



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

**EFFECTO DE LA APLICACION DE DOS
BIOFERTILIZANTES EN PLANTULAS DE VIVEROS DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL SECTOR DE
NARANJAL**

TRABAJO EXPERIMENTAL

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

AUTOR
ARREAGA CHOEZ ADRIAN ALEXANDER

TUTOR
ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.SC.

MILAGRO – ECUADOR
2022



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Ing. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTO DE LA APLICACION DE DOS BIOFERTILIZANTES EN PLANTAS DE VIVEROS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL SECTOR DE NARANJAL**, realizado por el estudiante **ARREAGA CHOEZ ALEXANDER ADRIAN** con cédula de identidad N° 0929392090 de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Martínez Alcívar Fernando, M.Sc.

TUTOR

Milagro, 5 de septiembre del 2022



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: **EFFECTO DE LA APLICACION DE DOS BIOFERTILIZANTES EN PLANTAS DE VIVEROS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL SECTOR DE NARANJAL**, realizado por el estudiante **ARREAGA CHOEZ ALEXANDER ADRIAN** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, MSc.

PRESIDENTE

Ing. xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Martínez Alcívar Fernando, MSc.

EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 5 de septiembre del 2022

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios, en especial a mi papá y a mi mamá porque gracias a su esfuerzo y su constante dedicación, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día me brindaron consejos para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis amigos que me brindaron su apoyo en todo momento.

A todos y cada uno de los docentes, quienes impartieron sus conocimientos para mi formación académica.

Agradecimiento

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD., y Ec. Martha Bucaram Leverone, PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución. Agradezco a mi papá por ser mi pilar fundamental y a mi mamá por guiarme en el transcurso de mi carrera universitaria. A mis amigos por brindarme su ayuda. Expreso mi agradecimiento a mi tutor Ing. Fernando Martínez Alcívar, encargado de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, **ARREAGA CHOEZ ALEXANDER ADRIAN**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **EFFECTO DE LA APLICACION DE DOS BIOFERTILIZANTES EN PLANTAS DE VIVEROS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL SECTOR DE NARANJAL**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

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

Milagro, 5 de septiembre del 2022

ARREAGA CHOEZ ALEXANDER ADRIAN

C.I. 092939209-0

Índice general

PORTADA.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
1. Introducción.....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2. Planteamiento y formulación del problema	16
1.2.1 Planteamiento del problema	16
1.2.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	17
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis	17
2. Marco teórico.....	18
2.1 Estado del arte.....	19
2.2 Bases teóricas	20

2.2.1. Generalidades del cultivo de cacao	20
2.2.2. Origen e importancia del cultivo de cacao	21
2.2.3. Taxonomía del cacao	21
2.2.4. Morfología del cacao	22
2.2.4.1. <i>Raíz</i>	22
2.2.4.2. <i>Tallo</i>	22
2.2.4.3. <i>Hoja</i>	23
2.2.4.4. <i>Flor</i>	23
2.2.4.5. <i>Fruto</i>	23
2.2.4.6. <i>Semilla</i>	24
2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos	24
2.2.5.1. <i>Temperatura</i>	24
2.2.5.2. <i>Suelo</i>	25
2.2.5.3. <i>Clima</i>	26
2.2.5.4. <i>Altitud</i>	26
2.2.5.5. <i>Humedad</i>	27
2.2.5.6. <i>Viento</i>	27
2.2.5.7. <i>Luminosidad</i>	28
2.2.5.8. <i>Precipitación</i>	28
2.2.6. Plagas y enfermedades	29
2.2.7. Importancia del biol	29
2.2.7.1. <i>Biol bovino</i>	30
2.2.7.2. <i>Biol broza de café</i>	30
2.3 Marco legal	30
3. Materiales y métodos	32

3.1 Enfoque de la investigación	32
3.1.1 Tipo de investigación	32
3.1.2 Diseño de investigación	32
3.1.2.1. Investigación experimental	32
3.1.2.2. Investigación descriptiva	32
3.1.2.3. Investigación explicativa	32
3.2 Metodología	32
3.2.1 Variables	32
3.2.1.1. Variable independiente	32
3.2.1.2. Variables dependientes	32
3.2.2 Tratamientos	33
3.2.3 Diseño experimental	34
3.2.3.1. Esquema del análisis de varianza	34
3.2.3.2. Delimitación experimental	35
3.2.4 Recolección de datos	35
3.2.4.1. Recursos	35
3.2.4.2. Métodos y técnicas	36
3.2.5 Análisis estadístico	37
3.2.5.1. Análisis funcional	37
3.2.5.2. Hipótesis estadística	38
4. Resultados	39
4.1 Determinación del efecto que ejerce el uso de dos biofertilizantes foliares liquidos en el desarrollo fenológico del cacao	39
4.1.1 Altura de plantas (cm)	39
4.1.2 Diámetro del tallo (mm)	39

4.1.3 Número de hojas (n).....	40
4.1.4 Longitud de la raíz (cm).....	40
4.2 Identificación de la mejor dosis de la aplicación foliar de dos biofertilizantes líquidos foliares en el desarrollo del cacao.....	41
4.3 Realización de un análisis de costos parciales de los tratamientos estudiados.....	41
4.3.1 Análisis de costos.....	42
5. Discusión	43
6. Conclusiones.....	45
7. Recomendaciones.....	46
8. Bibliografía.....	47
9. Anexos	56

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales	34
Tabla 2. Modelo de análisis de andeva	34
Tabla 3. Diseño experimental.....	35
Tabla 4. Recursos económicos	36
Tabla 5. Altura de plantas (cm)	39
Tabla 6. Diámetro del tallo (mm)	40
Tabla 7. Número de hojas (n).....	40
Tabla 8. Longitud de la raíz (cm).....	41
Tabla 9. Análisis económico.....	42

Índice de figuras

Figura 1. Altura de plantas (cm)	56
Figura 2. Diámetro del tallo (mm)	57
Figura 3. Número de hojas (n).....	58
Figura 4. Longitud de la raíz (cm).....	59
Figura 5. Croquis de distribución del trabajo experimental.....	60
Figura 6. Vista satelital de la zona de estudio	60
Figura 7. Plantas en ambiente controlado	61
Figura 8. Medición de hojas de cacao	61
Figura 9. Distribución de plantas en vivero	61
Figura 10. Peso de plántulas de cacao	61
Figura 11. Aclimatación de plántulas.....	62
Figura 12. Uso de balanza	62
Figura 13. Recolección de datos	62
Figura 14. Medición de altura de plantas	62
Figura 15. Diámetro del tallo	63
Figura 16. Área de la investigación	63

Resumen

El propósito de la investigación presentada fue el mejoramiento de la producción de plántulas de cacao en vivero en el cantón Naranjal provincia del Guayas. Se llevó a cabo un diseño de bloques completamente al azar mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se analizaron variables agronómicas en las que se encontró significancia estadística en el tratamiento: T1 Biol de bovino (5 L) obtuvo el mejor promedio en las características agronómicas del cultivo ya que se incrementó la altura de plantas, diámetro del tallo, número de hoja y longitud de las raíces. En cuanto a la identificación del mejor tratamiento en estudio se determinó que se obtuvo mejores promedios en: T1 Biol de bovino seguido por T2 Biol de broza de café, siendo el de menor promedios el tratamiento: T3 (testigo absoluto). En base al tercer objetivo específico análisis económico, se pudo observar que según los datos los costos totales por cada tratamiento fueron; T1 Biol de bovino (5L) con 316,00 dólares, T2 Biol de broza de café con 318,00 dólares, T3 (testigo absoluto) con 286,00 dólares. Al final de esta investigación se concluyó que el uso de biol de bovino en dosis de 5 litros, si incrementó la productividad de plántulas de cacao en vivero, por lo que se recomendó su uso para el mismo.

Palabras clave: Biol, bovino, broza, plántulas, vivero.

Abstract

The purpose of the research presented was the improvement of the production of cocoa seedlings in a nursery in the canton Naranjal, province of Guayas. A completely randomized block design was carried out using Tukey's test at 5% significance. Agronomic variables were analyzed in which statistical significance was found in the treatment: T1 Bovine Biol (5 L) obtained the best average in the agronomic characteristics of the crop since plant height, stem diameter, leaf number and root length. Regarding the identification of the best treatment under study, it was determined that the best averages were obtained in: T1 Biol of bovine followed by T2 Biol of coffee brush, being the one with the lowest averages the treatment: T3 (absolute control). Based on the third specific economic analysis objective, it was observed that according to the data, the total costs for each treatment were; T1 Biol of bovine (5L) with 316.00 dollars, T2 Biol of coffee brush with 318.00 dollars, T3 (absolute control) with 286.00 dollars. At the end of this investigation, it was concluded that the use of bovine biol in doses of 5 liters increased the productivity of cocoa seedlings in the nursery, so its use was recommended for it.

Keywords: Biol, bovine, litter, seedlings, nursery.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El cultivo del cacao en Ecuador es fuente de ingresos. Se considera al sector cacaotero de gran importancia ya que el rol que desempeña el agricultor como el comerciante es esencial para el desarrollo socioeconómico. Por ser un producto de exportación y que constituye una fuente de empleo para un alto porcentaje de habitantes de los sectores rurales y urbanos (Vélez, 2018).

