 400 a 600 kg/ha. (Pronaca, 2017).

Tabla 3. Composición de Eco Abonaza (pollinaza)

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

(Pronaca, 2017)

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Art. 74. “Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de la riqueza naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el estado.”

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: 1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.

Art. 410. “El estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los proteja y promueva la soberanía alimentaria.” (Constitución del Ecuador, 2008, p. 123).

2.3.2 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Artículo 1. Esta ley regula el Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos Agrícolas, en adelante el Sistema. El objeto del Sistema es asegurar y certificar que los productos orgánicos sean producidos, elaborados, envasados y manejados de acuerdo con las normas de esta ley y su regulación.

Artículo 2. Para el efecto de esta ley, se entiende por "productos orgánicos agrícolas" aquellos provenientes de sistemas holísticos de gestión de la producción en el ámbito agrícola, pecuario o forestal, que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema y, en particular, la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad del suelo. La certificación de productos orgánicos se regirá exclusivamente por las disposiciones establecidas en este cuerpo legal y su normativa complementaria.

Artículo 3. El sistema será de adscripción voluntaria para todos aquellos que participen, en cualquier forma, en el mercado interno y externo de productos orgánicos. Sin embargo, solo los productores, elaboradores y demás participantes en el mercado que se hayan adscrito formalmente al Sistema y cumplan con sus normas podrán usar, en la rotulación, identificación o denominación de los productos que manejan, las expresiones "productos orgánicos" o sus Servicios Agrícolas y Ganadero lentes, tales como "productos ecológicos" o "productos biológicos" y utilizar el sello oficial que exprese esa calidad.

Artículo 4. El Servicio Agrícola y Ganadero será la autoridad competente encargada de fiscalizar el cumplimiento de esta ley y su normativa complementaria, y de sancionar las infracciones señaladas en los artículos 9 y 10, de acuerdo al procedimiento de sanción y reclamación del Título I de la ley N° 18.755. Así mismo, le corresponderá al Servicio Agrícola y Ganadero administrar y controlar el uso del sello oficial distintivo de productos orgánicos agrícolas, pudiendo encomendar la aplicación del mismo a entidades certificadoras inscrita en su registro (Asamblea Nacional, 2016, p. 5).

2.3.3 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Art. 13. De las funciones. Son competencia y atribuciones de la Agencia: b) Planificar, evaluar, vigilar y controlar el cumplimiento de las normas fito, zoosanitarias y de las medidas administrativas para la sanidad animal y vegetal; d) Diseñar y promover normas de buenas prácticas de sanidad agrícola y pecuaria; j) Certificar y autorizar las características fito y zoosanitarias para la importación de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias y artículos reglamentados de manera previa a la expedición de la autorización correspondiente; n) Regular, controlar y supervisar el uso, producción, comercialización y tránsito de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias, artículos reglamentados e insumos agroquímicos, fertilizantes y productos veterinarios.

Art. 23. De los centros de propagación de especies vegetales. - La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario realizará el control fitosanitario de los centros de propagación de especies vegetales y establecerá la aplicación de las medidas fitosanitarias de conformidad con esta Ley y su reglamento. Toda persona natural o jurídica propietaria de un centro de propagación de especies vegetales para su funcionamiento deberá contar con la autorización de la Agencia y cumplirá con los requisitos y permisos fitosanitarios establecidos en el reglamento de esta Ley (Asamblea nacional, 2017).

2.3.4 Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable

Artículo 8.- Derechos en el ámbito de la agrobiodiversidad. - La presente ley garantiza los siguientes derechos individuales y derechos colectivos de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades: c) Derecho de las personas naturales o jurídicas a la libre asociación para investigar, producir, comercializar semillas nativas, tradicionales y certificadas;

Artículo 10.- Reconocimiento al agricultor. De conformidad con los instrumentos internacionales vigentes, al agricultor se le reconocen las siguientes garantías: c) Participar en asuntos relacionados a la conservación y la utilización sostenible de la agrobiodiversidad de conformidad con la ley;

Artículo 17.- De las zonas de agrobiodiversidad. La Autoridad Agraria Nacional, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, institutos públicos de investigación y centros de educación superior, identificarán con la participación de los productores y organizaciones sociales, las áreas de agrobiodiversidad que fortalezcan la protección, conservación, manejo y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, para garantizar la soberanía alimentaria.

Artículo 49.- Prácticas y tecnologías. Constituyen prácticas y tecnologías de agricultura sustentable, destinadas al uso de alternativas de innovación tecnológica, que debe fomentar el Estado las siguientes: d) Prevenir y controlar las plagas y enfermedades mediante el uso de biopreparados, repelentes y atrayentes, así como la diversificación, introducción y conservación de enemigos naturales; e) Difundir mediante programas y campañas de educación e información pública los beneficios que reporta esta producción agrícola, tanto para productores como para consumidores; f) Promover la economía familiar campesina y comunitaria para dinamizar este sector, así como fomentar el consumo de alimentos saludables (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, p. 14).

2.3.5 Código orgánico de la producción, comercio e inversiones

Art. 57. “Democratización productiva. En concordancia con lo establecido en la constitución se entenderá por democratización productiva a las políticas, mecanismos e instrumentos para que genere la desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnología para la realización de actividades productivas”. Párrafo II. “El estado protegerá a la agricultura familiar y comunitaria como garante de la soberanía alimentaria..., y al micro, pequeña y mediana empresa, implementando políticas que regulen sus intercambios con el sector privado.”.

Art. 59. Objetivo de democratización. Literal I. Implementar medidas dirigidas especialmente a las y los agricultores familiares, mujeres y comunidades, pueblos y nacionalidades para erradicar la desigualdad y la discriminación. (Asamblea nacional, 2010, p. 22)

2.3.6 Manual de procedimiento para registro y certificación de viveros

Art. 2.- Toda persona natural o jurídica, pública o privada, interesada en instalar establecimientos de propagación vegetal, viveros, de cacao fino y de aroma sabor "Arriba" y otras variedades, cumplirá con lo que establece la Ley de Sanidad Vegetal y lo determinado por AGROCALIDAD en el manual de procedimientos detallado en el anexo que se adjunta a la presente resolución.

Art. 3.- Queda prohibido reproducir plantas de cacao con fines comerciales a través de viveros que no hayan sido registrados y en su caso certificados por AGROCALIDAD, de acuerdo a lo establecido por los artículos 13 y 17 de la Ley de Sanidad Vegetal.

Anexos:

2.2 Requisitos técnicos para el registro y certificación de viveros y productores de material vegetal: - Areas o invernaderos para germinación, adaptación, cuarentena, almacenamiento y venta del material propagativo de Cacao Nacional Fino y de Aroma Sabor "Arriba" y otras variedades.

8.1 Criterios Para Establecimiento De Sanciones. - Falta de personal técnico o de apoyo insuficiente. - Plantas en fundas que no reúnan las condiciones técnicas para su conservación. Mezcla de material genético de diferentes variedades (Nacional y CCN-51). - Falta de control fitosanitario (insectos, escoba de bruja, etc.). (Agrocalidad, 2011).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

- Descriptiva. Se describió los resultados y efectos de las variables en estudio con el fin de precisar con conclusiones de mayor objetividad.
- Exploratoria. Sirve para identificar problemas que aborda el estudio.
- Explicativa. Permitió acercarse e identificar los problemas hipotéticos, encontrando las causas del mismo problema, manifestando las conclusiones y recomendaciones (Guevara, 2020).

3.1.2 Diseño de investigación

El presente estudio tiene un diseño de investigación experimental, el cual consistió, en observar los efectos e interacción con el uso de fertilizante mineral y orgánico en plántulas de cacao CCN-51 en estado de vivero, en la preparación de sustrato; para así recopilar la información y proyectarla de manera económica.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. *Variable independiente*

Los efectos del uso de fertilizante mineral y orgánica en ramillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en condiciones de vivero.

3.2.1.2. *Variable dependiente*

3.2.1.2.1. *Altura de plántula*

Empleando una cinta métrica, se midió a los 60 días, desde la base de la plántula hasta su ápice.

3.2.1.2.2. *Número de hojas*

Se contabilizó el número de hojas emergidas en la etapa final, es decir, a los 60 días.

3.2.1.2.3. Longitud radicular

Con la ayuda de una cinta métrica, se escogió 5 plantas al azar de cada bloque experimental, el cual se limpió y se midió la longitud de la raíz a los 75 días.

