

# UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ – EXTENSIÓN PEDERNALES

Facultad de Ingeniería Agropecuaria  
Carrera de Ingeniería agropecuaria



Proyecto de tesis previo a la obtención del título de Ingeniero

Agropecuaria

## **Título:**

Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) a los dos años de establecimiento, en el sector Achote del cantón Pedernales.

## **Autor/a:**

Carbo Cotera Anthony Fabian

## **Tutor:**

Ing. Carmelo Yoffre Menéndez Cevallos

**Pedernales-Ecuador**

**2024**

## CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador


**Certifica:**

Que el trabajo de fin de carrera en la modalidad de Proyecto de investigación titulado: **“Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) a los dos años de establecimiento, en el sector Achiote del”** realizado y concluido por el Señor: **CARBO COTERA ANTHONY FABIAN**, ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 2024

Para dar testimonio y autenticidad firman:



Ing. Derli Alava Rosado, PhD.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Renato Jonathan Mendieta Vivas  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Jacinto Atanacio Andrade Almeida  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

### CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutora de la Facultad de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión Pedernales certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la modalidad de proyecto de investigación cuyo tema del proyecto es: **"Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) a los dos años de establecimiento, en el sector Achiote del cantón Pedernales"**, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo **CERTIFICO**, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde al Sr. **CARBO COTERA ANTHONY FABIAN** estudiante de la Carrera de Agropecuaria, período académico 2024(2) quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, de 2024

Lo certifico,



**ING. CARMELO YOFFRE MENÉNDEZ CEVALLOS**

**DOCENTE TUTOR**  
**ÁREA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**  
**EXTENSIÓN PEDERNALES**

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, CARBO COTERA ANTHONY FABIAN, con cédula de identidad No. 1315199347 Declaro que el presente trabajo de titulación: **“Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) a los dos años de establecimiento, en el sector Achiote del cantón Pedernales.”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello, me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales de 2024

  
\_\_\_\_\_  
**ANTHONY FABIAN CARBO COTERA**

**C.I.: 1315199347**



## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis primeramente a Dios por su amor condicional, sabiduría, entendimiento y fortaleza durante toda esta etapa. A mis padres y hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales y a sus consejos para hacer de mí una mejor persona, por ser una fuente de inspiración y motivación para superarme cada día más y así poder luchar para un futuro mejor.

Carbo Cotera Anthony Fabián

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener una buena experiencia dentro de la universidad, gracias a mi tutor Ing. Carmelo Yoffre Menéndez Cevallos, por ser mi guía durante todo este proceso de investigación, por su dedicación, paciencia, amabilidad, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación. A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios. Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

Carbo Cotera Anthony Fabián

## TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	2
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	3
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD .....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO .....	6
TABLA DE CONTENIDO .....	7
INDICE DE TABLAS .....	10
TABLA DE GRÁFICOS .....	10
TABLA DE ANEXOS .....	11
Resumen .....	12
Abstract .....	13
CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. Introducción .....	14
1.2. Planteamiento del problema .....	16
1.2.1. Identificación de variables .....	19
➤ Variable independiente: .....	19
➤ Variable dependiente .....	19
1.2.2. Formulación del problema .....	19
1.3. Hipótesis .....	20
1.4. Objetivos del proyecto del trabajo de titulación .....	20
1.4.1. Objetivo general .....	20

1.4.2. Objetivos específicos .....	20
1.5. Justificación del problema .....	20
1.6. Marco teórico .....	21
1.6.1.1. Origen del cacao .....	21
1.7. Clasificación taxonómica del <i>Theobroma cacao L</i> .....	22
1.7.1.1. Morfología.....	23
1.7.1.2. Árbol.....	23
1.7.1.3. Hojas.....	23
1.7.1.4. Flores e inflorescencia.....	23
1.7.1.5. Suelos .....	24
1.7.1.6. Precipitación.....	24
1.8. Descripción del clon CNN51 .....	24
1.9. Fijadores de nitrógeno .....	26
1.9.1. Rhizobium .....	26
1.9.2. Azotobacter .....	27
1.10. Hongos micorrizas .....	27
1.10.1. Endomicorrizas.....	28
1.10.2. Ectomicorrizas.....	28
1.10.3. Ectendomicorrizas .....	28
1.10.4. Biofertilizantes orgánicos.....	28
<b>CAPÍTULO 2. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>29</b>
2. Enfoque de la investigación .....	29



2.1. Diseño de la investigación .....	29
2.2. Tipo de la investigación .....	30
2.3. Métodos de la investigación.....	31
2.3.1. Localización.....	31
2.3.2. Ubicación geográfica .....	31
2.3.3. Variables .....	32
2.3.4. Variable independiente .....	32
2.3.5. Variable dependiente .....	32
2.4. Análisis estadístico .....	32
2.5. Población y muestra .....	32
2.6. Técnicas de la investigación .....	33
CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3. Resultado 1. variables biométricas.....	34
Números de mazorca.....	34
Número de chelines.....	35
Número de flores cuajadas.....	36
Número de chelines muertos.....	37
3.1. Resultado 2 mejor tratamiento .....	38
3.2. Resultado costo-beneficio .....	40
3.3. Discusión de resultados.....	41
Conclusiones y recomendaciones .....	44
4. Conclusiones .....	44

5. Recomendaciones.....	45
Bibliografías.....	46
6. Anexos .....	51

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la planta d cacao .....	22
Tabla 2 ANOVA de dos factores.....	33
Tabla 3 Información del factor .....	33
Tabla 4 Resumen del modelo .....	34
Tabla 5 Medidas.....	34
Tabla 6. Análisis de Varianza .....	35
Tabla 7. Análisis de varianza .....	36
Tabla 8. Análisis de varianza .....	37
Tabla 9. Análisis de Varianza .....	38

## TABLA DE GRÁFICOS

Gráficos 1. Mejor resultado de número de mazorcas.....	38
Gráficos 2. Mejor resultado de chelines.....	39
Gráficos 3. Mejor resultado de número de flores cuajadas .....	39
Gráficos 4. Mejor resultado de chelines muertos.....	40
Gráficos 5. Costos del producto.....	41

## **TABLA DE ANEXOS**

<b>Anexos 1. Delimitación del ensayo experimental .....</b>	<b>51</b>
<b>Anexos 2. Realización y separación de los bloques .....</b>	<b>51</b>
<b>Anexos 3 Limpieza del cacao.....</b>	<b>52</b>
<b>Anexos 4. Elaboración de los biofertilizantes .....</b>	<b>53</b>
<b>Anexos 5. Aplicación del vermicompost .....</b>	<b>54</b>
<b>Anexos 6. Aplicación de los biofertilizantes.....</b>	<b>55</b>
<b>Anexos 7 Toma de datos 1, 2 y 3 .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexos 8 Visita de los ingenieros .....</b>	<b>57</b>
<b>Variables biométricas 1) N° de mazorcas .....</b>	<b>58</b>
<b>Variables biométricas 2 N° de chelines .....</b>	<b>59</b>
<b>Variables biométricas 3 N° de flores cuajadas .....</b>	<b>59</b>
<b>Variables biométricas 4 N° de chelines muertos .....</b>	<b>61</b>



## **Resumen**

La presente investigación se realizó en el sector del Achiote del cantón Pedernales de la provincia de Manabí, con el objetivo de determinar qué tipo de biofertilizante y que dosis es mejor para implementar dentro del cultivo de *Theobroma cacao L*, en los pequeños y medianos productores de la zona, ya que este cultivo de vital importancia para su economía y su diario vivir, este proyecto de investigación también cuenta con la misión de abaratar los costos de realización de los biofertilizantes, teniendo estos la calidad efectiva para mejorar los cultivos y además ser amigables con el medio ambiente, reduciendo así el uso de fertilizantes y pesticidas químicos. Para esta investigación se implementó un diseño experimental DBCA o un diseño de bloques completamente al azar en el ámbito agrícola es uno de los diseños que por lo general es más utilizado, debido a la formación de los bloques se reduce el error experimental y se elimina la contribución de fuente de variación que es conocida como sobre las unidades experimentales. En segunda instancia, se analizó los diversos resultados obtenidos de las variables involucradas en la investigación los cuales, evidencian que los tratamientos de biofertilizante y ver mi compost, bajo las condiciones del presente estudio, no tienen un impacto significativo sobre las variables estudiadas en campo. Sin embargo, las pequeñas explicaciones de la variabilidad en los datos sugieren que el diseño experimental debe ser ajustado para una mayor efectividad en el área de estudio.

**Palabras clave:** biofertilizante, bloques, variables, experimental, unidades



## **Abstract**

The present investigation was carried out in the Achote sector of the Pedernales canton of the province of Manabí, with the objective of determining what type of biofertilizer and what dose is best to implement within the cultivation of *Theobroma cacao L*, in small and medium-sized producers of the area, since this crop is of vital importance for its economy and its daily life, this research project also has the mission of lowering the costs of making biofertilizers, having the effective quality to improve the crops and also be friendly to the environment, thus reducing the use of chemical fertilizers and pesticides. For this research, a DBCA experimental design or a completely randomized block design was implemented. In the agricultural field, it is one of the designs that is generally most used, due to the formation of the blocks, the experimental error is reduced and the error is eliminated. contribution of source of variation that is known as over the experimental units. In the second instance, the various results obtained from the variables involved in the research were analyzed, which show that the biofertilizer treatments and see my compost, under the conditions of the present study, do not have a significant impact on the variables studied in the field. However, the small explanations for the variability in the data suggest that the experimental design should be adjusted for greater effectiveness in the study area.