La producción de cacao se realiza principalmente en la Costa y Amazonia del Ecuador. En el país se desarrollan dos tipos de cacao que son: la variedad nacional fino de Aroma y el clon CCN-51. Además, se menciona que los abonos agrícolas actúan sobre la fisiología de la planta de diferentes formas y por diferentes vías para mejorar el vigor del cultivo, el rendimiento y calidad de la cosecha. Además, es cada vez más empleado en la agricultura convencional, gracias a todos sus efectos positivos en las plantas (Viteri y Macía, 2019).

Desde el punto de vista de una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente, el uso de biofertilizantes representa una alternativa para limitar el uso de abonos químicos, minimizando si es posible en su totalidad el impacto ambiental y socio-económico que estos producen, mejorando la productividad del cultivo del cacao. La producción de abono foliar biol es una técnica utilizada cuyo objetivo es incrementar y mejorar la calidad de las cosechas y estimular el desarrollo de las plantas (Arévalo, 2019).

Por lo tanto, los abonos tipos biol son una excelente alternativa de fertilización que permitirá mejorar el desarrollo agronómico y productivo en las huertas de cacao; dirigida principalmente a los pequeños cacaoteros que representan el 70%

de la producción de Ecuador también con el propósito de preservar la sostenibilidad de los recursos en las fincas (Salazar, 2020).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Las plántulas de cacao requieren mayor importancia en su etapa del desarrollo vegetativo, que no se limite el crecimiento de sus raíces, sin embargo, una inadecuada aplicación de nutrientes limita su crecimiento y aumenta la susceptibilidad a plagas y enfermedades las cuales provocan una reducción de vigorosidad en la planta. Ante esta situación, los agricultores realizan la nutrición convencional que muchas veces causan daños al medio ambiente. Por lo tanto, el presente ensayo experimental tiene como objetivo utilizar biol bovino y biol de broza de café sobre las plántulas de cacao, con la finalidad de mejorar su desarrollo vegetativo e incrementar el vigor de la planta y sean una fuente de producción a largo plazo.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de la aplicación de dos biofertilizantes (biol bovino, biol broza de café) en diferentes concentraciones en viveros de cacao?

1.3 Justificación de la investigación

La baja productividad del cultivo de cacao está relacionada con una diversidad de factores destacando, la calidad genética envejecimiento de las plantaciones, baja tecnología de producción que se refleja en la poca cantidad de productores que tienen acceso a conocimientos sobre el uso de fertilización, manejo efectivo de la poda y renovación de sus cultivos, deficiente manejo de plagas y enfermedades (Duarte, 2020).

Por lo tanto, la aplicación de fertilizantes orgánicos según las recomendaciones basadas en el análisis del suelo y condición nutritiva del cultivo maximiza beneficios y minimiza las pérdidas. En algunos casos se recomienda el encalado, que resulta crítico para la buena absorción de nutrientes en suelos muy ácidos, así como, el empleo de medidas adecuadas para reponer los nutrientes agotados en el suelo (Briones, 2018).

Por lo tanto, se justifica la importancia de fertilizar los viveros de cacao, con la finalidad de generar plántulas de mayor vigor y sean productoras a largo plazo, que, bajo un método biológico, como el uso de biol, generará un vivero vigoroso y listo para el trasplante a las fincas destino, de una manera sustentable y amigable con el medio ambiente.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El estudio se desarrolló en la zona agrícola del cantón Naranjal, provincia del Guayas, con las siguientes coordenadas UTM: -2661546 - 79612595
- **Tiempo:** La investigación presente tuvo una duración estimada de 6 meses entre diciembre del 2021 a mayo del 2022.
- **Población:** Los resultados son de utilidad para los productores de cacao de la zona de estudio, estudiantes de agronomía técnicos y público en general.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de dos biofertilizantes (biol bovino, biol broza de café) en viveros de cacao (*Theobroma cacao* L.)

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el efecto que ejerce el uso de dos biofertilizantes foliares líquidos (biol bovino, biol broza de café) en el desarrollo fenológico del cacao.

- Identificar la mejor dosis de la aplicación foliar de dos biofertilizantes líquidos foliares en el desarrollo del cacao
- Realizar el análisis de costos parciales de los tratamientos estudiados

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los tratamientos establecidos tendrá repuesta positiva al desarrollo fenológico del cultivo de cacao.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

“Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales de acuerdo” (Alcantara, 2019, p.16)

Las fitohormonas, son sustancias endógenas bioactivas por las plantas en concentraciones fisiológicas, con el fin de controlar diversos procesos metabólicos Roldán (2016) afirma:

Los reguladores de crecimiento de las plantas se definen como compuestos orgánicos diferente de los nutrientes que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna u otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal, actualmente conocemos y tenemos a nuestras disposiciones 5 hormonas vegetales: auxinas, citoquininas, giberelinas (p.11).

La aplicación de fitohormonas para la induccion floral a tenido excelentes resultados un 68.5% independiente del tipo y la dosis de inductor, en otros cultivos como piña la aplicación de las fitohormonas a tenido mayor sensibilidad en la induccion floral alcanzando valores de un porcentaje promedio de 85.67%, mejorando la fructificación y aumentando la productividad (Collazos, 2017).

Según Masabanda (2012) determinó que el tratamiento T1D1 (2horas, 2g/l) es el mejor, probablemente las dosis más elevadas del producto para la inmersión de las estacas durante el mayor tiempo determinado, en el ensayo actúa como un regulador fisiológico para las plantas e influye los puntos de crecimiento en diferentes procesos. Esta fitohormona del grupo de las auxinas (alfanatalenacético); es un activador enzimático que interfiere en la división celular, promoviendo la emisión radical en plantas además el buen desarrollo de las partes vegetativas se manifiesta con una mayor producción y mejoramiento económico del agricultor.

Romero (2016) afirma que las hormonas vegetales obtuvieron efectos beneficiosos sobre el cultivo de arroz en las variables de planta, macollos y panículas se obtuvo promedios superiores con el uso de auxinas con dosificación de 2 L/ha, con altos valores en la variable de longitud de panícula, granos por espiga y peso de 100 gramos (p. 29).

El beneficio neto por el uso de giberelinas fue de \$ 307.30 por lo que se recomendó aplicar esta fitohormona y promover el uso de las mismas para la siembra de del cultivo, como complemento a la fertilización (Morales, 2017, p.22).

En su estudio se probó AG en diferentes dosis, y los resultados mostraron que los tratamientos con AG en dosis de 4 g ha⁻¹ presentaron mayor número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula y mejores rendimientos que el testigo (Ortiz, 2017).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del cultivo de cacao

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) pertenece a la familia de las *esterculiáceas*. El árbol del cacao puede llegar hasta una altura de 10 m. Los botones florales aparecen en viejas axilas foliares, en el tronco y en las ramas. El árbol puede florecer durante todo el año, siempre que en el curso del año no existan períodos de sequía prolongados o variaciones de temperatura muy marcadas (Moron, 2018).

En Ecuador existe diferentes tipos de Cacao tales como: Criollo, Forastero, Trinitario, el complejo Nacional con sus diferentes clones y el clon CCN51, los dos últimos son de mayor producción en el país (Rizzo, 2021).

2.2.2 Origen e importancia del cultivo de cacao

El cultivo de cacao es originario de la zona de Centroamérica parte de Sudamérica, antes de que se convirtiera en un cultivo de expansión mundial, sin embargo, estudios realizados sobre el origen exacto posiciona al cacao como aborígen de la zona amazónica de Brasil (Jumbo, 2019).

Es considerado uno de los cultivos perennes bajo sombra más importantes del planeta, ya que representa la principal fuente de ingresos de millones de personas en las zonas productoras localizadas en África, Asia y Centro y Sudamérica (Hipólito *et al.*, 2017).

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos industriales de mayor importancia global, dado que los granos constituyen la materia prima para elaboración del chocolate, confitería y alimentos recubiertos de la industria alimentaria, así como también fabricación de productos cosméticos y farmacéuticos (Marquínez, 2021)

La producción Nacional de Ecuador en el año 2017 incrementó 27% respecto al año anterior, tendencia similar a la producción mundial. Este comportamiento influyó directamente en el aumento del 25% en las exportaciones nacionales. A consecuencia del comportamiento de los precios en el mercado internacional, estos se vieron afectados (Chila y Esmeralda, 2021).

2.2.3 Taxonomía del cacao

Según Vergara (2017) indica que la taxonomía del cacao es la siguiente:

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Malvales

Familia: *Sterculiaceae*

Subfamilia: *Byttnerioideae*

Género: *Theobroma*

Especie: *Cacao* L.

2.2.4 Morfología del cacao

2.2.4.1. Raíz

“Posee raíz principal pivotante y secundarias, en los primeros 30 cm de suelo se encuentran sus raíces y alrededor del árbol en la sombra aproximadamente” (Ávila, 2014).