3.2.1.2.4. Porcentaje de sobrevivencia

Al finalizar el experimento, se contabilizó la cantidad de plántulas que han llegado a la fase comercial (altura y tiempo).

3.2.1.2.5. Análisis de costo

Se procedió a costear los tratamientos en función del experimento (mineral y orgánico) sobre la siembra y mantenimiento hasta su interés comercial (después de los 75 días), para así poder comparar costos en los periodos de vivero.

3.2.2 Tratamientos

Se utilizará un diseño experimental de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, cada unidad experimental estará conformada por 20 plántulas, haciendo un total de 400 plántulas.

3.2.2.1. Frecuencia de aplicación

La frecuencia de aplicación se realizó en dos periodos de atención, se colocó en combinación del sustrato y el otro, a los 60 días después de la siembra en el sustrato con sus respectivas dosis por planta:

Tabla 4. Frecuencia de aplicación

Tratamiento	Dosis comercial*	Dosis experimental*	Frecuencia de aplicación
T 1: Fertilizante mineral	15 g	10 g	0 - 60 días
T 2: Fertilizante mineral	15 g	30 g	0 - 60 días
T 3: Eco Abonaza (pollinaza)	15 g	10 g	0 - 60 días
T 4: Eco Abonaza (pollinaza)	15 g	30 g	0 - 60 días
T 5: Testigo	-	-	-

*: Dosis por planta
García, 2021

3.2.2.2. Delineamientos experimentales

En el presente trabajo experimental se realizó con un total de 400 plántulas, como se mencionan a continuación:

Tabla 5. Delineamientos experimentales

Descripción	Cantidad
Tipo de diseño: Completos al Azar	DCA
No. de tratamiento	5
No. de repeticiones	4
Número de plántulas por bloque	20
Número de plántulas útiles	5
Número total de plántulas experimental	400

García, 2021

3.2.3 Diseño experimental

El presente trabajo experimental, se trabajó con un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. El cual se observó los efectos significativos positivos o negativos en cada tratamiento con la prueba de Tukey (al 5%).

3.2.4 Recolección de datos

Para la recolección de datos se presentan a continuación:

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Materiales experimentales

- Ramillas de cacao CCN-51.
- Fertilizante mineral (ferticacao 20-6-17) y orgánico (pollinaza).

3.2.4.1.2. Recursos bibliográficos

Se utilizaron medios electrónicos bibliográficos como son documentos de artículos científicos, tesis de grados, entre otros. Además de medios físicos como son los archivos reposados en el centro de información agraria (CIA) de la UAE

3.2.4.1.3. Recursos humanos

Este trabajo se realizó con el guía docente y la presente autora.

3.2.4.1.4. Recursos financieros

El presente trabajo se realizó con recursos económicos de la autora.

3.2.4.1.5. Manejo del ensayo

La aplicación de fertilizante mineral y orgánico sirvió para evaluar su influencia durante la aplicación del experimento, el cual se observó en el tiempo de 60 días.

- Preparación del sustrato y adición del tratamiento experimental. Se recolectó tierra del suelo horizonte A (20 a 30 cm), arena (para fácil drenaje usado en época lluviosa) y aserrín de balsa (descompuesta por tres meses mínimo, usado en época seca); esta fue combinado y aplicado en proporción 2 a 1 (2 partes de tierra más 1 de aserrín), se adicionó los tratamientos experimentales como son la fertilización mineral y orgánica (Tabla 4. Frecuencia de aplicación).
- Selección de árboles. El material que va ser seleccionado, debe ser de árboles de cacao CCN-51 sano y productivo (en promedio 80 mazorca total por año), de 5 años; con índice de mazorca que permitan con 10 unidades producir una libra de cacao fermentado.
- Recolección de vareta. Este proceso se realizó a partir de las 6 am hasta las 10 am, tomando en cuanto características de importancia como estar libres de enfermedades y plagas, con coloración verdosa en el ápice de la estaca y café en la base; las ramas seleccionadas no deben ser tiernas (jóvenes).
- Transporte de ramillas. Una vez cortada las ramas, empiezan un proceso de desecamiento (deshidratación), se debe humedecer mientras dure el

transporte al vivero; las ramillas colectadas se lavan con agua corriente para eliminar impurezas que se encuentren adheridas.

- Preparación de ramillas. Se cortarán las hojas a 2/3 partes cuando son grandes y a la mitad si son pequeñas; las ramillas se cortarán en forma de bisel en la parte posterior.
- Preparación de la concentración hormonal (raizol). Un día antes del montaje del experimento, se prepararon la concentración hormonal con raizol el cual es un inductor de biomasa radicular de líquido soluble, además de un testigo sin ningún tratamiento (Edifarm, 2020).
- Preparación de ramillas para la siembra. Se realizó la limpieza y desinfección de las ramillas mediante la inmersión en una solución desinfectante (hipoclorito de sodio al 10%), colocándolos en una bandeja donde se mantendrán inmersa durante 10 a 15 segundos, enjuagándose en una segunda y tercera bandeja de agua destilada, con la finalidad de desinfectar el material vegetal y evitar muerte por contaminación por patógenos.
- Montaje del experimento. Se procedió al corte de tres tercios de la hoja presentes en la estaca dejando el área foliar necesaria para realizar los procesos fotosintéticos. En la parte inferior de la estaca se le realizó un corte transversal y de tres a cuatro heridas longitudinales profundizando levemente la corteza del tallo sumergidos en 2 cm, de la estaca en la solución hormonal.
- Aplicación de ácido acetil salicílico (Aspirina). La colocación de este compuesto retarda la caída de las hojas, favoreciendo el incremento de la sobrevivencia de las estacas y un aumento del enraizamiento producido por la hormona utilizada (Mejía et al., 2019).

- Colocación en fundas. Se procedió a la siembra de ramillas en las fundas y este a su vez en las cámaras previamente preparadas, una vez puesta las ramillas se procede a cubrir con plástico negro asegurando los bordes con pesas (piedras) y luego con aserrín u otro material sellando la cámara de enraizamiento. Si durante 40 días posteriores a la siembra se observa falta de humedad dentro de la cámara (presencia de gotas en forma de rocío en el plástico), se deberá levantar la cubierta un instante y realizar un riego rápido en forma de lluvia.
- Pre aclimatación. Se procedió a retirar el plástico una hora el primer y segundo día, y a partir del tercero se le adiciona una hora hasta completar ocho horas diarias de aclimatación (en total nueve días), iniciando este proceso en las primeras horas de la mañana.
- Aclimatación. una vez realizado este proceso, se llevó a sombra temporal, asemejando las condiciones en la planta de cacao creciendo en el campo.
- El riego. Se realizó con manguera y se esparció en forma de lluvia hasta que el aserrín se encuentre bien humedecido.
- Altura comercial. La plántula puede presentarse con una edad entre 2 a 3 meses de edad (60 a 90 días), después de sembrada en sustrato.

Todo este proceso se realizó bajo sombra con malla saran (bajo invernadero).

3.2.4.2. Métodos y técnicas

Se aplicaron los siguientes métodos:

- **Método deductivo:** Se recopiló la información relacionada a la aplicación, dosis de los productos minerales y orgánicos para el desarrollo del cacao.
- **Método inductivo:** Se buscó información relacionada a la presente investigación.

- **Método de análisis:** Este método permitió identificar las dosis adecuadas de los productos minerales y orgánicos mediante los tratamientos y repeticiones establecidos para el desarrollo y crecimiento del cacao en la etapa de vivero.

3.2.5 Análisis estadístico

El presente trabajo experimental, se trabajó con un diseño completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, además el programa para tabular los datos resultantes ese utilizó EXCEL y para su respectivo análisis el programa estadístico INFOSTAT y la comparación de las medias se realizó la prueba de Tukey al 5% de significancia. De este modo se conocerán dos hipótesis.

Tabla 6. Análisis de la varianza (ANOVA)

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamiento (5-1)	4
Repetición (4-1)	3
Error experimental (4*3)	12
Total (5*4) -1	19

García, 2021

- H_0 : Ninguna de los tratamientos aplicados presenta efectos significativos (p-valor >0.05).
- H_i : Algún tratamiento aplicado presenta efecto significativo en las plántulas (p-valor <0.05).

4. Resultados

4.1 Comportamiento agronómico de la plántula de cacao

En la tabla 7, se observó que presenta un coeficiente de variación del 24.38 % y un error experimental entre tratamientos de 2.75; con un p-valor $0.0137 < 0.05$ por tanto, algún tratamiento aplicado presenta efecto significativo en la altura de plántula a los 60 días; el mayor tratamiento fue el T4; pollinaza 30 gramos por planta con 28.46 cm, mientras que T5; testigo absoluto con 15.97 cm (figura 1).

