



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ.**  
**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA  
Y FOLIAR EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma  
cacao* L.) EN EL CANTÓN NARANJAL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL**

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

**AUTOR**  
**ROSADO ROMERO ARIEL ALEXANDER**

**TUTOR**  
**ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.SC.**

**MILAGRO – ECUADOR**  
**2023**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ.**  
**CARRERA 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 DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL CANTÓN NARANJAL**, realizado por el estudiante **ROSADO ROMERO ARIEL ALEXANDER** con cédula de identidad N° 0942213703 de la carrera **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Ciudad Universitaria "Dr. Jacobo Bucaram Ortiz" 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, 18 de octubre del 2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ.  
CARRERA 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 DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN EL CANTÓN NARANJAL**, realizado por el estudiante **ROSADO ROMERO ARIEL ALEXANDER** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
**Ing. Martínez Alcívar Fernando, MSc.  
PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Cruz Romero Colon, MSc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Flores Cadena Cristian, MSc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Milagro, 18 de octubre del 2023

### **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. Martínez Alcívar Fernando, M.Sc encargado de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, **ROSADO ROMERO ARIEL ALEXANDER**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **EFFECTO DE DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR EN EL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN EL CANTÓN 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, 18 de octubre del 2023

---

**ROSADO ROMERO ARIEL ALEXANDER**  
**C.I. 0942213703**

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>12</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>15</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>1.7 Hipótesis .....</b>	<b>18</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Estado del arte.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>21</b>

2.2.1 Origen del cultivo de cacao .....	21
2.2.2 Taxonomía del cultivo de cacao .....	21
2.2.3 Morfología del cultivo .....	22
2.2.3.1. <i>Raíz</i> .....	22
2.2.3.2. <i>Tallo</i> .....	22
2.2.3.3. <i>Hojas</i> .....	22
2.2.3.4. <i>Flores</i> .....	22
2.2.3.5. <i>Mazorca</i> .....	23
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	23
2.2.4.1. <i>Temperatura</i> .....	23
2.2.4.2. <i>Suelo</i> .....	23
2.2.4.3. <i>Humedad relativa</i> .....	23
2.2.5 Labores culturales .....	24
2.2.5.1. <i>Poda</i> .....	24
2.2.5.2. <i>Fertilización</i> .....	24
2.2.5.3. <i>Cosecha de mazorca</i> .....	24
2.2.5.4. <i>Extracción de semilla</i> .....	24
2.2.6 Fertilización del cultivo de cacao .....	25
2.2.7 <i>Sinetiq</i> .....	25
2.3 Marco legal.....	26
3. Materiales y métodos .....	28
3.1 Enfoque de la investigación .....	28
3.1.1 Tipo de investigación.....	28
3.1.2 Diseño de investigación .....	28
3.1.2.1. <i>Investigación experimental</i> .....	28

3.1.2.2. <i>Investigación descriptiva</i> .....	28
3.1.2.3. <i>Investigación explicativa</i> .....	28
3.2 Metodología .....	29
3.2.1 Variables .....	29
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i> .....	29
3.2.1.2. <i>Variables dependientes</i> .....	29
3.2.2 Tratamientos .....	30
3.2.3 Diseño experimental .....	30
3.2.3.1. <i>Esquema del análisis de varianza</i> .....	30
3.2.3.2. <i>Delimitación experimental</i> .....	31
3.2.4 Recolección de datos .....	31
3.2.4.1. <i>Recursos</i> .....	31
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i> .....	32
3.2.5 Análisis estadístico .....	33
3.2.5.1. <i>Análisis funcional</i> .....	33
3.2.5.2. <i>Hipótesis estadística</i> .....	33
4. Resultados .....	34
4.1 Determinación de que fertilizante se adapta a la aplicación de fertilización tanto edáfica como foliar en el cultivo de cacao en la zona de estudio. ....	34
4.1.1 Número de mazorcas por planta (n) .....	34
4.1.2 Diámetro de la mazorca (cm) .....	35
4.1.3 Peso de 100 granos (g) .....	35
4.2 Establecimiento de que tratamiento aumenta el rendimiento en estudio en kg/ha .....	36
4.2.1 Rendimiento (kg/ha) .....	36