**Keywords:** biofertilizer, blocks, variables, experimental, units

# CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. Introducción

La producción del *Theobroma cacao L* del Ecuador se ha convertido en una fuente de total importancia para la exportación y el comercio de este producto, logrando un reconocimiento mundial por dos variables que de suma importancia su aroma y su color, estas características del cacao ecuatoriano fueron valoradas para la obtención de productos como el chocolate fino, coberturas de chocolates, etc.(Mendoza et al.,2020) cabe mencionar que la producción de cacao en el país abre puertas a las fuentes del trabajo para las personas que no poseen uno como tal abarcando el 39%.

Según Parada y Veloz (2021) mencionan que los pequeños productores del país refieren un contexto característico en donde, además de cooperar los suelos agrícolas con demás miembros productores ya sean grandes o pequeños, diseñan una agricultura que al momento de la venta del producto deben subsistir con lo poco que ganan. Es por este motivo que las dificultades de estos productores no solo radican allí, sino que también en la falta de la tecnificación, el uso de biofertilizantes y la aplicación de las BPA por carecer de recursos financieros.

Actualmente el Ecuador es la cuarta potencia mundial en la exportación del cacao y el primero en el cacao fino de aroma con 337.149 toneladas, hoy en día el Ecuador ha obtenido un crecimiento del 110% durante los últimos diez años y una taza familiar de 600.000 que actualmente son beneficiadas, según (Abad et al., 2020) mencionan que en el año 2016 el 80% del cultivo de *T. cacao L* era representado por pequeños productores, siendo este Manabí con el 13%, Guayas con el 28% y Los Ríos con el 23%.



Según el MAG (2023) indica que el mercado del cacao y sus variables tiene un lugar en las exportaciones que son: Estados Unidos, Indonesia, Países Bajos, y Malasia, cabe mencionar que para el Ecuador el cultivo de *Theobroma Cacao L.* ha sido uno de los dos productos que a través de créditos públicos este se ha beneficiado, el MAG provoca y estimula la producción y la comercialización de este producto agrícola mediante proyectos de fomentación pública.

Los biofertilizantes líquidos a base de estiércol de bovinos se proyectan como una alternativa económica y ecológica para el pequeño y mediano productor en las zonas rurales ya que este producto es orgánico y puede llegar a presentar índices de productividad y rendimiento elevado. Según Corales y Maldonado (2019) nos mencionan que tanto la aplicación como la dosificación al cultivo y al suelo se basan en las respuestas que se ven a diario en el cultivo a través de todas las buenas prácticas orgánicas o al buen manejo del cultivo sin tener que depender mucho de los insumos químicos ya que estos abonos líquidos orgánicos poseen mucha energía mineral equilibrada y en armonía bacteriana.

Con la presencia de los biofertilizantes orgánicos se busca determinar el uso de los abonos líquidos foliares en el desarrollo de un cultivo de *T. cacao L.* a los dos años de establecido junto y analizar que dosis de la aplicación foliar con dos bioles posee mejor incidencia en la floración de la planta.

El contexto de la apertura económica del cacao en el Ecuador no solo tiene que ver con la cantidad ni la calidad sino que viene de la mano de nuestros ancestros ya que fueron los primeros cultivadores del cacao pero en la actualidad se le está dando una mayor importancia debido a las exportaciones y además de ello la alta demanda de esta materia prima en industrias del chocolate y la demanda de los mercados locales, la perspectiva de generar relaciones con el medio ambiente son factores los cuales sirven de estímulo para que la producción de los agricultores. (Ruales M, Burbano O , & Ballesteros P, 2011)

El uso de las bacterias nitrificantes o fijadoras de nitrógeno en el suelo hoy en día se lo considera como una innovación para la producción de los productores ya que el uso excesivo de los fertilizantes externos han generado cambios casi irreversibles en la composición biológica del suelo además de la pérdida de ciertos nutrientes como el hidrógeno el cual es esencial para un cultivo de *Theobroma cacao L.*

Si bien las bacterias fijadoras de nitrógenos permiten absorber el nitrógeno de diferentes formas ya sea simbiótica o que provenga de la atmósfera, dando así un mejor desarrollo en la floración y el crecimiento estructural del cultivo, muchas veces no sucede esta interacción ya que debido a la contaminación la atmósfera se ha desatado un sinnúmero de problemas en el suelo que no son favorables para la producción de cacao. (Armijos C & Chiriboga A, 2022)

## **1.2. Planteamiento del problema**

En la ciudad de Pedernales en especial en las zonas de agricultura y ganadería se desisten o se desechan suficientes desperdicios orgánicos de los cuales se pueden aprovechar para la obtención de biofertilizantes orgánicos y así poder reducir el uso de fertilizantes y abonos químicos en su totalidad, llegando a tener relaciones amigables con el entorno, el medio ambiente y sobre todo con la microfauna siempre y cuando proporcionando una buena dosificación y aplicación, la cual es la encargada de nutrir y estimular la planta para que la producción del cacao se mantenga en estándares altos. Cabe mencionar que la producción de fertilizantes es muy sencilla y además es una técnica franca la cual se ha aplicado durante décadas en donde su principal objetivo es optimizar la producción y estimular el rendimiento y desarrollo de la planta.

El uso indiscriminado de los biofertilizantes químicos genera marcas negativas en el suelo y en el entorno, además de generar un impacto irreversible en el clima del cultivo ocasionando grandes declives económicos en los productores debido al poco manejo, cabe



- Uso frecuente de agroquímicos: La falta de conciencia y conocimiento ha generado que los productores de cacao a través de los años cada vez más usen biofertilizantes

mencionar que, debido a que estos productos industriales los cuales contienen grandes concentraciones de minerales es posible que las aguas cercanas o subterráneas se acidifiquen o se salinicen. (Solís-Charcopa et al., 2017, p. 12)

Los biofertilizantes son completamente imprescindibles para la agricultura ecológica, ya que estas ayudan a corregir la producción y perfeccionar grandes cosechas sin generar un impacto ambiental a futuro, estos biofertilizantes siguen un margen de directrices completamente respetuosas con los suelos, la sostenibilidad y sobre todo la naturaleza. (Mexico, 2021)

Según Arreaga Choez (2022) menciona que los abonos tipo biofertilizantes son una excelente alternativa de fertilización la cual permite mejorar y ayudar en el proceso de desarrollo agronómico y productivo en el cacao, el proceso de la biofertilización orgánica y natural está completamente dirigida a los pequeños cacaoteros los cuales representan un 70% en el Ecuador y que sea de manera sostenible para sus bolsillos y que puedan aprovechar los recursos naturales del campo.

En el sitio el Achote del cantón Pedernales de la provincia de Manabí se desconoce el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y el impacto que estos generan en su entorno local, por lo cual es crucial realizar esta investigación con el fin de obtener mejores resultados en la producción de cacao mediante el uso de dos biofertilizantes completamente orgánicos.

El problema central de la investigación es efectos de dos biofertilizantes uno con bacterias nitrificantes y el otro con levaduras en el sector el Achote del cantón Pedernales de la provincia de Manabí, de acuerdo con lo indagado inicialmente, este posee con diversas causas y efectos que tienen impacto con el entorno y la economía de los cacaoproductores:

**Causas:**

- **Uso frecuente de agroquímicos:** La falta de conciencia y conocimiento ha generado que los productores de cacao a través de los años cada vez más usen biofertilizantes industriales químicos con el fin de tener mejor producción sin observar el impacto que pueden ocasionar en el entorno.
- **Mal manejo de los biofertilizantes:** Un manejo inadecuado de los biofertilizantes orgánicos, es no saber suministrar las dosis por lo cual la producción podría quemarse y posterior a ello perder estabilidad económica.
- **Falta de capacitaciones:** La falta de capacitaciones en un manejo biofertilizantes orgánicos puede ser una llave para que personas con cultivos establecidos malgasten recursos económicos.

#### **Efectos:**

- **Perdida de producción:** El mal manejo de estos productos orgánicos pueden ser un arma de doble filo, por lo cual si se suministra más de las dosis es posible quemar todas las flores cuajadas y posterior a ello reducir su producción.
- **Impacto al medio ambiente:** Considerando lo antes mencionado un mal uso puede generar un impacto irreversible ya que posee una gran cantidad de microorganismos los cuales a mayor concentración puede echar a perder todo el cultivo.

El suministro inadecuado de los biofertilizantes o el poco uso de estos mismos en el sitio el Achiote del cantón Pedernales de la provincia de Manabí, representa un problema relacionado con el poco conocimiento y la poca información que poseen, además de ello posen una pérdida de producción de materias primas y de un ingreso económico esencial para las familias y el bienestar de las mismas.

Es fundamental abordar este tipo de inconvenientes mediante el uso o medidas de prevención, capacitación, manejos adecuados de acuerdo con el tema de los biofertilizantes



orgánicos abaratando costos y posterior a ello mejorando considerablemente los cultivos establecidos en la zona

### 1.2.1. Identificación de variables

➤ **Variable independiente:**

Biofertilizantes a base de bacterias nitrificantes y hongos micorrizas.

➤ **Variable dependiente**

Costos de producción, aumento de floración, mayor presencia de chelines, número de mazorcas.

### 1.2.2. Formulación del problema

De acuerdo con la problemática planteada surgen de por medio las siguientes interrogantes:

¿Qué dosis de los dos biofertilizantes es la mejor para que la producción de cacao aumente y mantenga su rendimiento?

¿Qué efecto tendrán los biofertilizantes implementados en el cultivo de *Theobroma cacao L* el cual fue establecido hace dos años?

¿Al realizar los biofertilizantes a base de componentes naturales y bacterias nitrificantes y hongos micorrizas podríamos obtener mejores resultados?