Tabla 7. Altura de plántula a los 60 días

Tratamiento	Promedio	
T4: Pollinaza 30 g/planta	28.46	A
T3: Pollinaza 10 g/planta	26.04	A B
T2: Fertilizante mineral 30g/planta	25.06	A B
T1: Fertilizante mineral 10g/planta	15.97	B
T5: Testigo absoluto	15.23	
p-valor	0.0137	
E. E.	2.75	
C. V.	24.83	

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

García, 2021

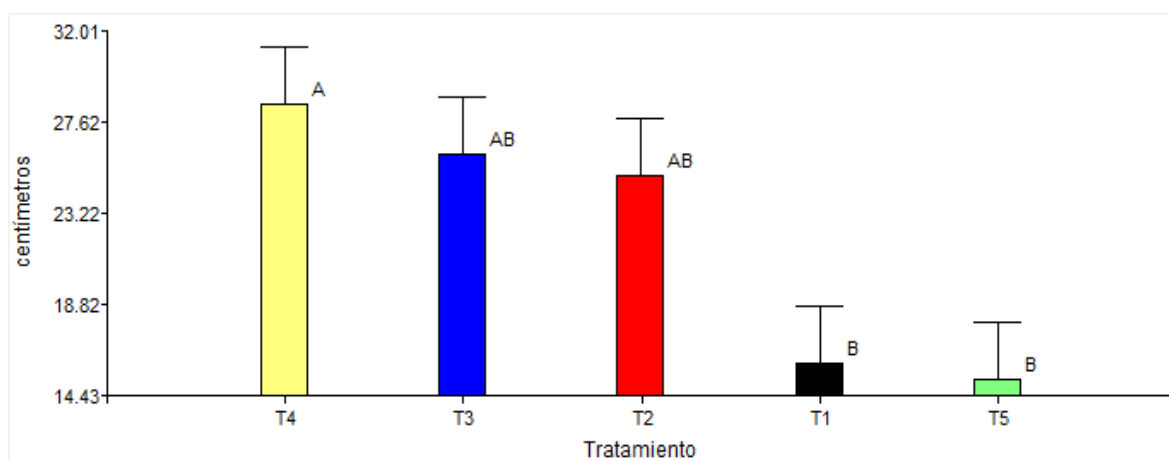


Figura 1. Histograma de altura de planta a los 60 días

García, 2021

En la tabla 8, se observó que presenta un coeficiente de variación del 33.69 % y un error experimental entre tratamientos de 0.75; con un p-valor $0.5433 > 0.05$ por tanto,

ningún tratamiento aplicado presenta efecto significativo en el número de hojas a los 60 días; el mayor tratamiento fue el T4; pollinaza 30 gramos por planta con cinco hojas, mientras que T5; testigo absoluto con tres (figura 2).

Tabla 8. Número de hojas a los 60 días

Tratamiento	Promedio	
T4: Pollinaza 30 g/planta	5.35	A
T3: Pollinaza 10 g/planta	4.90	A
T1: Fertilizante mineral 10g/planta	4.35	A
T2: Fertilizante mineral 30g/planta	4.15	A
T5: Testigo absoluto	3.60	
p-valor	0.5433	
E. E.	0.75	
C. V.	33.69	

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

García, 2021

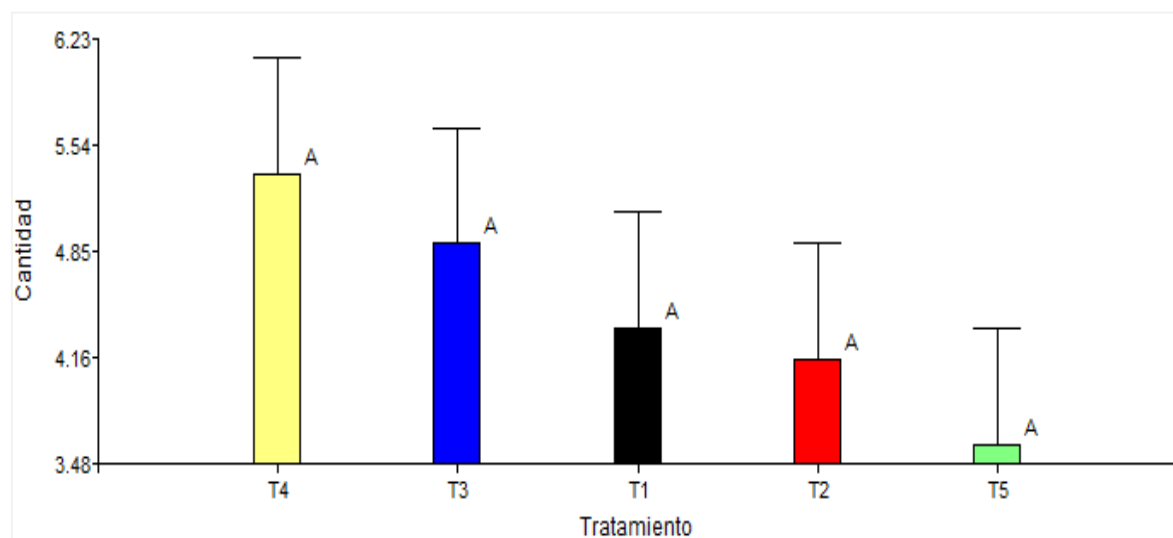


Figura 2. Histograma del número de hojas a los 60 días

García, 2021

En la tabla 9, se observó que presenta un coeficiente de variación del 24.21 % y un error experimental entre tratamientos de 0.92; con un p-valor $0.2510 > 0.05$ por tanto, ningún tratamiento aplicado presenta efecto significativo en la longitud radicular a los 75 días; el mayor tratamiento fue el T4; pollinaza 30 gramos por planta con 9.09 cm, mientras que T5; testigo absoluto con 6.82 cm (figura 3).

Tabla 9. Longitud de radícula a los 75 días

Tratamiento	Promedio	
T4: Pollinaza 30 g/planta	9.09	A
T2: Fertilizante mineral 30g/planta	8.29	A
T1: Fertilizante mineral 10g/planta	7.64	A
T5: Testigo absoluto	6.82	A
T3: Pollinaza 10 g/planta	6.20	
p-valor	0.2510	
E. E.	0.92	
C. V.	24.21	

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

García, 2021

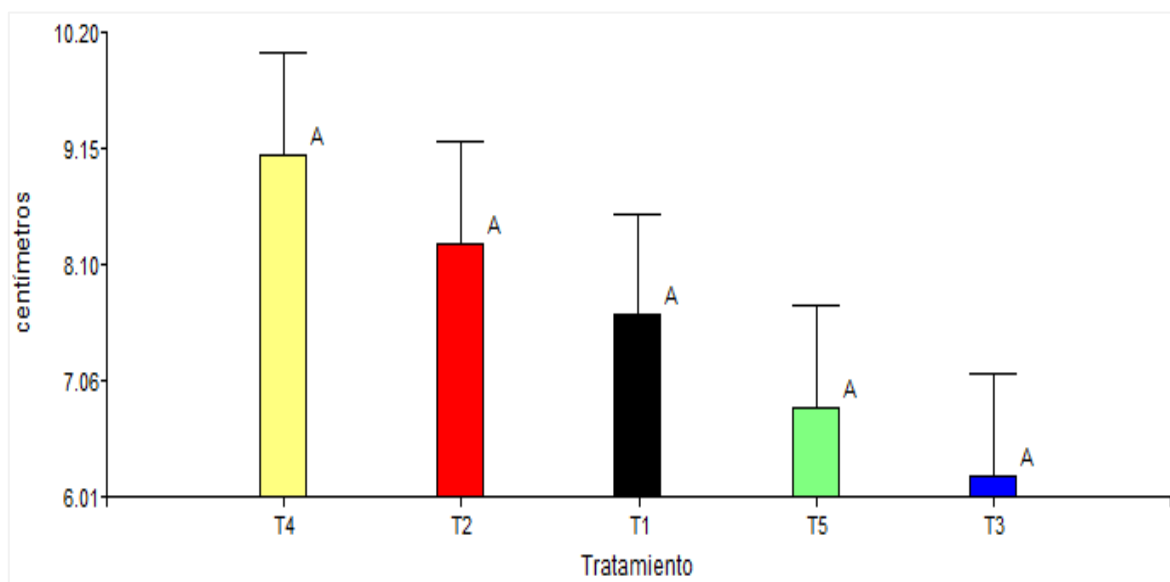


Figura 3. Histograma de la longitud radicular a los 75 días
García, 2021

4.2 Identificación de la mejor respuesta de la plántula de cacao

Como se muestra en la tabla 10, se observó que presenta un coeficiente de variación del 9.83 % y un error experimental entre tratamientos de 0.77; con un p-valor $0.0001 < 0.05$ por tanto, algún tratamiento aplicado presenta efecto significativo con el número de plántulas en condiciones óptimas; el mayor tratamiento fue el T4; pollinaza

30 gramos por planta con 20 plántulas, mientras que T5; testigo absoluto con 8 plántulas (figura 4).