<b>4.3 Realización del análisis económico de los tratamientos en estudio.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3.1 Análisis económico .....</b>	<b>37</b>
<b>5. Discusión .....</b>	<b>39</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>42</b>
<b>7. Recomendaciones.....</b>	<b>43</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>44</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>48</b>

**Índice de tablas**

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales .....	30
Tabla 2. Modelo de análisis de andeva .....	30
Tabla 3. Diseño experimental.....	31
Tabla 4. Recursos económicos .....	32
Tabla 5. Número de mazorcas por planta (n).....	34
Tabla 6. Diámetro de la mazorca (cm) .....	35
Tabla 7. Peso de 100 granos (g) .....	36
Tabla 8. Rendimiento (kg/ha) .....	37
Tabla 9. Analisis de costos .....	38

## Índice de figuras

Figura 1. Número de mazorcas por planta (n).....	49
Figura 2. Diámetro de la mazorca (cm).....	50
Figura 3. Peso de 100 granos (g).....	52
Figura 4. Rendimiento (kg/ha).....	53
Figura 5. Croquis del estudio.....	54
Figura 6. Vista satelital.....	54
Figura 7. Ficha técnica sineti.....	55
Figura 8. Ficha técnica ferticrop.....	56
Figura 9. Medición de terreno.....	57
Figura 10. Colocacion de carteles.....	57
Figura 11. Delimitación T1R10.....	57
Figura 12. Presencia de plagas.....	57
Figura 13. Delimitación de tratamiento.....	58
Figura 14. Primera fertilización.....	58
Figura 15. Coronamiento de árboles.....	58
Figura 16. Fertilización edáfica.....	58
Figura 17. Fertilizante en el suelo.....	59
Figura 18. Fertilización edáfica T2 R10.....	59
Figura 19. Fertilización edáfica T1 R10.....	59
Figura 20. Recolección de datos.....	59
Figura 21. Mantenimiento del cultivo.....	60
Figura 22. Limpieza de parcelas.....	60
Figura 23. Fertilizante edáfico.....	60
Figura 24. Fertilizante foliar.....	60

Figura 25. Equipo de fertilización .....	61
Figura 26. Aplicación de área foliar .....	61
Figura 27. Identificación de estudio .....	61
Figura 28. Visita del docente guía .....	61
Figura 29. Cultivo en etapa de cosecha .....	62
Figura 30. Recolección de mazorcas .....	62
Figura 31. Cosecha de mazorca .....	62
Figura 32. Extracción de granos.....	62

## Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Naranjal. Se utilizó un diseño de bloques compuesto de 4 tratamientos bajo 10 repeticiones, mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. En comportamiento agronómico se analizaron variables como número de mazorcas por planta, diámetro de la mazorca, peso de 100 granos, en las que se encontró significancia estadística obteniendo el mejor resultado el T2 (Fertilizante foliar); Se determinaron los tratamientos sobresalientes en rendimiento del cultivo el destacado fue el T2 (Fertilización foliar), con un valor de 1648.89 kilogramos por hectárea; seguido de T1 (Fertilización edáfica), con un valor de 1458.02 kilogramos por hectárea, Para el análisis económico se demostró el tratamiento que predominó en el estudio fue el T2 (Fertilización foliar) con un beneficio/costo de \$2.90 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.90 dólares; el T1 (Fertilización edáfica) con un beneficio/costo de \$2.62 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.62 dólares; el T3 (Fertilización convencional) con un beneficio/costo de \$2.41 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.41 dólares y por último el T4 (Testigo absoluto) con un valor de \$1.61 con un retorno de 0.61 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos; Al final de esta investigación se concluyó que el uso de fertilizante foliar Sinetiq correspondiente al tratamiento 2, si incrementó la producción de cacao, por lo que se recomendó su uso.

Palabras clave: Cacao, cacaotera, edáfico, fertilizante, foliar.