El sistema radical consiste en una raíz pivotante, con múltiples raíces secundarias que se extienden proporcionalmente según la planta crezca, las mismas que en condiciones favorables puede penetrar más de 2 m de profundidad, favoreciendo la absorción de los nutrientes presentes en el suelo (Acurio y Montes, 2020).

2.2.4.2. Tallo

Los tallos de las plantas son normalmente retos y alcanzan una altura de 1.20m a 1.50 alrededor de 18 meses, el tallo completa una fase de su desarrollo, pierde su yema terminal y forma una horqueta o verticilo con un promedio de crecimiento de 3 a 5 meses (Monterroza, 2015).

En el caso del árbol de cacao, sus ramas son dimórficas. Una parte de estas ramas son de crecimiento vertical hacia arriba, conocidas como ramas de crecimiento ortotrópico, constituyendo el tallo principal y los chupones. Mientras que, las demás ramas son de crecimiento oblicuo hacia fuera, y se las conoce como ramas de crecimiento plagiotrópico (Bajaña, 2020).

2.2.4.3. Hojas

“Las hojas son perennes colocadas a cada lado de la rama las cuales están alternadas son simples, elípticas u ovaladas de 20 a 35 centímetros de largo por 4 a 15 de ancho levemente gruesas, lisas de color verde colgando del peciolo” (Montes, 2016, p. 5).

El ápice de la hoja es agudo, cuando la planta es adulta, las hojas son de color verde oscura y delgadas, de tamaños medianos y su textura es firme, se encuentran unidas a las ramas por el peciolo, además, se plantea que las hojas de la periferia que están muy expuestas a la luz solar son más pequeñas que las ubicadas en el interior del árbol (Gómez, 2017).

2.2.4.4. Flor

Se desarrollan en los cojinetes florales en racimos a lo largo del tronco y de las ramas sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm es de color claro y de violeta claro, su tamaño es de 0,5 a 1 cm de diámetro y de 2 a 2.5 cm de largo las flores tienen forma de estrellas de cinco puntas siendo de color rosado púrpura (Alba, 2016, p. 44).

El cacao es una especie cauliflora, es decir sus flores nacen sobre el tronco y ramas del árbol. Sus flores son de colores rosas, púrpuras o blancas que crecen en racimos, de 0.5 a 1 cm de diámetro y 2 a 2.5 cm de largo, en forma de estrella (Arias, 2020).

2.2.4.5. Frutos

“La mazorca o baya tiene forma elipsoidal, fusiforme, oblonga o esférica de 10 a 35 cm de largo con un peso entre 200 a 500 g con superficie lisa corrugada, o amelonada su color varía de acuerdo a su grado de madurez” (Agrobanco, 2012, p. 8).

Los frutos de cacao maduran entre 5 y 6 meses después de la polinización. Poseen un exocarpo de contextura lisa o arrugada que se divide en cinco carpelos interiormente. El fruto del cacao llamado comúnmente mazorca, tiene forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café, sostenido por un pedúnculo fuerte fibroso, que procede del engrosamiento del pedicelo floral (Paspuel, 2018).

Posee una pared dura y gruesa y de consistencia como un cuero. Los frutos se dividen en el interior en cinco cavidades. La pulpa es de sabor ácido a dulce y aromática y tiene tonalidades blancas, rosa o café. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo (Abreu, 2015).

2.2.4.6. Semillas

Afirma Osorio (2015), La semilla o almendra de cacao está cubierta por una pulpa acida, azucarada llamada arilo o mucílago. En una mazorca se encuentran de veinte a cincuenta almendras, unidas a un eje central llamado placenta. El color de las semillas cambia considerablemente de acuerdo con su variedad, desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta morado oscuro y todas sus tonalidades.

Las semillas de cacao tienen un alto valor nutritivo, siendo ricas en almidón, grasas y proteínas, dentro del fruto se pueden encontrar de 20 a 60 almendras mide de 2 a 3 cm de largo tiene forma aplanada, redondeada de color violeta púrpura (López, 2017).

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.5.1. Temperatura

INIAP (2019), indica que la temperatura media anual de las áreas cacaoteras es alrededor de 25 °C, con una oscilación de ± 3 °C entre las épocas húmeda y seca.

En las localidades de la zona central el periodo más frío va de julio a noviembre y en la zona sur de julio a octubre. Las áreas de producción próximas a las estribaciones de la cordillera andina tales como: La Maná, Echeandía, Caluma, Bucay y Ponce Enríquez son las más afectadas por las bajas temperaturas.

La temperatura media anual debería ser cerca de los 25 °C. El impacto de temperaturas bajas se plantea en la rapidez de incremento vegetal, desarrollo del fruto y el nivel en la magnitud de floración. Del mismo modo, controla la actividad de las raíces y las apariciones vegetativas. La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes: Mínima 23 °C - máxima 32 °C - óptima 25 °C (Quito, 2017).

2.2.5.2. Suelo

Paredes (2016), mantiene que el crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao no solo dependen de la existencia de las buenas condiciones físicas y químicas en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, donde se encuentra el más grande porcentaje de raíces activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes; sino además de las buenas condiciones de las capas inferiores del suelo que permitan una buena fijación de la planta y un incremento sin limitaciones de la raíz primordial que puede conseguir hasta los 1,5 m de profundidad.

De acuerdo a Vargas (2015), el cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcilloso, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

Reyes (2018), testimonia que hay plantaciones localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4,0 y 7,0. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo.

2.2.5.3. Clima

Según Weise (2015), el cacao necesita para su normal desarrollo, una precipitación entre los 1 800 y 2 500 mm de lluvia anual, bien distribuida en la zona durante el año. Una temperatura moderada entre 24 y 26 °C. Menos de 14 °C durante la noche y más de 35 °C durante el día, no son convenientes para este cultivo, especialmente durante el proceso de formación de frutos puede ocasionar pasmazón o quemazón.

El ambiente de una plantación de cacao debe ser húmedo, con un promedio de humedad relativa del 70 al 80 %. Los vientos fuertes pueden causar graves repercusiones en el cultivo como la pérdida de sus órganos. La implementación de cortinas rompevientos puede ser la solución a esta problemática de estas zonas (Laredo, 2018).

Según Pérez (2018), los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. Estas exigencias climáticas hicieron que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales. El cacao es una planta que se lleva a cabo bajo sombra. La humedad relativa además es fundamental debido a que puede ayudar a la propagación de varias patologías del fruto.

2.2.5.4. Altitud

Según Arteta (2015), sostiene que el cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altura. El mismo autor menciona que, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan

normalmente en mayor altura que van desde los 1000 a 1400 msnm. La altitud no es un factor determinante en la plantación de cacao como lo son los factores climáticos y edafológicos.

2.2.5.5. Humedad

Según Galarza (2016), el ambiente debe ser húmedo, el cacao no se comporta bien si el ambiente que rodea la planta es extremadamente seco. El valor promedio mensual de la humedad relativa varía de un modo irregular, una media de 75 – 80 % es la más conveniente para el cacao. En la parte céntrica, se cuenta con alta nubosidad, y la humedad relativa se mantiene por encima del 80 % durante los meses secos, esto favorece a los cultivos durante la época seca ya que asegura un poco más la humedad en la zona. Una desigual distribución de las lluvias, alta humedad relativa (85 – 90 %) y altas temperaturas favorecen la proliferación de enfermedades fungosas como monilla y escoba de bruja, que en ciertas zonas pueden ocasionar pérdidas del 60 %.

2.2.5.6. Viento

Ortega (2017), menciona que el viento es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. Las defoliaciones frecuentes son causadas por las fuertes velocidades del viento con aproximadamente 4 m/s, y con muy poca sombra. Ya que, en zonas con velocidades de viento de 1 a 2 m/s no se encuentran estos problemas de pérdidas de hojas.

Ibáñez (2015), señala que vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar

formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao.

2.2.5.7. Luminosidad

Maridueña (2016), comenta que en la mayoría de las localidades productoras del Ecuador las horas de brillo solar oscilan entre 800 a 1 000 h/año, es decir casi la mitad del valor registrado en otros países.

En el cultivo de cacao se recomienda la asociación de cultivos para que esta actúe como sombra, ya que los rayos solares directos podrían afectar gravemente el inicio de la plantación. Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50 % del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50 % del total de luz los aumenta (Palacio, 2019).

2.2.5.8. Precipitación

Burbano (2018), señala que el agua es un factor de suma importancia para la implementación de un cultivo, sobre todo de uno perenne que requiere grandes cantidades de agua. Como guía general, se requiere una precipitación de 1.500 a 2.500 mm anuales bien distribuidos y con un mínimo de lluvia mensual promedio igual a 100 mm. Las zonas cacaoteras del Litoral ecuatoriano presentan un rango amplio, en lo referente a cantidad y distribución de la precipitación. Además, menciona que la parte noroccidental de la cuenca del Guayas, presenta más lluvias, mantiene un promedio de precipitación mayor a 2500 mm/año; debido a la gran precipitación es posible la mayor presencia de patógenos. En la zona sur del Litoral el promedio de precipitación anual es inferior a 1.000 mm que corresponden a una formación climática seca tropical.