Tabla 10. Número de plántulas en condiciones óptimas

Tratamiento	Promedio	
T4: Pollinaza 30 g/planta	19.75	A
T3: Pollinaza 10 g/planta	19.25	A
T2: Fertilizante mineral 30g/planta	16.75	A B
T1: Fertilizante mineral 10g/planta	14.50	B
T5: Testigo absoluto	8.25	C
p-valor	<0.0001	
E. E.	0.77	
C. V.	9.83	

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

García, 2021

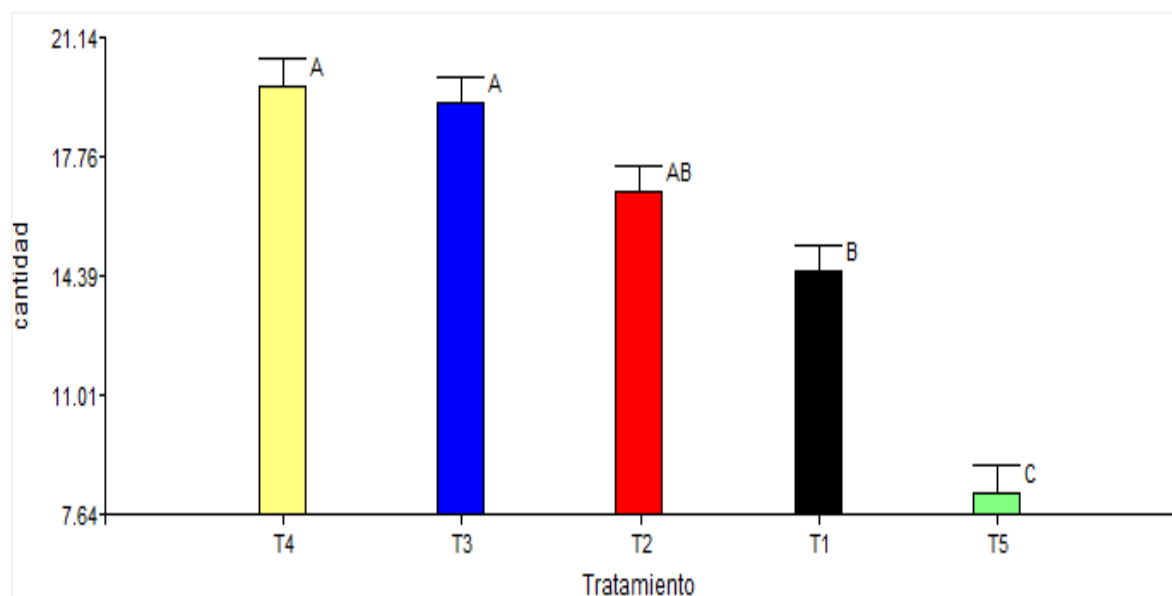


Figura 4. Histograma de las plantas en condiciones óptimas

García, 2021

En la tabla 11, se observó que presenta un coeficiente de variación del 17.11 % y un error experimental entre tratamientos de 0.07; con un p-valor $0.0001 < 0.05$ por tanto, algún tratamiento aplicado presenta efecto significativo con el porcentaje

de sobrevivencia; el mayor tratamiento fue el T4; pollinaza 30 gramos por planta con el 99 %, mientras que T5; testigo absoluto con el 31 % (figura 5).

Tabla 11. Porcentaje de sobrevivencia

Tratamiento	Promedio	
T4: Pollinaza 30 g/planta	0.99	A
T3: Pollinaza 10 g/planta	0.96	A
T2: Fertilizante mineral 30g/planta	0.84	A
T1: Fertilizante mineral 10g/planta	0.73	A
T5: Testigo absoluto	0.31	B
p-valor	0.0001	
E. E.	0.07	
C. V.	17.11	

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

García, 2021

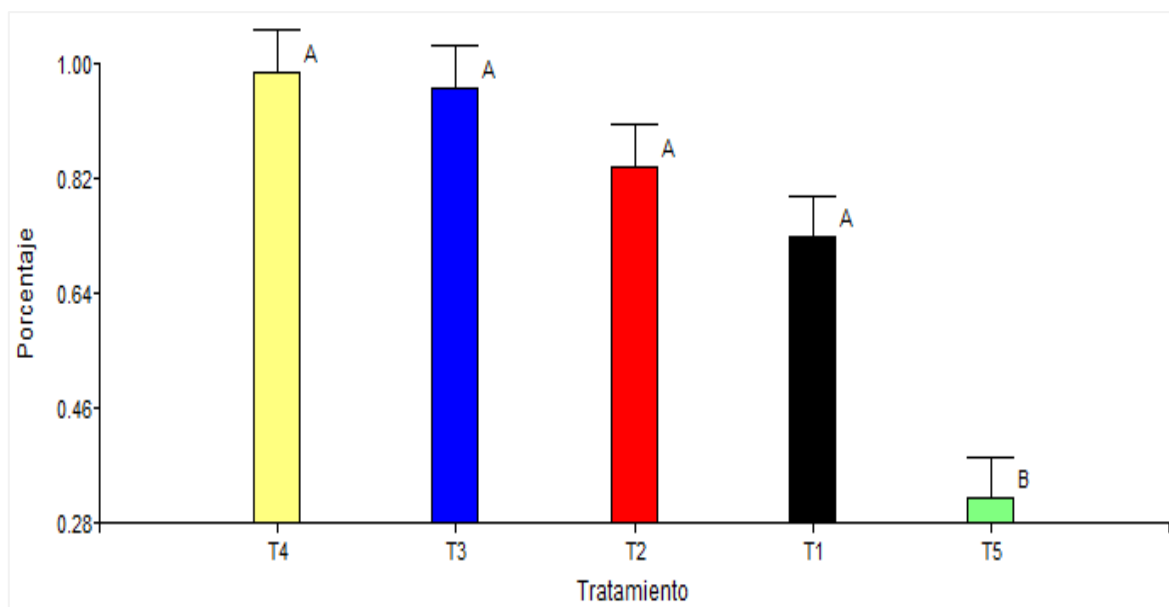


Figura 5. Histograma del porcentaje de sobrevivencia

García, 2021

4.3 Establecimiento del análisis del costo económico

Con un precio comercial de \$ 1.00 USD por planta; y un costo de producción con el uso de pollinaza 30 gramos por planta presenta la más alta rentabilidad con 1.50 de relación beneficio/costo, vendiendo 20 plantas.

Tabla 12. Relación beneficio/costo de los tratamientos

Tratamiento experimental	T 1: Fertilizante 10g/planta	T 2: Fertilizante 30g/planta	T 3: Pollinaza 10 g/planta	T 4: Pollinaza 30 g/planta	T5 Testigo absoluto
Número plantas disponibles	15	17	19	20	8
Precio de mercado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ingreso \$	15.00	17.00	19.00	20.00	8.00
Fertilización	0.25	0.75	0.15	0.45	0.00
Ramilla de cacao (\$0.05)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50
Bolsas plásticas (\$2/100 bolsas)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Aserrín	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Riego	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mano de obra (\$0.10)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Plaguicida	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Costo de producción	7.70	8.20	7.60	7.90	6.95
Beneficio neto	7.30	8.80	11.40	12.10	1.05
Relación Beneficio/costo	0.95	1.07	1.50	1.53	0.15

García, 2021

Como se observa la figura 6, la menor rentabilidad se lo obtuvo con el uso de fertilizante mineral 10 gramos por planta con 0.95 de beneficio/costo (rentabilidad).