¿Cuál de los dos bioles implementados servirá de mejor ayuda para los pequeños y medianos productores de la zona?

### **1.3. Hipótesis**

**Ho:** Los efectos de dos biofertilizantes en distintas concentraciones en cultivo de cacao en el sector del Achiote, presento un aporte medianamente positivo para el cultivo debido a la época en la que se aplicó.

**Ha:** Los efectos de dos biofertilizantes en distintas concentraciones en cultivo de cacao en el sector del Achiote, presento un aporte medianamente positivo para el cultivo debido a la época en la que se aplicó.

### **1.4. Objetivos del proyecto del trabajo de titulación**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar las respuestas de los biofertilizantes en distintas concentraciones en el cultivo de *Theobroma cacao L.* a base de bacterias nitrificantes y micorrizas acompañado de un vermicompost con el fin de elevar y evaluar el comportamiento del cacao CCN51.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las variables biométricas del *Theobroma cacao* tomando en cuenta el uso de los biofertilizantes y verificando que dosis es mejor.
- Analizar el que dosis es más recomendable y óptima para la obtención de mejores resultados.
- Evaluar costos de los tratamientos implementados.

### **1.5. Justificación del problema**

Este proyecto de investigación tiene como compromiso ayudar a mejorar la producción de *Theobroma cacao* mediante el uso de biofertilizantes y concentraciones utilizando abonos orgánicos como el vermicompost y un biofertilizante a base de micorrizas y bacterias nitrificantes el cual tiene como objetivo elevar y mantener el rendimiento del



cultivo CCN51 mediante la fermentación anaeróbica que a su vez está compuesta por diversos elementos siendo el principal material orgánica como desperdicios o desechos de frutas y así abaratando costos y siendo mucho más amigables con el ecosistema y sobre todo con la microfauna.

Corrales (2019) revela que para el uso de biofertilizantes y su dosificación el uso de su aplicación va desde el número de aplicaciones al cultivo y al suelo, están determinadas por respuestas que al pasar los días vamos observando claramente las respuestas que tengan las practicas orgánicas, cabe mencionar que existe un grado de dependencia el cual se presenta en muchos casos que puede llegar a ser mayor y otro que puede llegar a hacer menor, cabe mencionar que también hay factores que inciden dentro este rango que son las habilidades en el manejo del cultivo y el suelo.

La presente investigación se realizó con la finalidad de analizar los efectos de los biofertilizantes en diferentes porcentajes en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN51 cómo fertilizantes naturales y sustentable con la finalidad de mejorar la fertilidad del suelo y la producción de cacao, debido a que al utilizar este tipo de bioles de origen natural y orgánicos se optimiza la productividad del cultivo y se observa un mejoramiento de las propiedades del morfológicas de la planta.

## **1.6. Marco teórico**

### **1.6.1.1. Origen del cacao**

El *Theobroma cacao* en el Ecuador tuvo como factor principal el comercio y el mercado internacional en el año 1770 en donde el capital y la mano de obra completamente escasos, pero no fue hasta el siglo XVIII que el valor de las exportaciones sin interrupción alguna empezó a desarrollarse, cabe mencionar que a raíz de este incremento el país tuvo una crisis en el año 1811 hasta 1859, entrando en un estado de recuperación en el año 1860 hasta 1920 obteniendo así su primer boom cacaotero. (Lombeida & Aguilar, 2018)

La problemática que tuvo la comercialización y productividad del *Theobroma cacao* fueron las grandes zonas de monocultivo el cual de gran forma afecto a la producción ya que empezaron a desarrollarse plagas y enfermedades que hoy por hoy son notorias como la Escoba de Bruja, Monilla, etc. Según Porras & Sánchez (1991) notifica que estas plagas dieron resultados inferiores en procesos administrativos lo cual las convirtieron en plagas dañinas para las plantas de cacao, pese a que existían factores climáticos estables, manejos de cultivos y variedades de cacao, el Ecuador no estuvo preparado para soportar las plagas y enfermedades.

### 1.7. Clasificación taxonómica del *Theobroma cacao* L

El cacao es una planta de ciclo perenne la cual está compuesta por 20 cromosomas y su polinización es cruzada y además su propagación puede ser de dos maneras asexual (semillas) o sexual (ramillas o baretas). (Mosquera Montes, 2016)

**Tabla 1** Clasificación taxonómica de la planta d cacao

<b>Reino:</b> <i>Plantae</i>
<b>Tipo:</b> <i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase:</b> <i>Magniolopsida</i>
<b>Orden:</b> <i>Malvales</i>
<b>Familia:</b> <i>Malvaceae</i>
<b>Género:</b> <i>Theobroma</i>
<b>Especie:</b> <i>cacao</i> L.

Fuente: Taxonomía del cacao (*Theobroma cacao* L.) (Montes, 2016)



#### **1.7.1.1. Morfología**

El cacao es un árbol el cual crece de manera silvestre en los bosques a 26 grados al norte y a 26 grados hacia el sur del Ecuador y Centro América, cabe mencionar que gracias a variedad de clima que existen en el país albergan plantas que por lo general no sobrepasan los dos o tres metros de altura, siendo esto mucho más fáciles de manejar y facilitan la recolección o trabajos laborales, pero hay variedades las cuales suelen alcanzar los 6 a 8 metros de altura y sin un cuidado o manejo fijo pueden alanzar fácilmente los veinte metros de elevación. La corona de este cacao es de siete a nueve metros y su tronco puede crecer de formas muy variadas, pero más de las veces es recta. (Mariano, 2013)

#### **1.7.1.2. Árbol**

Los árboles de cacao son de un ciclo perenne los cuales pueden alcanzar grandes alturas así mismo como pocas alturas con mayor productividad las cuales van desde los 4 a los 7 metros de altura en el caso de *Theobroma cacao L* o CCN51. (INIAP, 2022)

#### **1.7.1.3. Hojas**

Las hojas de los árboles de cacao son coriáceas simples o lo que quiere decir ovaladas a ovaladas elípticas y ligeramente asimétricas y su diámetro que van desde los 17 a los 48 centímetros de largo y de 7 a 10 centímetros de ancho, además cabe mencionar que las hojas del cacao cumplen la función de servir como alimento para la misma planta y así ayudar a la reproducción de nuevos frutos. (Rojas Santillán, 2020)

#### **1.7.1.4. Flores e inflorescencia**

Las flores de *Theobroma cacao L* a sugerencia del mismo autor menciona que surgen a partir del tronco principal el cual es un tallo de madera vieja que a su vez las florecillas crecen en las ramas laterales principales del árbol de cacao, cabe mencionar que estas flores son conocidas como caulifloras. Las flores de cacao no tienen un olor en específico y además

son muy delicadas y pese a sus características no parece de una polinización entomofílica sino más bien de otro tipo. (Rojas Santillán, 2020)

Cuando los factores climáticos y superficiales están en óptimas condiciones la presencia de las flores de cacao pueden estar presentes durante casi todo el año, estas flores miden de ocho milímetros de anchura hasta doce sin contar el pedúnculo el cual tiene de 3 a 3,5 centímetros. (Barros Nieves, 1981)

#### **1.7.1.5. Suelos**

Las plantas de cacao por lo general son cultivadas en cualquier tipo y estructura de suelo ya que es una planta la cual tiene cualidades algo robustas, para que los cultivos de cacao permanezcan siempre en producción necesitan suelos con características ricas en nutrientes además de suelos sueltos, profundos y livianos, este debe alcanzar entre 1 a 15 metros de profundidad ya que las raíces de los árboles son pivotantes y a esta superficie las raíces pueden formarse sin complicaciones. Cabe mencionar que estas plantas deben llevar consigo un suelo de PH de entre 6,5 hasta 7 y 7,5 ya que esos son los puntos óptimos para su desarrollo. (Dostert, 2011)

#### **1.7.1.6. Precipitación**

El *Theobroma cacao* es una planta la cual requiere y depende de un adecuado suministro de agua para verificar sus métodos metabólicos, cabe mencionar que la lluvia es uno de los factores climáticos que posee un sinnúmero de variaciones durante el año.

La cantidad de agua que una planta de *Theobroma cacao* necesita es de 1,600 a 2,500 y factores climáticos o de implementación de máquinas que superen 2600 milímetros de agua pueden afectar la producción del fruto. (Dostert, 2011)

### **1.8. Descripción del clon CNN51**

El CCN51 es un clon el cual tiene como origen Ecuador en la época de 1951, esta variedad de cacao es comúnmente usada en todo el país ya que es una planta alta en



producción y productividad además de que es una variante con una alta tolerancia a plagas y enfermedades, este cacao contiene granos de alta calidad y posee buen aroma a diferencia del cacao nacional este posee menos aroma, sin embargo produce tres toneladas de cacao seco por hectárea y suele superar los 50 quintales por ha, cabe mencionar que este clon es de baja altura, crece de forma erecta, es considerada como un clon cosmopolita y posee un índice de mazorcas por ramas de entre treinta y cuarenta.

Homero Castro un científico el cual ha dedicado parte de su vida a la botánica en la década de 1960, desarrollo el cacao CCN51 perteneciente a la Colección Castro Naranjal número 51, los cuales son árboles de alto rendimiento y resistentes a padecimientos adversos es utilizado para sustituir a las variedades mayormente propensas a sufrir de plagas y enfermedades. A fines del año 1990, esta variedad se clasificó como un cacao premium en el Ecuador, el cacao CCN51 tolera las enfermedades por lo que es una variedad con altos niveles de rendimiento, creada específicamente para las industrias comerciales del chocolate de buena calidad. (Parra, 2019)

Las ventajas de cultivar estas variedades de *Theobroma cacao* incluyen su adaptación a las varias zonas climáticas del Ecuador, altas producciones, acompañado de un buen manejo del cultivo, así como resistencia enfermedades y plagas, proporcionando un correcto procesamiento postcosecha, el cacao CCN51 presenta las características sensoriales requeridas para los mercados internacionales (Nieto, 2023).