De acuerdo a Domínguez (2017), las necesidades de agua oscilan entre 1 500 y 2 500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1 200 y 1 500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

2.2.6 Plagas y enfermedades

En la actualidad, las enfermedades del cacao con mayor potencial de daño son las originadas por hongos basidiomicetes del género *Moniliophthora*. Estos son *Moniliophthora roreri* (moniliasis) y *Moniliophthora perniciosa* (escoba de bruja). La moniliasis es considerada la enfermedad con mayor afectación al cultivo de cacao, por lo que hay que darle atención pertinente (Jara, 2016).

Mazorca negra o fitoptora es una enfermedad causada por el hongo *Phytophthora sp.* ataca raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao. En este cultivo se han reportado siete especies patógenas: *P. palmivora*, *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. nicotianae* var. *Parasítica*, y *P. arecae*. El género *Phytophthora* se localiza distribuido en todo el mundo; prevalecen diferentes especies de acuerdo con la zona geográfica y el hospedero (Alarcón, 2012).

2.2.7. Importancia del biol

El biol es un biofertilizante, fuente de fito reguladores preparado a base de estiércol muy fresco, disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza puesto a fermentar por varios días, obteniendo un producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos (Potesta, 2018).

Según López (2021) las ventajas son las siguientes:

- Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad.
- No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar.
- Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.

- Tiene bajo costo.
- Mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.

2.2.7.1. Biol bovino

El biol de bovino es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de las raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando la producción y calidad de las cosechas (Condori *et al.*, 2018).

Este abono líquido aumenta la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra, el ataque de plagas y enfermedades permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y heladas (Tumiri, 2019).

2.2.7.2. Biol broza de café

Un estudio acerca de los efectos de abonos orgánicos a base de pulpa de café, compost convencional y gallinaza, sobre la germinación y desarrollo de plántulas de café. Concluyendo que el abono a base de pulpa de café mostró excelentes resultados en el abono para el suelo (Acosta *et al.*, 2016).

Además, 100 libras de pulpa de café seca equivalen, con base a su composición química, a 10 libras de fertilizante inorgánico de N-P-K; lo cual se refleja una alta cantidad de potasio que contiene este sub producto para ser utilizado como abono, principalmente en cultivos que necesitan una alta nutrición de suelos (Muñoz *et al.*, 2015).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Ley de Desarrollo Agrario

Capítulo I: Los Objetivos de la Ley

Artículo 3. Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a) De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b) El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c) De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,

CAPÍTULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción

Artículo 49.- Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Asamblea Nacional De La República Del Ecuador, 2016 p.45).

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.

Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014 p.23).

Código orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

Art. 14.- Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inverciones., 2010 p. 78).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El trabajo estuvo enfocado en evaluar el efecto de la aplicación de dos biofertilizantes en plantas de viveros de cacao (*theobroma cacao* L.) en el sector de Naranjal provincia del Guayas.

3.1.1 Tipo de investigación

Es una investigación experimental de conocimiento explicativo, que se realizó en campo, en el cual se usó dos biofertilizantes para obtener una mejor producción de plántulas de cacao en el vivero.

3.1.2 Diseño de investigación

Es considerada de modalidad experimental, y se evaluó tres tratamientos a base de bioles bajo ocho repeticiones, lo que se obtuvo un ensayo de 24 unidades experimentales.

3.1.2.1. Investigación experimental

Permitió manipular las variables y medir su efecto y comparación sobre las plántulas de cacao.

3.1.2.2. Investigación descriptiva

Permitió recolectar los datos sobre la base de la hipótesis para luego resumir la información y analizar detalladamente los resultados finales del estudio.

3.1.2.3. Investigación explicativa

Permitió conocer el porqué de los resultados y plantear nuevas técnicas de investigación.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Manejo de fertilización en vivero a base de bioles.

3.2.1.2. Variables dependientes

3.2.1.2.1. Altura de plantas (cm)

Para valorar esta variable se seleccionaron ocho plantas al azar de cada unidad experimental, procediendo a medir la altura de cada una de ellas, desde el cuello de la raíz hasta el ápice. Esta variable fue tomada a los 60 días después de la siembra.

3.2.1.2.2. Diámetro del tallo (cm)

Se tomó desde el tercio medio de la planta a los 60 días después de la siembra. Los datos fueron reportados en centímetro, utilizando una cinta métrica.

3.2.1.2.3. Número de hoja (n)

Cada 15 días a partir de la primera aplicación se contó el número de hojas emitidas desde el inicio de la aplicación hasta la última evaluación, para cuyo propósito fue considerado un tiempo de 3 meses.

3.2.1.2.4. Longitud de la raíz pivotante (cm)

Se tomaron al azar ocho plantas por tratamiento, y se midió en centímetros la raíz principal. Esta variable fue tomada a los 120 días después de la siembra.

3.2.2 Tratamientos

El estudio se basó en la aplicación de biol (bovino y broza de café) bajo diferentes dosis, además, un testigo absoluto, al que no fue aplicado ningún tratamiento. Los tratamientos fueron aplicados a las plántulas de cacao a los 10, 30 y 50 días después de la siembra. A continuación, se describen los tratamientos:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales

N°	Tratamiento	Dosis (L/ha)	Frecuencia
1	Biol de bovino	5 L/ha	10 – 30 – 50
2	Biol de broza de café	4 L/ha	10 – 30 – 50
3	Testigo	Sin biol	0

Arreaga, 2022

3.2.3 Diseño experimental

Para llevar a cabo este ensayo se utilizó una distribución de bloques completamente al azar, compuesto de tres tratamientos con ocho repeticiones, obteniéndose un total de 24 unidades experimentales.

Cada unidad experimental estuvo conformada de ocho fundas en donde se ubicaron las plántulas de cacao, a las cuales se les aplicó los tratamientos indicados en la tabla 1.

3.2.3.1. Esquema del análisis de varianza**Tabla 2. Modelo de análisis de andeva**

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-3)	(3-1)	2
Repeticiones	(r-1)	(8-1)	7
Error experimental	(t-1) (r-1)	(3-1) (8-1)	14
Total	Tr-1	3*8-1	23

Arreaga, 2022

3.2.3.2. Delimitación experimental

Tabla 3. Diseño experimental

Descripción	Unidad
Número de tratamientos:	3
Número de repeticiones:	8
Número de unidades experimentales:	24
Distancia entre bloques:	1m
Área del ensayo	5m ²
Número de hileras por plantas	3
Número de plantas por hilera	8
Número de plantas por parcela	24

Arreaga, 2022

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

3.2.4.1.1. Materiales y herramientas

Libreta de campo, etiquetas, bolsas de plástico, baldes, jarra medidora, manguera, balanza, cámara fotográfica, computadora, GPS, palas, navaja, piola, estacas, cinta métrica, caña guadua, baldes, tijera.

3.2.4.1.2. Material experimental

Biol de bovino, biol de broza de café, semillas certificadas.

3.2.4.1.3. Recursos humanos

Tesista, tutor.

3.2.4.1.4. Recursos bibliográficos

Biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador, tesis de grado de varias universidades, revistas científicas, página web, sitio web, ficha de institutos de investigación.

3.2.4.1.5. Recursos económicos

El proyecto fue netamente financiado por el tesista.

Los recursos económicos que se requirieron para el desarrollo del estudio son los siguientes:

Tabla 4. Recursos económicos

Actividades y productos	Cantidad	Valor total (\$)
Instalación de vivero	1	100
Labores Culturales	3	50
Preparación del sustrato	1	30
Biol de bovino	5L	30
Biol de broza de café	4L	32
Transporte		60
Otros materiales		50
Total		352

Aguirre, 2022

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Métodos

Método inductivo: Este método permite observar los resultados obtenidos de la investigación con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis que están planteadas.

Método deductivo: Permite observar casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes.

Método sintético: Permite establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.4.2.2. Técnicas

Manejo del ensayo

Instalación de vivero: La instalación del vivero se realizó al aire libre cerca de una plantación de cacao. El espaciamiento entre cada bloque será de 1,0 m para facilitar el manejo agronómico. El distanciamiento entre tratamiento será 0,50 m. cada tratamiento estará conformado por ocho fundas para vivero, con perforaciones de 0.3 cm para escurrir los excesos de agua.

Siembra: Para el llenado de fundas se realizó de manera manual hasta el borde de la funda. Después se compacta con ligeros golpes para evitar bolsas de aire. Posteriormente se procedió a regar para que se compacte el sustrato. Luego se utilizó un espeque de mano de 10 cm para hacer un hoyo, donde se colocó una semilla de cacao, posteriormente tapada la semilla ligeramente para evitar dificultades al germinar.

Control de malezas: El control de malezas en las fundas se realizó de manera manual y en los espacios entre parcelas, y entre tratamientos se realizó un control mecánico.

Riego: El riego se realizó tres veces por semana, por medio de una manguera hasta que el sustrato este completamente húmedo.

Preparación de los bioles: Se procedió a elaborar los dos tipos de bioles evaluados (bovino y broza de café).