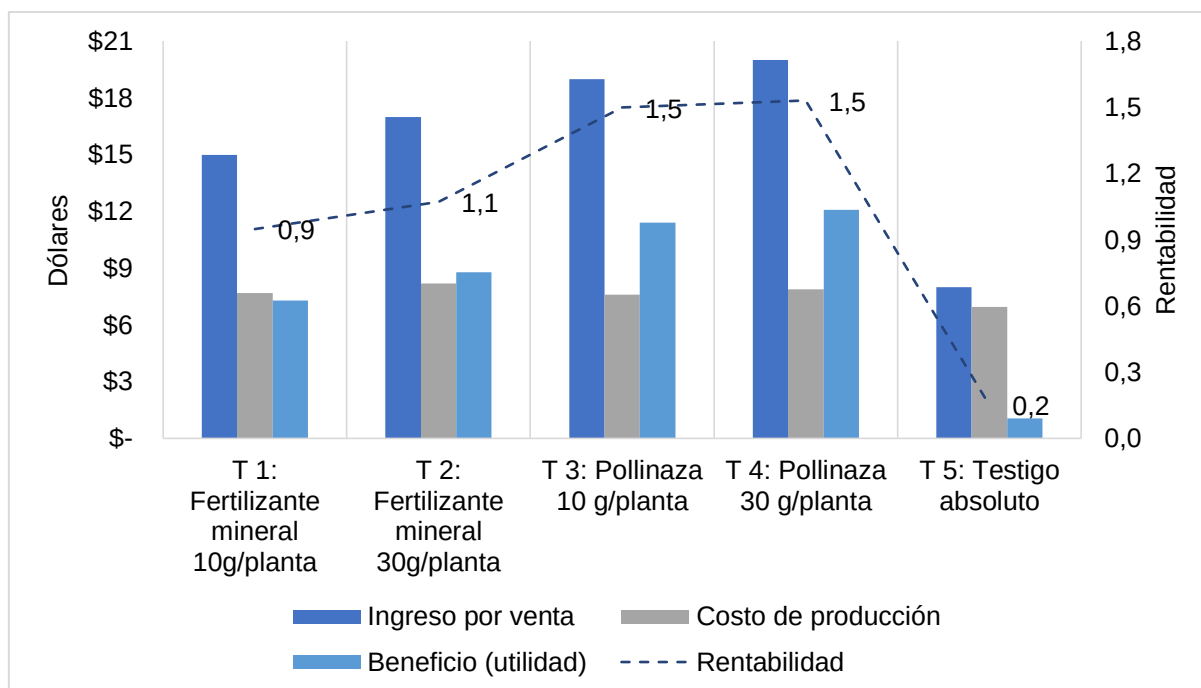


Figura 6. Histograma de la relación beneficio/costo de los tratamientos
García, 2021

5. Discusión

El comportamiento agronómico que se obtuvo con la aplicación de fertilizante mineral y orgánico, logró una altura de 28 cm (pollinaza con dosis de 30 g/planta) obteniendo un crecimiento del 87% respecto al testigo absoluto (sin aplicación) y 25 cm (mineral con dosis de 30 g/planta) con un 67% de crecimiento respecto al testigo absoluto (sin aplicación), actividad realizada en la zona de Colimes (Guayas); diferente del estudio realizado por Jaime (2016), en el cantón Naranjal (Guayas), al utilizar hormonas sintéticas (citoquinina, giberelina y auxinas) en el prendimiento de injerto, alcanzando una altura de planta promedio con 40.71 cm, al final de los 60 días. Por tanto, se acepta la aplicación de una dosis adecuada de fertilizante mineral y orgánico se logra obtener plantas vigorosas y sanas en condiciones de vivero.

Con la aplicación de fertilizantes y dosis experimental como parte del sustrato en las bolsas donde se colocó la ramilla de cacao, alcanzó a reproducirse 5 hojas (pollinaza) y 4 (mineral) durante 60 días bajo condiciones climáticas del cantón Colimes (Guayas); aceptando lo mencionado por Santillán (2015) en su estudio realizado en el cantón Vinces (Los Ríos) obteniendo 17 hojas en 150 días experimental, aceptado la hipótesis planteada, que por lo menos una dosis adecuada de fertilizante mineral u orgánico logra obtener plantas vigorosas y sanas en condiciones de viveros.

Con la aplicación de fertilizante como parte de la nutrición de la planta de cacao CCN-51 en estado de vivero una longitud radicular de 9 cm (pollinaza) y 8 cm (mineral); se coincide con el estudio realizado por Villa (2015) que utilizó hormonas enraizantes sobre plantas clonales de cacao con una longitud radicular entre 8 y 7 cm.

El porcentaje de sobrevivencia se muestra que, nutriendo la plántula de cacao en condiciones de vivero, con la fertilización orgánica tiene un 99 % (pollinaza 30 g/plántula) diferente de la fertilización mineral 84 % (mineral 30 g/planta); aceptando los resultados que observó por Rogel (2016) en su investigación experimental con

bioestimulantes radiculares en la zona de Naranjal (Guayas) para el prendimiento de la ramilla en cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en condiciones de vivero, alcanzando el 71 % de prendimiento, con altura de planta de 26 centímetros, con 9 hojas, el número de raíces alcanzo 4.5 de diámetro.

Como se observa en la siguiente tabla 13, la diferencia de macro y microelementos, donde la fertilización orgánica presenta menor proporción que la fertilización convencional, ocurriendo un mayor desgaste de recursos e influenciando en gasto económico innecesarios para el productor al aplicar este tipo de fertilizantes en el desconocimiento. Del mismo modo, con los resultados obtenidos se pudo observar que la plántula en crecimiento absorbe la cantidad de nutrientes necesaria por parte de la fertilización orgánica, diferente de la fertilización convencional cuyo efecto se pierde por la acción del lixiviado ocurrido cuando se empieza a regar las plantas con agua.

Tabla 13. Diferencia de elementos experimentales (orgánicos vs fertilizante)

Elemento	Eco abonanza (orgánico)	Ferticacao Producción (convencional)
Nitrógeno (N)	3%	20%
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.65%	6%
Potasio (K ₂ O)	1.9%	17%
Magnesio (MgO)	0.7%	3%
Azufre (S)	0.51%	4%
Boro (B)	0.0056%	1%
Zinc (Zn)	0.00236%	-
Humedad	21.4%	1.5%

García, 2021

De este modo, el costo promedio por plántula de cacao fue de USD 0.39 (mineral 10 g/planta), 0.41 (mineral 30 g/planta), 0.38 (pollinaza 10 g/planta), 0.40 (pollinaza 30 g/planta), además cuyo valor de venta al público en la actualidad es de USD 1.00 por planta; por lo que, se refuta lo mencionado por García (2015), en su estudio

donde la comercialización de plántulas de cacao en viveros, se costean valores aproximados entre los \$0.10 y \$0.20 USD, cuya venta lo realizan entre \$0.30 y \$0.60 USD por planta. Siendo así que, se acepta la aplicación de una dosis adecuada de fertilizante mineral u orgánico logrando obtener plantas vigorosas y sanas a nivel comercial para vivero.

6. Conclusiones

Una vez analizado los resultados de la investigación experimental, se procedió a dar las siguientes conclusiones:

En el comportamiento agronómico de la ramilla de cacao para su reproducción y en condiciones de vivero, con fertilización orgánica la pollinaza con dosis de 30 gramos por planta registró 28.46 cm de altura de la plántula (86 % mejor respecto al testigo absoluto), con 5 hojas por planta (48% mejor respecto al testigo absoluto), y 9.15 cm de longitud radicular (46% mejor respecto al testigo absoluto). Diferente del uso con fertilizante mineral en dosis 30 gramos por planta registrando una altura de planta 25 cm (64% mejor respecto al testigo absoluto), con 4 hojas por planta (20% mejor respecto al testigo absoluto), una longitud radicular de 8 cm (33% mejor respecto al testigo absoluto).

La aplicación y el mejor resultado fue con el uso de 30 gramos por planta de pollinaza, siendo beneficiosa alcanzando el 99 % de sobrevivencia (en este caso fueron efectivo 20 plántulas) en condiciones de vivero y para la fertilización mineral con dosis de 30 gramos por planta el 96 % de sobrevivencia.

El mejor tratamiento de reproducción asexual en ramillas de cacao CCN51 y una fertilización con pollinaza (10 y 30 gramos por planta) presenta una rentabilidad a partir de 1.50 y 1.53 de beneficio/costo, por cada dólar que se invierte.