Según Barrera (2024), las mazorcas casi enteras pueden usarse para elaborar jugos a base de pulpas y múltiples productos, destilar aguardientes para elaborar vino e incluso las mazorcas de *Theobroma* contienen ciertas cantidades de fibras, lo mencionado por (Vera et al., 2021), muestra que las producciones de cacao generan grandes cantidades de residuos en los procesos postcosecha que son desperdiciados, por consiguiente es importante

analizarlos para relacionarlos con las tecnologías de alimentación del ganado y brindar soluciones prácticas y sostenibles. (Dostert, 2011)

### **1.9. Fijadores de nitrógeno**

Según Palazón, (2015), menciona que las bacterias fijadoras de nitrógeno hoy en día son una alternativa para la agricultura ya que si bien existe el nitrógeno en la atmósfera de forma abundante siendo esta del 78%, las plantas no asimilan o pueden hacer uso de ese elemento y requieren de ayuda para obtenerlo tal como es el caso del *Theobroma cacao L*, teniendo un protagonismo las bacterias fijadoras de nitrógeno tales como: Rhizobium, los Nitrososomas, Azotobacter y además de suministrarle de manera significativa un elemento clave a la planta.

Los fijadores de nitrógeno también tienen como objetivo personificar y dar mejor cuerpo a los biofertilizantes ecológicos, cabe mencionar que existen dos tipos de fijadores que son los simbióticos en donde encontramos Rhizobium las cuales habitan en el suelo y se adhieren a las raíces de las plantas ayudado a intercambiar este elemento con azúcares para que se mantengan en funcionamiento y también tenemos el que se encuentra en estado libre o también conocido como aerobiosis pero a diferencia de las simbióticas este aporta cantidades insignificantes de nitrógeno por lo cual no es rentable para la planta. (Chinacalle & Nuñez , 2024)

#### **1.9.1. Rhizobium**

El Rhizobium es una de las bacterias que por lo general su simbiosis está comúnmente ligada con las leguminosas, pero pueden tener incidencia en plantas de producción de cacao mediante el uso de biofertilizantes orgánicos, cabe mencionar que el establecimiento del nódulo en las raíces no es sencillo y requiere de procesos específicos como: presencia de minerales en el suelo, horas luz, humedad, temperatura y otros factores para que estas bacterias puedan subsistir en el suelo. (López, 2019)



### **1.9.2. Azotobacter**

Según Pavone (2022) nos indica que el género de las bacterias azotobacter a lo largo de los años han sido usadas como biofertilizantes orgánicos vivos para aumentar de manera drástica los rendimientos de diversos cultivos agrícolas y una excepción de ellas es el *Theobroma cacao L*, ya que debido a las hormonas vegetales que estas bacterias aportan a la planta, tiene la capacidad de generar estructuras de resistencias.

Comúnmente las bacterias azotobacter son consideradas por descargar el nitrógeno atmosférico para la síntesis de proteínas celulares las cuales son impregnadas en el suelo dándole a los cultivos una formidable parte del nitrógeno disponible, cabe mencionar que estas bacterias son sensibles a los pH ácidos, altas concentraciones de sal y la temperatura. Las azotobacter puede ser halladas usualmente en suelos, agua, sedimentos y raíces de plantas por lo general también se suelen encontrar en suelos desde levemente ácidos u alcalinos. La biomasa de esta bacteria encontrada en suelos es respectivamente baja (104 UFC/g) no obstante se localizan entre 30 hasta 80 por ciento de los suelos muestreados. (Pavone, 2022)

### **1.10. Hongos micorrizas**

Según Cuesta (2019) nos menciona que los hongos micorrícicos son benéficos y caracterizados por desarrollar su ciclo vital en completa relación con las raíces de las plantas de forma simbiótica y vascular, esta relación es formada mediante una simbiosis en la cual se forman estructuras en las raíces permitiendo así el cambio general de nutrientes y por ende reciben el nombre de micorrizas.

A lo largo de los años diversas investigaciones hacia estos hongos simbioses han surgido logrando identificar siete tipos de micorrizas en base a la morfología, anatomía y taxonomía de la planta, pero base de ello estos siete individuos se han reducido a tres

potenciales grupos siendo estos los siguiente: endomicorrizas, ectomicorrizas, ectendomicorriza. (Cuesta Cuesta, 2019)

#### **1.10.1. Endomicorrizas**

Son hongos los cuales penetran el micelio y se colocan en interior del parénquima de la raíz y en su interior, estas micorrizas por lo general son muy difíciles de observar y muchas veces se duda que la existencia de estos hongos en la raíz, pero, sin embargo, un indicativo de su coexistencia es la presencia de estos individuos en las raíces jóvenes.

#### **1.10.2. Ectomicorrizas**

Estos hongos micorrícicos son identificables gracias a la variedad de color que estos por lo general presentan que pueden ir desde el color negro hasta el color blanco, esta especie de micorrizas solo llegan a presentarse y a instalarse en los tejidos corticales lo que quiere decir que estos hongos no penetran a las células de la planta, la asociación que tienen estos hongos con las raíces es muy diversa por lo cual puede afectar a todas las raíces de la planta o solo a una parte, y a diferencia d las otras esta es más observable a simple vista por sus tonalidades. (Crops for Better Soil, 2022)

#### **1.10.3. Ectendomicorrizas**

Las ectendomicorrizas son similares a las ectomicorrizas ya que ambas penetran las células de la planta peor la diferencia estas especies es que casi no se ubican en interior, lo que las caracteriza es su ubicación ya que muchas veces no se encuentran vesículas ni arbusculos y por lo general suele estar relacionadas en plantas angiospermas y gimnospermas. (Crops for Better Soil, 2022)

#### **1.10.4. Biofertilizantes orgánicos**

Los biofertilizantes orgánicos son conocidos por ser microorganismos que albergan un sin número de funciones y entre la que más destaca es la fijación de nitrógeno hacia el suelo y las plantas, cabe mencionar que otra función muy importante de estos productos



orgánicos también poseen la habilidad de incrementar considerablemente los nutrientes disponibles en la superficie ya sean nativos, agregados o encimados por los biofertilizantes y o por la presencia de abonos harmónicos. (Rural, 2022)

Los microorganismos que componen estos biofertilizantes tienen la capacidad de transformar el nitrógeno que se encuentra esparcido en grandes cantidades en la atmósfera para asimilarlo volverlo orgánico y entregarlo como un componente importante hacia las plantas con el fin de incrementar sus rendimientos, el proceso de los biofertilizantes es completamente natural puesto que los elementos son extraídos del estiércol de bovinos, melaza, levaduras, desechos de plantas y demás, cabe mencionar que debido a esto se crea un ciclo de fertilización ni químico ni dañino. (Gobierno de Mexico, 2021)

## **CAPÍTULO 2. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **2. Enfoque de la investigación.**

El enfoque cuantitativo indica la recopilación y análisis de datos numéricos para las conclusiones y posterior a ello las generalizaciones, en este caso se recopilaron datos cuantitativos relacionados sin presencia de agroquímicos en las plantas de cacao en sitio el Achote del cantón Pedernales de la provincia de Manabí.

Para Mata (2019) el enfoque cuantitativo de una investigación asume una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos, además se enmarca en el paradigma científico naturalista, este tipo de enfoque privilegia el análisis reflexivo y profundo de los significados subjetivos e intersubjetivos de la investigación.

#### **2.1. Diseño de la investigación**

Un diseño experimental DBCA (diseño de bloques completamente al azar) en el ámbito agrícola es uno de los diseños que por lo general es más utilizado, debido a la

formación de los bloques se reduce el error experimental y se elimina la contribución de fuente de variación que es conocida como sobre las unidades experimentales. (Uribe , 2024)

En el diseño experimental completamente al azar los investigadores sortean los diferentes tratamientos en los distintos bloques y observan los resultados en un determinado tiempo dependiendo de la aplicación. En el contexto de la investigación efectos de los biofertilizantes en diferentes concentraciones se realizó un diseño de bloques completamente al azar acompañado con un diseño factorial AxB durante los meses de septiembre del 2024 y noviembre del 2024, se recopilaron datos de los efectos que tienen los biofertilizantes en producciones de cacao utilizando DBCA.

## **2.2. Tipo de la investigación**

El tipo de investigación es cuantitativo se encontró en la aplicación y en la descripción de los efectos de dos biofertilizantes en diferentes concentraciones en planta de *Theobroma cacao L* a los dos años establecidos en el sector el Achote del cantón Pedernales, se llevó a cabo recolección absoluta de datos utilizando el método DBCA el cual permitirá identificar que tratamiento es mejor para obtener mejor rendimiento en la planta sin tener que usar fertilizantes industriales.

Contribuye Ortega (2021) que la investigación cuantitativa, está enfocada recolectar y analizar datos numéricos de forma precisa y se obtiene mediante diversas fuentes de variación, en el caso agrícola mediante datos que provienen de los tratamientos implementados, esta herramienta estadística matemática también es utilizada para describir, explicar y predecir los diversos fenómenos que suelen existir en los cultivos mediante datos numéricos.



## 2.3. Métodos de la investigación

El método científico analítico se aplicó para analizar todos los datos recopilados y obtener unas conclusiones acerca de los efectos que poseen los biofertilizantes en los cultivos de cacao en el cantón Pedernales, cabe mencionar que se realizaron cálculos estadísticos con el fin de determinar las variables biométricas de la planta y otros componentes más.