### Abstract

The objective of the present investigation was to determine the effect of two types of edaphic and foliar fertilization in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Naranjal canton. A block design composed of 4 treatments under 10 repetitions was used, using the Tukey test at 5% significance. In agronomic behavior, variables such as number of ears per plant, diameter of the ear, weight of 100 grains were analyzed, in which statistical significance was found, obtaining the best result in T2 (Foliar fertilizer); The outstanding treatments in crop yield were determined, the highlight was T2 (foliar fertilization), with a value of 1648.89 kilograms per hectare; followed by T1 (Edaphic fertilization), with a value of 1458.02 kilograms per hectare. For the economic analysis, the treatment that prevailed in the study was demonstrated to be T2 (foliar fertilization) with a benefit/cost of \$2.90, since for every dollar invested got \$1.90; T1 (Edaphic fertilization) with a benefit/cost of \$2.62 since for every dollar invested he obtained \$1.62; T3 (Conventional Fertilization) with a benefit/cost of \$2.41 since for every dollar invested he obtained \$1.41 and finally T4 (Absolute control) with a value of \$1.61 with a return of \$0.61, being the lowest average between treatments. ; At the end of this investigation, it was concluded that the use of Sinetiq foliar fertilizer corresponding to treatment 2 did increase cocoa production, therefore its use was recommended.

Keywords: Cocoa, cocoa tree, edaphic, fertilizer, foliar.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

El mercado internacional del cacao ofrece una oportunidad para la nación y este emprendimiento porque existe una demanda insatisfecha a largo plazo que, en el período más reciente, ascendió a 157.240 toneladas métricas. Esta disminución de la oferta se debe a cambios climáticos abruptos e impredecibles que afectan a la mayoría de las principales naciones exportadoras de cacao, lo que se traduce en una baja producción y un fuerte aumento de la demanda (Ávalos, 2014).

Ecuador es el mayor productor mundial de cacao fino de aroma; del volumen total de cacao fino producido en el mundo, el 70% se produce allí. Esto se debe a que el grano tiene un sabor y un aroma distintivos como resultado de la riqueza mineral del suelo y la edad de los árboles de cacao. Desde hace tiempo, Ecuador exporta productos de cacao y ha ampliado constantemente su mercado por su calidad superior (López, 2019).

La calidad y cantidad de fertilizantes también deben determinarse de acuerdo con las demandas nutricionales de las plantas, ya que las necesidades de fertilizantes del cultivo de cacao se toman en cuenta en conjunto con los requerimientos de las plantas que dan sombra al cultivo (Ávila, 2014).

El objetivo principal de la investigación sobre fertilizantes ha sido a menudo aumentar la productividad agrícola. Como resultado, los agricultores utilizan una variedad de fertilizantes en cantidades significativas, pero rara vez tienen en cuenta la eficiencia en el uso de nutrientes, que se calcula como la biomasa total generada por la planta por unidad de nutriente absorbido (Mejinvar, 2014).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Debido a su gran importancia en el proceso de producción y al hecho de que se utiliza como materia prima para crear muchos productos, incluido el chocolate, los agricultores del cantón de Naranjal se ven presionados para aumentar la producción con el fin de mejorar la situación económica de las familias locales.

En el ensayo actual, se propone investigar el uso de fertilizantes foliares y edáficos para hidratar las plantas y aumentar los rendimientos agrícolas en respuesta a este trabajo.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuál fue el efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao en el Cantón Naranjal?

## **1.3 Justificación de la investigación**

Debido a que proporciona más mano de obra a las familias que trabajan en el cultivo y la cosecha del cacao, aumenta sus ingresos y mejora sus condiciones de vida, el cacao es una de las principales fuentes de ingresos de Ecuador. Gracias a su gran calidad, este producto puede competir en los mercados mundiales, lo que beneficia a la economía de la nación (Mejillones, 2015).

Aumentar y mantener el contenido de materia orgánica en las plantaciones de cacao es un gran enfoque que mejora la fertilidad. Se aconseja utilizar métodos de cultivo que reduzcan la erosión del suelo, como mantener el suelo cubierto. Además, se aconseja utilizar técnicas de gestión que reduzcan la pérdida de nitrógeno a la vez que mantienen o mejoran el equilibrio del suelo. Para optimizar las ventajas y reducir las pérdidas, deben administrarse fertilizantes inorgánicos u orgánicos apropiados de acuerdo con directrices científicas (Arévalo, 2017).