7. Recomendaciones

Una vez concluido el presente experimento, se aconseja:

Utilizar pollinaza como estimulante para el desarrollo agronómico de la ramilla de cacao, debido a que su uso no genera impacto ambiental por ser fertilizante de tipo orgánico.

Recomendar la dosis de 30 gramos por planta de pollinaza, ayuda con el desarrollo de las plántulas en condiciones de vivero como reproducción asexual.

Proponer a los productores viveristas de cacao sobre el uso de pollinaza, ya que alcanza una rentabilidad superior frente a otro tipo de fertilizante.

Realizar este tipo de experimento con otros materiales vegetales (especies), para corroborar el efecto de la pollinaza como fertilizante orgánico sobre otro tipo de fertilizante, bajo las mismas u otras condiciones de trabajo en campo.

8. Bibliografía

- Agrocalidad. (2011). *Manual de procedimiento para registro y certificación de viveros*. Resolución de Agrocalidad #21. Reg. Oficial suplemento 168 13/julio/2011
- Aguirre, V. (2015). *Manejo de injerto de cacao (Theobroma cacao) CCN-51 en vivero*. Palenque, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Amortegui, G. M., y Becerra, J. A. (2018). Diagnóstico sanitario del jardín clonal de cacao (*Theobroma cacao*) ubicado en la granja Barcelona de la Universidad de Los Llanos. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia
- Anzules, V., Borjas, R., Castro, V., y Julca, A. (2018). Caracterización de fincas productoras de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santo Domingo de Los Tsáchilas, Ecuador. *Revista Bosques Latitud Cero* 8(2), 39-50.
- Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T., y Montoya, P. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao. Buenas prácticas para América Latina*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA.
- Asamblea nacional. (2010). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones*. Quito - Ecuador: Registro Oficial.
- Asamblea Nacional. (2016). *Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria*. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Asamblea nacional. (2017). *Ley orgánica de sanidad agropecuaria*. Asamblea Nacional del Ecuador
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable*. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional del Ecuador. Año 1 Reg. Oficial No 10.

- Ávila, A. (2018). Aprendiendo e innovando sobre la producción de plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero. Nicaragua: Lutheran World Relief.
- Baeza, E., y Zarate, D. (2018). Producción y aporte de nutrientes en la hojarasca de las especies abarco (*Cariniana piryformis* M), teca (*Tectona grandis* L.f.) y cacao (*Theobroma cacao* L.) en un sistema agroforestal en los municipios de Rionegro, Santander y Muzo, Boyacá. Colombia. Univ. Ciencias aplicadas y ambientales. Agroforestería tropical - Maestría
- Berger, J., Heid, P., y Milz, J. (2014). *Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico*. Guía de 18 cultivos 1era edic. Alemania
- Briones, C. E. (2017). Efecto de tres dosis de algas marinas sobre las semillas de cacao (*Theobroma cacao*) en vivero, sembrado en dos sustratos diferentes, Palenque provincia de Los Ríos. Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Chevez, M. S. (2020). Incidencia del riego con biofertilizantes y bioestimulantes en vivero de cacao (*Theobroma cacao* L.) injerto CCN51. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Constitución del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador 2008*. Quito - Ecuador: Asamblea Nacional.
- Corral, R., Duicela, L. A., y Chamba, M. H. (2015). Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales con café arabigo y cacao, en dos zonas agroecológicas del litoral ecuatoriano. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja - X Congreso ecuatoriano de la ciencia del suelo.
- Diaz, M. (2017). Efecto de un fertilizante orgánico a base de algas marinas en la productividad del cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.

- Edifarm. (2020). *Producto raizol*. Vademécum agrícola Edifarm
- Faican, C. P. (2019). Evaluación de polímero hidroretenedores en plántulas de cacao CCN51 en viveros, Balao provincia del Guayas. Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- FERTISA. (2020). *Nutrición mineral: Ferticacao 20-6-17*. Fertilizantes S. A. Guayaquil-Ecuador
- García, A. G. (2015). Comercialización de plantulas de cacao CCN51 y nacional (*Theobroma cacao*) en viveros de la zona de Santo Domingo de los Tsachilas. Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador .
- Guevara, G. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Revista científica mundo de la investigación y el conocimiento
- Guizado, C. D. (2015). Enraizamiento de estaca basal de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L), ICS-95, CCN-51, ICS-1, CMP-15 y porcelana; utilizando ácido indol butírico (AIB) en el centro poblado de Valle Esmeralda-Rio Ene. Universidad Nacional del Centro del Perú
- Helvetas, C. (2014). *Establecimiento y manejo de cultivos I*. Fundación Helvetas. Instituto tecnologico agroalimentarios. Honduras
- Hernández, D. G. (2020). Sistema agroforestal con cacao (*Theobroma cacao*) en la amazonía ecuatoriana. Un enfoque agroecológico. Universidad Internacional Andalucía
- Herrera, B. (2020). Efecto de reguladores fito-hormonales en la producción de cacao (*Theobroma cacao*) CCN51. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.

- Jaime, L. V. (2016). Evaluación del efecto de tres tipos de hormonas en el prendimiento del injerto en cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 en vivero, Naranjal provincia del Guayas. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Lara, D. V. (2017). Eficacia de tres métodos de control de malezas en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) a nivel de vivero, Ventanas-Los Ríos. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Lizarzaburo, G. (2020). El CCN-51 es el rey del cacao, pero ha llegado otra promisoría: Pincay. Periódico digital Expreso
- Llerena, L. T., y Defaz, C. L. (2016). *Evaluación de diferentes tipos de sustratos en vivero de cacao (Theobroma cacao)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1908>
- Lucas, J. A., y Colina, E. (2016). Efectos de la asociación micorriza más *Trichoderma* sobre el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en viveros, en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo
- Mejía, C. A., Castro, M., Carvajal, L., y Puerta, N. (2017). *Agroindustria del cacao*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
- Mejía, M., Jiménez, C., Parada, F., Vásquez, E., y Lovo, L. (2019). Evaluación de diferentes dosis de ácido indol butírico (AIB), en el enraizamiento de estacas de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) utilizando polipropagadores de madera. *Agrociencia* 14(3): 13-23
- Méndez, J. K. (2015). La tecnología orgánica para viveros de cacao (*Theobroma cacao*) en el Ecuador, su uso y beneficios. Balzar, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.

- Menéndez, B. (2021). Reproducción de cuatro especies forestales, utilizando varias dosis de sustrato orgánico en vivero. *Universidad Estatal del Sur de Manabí*.
- Meza, M. A., Moya, X. M., Parada, F. A., y Vásquez, E. A. (2019). Nutrición de portainjertos de cacao (*Theobroma Cacao* L.) utilizando diferentes dosis de fórmula 15-15-15 y su influencia en el prendimiento de cuatro tipos de injerto. *Revista Minerva* 2(1): 63-78
- Mora, D. A. (2017). Estudio de factibilidad para la producción de plantas forestales, frutales y ornamentales en el vivero de la comuna Loma Alta, provincia de Santa Elena. *Univesidad Estatal Península de Santa Elena*
- Morales, J., y Reyes, F. (2017). Propuesta de diseño de proceso industrial para la elaboración de té de cascarilla de cacao en la provincia de Santa Elena. La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- NCBI LifeMap. (2020). *Mapa de vida*. NCBI: <http://lifemap-ncbi.univ-lyon1.fr/>
- Olaya, M. A. (2016). Implementación de un software agrícola en línea usando software libre para el control de los procesos administrativos de producción y venta del vivero de cacao "San Vicente". Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Paltan, D. W. (2017). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* para el control de *Rhizoctonia solani* en plántulas de cacao CCN-51 *Theobroma cacao* en fase de vivero, provincia de El Oro. Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Parrado, J. E., y Torres, I. Y. (2017). Análisis de los beneficios tributarios en Colombia para una inversión en cacao a traves de un fondo de capital privado. *Universidad Piloto de Colombia*. Bogotá D. C., Colombia

- Paspuel, M., y Nieto, C. (2018). Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante "full cacao" en comparación con la fertilización convencional en Pangua. Universidad Central del Ecuador
- Pronaca. (2017). *Eco Abonaza*. India - Pronaca: <http://www.pronaca.com/site/principalAgricultura.jsp?arb=1100&cdgPad=26&cdgCat=1&cdgPr=765>
- Quiroz, J. (2010). *Multiplicación clonal de cacao por el método de enraizamiento (ramilla)*. Programa nacional de cacao. Boletín 149. INIAP
- Rodríguez, R. (2010). *Manual de prácticas de vivero forestales*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
- Rogel, W. (2016). Evaluar el efecto de tres tipos de bioestimulantes radiculares para el prendimiento de la ramilla en cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 en vivero, Naranjal, provincia del Guayas. *Universidad Agraria del Ecuador*.
- Sánchez, M., Jaramillo, E., y Ramírez, I. (2015). *Enfermedades del cacao*. Universidad Técnica de Machala
- Sandoya, M. (2019). *Tipos de injertos en plantas de vivero de cacao nacional (Theobroma cacao L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6813>
- Santillán, L. J. (2015). Respuesta de tres dosis de fertilización mineral y orgánica en tres cultivares de cacao de ascendencia nacional (*Theobroma cacao* L.) en condiciones de viveros en el cantón Vinces. Universidad de Guayaquil
- SIPA-MAG. (2020). *Precio referencial del Cacao CCN-51*. Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador - Ministerio de Agricultura, Ganadería
- Soto, M. (2018). Programa para el desarrollo de la reproducción de cacao nacional. Quito, Ecuador: UCE.