De igual forma Ortega C. (2021) nos indica que el método analítico se basa de la ayuda de un método científico y esta comúnmente enfocado en dirección a la experimentación directa y la lógica empírica. Este método se encarga principalmente de descomponer y desglosar en fragmentos los fenómenos para entender los elementos que lo componen además de evaluar los factores y características de un tema en particular.

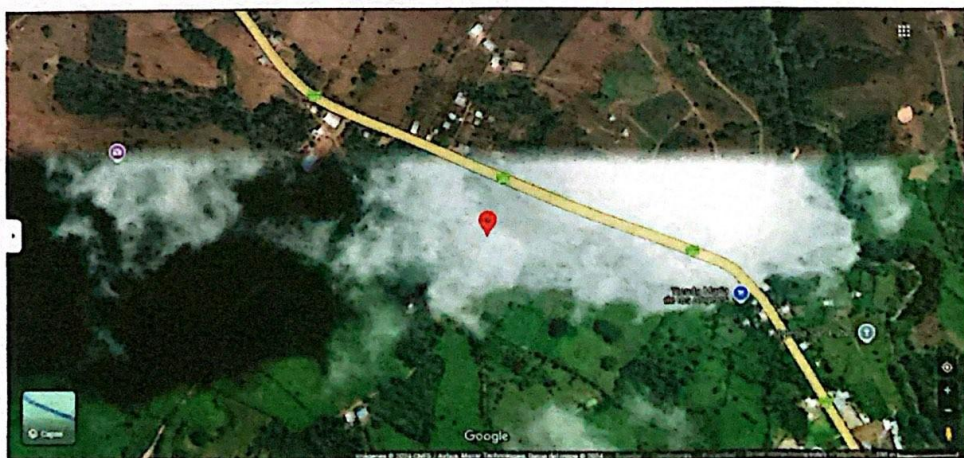
### 2.3.1. Localización

La presente investigación fue realizada en el sector del Achiote, zona rural del cantón Pedernales y perteneciente a la parroquia de Atahualpa.

### 2.3.2. Ubicación geográfica

El sector del Achiote se encuentra ubicado geográficamente en la zona Norte de Pedernales siendo esta parte de la parroquia Atahualpa y según el mapa geográfico tiene las siguientes coordenadas  $0^{\circ}00'27.3''N$   $79^{\circ}54'11.0''W$ .

*Ilustración 1. ubicación geográfica del sector el Achiote*



**Autor:** Anthony Carbo. 2024



### 2.3.3. Variables

Según el modelo y el diseño estadístico se insertan variables:

### 2.3.4. Variable independiente

Aplicación de los bioles en conjunto en conjunto con el vermicompost con el fin de obtener mejores resultados en el cultivo de *Theobroma cacao L.*

### 2.3.5. Variable dependiente

- Número de mazorcas
- Número de chelines
- Número de flores
- Número de chelines muertos

## 2.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico liderado es un (DBCA) y para calcularlo se requiere de un (ANOVA) en donde encontramos lo siguiente:

$$1. Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde,

2.  $i$  = Tratamientos.
3.  $j$  = Repeticiones.
4.  $Y_{ij}$  = Valor de parámetro en determinación.
5.  $\mu$  = Media general.
6.  $T_i$  = Fuente de variación por efecto de tratamientos.
7.  $\epsilon_{ij}$  = Fuente de variación del error experimental.

## 2.5. Población y muestra

La presente investigación tuvo su desarrollo en el sitio el Achiote del cantón Pedernales, este cantón está ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador. Se encuentra

ubicada en el centro-norte de la región litoral del Ecuador, precisamente a orillas del océano Pacífico y es atravesada por el río Marcos, su altitud promedio es de 21 metros sobre el nivel del mar, con un clima tropical y con temperatura que rondan los 24° C (Gobierno de Manabí, 2020)

Esta investigación constó con la cantidad de 200 plantas de *Theobroma cacao L* repartidas en 5 tratamientos y 4 repeticiones las cuales constaban de 10 plantas por cada unidad experimental en donde se dio a conocer el uso de los biofertilizantes y el vermicompost y su dosis en este caso 50 por ciento de biofertilizante con bacterias nitrificantes y 100 por ciento de vermicompost y 100 por ciento de biofertilizante artesanal y 50 por ciento de vermicompost.

## 2.6. Técnicas de la investigación

Se tomo datos anualmente y se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) a través de los paquetes estadísticos MINITAB (2019) y con ayuda del programa Excel (Office, 2023) para el registro de datos. Subsiguientemente se realizó balances de medias mediante la prueba de diferencia de Tukey o Pareto con un nivel de significancia del 5%. Los resultados se presentarán en cuadros y gráficos describiendo las medias y coeficiente de variación del ANOVA.

## CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Tabla 2 ANOVA de dos factores*

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis*

### *Tabla 3 Información del factor*



Factor	Niveles	Valores
TRATAMIENTOS	4	A1B1; A1B2; A2B1; A2B2

**Tabla 4 Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3,89892	25,79%	7,24%	0,00%

**Tabla 5 Medidas**

TRATAMIENTOS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A1B1	4	19,75	3,50	(15,50; 24,00)
A1B2	4	18,21	2,33	(13,97; 22,46)
A2B1	4	22,85	5,64	(18,60; 27,10)
A2B2	4	17,77	3,37	(13,52; 22,02)

### 3. Resultado 1. variables biométricas

#### Números de mazorca.

En síntesis, los resultados del análisis de varianza nos indican que ninguna de las fuentes de variación estimadas en el modelo, no posee un resultado significativo sobre la variable dependiente, dado que todos los “valores p” son superiores a 0,05. Por lo tanto, se consigue concluir que no hay certidumbre suficiente para rechazar la hipótesis nula y atestiguar que los tratamientos estudiados, además cabe mencionar que tampoco tienen un impacto significativo sobre la variable de interés.

Este resultado podría sugerir la necesidad de deliberar los factores estudiados o modificar el diseño experimental para captar mejor la variabilidad en los datos. También se puede explorar si existen otros factores no considerados que podrían influir en el resultado.



**Tabla 6. Análisis de Varianza**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	6	14,4300	2,40501	0,50	0,795
Bloques	3	12,1440	4,04801	0,84	0,506
Lineal	2	1,8471	0,92356	0,19	0,829
BIOL	1	0,0716	0,07156	0,01	0,906
VERMICOMPOST	1	1,7756	1,77556	0,37	0,559
Interacciones de 2 términos	1	0,4389	0,43891	0,09	0,770
BIOL*VERMICOMPOST	1	0,4389	0,43891	0,09	0,770
Error	9	43,4268	4,82520		
Total	15	57,8568			

**Autor:** Anthony Carbo

### **Número de chelines**

Los resultados del análisis de varianza muestran que ninguna de las fuentes de variación (ni el modelo completo, ni los bloques, ni los efectos lineales) tiene un efecto significativamente estadístico sobre la variable dependiente al nivel de significancia de 0,05, aunque algunos efectos están cerca de ser significativos.

El biofertilizante y el vermicompost no tienen un impacto claro, aunque el biofertilizante muestra una ligera tendencia hacia la significancia ( $p = 0,062$ ), los bloques presentan una variabilidad cercana a la significancia ( $p = 0,073$ ), a interacción entre BIOL y VERMICOMPOST no tiene un efecto significativo ( $p = 0,284$ ).

Este resultado sugiere que los tratamientos estudiados, en sus condiciones actuales, no están teniendo un efecto claro sobre la variable dependiente. Sin embargo, las tendencias observadas en algunos factores como el vermicompost podrían justificar una exploración más profunda en futuras investigaciones, quizás con un diseño experimental más refinado o ajustando el enfoque de los tratamientos.

**Tabla 7. Análisis de varianza**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	6	158,652	26,442	2,73	0,085
Bloques	3	95,241	31,747	3,28	0,073
Lineal	2	50,827	25,414	2,62	0,127
BIOL	1	7,036	7,036	0,73	0,062
VERMICOMPOST	1	43,791	43,791	4,52	0,416
Interacciones de 2 términos	1	12,585	12,585	1,30	0,284
BIOL*VERMICOMPOST	1	12,585	12,585	1,30	0,284
Error	9	87,178	9,686		
Total	15	245,830			

**Autor:** Anthony Carbo

### **Número de flores cuajadas**

Los resultados del análisis de varianza indican que ninguna de las fuentes de variación (el modelo completo, los bloques, los efectos lineales y las interacciones) tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente, ya que todos los valores p son mayores a 0,05. Esto sugiere que no hay evidencia suficiente para afirmar que los tratamientos o factores considerados (biofertilizante y vermicompost) tienen un impacto significativo en los resultados observados.

Además, la variabilidad explicada por el modelo es pequeña en comparación con la variabilidad no explicada por el error, lo que indica que otros factores no incluidos en el modelo podrían estar influyendo en la variable dependiente.

En consecuencia, se recomienda revisar el diseño experimental, considerar otros factores que podrían estar influyendo en los resultados, o ajustar los tratamientos para futuras investigaciones.



**Tabla 8. Análisis de varianza**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	6	414,08	69,01	0,89	0,538
Bloques	3	154,26	51,42	0,67	0,594
Lineal	2	175,92	87,96	1,14	0,363
BIOL	1	72,08	72,08	0,93	0,359
VERMICOMPOST	1	103,84	103,84	1,34	0,276
Interacciones de 2 términos	1	83,91	83,91	1,09	0,325
BIOL*VERMICOMPOST	1	83,91	83,91	1,09	0,325
Error	9	695,80	77,31		
Total	15	1109,88			

**Autor:** Anthony Carbo

### **Número de chelines muertos**

Los resultados del análisis de varianza indican que ninguna de las fuentes de variación tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la variable dependiente, ya que todos los valores p son mayores que 0,05. En particular:

Los bloques no tienen un impacto significativo.