Fertilización: Esta labor se realizó bajo los tratamientos mencionados en la Tabla 1, con las dosis establecidas, 5 litros de biol bovino y cuatro litros de broza de café con frecuencias al día 10, 30 y 50 después de la siembra.

3.2.5 Análisis estadístico

3.2.5.1. Análisis funcional

Los datos fueron evaluados respecto de las variables evaluadas, se valoraron estadísticamente mediante el análisis de varianza, esquema que se detalla en la

tabla 2. Los promedios fueron comparados mediante la prueba Tukey al 5% de probabilidad.

3.2.5.2. Hipótesis estadística

H1: Al menos uno de los bioles aplicados tuvo efecto en la producción de plantas de cacao en vivero.

Ho: Ninguno de los bioles aplicados tuvo efecto en la producción de plantas de cacao en vivero.

4. Resultados

4.1 Determinación del efecto que ejerce el uso de dos biofertilizantes foliares líquidos (biol bovino, biol broza de café) en el desarrollo fenológico del cacao.

4.1.1 Altura de la planta (cm)

La tabla 5 muestra las medias obtenidas al analizar la altura de la planta; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 9,81%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; el destacado fue T1 (Biol de bovino 5 L) con un valor de 32,46 cm; y T2 (Biol de broza de café) con 27,80 cm. El de menor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con un valor de 23,10 centímetros.

Tabla 5. Altura de la planta (cm)

Tratamientos	Medias	Significancia
T3 Testigo absoluto	23,10	A
T2 Biol de broza de café	27,80	B
T1 Biol de bovino 5 L	32,46	C
E.E.	0,28	
C.V (%)	9,81	
Significancia	**	

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

Arreaga, 2022

4.1.2 Diámetro del tallo (mm)

La tabla 6 muestra las medias obtenidas al analizar el diámetro del tallo de la planta; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 14,54%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; el destacado fue T1 (Biol de bovino 5 L) con un valor de 4,97 mm; y T2 (Biol de broza de café) con 4,21 mm. El de menor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con un valor de 3,49 milímetros.

Tabla 6. Diámetro del tallo (mm)

Tratamientos	Medias	Significancia
T3 Testigo absoluto	3,49	A
T2 Biol de broza de café	4,21	B
T1 Biol de bovino 5 L	4,97	C
E.E.	0,07	
C.V (%)	14,54	
Significancia	**	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Arreaga, 2022

4.1.3 Número de hojas (n)

La tabla 7 muestra las medias obtenidas al analizar el número de hojas de la planta; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 14,78%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; el destacado fue T1 (Biol de bovino 5 L) con un valor de 12,41 %; y T2 (Biol de broza de café) con 11,36 %. El de menor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con un valor de 7,62 %.

Tabla 7. Número de hojas (n)

Tratamientos	Medias	Significancia
T3 Testigo absoluto	7,62	A
T2 Biol de broza de café	11,36	B
T1 Biol de bovino 5 L	12,41	C
E.E.	0,10	
C.V. (%)	14,78	
Significancia	**	

Arreaga, 2022

4.1.4 Longitud de la raíz (cm)

La tabla 8 muestra las medias obtenidas al analizar la longitud de la raíz de la planta; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 12,03%; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0,0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; el destacado fue T1 (Biol de bovino 5

L) con un valor de 16,41 cm; y T2 (Biol de broza de café) con 14,92 cm. El de menor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con un valor de 11,54 centímetros.

Tabla 8. Longitud de la raíz (cm)

Tratamientos	Medias	Significancia
T3 Testigo absoluto	11,54	A
T2 Biol de broza de café	14,92	B
T1 Biol de bovino 5 L	16,41	C
E.E.	0,10	
C.V. (%)	12,03	
Significancia	**	

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

Arreaga, 2022

4.2 Identificación de la mejor dosis de la aplicación foliar de dos biofertilizantes líquidos foliares en el desarrollo del cacao.

Se determino el mejor tratamiento de fertilizantes al tratamiento con dosis de Biol de bovino (5 Litros) ya que las plantas responden bien a esta dosis de fertilizante en cuanto a la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas y la longitud de la raíz, en la variable altura de planta los mejores resultados lo obtuvo el tratamiento; T1 Biol de bovino (5L) 32,46 cm de altura, Así mismo en cuanto a diámetro del tallo la dosis que mejores valores presento fue Biol de bovino (5 Litros), el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento; T1 Biol de bovino (5L) 4,97 mm de diámetro del tallo. En la variable número de hojas la mejor dosis fue Biol de bovino (5 Litros), el mejor resultado lo obtuvo el T1 Biol de bovino (5L) con un valor de 12,41 número de hojas y finalmente el mejor tratamiento en estudio en la variable longitud de la raíz lo obtuvo el tratamiento T1 Biol de bovino (5L) con un valor de 16,41 centímetros siendo el T1 Biol de bovino el de mejor promedio entre tratamientos.

4.3 Realización del análisis de costos parciales de los tratamientos estudiados.

4.3.1 Análisis de costos

El análisis de costos se efectuó en la tabla 9 donde se reflejan los costos de cada actividad realizada en la investigación científica para determinar el costo de producción de cada tratamiento en estudio donde la elaboración del vivero tuvo un costo de 100 dólares para lograr un ambiente controlado de plántulas de cacao, además fue necesario conseguir la información del precio comercial de cada insumo agrícola usado en el estudio; donde el precio de cada plántula de cacao es de 0,50 dólares que acorde con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuario es el precio fijado para cada plántula de cacao, con respecto a los fertilizantes en estudio se determinó que el precio comercial es de 32,00 dólares el Biol de broza de café y 30,00 dólares el Biol de bovino. Según los datos los costos totales por cada tratamiento fueron; T1 Biol de bovino (5L) con 316,00 dólares, T2 Biol de broza de café con 318,00 dólares, T3 (testigo absoluto) con 286,00 dólares.

Tabla 9. Análisis económico

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U	TRATAMIENTOS		
				T1	T2	T3
Preparación de vivero		1	100	100,00	100,00	100,00
Transporte			50	50	50	50
Alimentación			40	40	40	40
Insecticida	1L	1	30	30	30	30
Planta		24	0,5	4	4	4
Fertilizantes						
Testigo absoluto			0	0,00	0,00	0,00
Biol de bovino	5L	1	30	30,00	0,00	0,00
Biol de broza de café	4L	1	34	0,00	32,00	0,00
Prácticas fitosanitarias	Jornal	2	20	40,00	40,00	40,00
Riego						
Agua	m3	1,600	0,02	22,00	22,00	22,00
Costos totales				316,00	318,00	286,00

Arreaga, 2022

5. Discusión

El propósito de la investigación presentada fue el mejoramiento de producción de plántulas de cacao en vivero con la aplicación de bioles en el cantón Naranjal provincia del Guayas.

Posteriormente de haber realizado el análisis e interpretación de datos, se determinó que el tratamiento: T1 Biol de bovino (5 L) obtuvo el mejor promedio en las características agronómicas del cultivo ya que se incrementó la altura de plantas, diámetro del tallo, número de hoja y longitud de las raíces; por lo que acorde con Condori (2018) afirma que el biol de bovino es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de las raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando la producción y calidad de las cosechas. Y según Arévalo (2019) desde el punto de vista de una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente, el uso de biofertilizantes representa una alternativa para limitar el uso de abonos químicos, minimizando si es posible en su totalidad el impacto ambiental y socio-económico que estos producen, mejorando la productividad del cultivo del cacao. La producción de abono foliar biol es una técnica utilizada cuyo objetivo es incrementar y mejorar la calidad de las cosechas y estimular el desarrollo de las plantas.

Los resultados obtenidos en lo que respecta a la identificación del mejor tratamiento en estudio se determinó que el tratamiento T1 Biol de bovino (5 L) obtuvo los mejores promedios en las variables evaluadas en la investigación científica; y acorde con Tumiri (2019) indica que el biol de bovino aumenta la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra, el ataque de plagas y enfermedades permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y

heladas. En acuerdo con Briones (2018) menciona que la aplicación de fertilizantes orgánicos según las recomendaciones basadas en el análisis del suelo y condición nutritiva del cultivo maximiza beneficios y minimiza las pérdidas. En algunos casos se recomienda el empleo de medidas adecuadas para reponer los nutrientes agotados en el suelo mejorando la productividad.

En base al tercer objetivo específico análisis económico, se pudo observar que según los datos los costos totales por cada tratamiento fueron; T1 Biol de bovino (5L) con 316,00 dólares, T2 Biol de broza de café con 318,00 dólares, T3 (testigo absoluto) con 286,00 dólares; y acorde con López, (2021) menciona que las ventajas de aplicar fertilizantes orgánicos son; Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad, no requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar, su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase, tiene bajo costo y mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima. En acuerdo con Ortiz (2017) menciona que obtuvo buenos resultados en su estudio en el cual probó AG en diferentes dosis, y los resultados mostraron que los tratamientos con AG en dosis de 4 g ha⁻¹ presentaron mayor número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula y mejores rendimientos que el testigo. Por lo tanto, se acepta la hipótesis del estudio, indicando que algún tratamiento tuvo efecto en la producción de plantas de cacao en vivero siendo el tratamiento destacado el T1 Biol de bovino, administrado en dosis de 5 litros.

6. Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir:

Se determinó que el tratamiento: T1 Biol de bovino (5 L) obtuvo el mejor promedio en las características agronómicas del cultivo ya que se incrementó la altura de plantas, diámetro del tallo, número de hoja y longitud de las raíces.

En cuanto a la identificación del mejor tratamiento en estudio se determinó que se obtuvo mejores promedios en: T1 Biol de bovino seguido por T2 Biol de broza de café, siendo el de menor promedios el tratamiento: T3 (testigo absoluto)

En base al tercer objetivo específico análisis económico, se pudo observar que según los datos los costos totales por cada tratamiento fueron; T1 Biol de bovino (5L) con 316,00 dólares, T2 Biol de broza de café con 318,00 dólares, T3 (testigo absoluto) con 286,00 dólares.

7. Recomendaciones

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

Realizar investigaciones con diferentes tipos de fertilizantes orgánicos como complementos al cultivo, para definir más alternativas para el desarrollo de las plantas de cacao en el vivero.

Ejecutar un estudio comparativo sobre el uso de bioles con diferentes dosis efectuadas, para determinar el comportamiento agronómico del cultivo de cacao y el impacto que estos compuestos producen en la planta.

Utilizar biol de bovino en dosis de 5 litros como complemento nutricional para potenciar el desarrollo de las plántulas de cacao bajo condiciones de vivero en el cantón Naranjal de la provincia de Guayas.

8. Bibliografía

- Abreu, J. (2015). Características morfológicas del cultivo de cacao. Fruto. Obtenido de <http://fiai-pe.blogspot.com/2013/11/cacao-morfologia-y-taxonomia.html>
- Acosta, A., Flores, E., y Montalbán, Z. (2016). *Efecto de los abonos orgánicos a base de pulpa de café, compost, gallinaza en plántulas de café (Coffea arabica) en la finca "El bosque" Comunidad Buena vista, municipio de Sn Juan del Rio Coco, departamento de Madriz, octubre 2012-julio 2013*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Obtenido de <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNANL3856>
- Acurio, O., y Montes, D. (2020). *Aplicación de los biofungicidas orgánicos en el control de la mazorca negra (phytophthora spp.) en cultivo de cacao (theobroma cacao) en el cantón valencia*. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6929>
- Agrobanco. (2017). *Propuesta de manejo integrado de la moniliasis (Monillioptothora roreri) del cacao (Theobroma cacao) en Santo Domingo de los Tsachilas*. Quito. <http://www.dspace.uce.edu.ec>
- Alarcón, L. (2012). Mazorca negra. Plagas y enfermedades del cultivo. Obtenido de https://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_doctecnicos/fede_cacao-pub-doc_04A.pdf
- Alba. (2016). Flores. *Guia tecnica para el establecimiento y manejo del del cacao.arbol*. http://www.ecoconsult.com/fileadmin/user_upload/pdf/downloads/Guia_tecnica_Cacao_10_2016.pdf
- Alcantara J. (2019). Principales reguladores y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>

- Arévalo, A. (2019). *Aplicación de diferentes concentraciones de bioles para el mejoramiento productivo del cultivo del cacao (Theobroma cacao) en el distrito de Curimaná*. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/189>
- Arias, A. (2020). *Manejo integrado cultivo de cacao (Theobroma cacao): enmiendas edáficas, efecto en la floración y cuajado de fruto*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16538>
- Arteta, S. (2015). Requerimientos edafoclimáticos del cultivo. Altitud. Obtenido de <https://www.cacaomovil.com/site/guide?id=12&articleId=16#:~:text=El%20cacao%20es%20una%20especie,mar%20hasta%20los%20900%20metros.&text=El%20cacao%20se%20desarrolla%20en,y%20los%2030%20grados%20cent%C3%ADgrados>.
- Asamblea Nacional De La República Del Ecuador. (2016). Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural de producción. Obtenido de <https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/spconst.pdf?fbclid=IwAR0NFVfVQI1hn1e1EqjcBxXCw3gFGNKrqGKHthVdcFE6cu-mWTDq11LklbY>
- Ávila, F. (2014). Sistema radicular. Cultivo de cacao. Obtenido de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/1826>
- Bajaña, B. (2020). *Evaluación agronómica de dos variedades de cacao (Theobroma cacao) mediante multiplicación in vitro de embriones maduros con tres dosis de ácido giberélico*. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3666>
- Briones, J. (2018). *Evaluación de la respuesta de cacao CCN-51 a plena exposición solar a las aplicaciones de Nitrógeno (N) y Potasio (K) en la zona de Zapotal*,

- Provincia de Los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3308>*
- Burbano, J. (2018). Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cacao. Precipitación. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cacao/>
- Chila, C., y Esmeralda, A. (2021). *Efecto de láminas de riego y fertilización sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao en Calceta, Manabí*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí . Calceta: ESPAM MFL. Obtenido de <http://190.15.136.145/handle/42000/1443>
- Código Orgánico de La Producción, Comercio E Inverciones. (2010). Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes. Obtenido de <https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/spconst.pdf>
- Collazos, C. (2017). Aplicación de biofertilizantes en plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Sapecho - Alto Beni. *Revista "Apthapi"*, 5(3). Obtenido de <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/355>
- Condori, S., Ruíz, P., Ticona, O., y Chipana, G. (2018). Evaluación del desarrollo vegetativo de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) bajo la aplicación de biol bovino en la Estación Experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(2), 43-49. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182018000200008&script=sci_arttext
- Domínguez, P. (2017). Necesidades de agua. Cultivo de cacao. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/306079740_Balance_de_agua_y_requerimientos_de_riego_en_cacao

- Duarte, E. (2020). *Manejo agronomico en cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) y proceso de certificacion de fincas en la Comunidad Sitio Historico, Matiguas, 2020*. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua: UNA. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4228/>
- Galarza, H. (2016). Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cacao. Humedad. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2004000100003
- Gómez, P. (2017). *Validación de dos opciones de fertilización en el cultivo de cacao Theobroma Cacao L.* Universidad de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21560>
- Hipólito, E., Carcaño, M., Ramos, M., Vásquez, E., López, L., y Ricaño, J. (2017). Efecto de inoculantes bacterianos mixtos edáficos en el Desarrollo Temprano de cultivares mejorados de cacao (*Theobroma cacao L.*) En un Sistema agroforestal tradicional del norte de Oaxaca, México. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(4), 356-365. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117300585>
- Ibañez, V. (2015). Problematicas en el cultivo de cacao causadas por el viento. Obtenido de <https://www.cacaomovil.com/site/guide?id=12&articleId=16>
- INIAP. (2019). *Requerimientos edafoclimáticos. Temperatutra*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>
- Jara, H. (2016). Plagas y enfermedades. Cultivo de cacao. Obtenido de <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/principales-enfermedades-en-cacao>
- Jumbo, J. (2019). *Fertilización edáfica con tres niveles de silicato de calcio y tres de nitrógeno en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la zona de*

- Quinsaloma*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ.
Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3831>
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (2014). Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes. Obtenida de <https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/spconst.pdf?fbclid=IwAR0NFVfVQI1hn1e1EqjCBxXCw3gFGNKrqGKHthVdcFE6cu-mWTDq11LklbY>
- López, M. (2017). Semilla, *Caracterizaciòn morfoagronòmica de cacao criollo (Theobroma cacao L)* Recuperado el octubre de 2019, de <http://ri.ues.edu.sv/16511/1/13191669.pdf>
- López, P. (2021). *Efecto de bioles en el crecimiento de plantones de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1929>
- Laredo, K. (2018). *Efecto del biol y estiercol de ovino en las propiedades del suelo y crecimiento del cacao (Theobroma cacao L.) en el vivero forestal de la Facultad de R.N.R. - UNAS*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1525>
- Maridueña, P. (2016). Requerimientos edafoclimáticos. Luminosidad. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3250/1/TESIS.pdf>
- Marquínez, A. (2021). *Eficiencia agronómica y económica de fertilizantes compuestos en cacao CCN-51*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí . Calceta: ESPAM MFL. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1433>
- Masamba, E. (2012). Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol), en la etapa de desarrollo en vivero de Bolina blanca (*Guazuma crinita* C.Martius)

- en Pucallpa Perú. *Revista científica Institucional Tzhoecoen*, 10(3), 1997-873. Obtenido de <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/855>
- Monterroza, J. (2015). Morfología del cultivo de cacao. Tallo. Obtenido de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- Montes. (2016). Hojas. *en una plantacion de cacao* Recuperado el octubre de 2019, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3358/1/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000009.pdf>
- Morales, M. (2017). Beneficios de los bioestimulates en el cultivo. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131633612013000300007
- Moron, S. (2018). *Evaluación de la incidencia de enfermedades en frutos de cacao (theobroma cacao l.) clon ccn 51 en una plantación de producción orgánica*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú: UNAS. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1549>
- Muñoz, J., Muñoz, J., y Montes, C. (2015). Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 73-82. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612015000100009&script=sci_abstract&tlng=es
- Ortega, M. (2017). Requerimientos edafoclimáticos. Viento. Obtenido de <http://www.agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/317-el-cultivo-del-cacao-clima-y-suelo>
- Ortiz, H. (2017). Nutrientes. *Manejo agroecologico de la nutrición el el cultivo de cacao*. Recuperado el octubre de 2019, de