- Suarez, M. (2015). Efecto de cuatro sustratos y tres tipos de sombra en el enraizamiento de clones de cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51 en Echeandía, Provincia de Bolívar. Ventanas, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Agraria del Ecuador.
- Villa, E. P. (2015). Efectos de dos hormonas enraizantes sobre plantas clonales de cacao (*Theobroma cacao* L) de la variedad CCN-51 a nivel de vivero en la zona de La Troncal, provincia del Cañar. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.

9. Anexos

Tabla 14. ANAVA de la altura de plántula a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Altura de plántula 60D	20	0.64	0.42	24.83	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	636.76		7 90.97	3.01	0.0454
Tratamiento	598.24		4 149.56	4.94	0.0137
Repetición	38.52		3 12.84	0.42	0.7391
Error	363.14		12 30.26		
Total	999.91		19		
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.39863					
<i>Error: 30.2619 gl: 12</i>					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4	28.46		4 2.75	A	
T3	26.04		4 2.75	A	B
T2	25.06		4 2.75	A	B
T1	15.97		4 2.75		B
T5	15.23		4 2.75		B

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

García, 2021

Tabla 15. ANAVA del número de hojas a los 60 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Número de hojas 60D	20	0.61	0.38	33.69	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42.09		7 6.01	2.65	0.0662
Tratamiento	7.33		4 1.83	0.81	0.5433
Repetición	34.76		3 11.59	5.11	0.0166
Error	27.21		12 2.27		
Total	69.30		19		
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.39403					
<i>Error: 2.2677 gl: 12</i>					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4	5.35		4 0.75	A	
T3	4.90		4 0.75	A	
T1	4.35		4 0.75	A	
T2	4.15		4 0.75	A	
T5	3.60		4 0.75	A	

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

García, 2021

Tabla 16. ANAVA de la longitud de la radícula a los 75 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Longitud radicular 75D	20	0.44	0.11	24.21	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31.61		7 4.52	1.33	0.3161
Tratamiento	20.98		4 5.24	1.55	0.2510
Repetición	10.63		3 3.54	1.04	0.4081
Error	40.70		12 3.39		
Total	72.31		19		
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.15072					
Error: 3.3915 gl: 12					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4	9.09		4 0.92	A	
T2	8.29		4 0.92	A	
T1	7.64		4 0.92	A	
T5	6.82		4 0.92	A	
T3	6.20		4 0.92	A	

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

García, 2021

Tabla 17. ANAVA del número de plántulas en condiciones optimas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Plantas cond. optima	20	0.92	0.88	9.83	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	351.60		7 50.23	21.07	<0.0001
Tratamiento	348.20		4 87.05	36.52	<0.0001
Repetición	3.40		3 1.13	0.48	0.7051
Error	28.60		12 2.38		
Total	380.20		19		
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.47951					
Error: 2.3833 gl: 12					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4	19.75		4 0.77	A	
T3	19.25		4 0.77	A	
T2	16.75		4 0.77	A	B
T1	14.50		4 0.77		B
T5	8.25		4 0.77		C

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

García, 2021

Tabla 18. ANAVA del porcentaje de sobrevivencia

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Porcentaje sobrevivencia	20	0.85	0.77	17.11	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.21		7 0.17	10.09	0.0003
Tratamiento	1.20		4 0.30	17.53	0.0001
Repetición	0.01		3 3.2E-03	0.18	0.9046
Error	0.21		12 0.02		
Total	1.42		19		
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.29495					
Error: 0.0171 gl: 12					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4	0.99		4 0.07	A	
T3	0.96		4 0.07	A	
T2	0.84		4 0.07	A	
T1	0.73		4 0.07	A	
T5	0.31		4 0.07		B