Los efectos lineales de los factores (biofertilizante y vermicompost) tampoco son significativos, la interacción entre el biofertilizante y el vermicompost no muestra un efecto significativo.

Dado que el modelo no explica adecuadamente la variabilidad en los datos y los factores estudiados no tienen efectos significativos, esto sugiere que otros factores no considerados en el estudio podrían estar influyendo en la variable dependiente.

Es recomendable revisar el diseño experimental, considerar la inclusión de otros factores que podrían afectar los resultados o realizar un análisis más detallado con un mayor número de repeticiones o una mayor diversidad de tratamientos.



**Tabla 9. Análisis de Varianza**

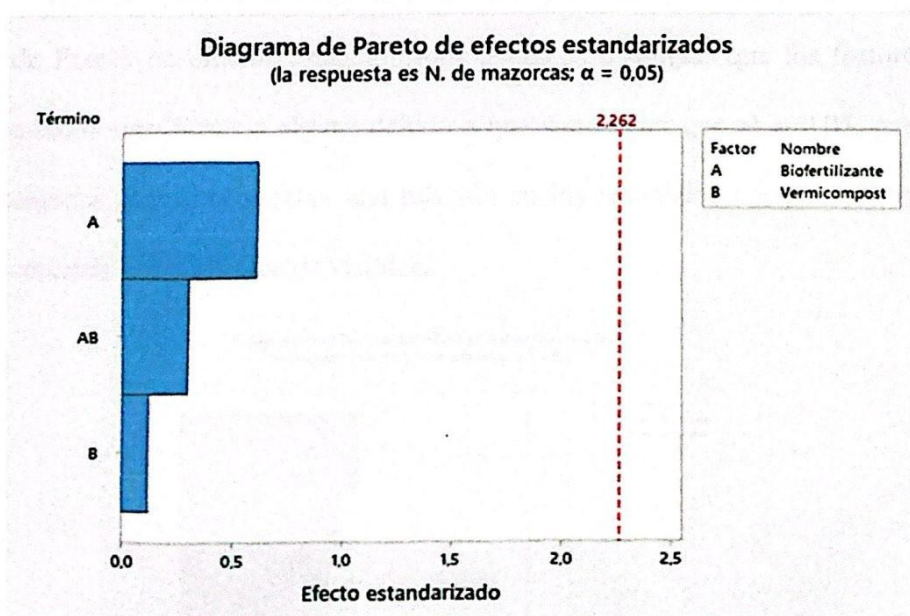
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	6	15,5882	2,59803	0,96	0,503
Bloques	3	11,8591	3,95304	1,45	0,291
Lineal	2	3,4041	1,70206	0,63	0,556
BIOL	1	0,0552	0,05523	0,02	0,890
VERMICOMPOST	1	3,3489	3,34890	1,23	0,296
Interacciones de 2 términos	1	0,3249	0,32490	0,12	0,738
BIOL*VERMICOMPOST	1	0,3249	0,32490	0,12	0,738
Error	9	24,4714	2,71905		
Total	15	40,0596			

**Autor:** Anthony Carbo

### 3.1. Resultado 2 mejor tratamiento

En la tabla 6 nos indica que la variable B mostró un leve aumento en la significancia de la investigación aplicada en campo, pero no se asimila a un resultado relevante siendo este mayor al 0,05 por lo cual asumimos que se deben ajustar los parámetros de investigación o mejorar las dosis.

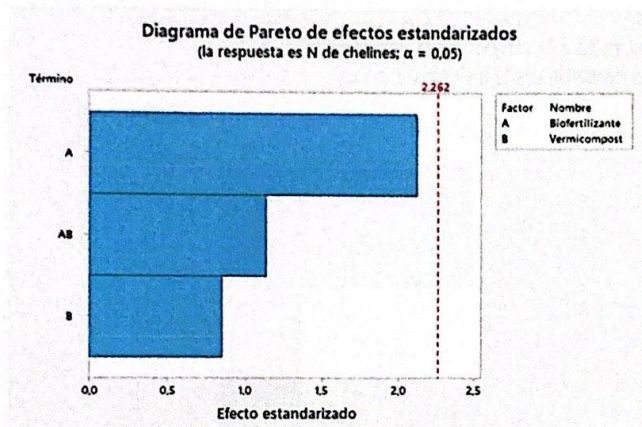
**Gráficos 1. Mejor resultado de número de mazorcas**



**Autor:** Anthony Carbo

### Gráficos 2. Mejor resultado de chelines

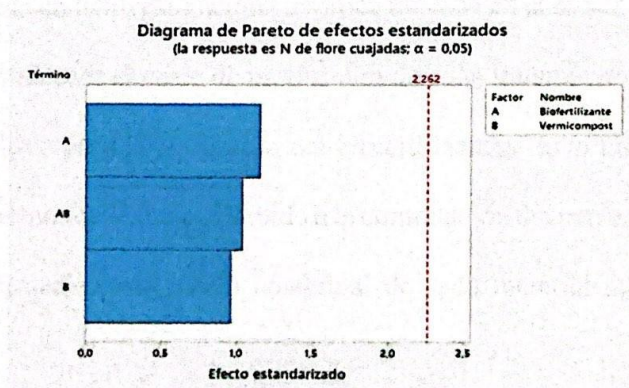
La tabla número 7 nos indica que el factor A(Biofertilizante) tiene mejor respuesta en aplicación con el ( $p = 0,062$ ) que el factor B(Vermicompost) por lo que se deduce que los resultados poseen algo de significancia, sin embargo, la interacción de biofertilizante y el vermicompost no son componentes compatibles por lo cual su aplicación de realizarse por separado.



Autor: Anthony Carbo

### Gráficos 3. Mejor resultado de número de flores cuajadas

En la tabla número 8 podemos observar que los resultados que nos arroja Diagrama de Pareto de efectos estandarizados podemos distinguir que los factores en estudios no poseen significancia alguna debido a que son mayor que el  $\alpha=0,05$ , pero se observa que algunas muestras señalan una relación en los resultados comparando una estimación de cercanía entre los efectos visibles.

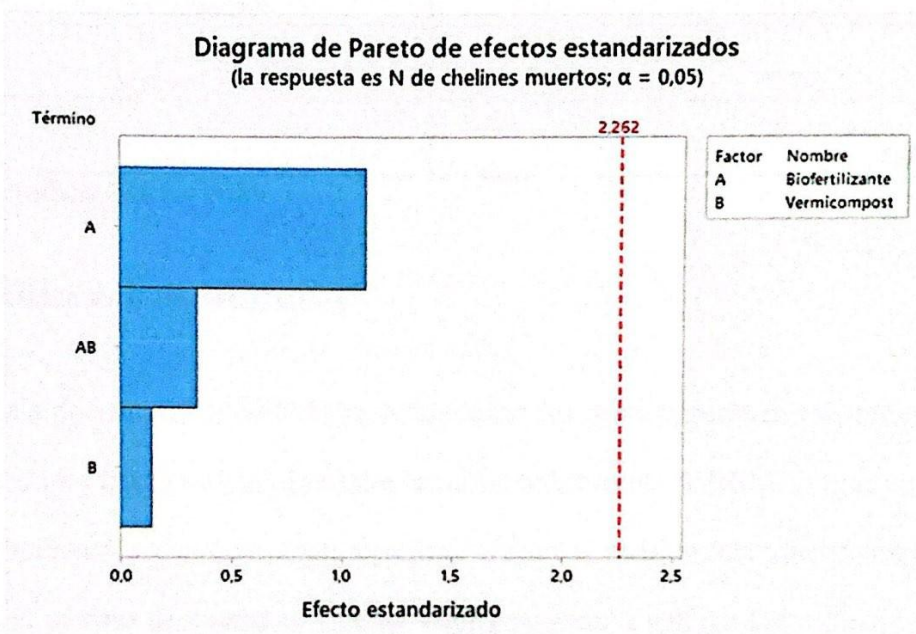




**Autor:** Anthony Carbo

#### **Gráficos 4 Mejor resultado de chelines muertos**

La tabla número 9 nos indica que ningún factor mostrado en el diagrama de Pareto posee significancia alguna debido a que es mayor que el  $\alpha=0.05$  por lo cual también podemos deducir que con ciertos ajustes y mejores tratamientos en la aplicación de las dosis podríamos acercarnos a tener mayor significancia y mejores resultados en campo.



**Autor:** Anthony Carbo

### **3.2. Resultado costo-beneficio**

El análisis de costos se efectuó en la tabla 9 en la cual se reflejan los costos de cada actividad realizada en la investigación científica ubicada en el sector el Achiote del cantón Pedernales para establecer el coste de producción de cada tratamiento en estudio donde la preparación del cultivo para la aplicación del biofertilizantes tuvo un costo de 50 dólares para lograr deshacernos de la maleza debido a la contratación del personal, además fue necesario obtener la información del precio comercial de cada material agrícola usado en el estudio, con

relación a los biofertilizantes puestos en práctica se estableció que el precio productivo es de 77,80 dólares por los dos y por unidad 38.90 dólares.

**Gráficos 5 Costos del producto**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
Costos directos	1	\$145,75
Costos indirectos	1	\$120,80
Materiales	1	\$200,15
TOTAL		466,7

**Autor:** Anthony Carbo, 2024

### 3.3. Discusión de resultados

El análisis de varianza (ANOVA) realizado sobre los datos experimentales sugiere que ninguno de los factores estudiados, tales como los tratamientos de BIOL, vermicompost, y sus interacciones, presenta un efecto significativo sobre la variable dependiente, que en este caso es el número de mazorcas. Con un valor p superior a 0.05 en todas las fuentes de variación, no es posible rechazar la hipótesis nula, lo que indica que los tratamientos no influyen significativamente sobre el número de mazorcas en el contexto experimental.