- https://www.espacioimasd.unach.mx/libro/num7/Manejo_agroecologico_de_la_nutricion_en_el_cultivo_del_cacao.pdf
- Osorio, B. (2015). Morfología del cultivo de cacao. Semilla. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000300002
- Palacio, N. (2017). Agricultura alternativa. Recuperado el 10 de diciembre de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1418/1/CPA-2001-T006.pdf>
- Paredes, G. (2016). *Suelo. Concepto de suelo agrícola*. Obtenido de <https://unlp.edu.ar/frontend/media/52/27752/f8cb0e577b80bbe6aa23dd8ad9098379.pdf>
- Paspuel, M. (2018). *Respuesta del cacao a la aplicación del fertilizante “full cacao” en comparación con la fertilización convencional en Pangua*. Universidad Central del Ecuador. Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15195>
- Pérez, S. (2018). *Factores climáticos críticos*. Obtenido de <http://www.agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/317-el-cultivo-del-cacaosuelo#:~:text=Los%20factores%20clim%C3%A1ticos%20cr%C3%ADticos%20para,que%20se%20desarrolla%20bajo%20sombra.>
- Potesta, J. (2018). *Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Conservación de Suelos y Agua*. Perú. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1424/JSPC_2018.pdf
- Quito, W. (2017). *Evaluación de enraizadores en estacas de cacao (Theobroma cacao L.) con tres diferentes cortes de hoja tolerantes a la monilia en la Estación Experimental Sapecho - Alto Beni*. Universidad Mayor de San

- Andrés, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/20630>
- Reyes, K. (2018). Variaciones de suelos. Cultivo de cacao. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n1/ctr06117.pdf>
- Rizzo, J. (2021). *Diagnóstico fitosanitario de theobroma cacao l. en diferentes tratamientos de biochar + humus-biol en la parroquia paga (el oro-ecuador)*. Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16565>
- Roldán, N. (2016). *Analizar y validar un programa de rehabilitación en la poscosecha del cacao CCN51 en la finca Rami*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89728/D-79835.pdf>
- Romero, P. (2016). Hormonas vegetales en cultivos de cacao. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6348/T15036%20GORDILLO%20MORENO%2C%20>
- Salazar, M. (2020). *Aplicación de siete bioles sobre el desarrollo agronómico en cacao (Theobroma cacao L.) de origen sexual y axesual en etapa productiva en la finca experimental la Represa*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5372>
- Tumiri, E. (2019). Comportamiento productivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos cortes con riego por aspersión con la aplicación de Biol bovino en la Estación Experimental Choquenaira. *Revista Apthapi*, 5(1), 1475-1495. Obtenido de <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/328>

- Vargas, D. (2015). Requerimientos de suelos en el cultivo de cacao. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200778582019000200155
- Vélez, J. (2018). *Evaluación de la respuesta de cacao CCN-51 a plena exposición solar a las aplicaciones de Azufre (S) y Magnesio (Mg) en la zona de Zapotal, Provincia de Los Ríos*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3311>
- Vergara, J. (2017). *Método exploratorio aplicando metalosato de magnesio y zinc (quelatos), en dos tipos de injertación en cacao (theobroma cacao L.) en patrones trinitarios y forasteros en la etapa de vivero*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2030>
- Viteri, J., y Macía, R. (2019). Estudio para el uso de bioestimulantes en la supervivencia de plantas injertadas de cacao CCN51, en el cantón El Carmen en el año 2018. *Revista caribeña de ciencias sociales*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/03/uso-bioestimulante-plantas.html>
- Weise, H. (2015) *Requerimientos edafoclimáticos. Clima*. Obtenido de <https://www.cacaomovil.com/site/guide?id=12&articleId=16#:~:text=El%20cacao%20se%20desarrolla%20en,vegetativo%20y%20dar%20cosechas%20abundantes.>

9. Anexos

Tabla 5. Altura de plantas (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de plantas (cm)	24	0,98	0,96	9,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	354,45	9	39,38	64,57	<0,0001
Tratamientos	350,07	2	175,03	286,96	<0,0001
Repeticiones	4,39	7	0,63	1,03	0,4542
Error	8,54	14	0,61		
Total	362,99	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,02205

Error: 0,6100 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Testigo absoluto	23,10	8	0,28	A
T2 Biol de broza de café	27,80	8	0,28	B
T1 Biol de bovino 5 L	32,46	8	0,28	C

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

Arreaga, 2022

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,25017

Error: 0,6100 gl: 14

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	27,03	3	0,45	A
4	27,37	3	0,45	A
2	27,58	3	0,45	A
3	27,59	3	0,45	A
8	28,09	3	0,45	A
6	28,16	3	0,45	A
7	28,23	3	0,45	A
5	28,25	3	0,45	A

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

Arreaga, 2022

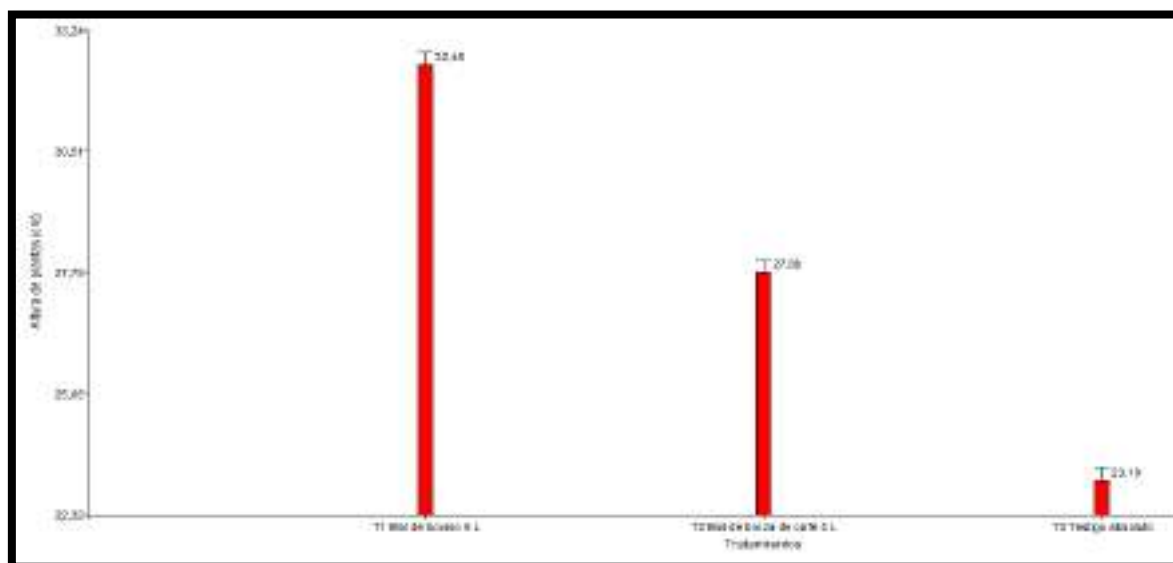


Figura 1. Altura de plantas (cm)

Arreaga, 2022

Tabla 6. Diámetro del tallo (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro del tallo (mm)	24	0,95	0,91	14,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,91	9	0,99	26,97	<0,0001
Tratamientos	8,75	2	4,38	119,12	<0,0001
Repeticiones	0,16	7	0,02	0,64	0,7189
Error	0,51	14	0,04		
Total	9,43	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25080

Error: 0,0367 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Testigo absoluto	3,49	8	0,07	A
T2 Biol de broza de café	4,21	8	0,07	B
T1 Biol de bovino 5 L	4,97	8	0,07	C