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

García, 2021

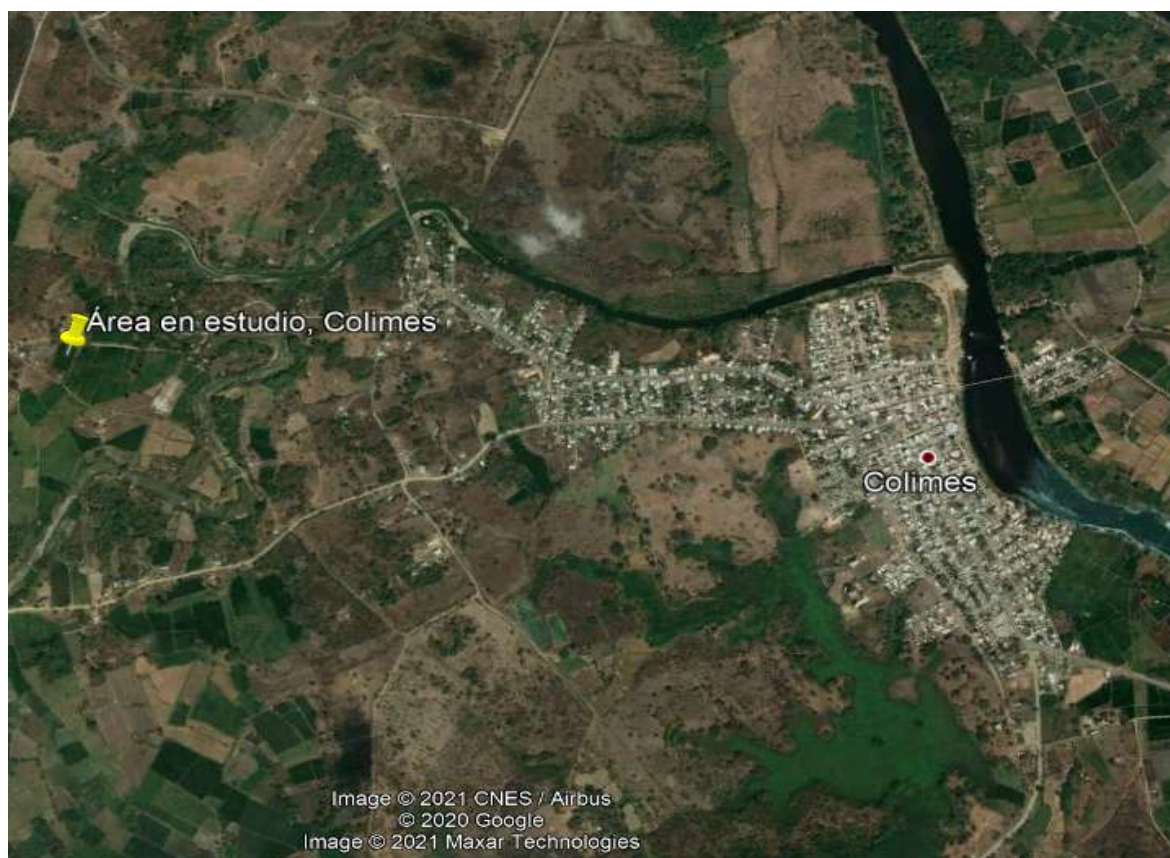


Figura 7. Área en estudio
Google mapa, 2021

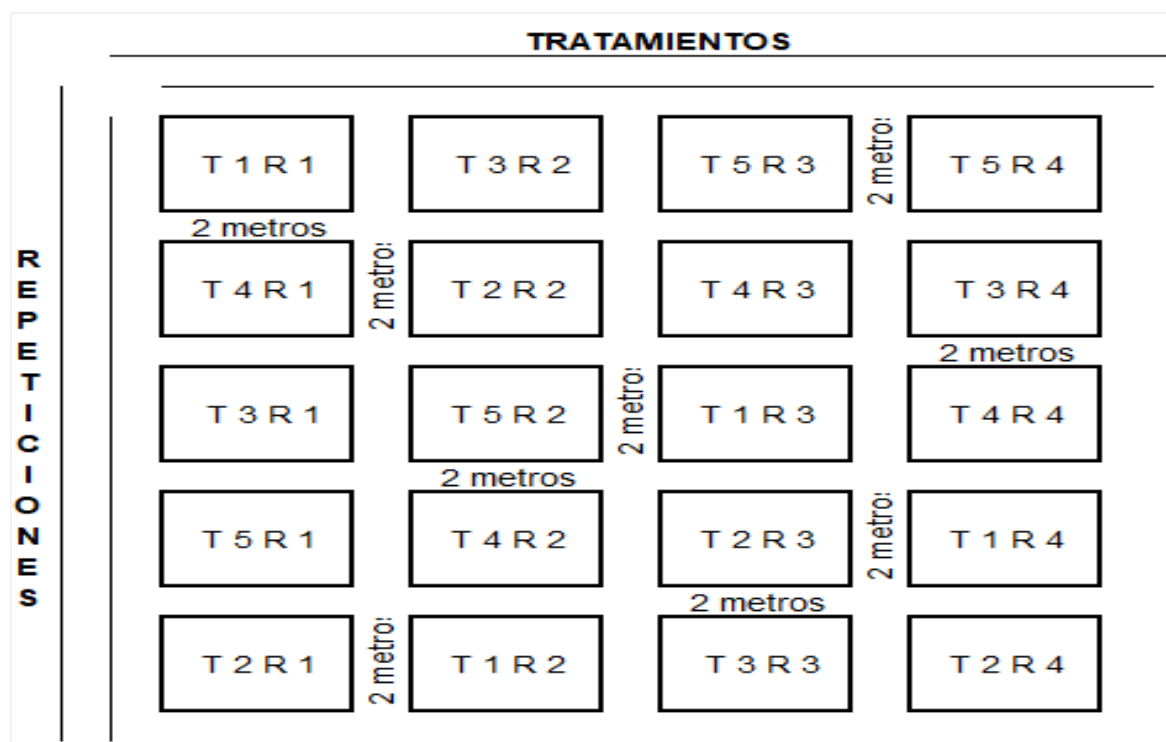


Figura 8. Croquis de estudio
García, 2021

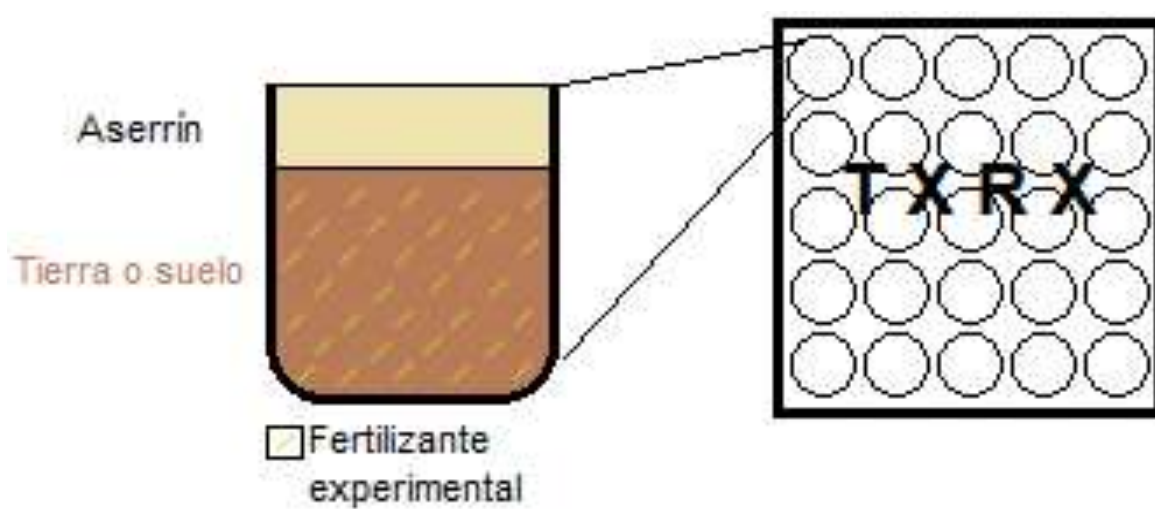


Figura 9. Sustrato
García, 2021



Figura 10. Fertilizante mineral y orgánico
FERTISA, 2020; Pronaca, 2017

La ECO-ABONAZA es un abono 100 % orgánico que se deriva de la Pollinaza de las granjas de pollos de Engorde de Pronaca, la cual es reposada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades.

Nombre comercial	Ecoabonaza
Casa comercial	India
Descripción	Abono orgánico que se deriva de la pollinaza, la cual es compostada, clasificada y procesada para potenciar sus cualidades.

COMPOSICIÓN PORCENTUAL	CANTIDAD	UNIDADES
M.O.	50	%
pH	7,01	-
Nitrógeno (N)	2,8 a 3,0	%
Fósforo (P ₂ O ₅)	1,65	%
Potasio (K ₂ O)	1,9	%
Calcio (Ca)	3,3 a 5	%
Magnesio (Mg)	0,7	%
Azufre (S)	0,51	%
Boro (B)	40 a 56	ppm
Zinc (Zn)	236	ppm
Cobre (Zu)	52	ppm
Hierro (Fe)	1003	ppm
Manganeso (Mn)	644	ppm
Humedad	21,4	%

Figura 11. Ficha técnica de Eco Abonaza
Pronaca, 2017

INFORMACIÓN TÉCNICA DE LOS FERTILIZANTES

INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN		TIPO DE ABONO O FERTILIZANTE
			FERTICACAO PRODUCCION
INFORMACIÓN GENERAL	NOMBRE COMERCIAL		FERTICACAO PRODUCCION
	MATERIA PRIMA		UREA, DAP, MOP, KMAG, BORO
	PRODUCTO TERMINADO		20 - 6 - 17 - 3 - 4 - 1B
TIPO DE PRODUCTO	FERTILIZANTE INORGANICO	MEZCLADO (Mezcla física)	X
		TIPO	NPK
ENVASES O EMPAQUES	MATERIAL (Plástico, Papel, Polipropileno, etc)		Polipropileno laminado
	CLASE (Saco, frasco, bidón, caneca, etc)		Saco
	PESO O CAPACIDAD (Kilos, Litros)		50 Kg
COMPOSICIÓN GARANTIZADA	ELEMENTOS PRINCIPALES	NITRÓGENO TOTAL (N)	20%
		FÓSFORO TOTAL (P ₂ O ₅)	6%
		POTASIO TOTAL (K ₂ O)	17%
	ELEMENTOS SECUNDARIOS Y MENORES	MAGNESIO (MgO)	3%
		AZUFRE TOTAL (S)	4%
		BORO (B)	1%
		ZINC (Zn)	-
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	Humedad Máxima %		1.5%
	GRANULOMETRÍA (1 - 4mm) min.		90%
RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN	CULTIVOS	Ciclo corto	Basado en los análisis de suelo y requerimiento nutricional del cultivo seleccionado.
		Perennes	
FITOTOXICIDAD	SUELO	Ninguna	El uso Inapropiado de este producto es de absoluta responsabilidad del Técnico
	PLANTA	Ninguna	
COMPATIBILIDAD	FERTILIZANTES	Compatible con todos los fertilizantes granulares.	Producto formulado para uso final. La mezcla con otros fertilizantes pueden alterar la composición declarada de sus nutrientes
	OTROS	No se recomienda	Puede afectar al cultivo.

Figura 12. Ficha técnica de Ferticacao Producción
FERTISA, 2020



Figura 13. Preparación y llenado de bolsas
García, 2021



Figura 14. Desinfección de la tijera para la obtención de ramillas de cacao
García, 2021



Figura 15. Selección de ramillas de cacao en sitios diferentes
García, 2021



Figura 16. Recolección de ramillas de cacao
García, 2021



Figura 17. Inmersión en la solución hormonal (enraizante)
García, 2021



Figura 18. Tapado de las ramillas durante 40 días, con plástico negro.
García, 2021



Figura 19. Riego e inspección de los tratamientos en estudio
García, 2021



Figura 20. Medición radicular
García, 2021



Figura 21. Riego e inspección de los tratamientos
García, 2021



Figura 22. Tratamientos en estudio
García, 2021