Este resultado es consistente con algunas investigaciones que reportan que ciertas prácticas agronómicas, aunque teóricamente esperadas para influir en el rendimiento de cultivos, no tienen efectos significativos bajo condiciones experimentales particulares. Por ejemplo, en un estudio realizado en Ecuador por González et al. (2018), se observó que el uso de fertilizantes orgánicos, como el vermicompost, no mostró una mejora significativa en el número de mazorcas en maíz, a pesar de las expectativas teóricas de que estos insumos debían mejorar la nutrición del suelo y, por ende, aumentar el rendimiento de la cosecha.



En este sentido, investigaciones realizadas en Colombia, como la de Martínez et al. (2017), sugieren que factores ambientales como la temperatura y la humedad pueden jugar un rol crucial en los resultados de los tratamientos orgánicos, modificando su efectividad y la respuesta del cultivo.

En el número de chelines, como variable dependiente, indica que ninguno de los tratamientos ni los efectos considerados (bloques, efectos lineales, ni interacciones) tiene un impacto significativo al nivel de significancia de 0,05, aunque algunos efectos se acercan a la significancia, como el biofertilizante ( $p = 0,062$ ) y los bloques ( $p = 0,073$ ). Específicamente, el biofertilizante muestra una tendencia hacia la significancia, pero no llega a ser estadísticamente relevante, mientras que el vermicompost, a pesar de su relevancia teórica, no presenta una diferencia significativa ( $p = 0,416$ ). La interacción entre el biofertilizante y el vermicompost tampoco tuvo un efecto significativo ( $p = 0,284$ ), lo que sugiere que, en las condiciones experimentales actuales, estos tratamientos no afectan de manera notable la variable de interés.

De manera similar, el trabajo de García et al. (2018) en Colombia concluyó que el uso de vermicompost no mostró efectos estadísticamente significativos en la mejora de la producción de cultivos en condiciones similares a las de este estudio, aunque se observó una ligera tendencia positiva en ciertos tratamientos.

Un estudio realizado en Perú por Sánchez et al. (2020) mostró que la combinación de biofertilizantes con vermicompost tenía efectos más notables en suelos con condiciones específicas, como un pH más alto o una mayor concentración de materia orgánica, factores que pueden haber estado ausentes o no controlados adecuadamente en este experimento.

Los resultados del análisis de varianza para la variable número de flores cuajadas indican que ninguno de los factores evaluados, como el modelo completo, los bloques, los efectos lineales ni las interacciones, muestra efectos significativos sobre la variable dependiente. Los valores p superiores a 0,05 sugieren que no hay evidencia suficiente para concluir que los tratamientos aplicados (biofertilizante y vermicompost) tengan un impacto significativo en la cantidad de flores cuajadas en el cultivo.

En Ecuador, un estudio realizado por Rodríguez et al. (2020) observó que, aunque los biofertilizantes y vermicompost mejoraron otros aspectos del crecimiento vegetal, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de flores cuajadas, lo que sugiere que otros factores ambientales y biológicos pueden estar influyendo de manera más relevante en esta variable.

El análisis de varianza realizado sobre el número de chelines muertos indica que ninguno de los factores evaluados (bloques, biofertilizante, vermicompost, ni la interacción entre estos factores) tiene un impacto significativo sobre la variable dependiente, ya que todos los valores p son superiores a 0,05. Estos resultados sugieren que los tratamientos aplicados no tienen efectos notables en la cantidad de chelines muertos en el cultivo.

Souza et al. (2020) argumentaron que estudios sobre biofertilizantes y vermicompost deberían considerar un mayor número de repeticiones y una diversidad más amplia de tratamientos para captar mejor los efectos potenciales, especialmente en condiciones de suelo variables.



## Conclusiones y recomendaciones

### 4. Conclusiones

- Al concluir con el proceso biofertilización se realizó un debido análisis en los datos de los parámetros estudiados número de mazorcas, de chelines, de flores cuajadas y de chelines muertos y como resultado de ello se obtuvo que los biofertilizantes no fueron de gran ayuda en el cultivo de cacao pese a tener como objetivo el aumento del rendimiento del cultivo, se estima que los factores que intervinieron en esta investigación puede ser la sequía, la irregularidad del terreno y a la poca materia orgánica que este posee ya que esto influye mucho en el rendimiento del cultivo y en absorción de los nutrientes.
- El impacto que los biofertilizantes tuvieron en el cultivo y mediante el análisis de varianza podemos ultimar que la aplicación de los dos biofertilizantes más el vermicompost no mostraron ningún impacto en la presencia de mazorcas, flores cuajadas y tuvo un acercamiento a la significancia en la presencia de chelines. Estos resultados demuestran que la aplicación de los bioles en épocas secas no favorecen al desarrollo y la economía de los productores que se dedican al cultivo de *Theobroma cacao L* en Pedernales.
- El proceso de desarrollo o elaboración de los biofertilizantes se obtuvieron de materiales como la melaza, el estiércol de ganado bovino, suero de leche, material de vegetales y frutas, bacterias nitrificantes y hongos micorrizas. Los costos totales de producción de los biofertilizantes se encuentran alrededor de \$496,70 y el costo unitario por tratamiento es de \$124,18.

- Podemos concluir ante los resultados que pese a que no hubo significancia en ninguno de los bioles ante el cultivo CCN-51 no es porque estos no hayan tenido efectos sino, que todo se lo atribuye a los factores climáticos y también a la mala época de aplicación.

## **5. Recomendaciones**

- Es recomendable aplicar los biofertilizantes en la época lluviosa ya que la presencia del agua en esta temporada es de vital ayuda ya que podemos obtener mejores resultados y mejores respuestas en el cultivo de cacao y además el beneficio que tiene el agua en los biofertilizantes es mejor absorción de los nutrientes en el suelo y también ayuda a tener mejores datos para tabular.
- Se recomienda hacer uso de biofertilizantes para mejorar las condiciones del cultivo implementando charlas acerca de los bioles, asistencias técnicas o evento en donde los pobladores del sector del Achiote se empachen un poco más de información acerca de estas tecnologías para los cultivos de *Theobroma cacao L* y así puedan tener un mayor rendimiento a un bajo costo.
- Es recomendable para los pequeños y medianos productores del sector rural el Achiote hacer uso de las buenas prácticas agrícolas en los cultivos de *T. cacao L* implementando el uso de nuevas tecnologías como la presencia de biofertilizantes orgánicos, con el fin de reducir el uso de fertilizantes y abonos químicos
- Se recomienda una investigación adicional en donde el uso de los biofertilizantes pueda tener un alto grado de significancia mayor o que la investigación sea un poco más profunda con el fin de obtener mejores resultados, pero siempre cuidando la naturaleza y sobre todo el ámbito económico del productor.



## Bibliografías

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudio de la gestión*.
- Armijos C, J., & Chiriboga A, H. (2022). *Caracterización de bacterias fijadoras de nitrógeno (N<sub>2</sub>) de vida libre, provenientes de cultivos comerciales de cacao y maíz*. Guayaquil- Ecuador: SPOL.
- Barrera, S. (26 de 03 de 2024). *El CCN51 conquista y deleita al mundo*. Recuperado el 09 de 08 de 2024, de actores productivos: <https://actoresproductivos.com/el-ccn51-conquista-y-deleita-al-mundo/>
- Barros Nieves , O. (1981). Morfología y clasificación botánica del cacao. *IICA* .
- Chinacalle , B., & Nuñez , A. (2024). *Evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (Lactuca sativa L) variedad cresspa*. Latacunga-Ecuador : Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Corales B, O., & Maldonado F, C. (2019). Aplicación de biofertilizantes en plantines de cacao (Theobroma cacao L.) en Sapecho -Alto Beni. *Apthapi*.
- Crops for Better Soil. (2022). Microorganismos del suelo y biofertilización. *Asociación Vida Sana.*, 43.
- Cuesta Cuesta, J. (2019). Hongos micorrícicos. *Mones de Soria Asociación* .
- Dostert, N. R. (2011). Desarrollo de monografías botánicas (factsheets) para tres cultivos peruanos. *Factsheet: Datos botánicos de cacao* , P. 8-19 .
- García, J., Rodríguez, P., & Martínez, L. (2018). *Evaluación del uso de vermicompost en cultivos de maíz bajo condiciones agroecológicas de Colombia*. Revista Agronómica, 33(2), 72-79.

- Gobierno de Manabí . (12 de Noviembre de 2020). *Pedernales*. Obtenido de <https://www.manabi.gob.ec/sitio2020/cantones/pedernales#:~:text=Est%C3%A1%20ubicado%20al%20norte%20de,se%20conservan%20algunos%20vestigios%20cer%C3%A1micos>.
- González, J., Pérez, R., & Martínez, F. (2018). *Efecto del uso de abonos orgánicos en el rendimiento de maíz (Zea mays) en el Ecuador*. Revista Científica de Agricultura Tropical, 15(3), 44-52.
- INIAP. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana*. Quito-Ecuador : ©Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Lombeida, M. D., & Aguilar, J. H. (Octubre 2018). Denominación de origen de cacao ecuatoriano: ¿un aporte de marketing global? *INNOVA Research Journal*, pp. 68-76.
- López, J. R. (2019). Caracterización morfológica y bioquímica de cepas de Rhizobium colectadas en frijol común silvestre y domesticado. . *Fiotec. Vol. 40*, 73–81.
- MAG. (2023). *Boletín situacional de cacao* . Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-cacao>
- Mariano, Z. (2013). *Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (Theobroma cacao) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los Tsáchilas*. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Martínez, A., Romero, P., & Sánchez, L. (2017). *Influencia de la temperatura y la humedad en el rendimiento de maíz en condiciones agroecológicas de Colombia*. Revista de Investigación Agronómica, 32(1), 23-31.