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

Arreaga, 2022

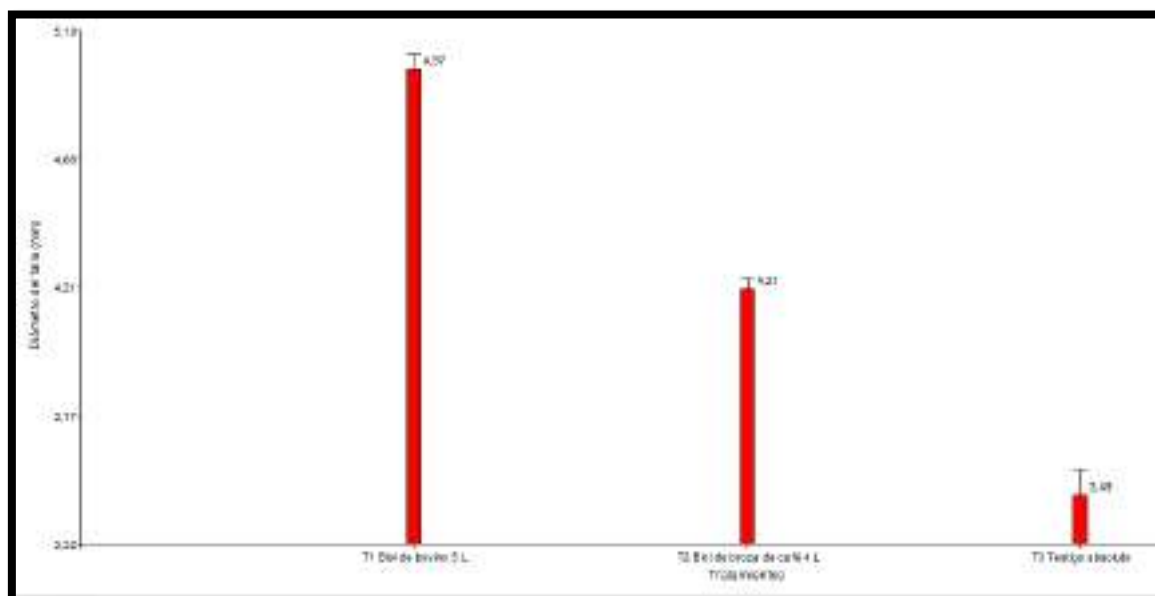
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55218

Error: 0,0367 gl: 14

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
5	4,12	3	0,11	A
6	4,13	3	0,11	A
8	4,17	3	0,11	A
4	4,18	3	0,11	A
1	4,23	3	0,11	A
2	4,31	3	0,11	A
3	4,32	3	0,11	A
7	4,33	3	0,11	A

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

Arreaga, 2022

**Figura 2. Diámetro del tallo (mm)**

Arreaga, 2022

Tabla 7. Número de hojas (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hojas (n)	24	0,99	0,98	14,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102,51	9	11,39	134,90	<0,0001
Tratamientos	101,42	2	50,71	600,59	<0,0001
Repeticiones	1,09	7	0,16	1,84	0,1565
Error	1,18	14	0,08		
Total	103,70	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38027

Error: 0,0844 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Testigo absoluto	7,62	8	0,10	A
T2 Biol de broza de café	11,36	8	0,10	B
T1 Biol de bovino 5 L	12,41	8	0,10	C

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

Arreaga, 2022

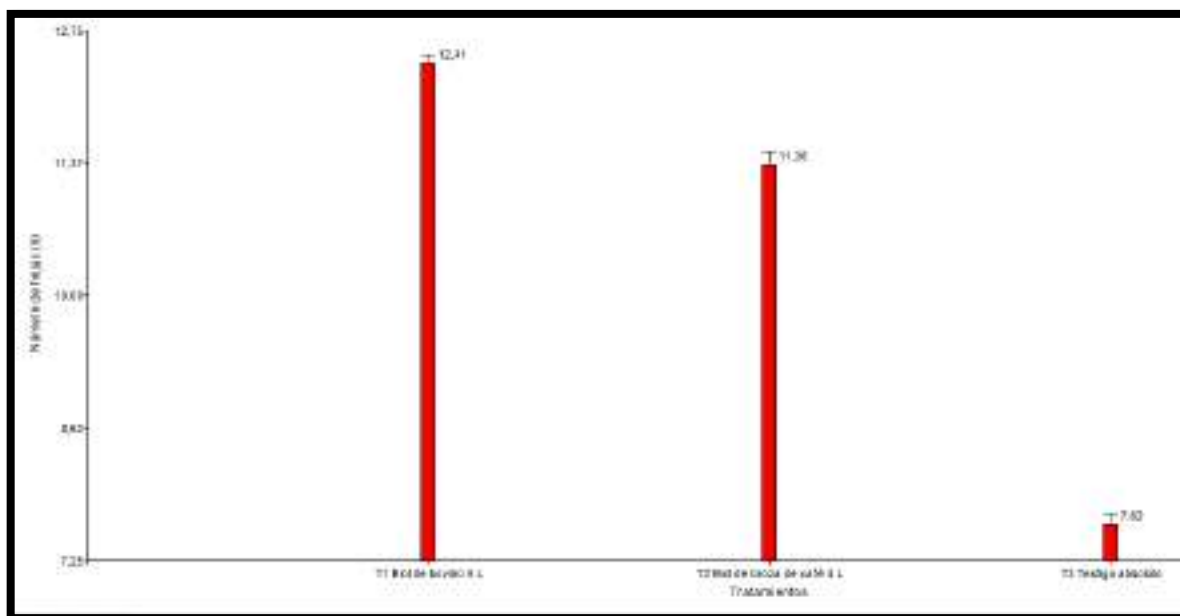
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,83721

Error: 0,0844 gl: 14

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	10,07	3	0,17	A
4	10,17	3	0,17	A
8	10,45	3	0,17	A
6	10,51	3	0,17	A
2	10,54	3	0,17	A
1	10,56	3	0,17	A
7	10,64	3	0,17	A
5	10,75	3	0,17	A

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

Arreaga, 2022

**Figura 3. Número de hojas (n)**

Arreaga, 2022

Tabla 8. Longitud de la raíz (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de la raíz (cm)	24	0,99	0,98	12,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

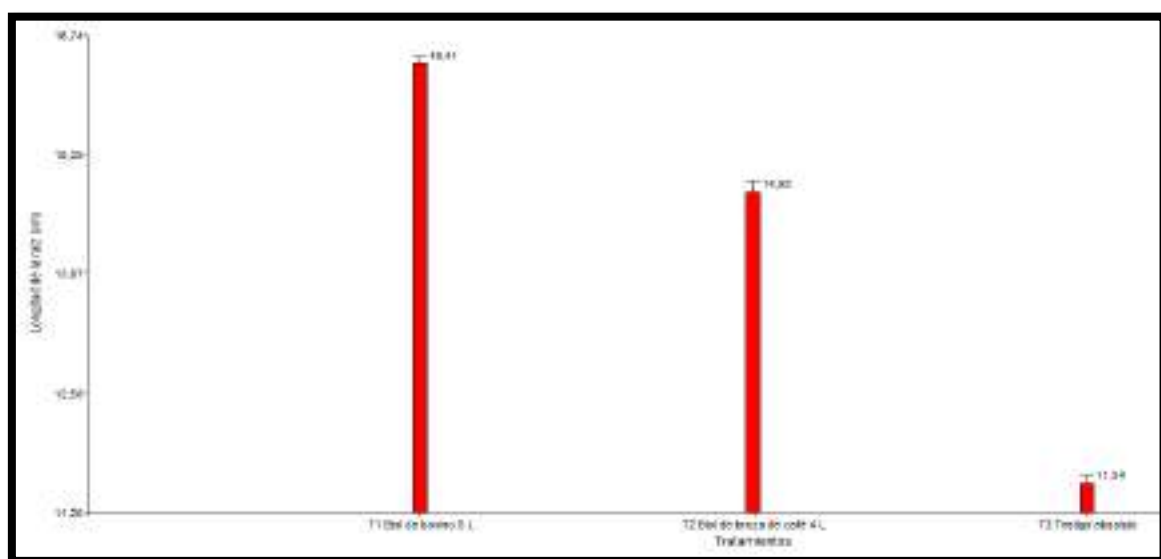
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99,93	9	11,10	131,72	<0,0001
Tratamientos	99,47	2	49,73	589,99	<0,0001
Repeticiones	0,46	7	0,07	0,78	0,6128
Error	1,18	14	0,08		
Total	101,11	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37994*Error: 0,0843 gl: 14*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3 Testigo absoluto	11,54	8	0,10	A
T2 Biol de broza de café	14,92	8	0,10	B
T1 Biol de bovino 5 L	16,41	8	0,10	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Arreaga, 2022***Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,83650***Error: 0,0843 gl: 14*

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
8	14,14	3	0,17	A
1	14,18	3	0,17	A
5	14,19	3	0,17	A
6	14,20	3	0,17	A
4	14,26	3	0,17	A
3	14,35	3	0,17	A
2	14,40	3	0,17	A
7	14,58	3	0,17	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Arreaga, 2022***Figura 4. Longitud de la raíz (cm)***Arreaga, 2022*

T1	T2	T3
T3	T1	T2
T2	T3	T1
T1	T2	T3
T3	T1	T2
T2	T3	T1
T1	T2	T3
T3	T1	T2

Figura 5. Croquis de distribución del trabajo experimental
Arreaga, 2022



Figura 6. Vista satelital de la zona de estudio
Arreaga, 2022



Figura 7. Plantas en ambiente controlado Arreaga, 2022



Figura 8. Medición de hojas de cacao Arreaga, 2022



Figura 9. Distribución de plantas en vivero Arreaga, 2022



Figura 10. Peso de plántulas de cacao Arreaga, 2022



Figura 11. Aclimatación de plántulas
Arreaga, 2022



Figura 12. Uso de balanza
Arreaga, 2022



Figura 13. Recolección de datos
Arreaga, 2022



Figura 14. Medición de altura de plantas
Arreaga, 2022



Figura 15. Diámetro del tallo
Arreaga, 2022



Figura 16. Área de la investigación
Arreaga, 2022