Mata S, D. (28 de mayo de 2019). *El enfoque cualitativo de investigación*. Obtenido de Investigalia : <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>

Mendoza Vargas, E., Cervantes Molina, X., & Zamora Cevallos, E. (20 de Junio de 2020). *Recorrido histórico de la importancia del cacao para la Ecuador : Sinenergias educativas .*

Mexico, G. d. (12 de Agosto de 2021). *Procuraduría Federal del Consumidor .* Obtenido de Biofertilizantes:  
<https://www.gob.mx/profeco/articulos/biofertilizantes?idiom=es#:~:text=Se%20utiliza%20en%20aplicaciones%20foliares,n%C3%BAmero%20importante%20de%20suelos%20agr%C3%ADcolas.>

Montes, M. 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”*. UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO , FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS , Babahoyo – Los Rios – Ecuador . Recuperado el 09 de 08 de 2024, de [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%2520AGROP-000009.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwjV7ZjIv\\_WIAxXdtYQIHUhiJ5AQFnoECCYQAw&usg=AOvVaw11-dwhQI9](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%2520AGROP-000009.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwjV7ZjIv_WIAxXdtYQIHUhiJ5AQFnoECCYQAw&usg=AOvVaw11-dwhQI9)

Mosquera 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”*. Babahoyo – Los Rios – Ecuador: UTB.

- Nieto, R. J. (09 de 2023). Análisis de producción de cacao ccn51 convencional vs cacao ccn51 con certificación orgánica. *Polo del conocimiento* , 08(09). Recuperado el 09 de 08 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9227672.pdf&ved=2ahUKEwiYysz6zPWIAxUOQzABHV5GE2UQFnoECC8QAQ&usg=AOvVaw3R5CYfZnJ3wpECmXK5L1ML>
- Ortega , C. (2021). *Investigación cuantitativa. Qué es y cómo realizarla*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-investigacion-cuantitativa/>
- Ortega, C. (03 de 08 de 2021). *Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Parada G, O., & Veloz C, R. (2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*, 1-17.
- Parra, M. J. (19 de 07 de 2019). *Variedad CCN – 51: ¿Una Amenaza Para la Industria Del Cacao?* Recuperado el 09 de 08 de 2024, de perfectdailygrind: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-del-cacao/>
- Pavone, D. (2022). *Azotobacter en la agricultura: Una bacteria biofertilizante que protege a las plantas*. Carácas-Venezuela: TecnoVita.
- Rodríguez, C., Zambrano, F., & Herrera, M. (2020). *Impacto de los biofertilizantes y vermicompost en la productividad de cultivos en Ecuador*. *Investigación Agrícola*, 27(4), 54-63.
- Rojas Santillán, J. (2020). *Caracterización morfológica del cacao (Theobroma cacao L.) tipo Cv. CCN-51 en zonas de producción de los cantones Babahoyo, Montalvo y Ventanas*



*de la Provincia de Los Ríos, Ecuador* . Babahoyo-Ecuador : Universidad Técnica de Babahoyo.

Ruales M, J., Burbano O , H., & Ballesteros P, W. (2011). Efectos de la fertilización con diversas fuentes cobre el rendimiento del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de ciencias agrícolas* , 81- 94.

Rural, S. d. (22 de Septiembre de 2022). *Biofertilizantes: rendimiento y nutrimentos para las plantas y suelos*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/biofertilizantes-rendimiento-y-nutrimentos-para-las-plantas-y-suelos>

Sánchez, P., Torres, V., & Gómez, A. (2020). *Influencia de los biofertilizantes y vermicompost en la productividad agrícola en suelos de la región Andina de Perú*. *Revista de Investigación Agrícola*, 37(4), 65-72

Souza, C., Almeida, R., & Silva, L. (2020). *Impacto de biofertilizantes y vermicompost sobre la mortalidad de plantas en cultivos de maíz en Brasil*. *Revista Brasileira de Agricultura e Medio Ambiente*, 34(4), 65-72.

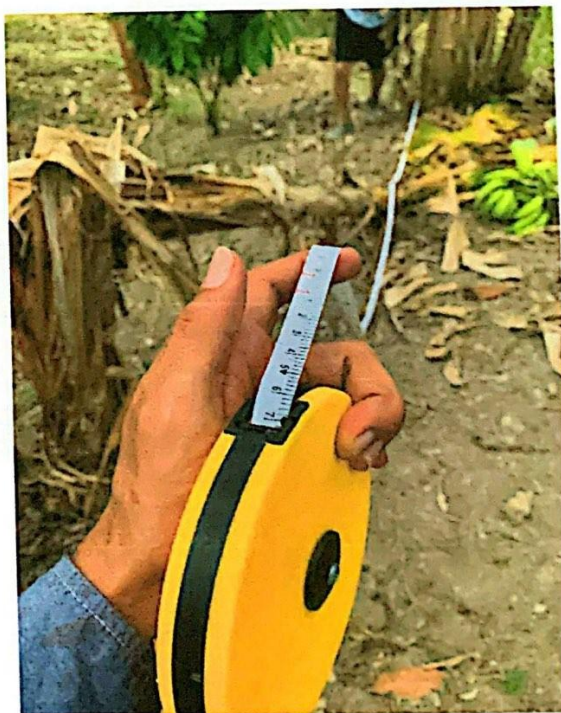
Uribe , P. (22 de 09 de 2024). *Diseño de bloques completos al azar*. Obtenido de <https://prezi.com/p/celse9s-q7z0/disen0-de-bloques-completos-al-azar-dbca/#:~:text=%C2%BFQU%C3%89%20ES%20DBCA%3F,conocidas%20sobre%20las%20unidades%20experimentales>.

## 6. Anexos

### *Anexos 1. Delimitación del ensayo experimental*

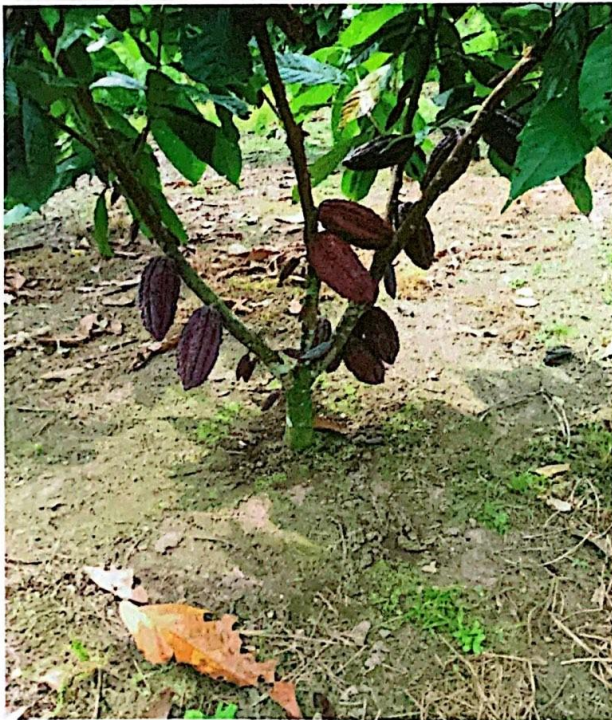


### *Anexos 2. Realización y separación de los bloques*





*Anexos 3 Limpieza del cacao*





*Anexos 4. Elaboración de los biofertilizantes*





*Anexos 5. Aplicación del vermicompost*



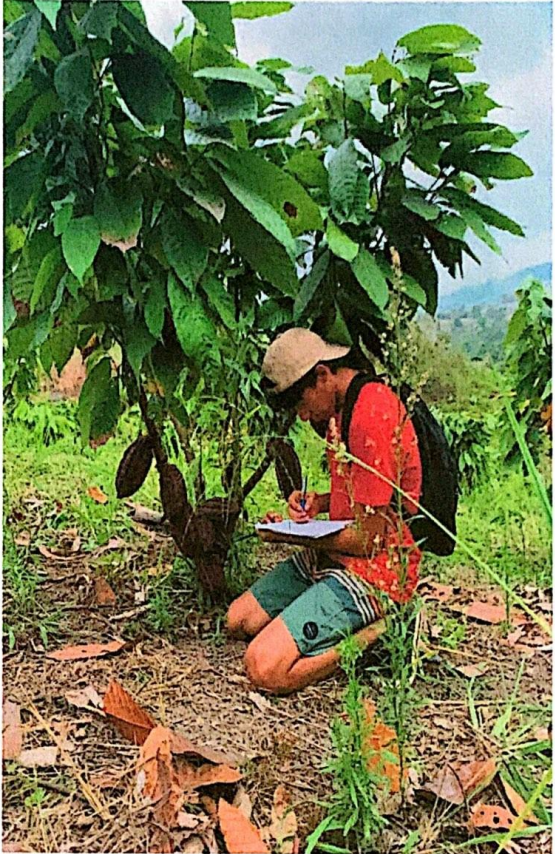


*Anexos 6. Aplicación de los biofertilizantes*





*Anexos 7. Toma de datos 1, 2 y 3*





*Anexos 8. Visita de los ingenieros*





*Variables biométricas 1. N° de mazorcas*





*Variables biométricas 2. N° de chelines*



*Variables biométricas 3N° de flores cuajadas*









*Variables biométricas 4 N° de chelines muertos*