#### 1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El estudio se desarrolló en la zona agrícola del cantón Naranjal, provincia del Guayas.
- **Tiempo:** La investigación presente tuvo una duración estimada de 6 meses entre los meses de enero del 2023 hasta junio del 2023.
- **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 dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao en el cantón Naranjal.

#### 1.6 Objetivos específicos

- Determinar que fertilizante se adapta a la aplicación de fertilización tanto edáfica como foliar en el cultivo de cacao en la zona de estudio.
- Establecer que tratamiento aumenta el rendimiento en estudio en kg/ha.
- Realizar un análisis económico entre los tratamientos.

#### 1.7 Hipótesis

Uno de los tratamientos en estudio se adaptó a la zona de estudio aumentando el rendimiento kg/ha de la zona agrícola de Naranjal.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

En Simón Bolívar, las mejoras tecnológicas en la nutrición del cultivo del cacao fueron desarrolladas y los resultados permiten al agricultor producir cosechas de mayor rendimiento y calidad. Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con un arreglo factorial y de grupos de 8 tratamientos dispersos al azar y con 4 repeticiones. Se realizó la prueba de Tukey para comparar medias con probabilidades del 5% y el 1%. Los resultados demostraron una fuerte relación entre las variables número de mazorcas/planta, número de granos/mazorca, número de granos/tallo, peso del grano por mazorca, peso del grano por planta y diámetro de la mazorca. Además, las concentraciones de nutrientes en el tejido foliar fueron suficientes para N, P y K (León, 2015).

Se realizó un estudio en Costa Rica con el objetivo de determinar las concentraciones foliares en el cultivo del cacao. Sobre el contenido nutricional en las hojas de cuatro clones de cacao, se evaluó el impacto de cinco dosis de fertilización NPK. Se utilizaron cinco tratamientos en un diseño de bloques completos al azar: T1 (control), T2 (25%NPK), T3 (50%), T4 (75%NPK), y T5 (100%); cuatro repeticiones produjeron 20 unidades experimentales. De acuerdo con las evaluaciones de efecto de tratamiento, clon e interacción, los datos obtenidos revelaron variaciones apreciables en el contenido foliar de los nutrientes (Puentes, 2016).

Según Pérez (2019), la mayoría de los suelos cacaoteros presentan bajos niveles de MO, N, S, Zn y B, lo que unido a una fertilización insuficiente y a la falta de riego dificulta el incremento del rendimiento y la rentabilidad del cultivo. Esto es especialmente cierto si se tiene en cuenta que el 83% de las precipitaciones se

concentran entre enero y abril, lo que significa que el cacao experimenta un déficit hídrico durante la mayor parte del año. Por ello, la fertilización foliar sería suficiente para aumentar la producción.

Si el suelo no presenta las características adecuadas producirá una carencia nutricional si el contenido de humedad del suelo es insuficiente para que los nutrientes lleguen a las raíces y posteriormente a la planta. Dado que los nutrientes son necesarios para los procesos de fotosíntesis, respiración y síntesis de fitohormonas que intervienen en el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, la privación de nutrientes provoca problemas fisiológicos que repercuten en la productividad. Además, se ha descubierto que una dieta equilibrada ayuda a fortalecer las defensas naturales de las plantas contra las enfermedades (Nadeem, 2019).

En algunas situaciones en las que hay demanda nutricional y la suplementación del suelo es insuficiente en las cacaoteras, la fertilización foliar complementa el abono del suelo y con ello las demandas nutricionales de los cultivos. Fertilización foliar basada en la disponibilidad de nutrientes En agroecosistemas de secano, la fertilización foliar suplementaria aumenta la producción, la salud y la rentabilidad del cacao. Los minerales y biomoléculas empleados favorecen la floración y fructificación del cacao (Erwiyono, 2020).

Según Priyono (2022), el cacao sometido a fertilización foliar enriquecida con macro y micronutrientes presentó una disminución de la gravedad de la enfermedad de hasta el 24%. La fertilización foliar con roca de silicato enriquecida con macro y micronutrientes redujo la severidad de la enfermedad en el cacao en un 24%. La fertilización foliar, según descubrieron, redujo la gravedad de las infecciones víricas de la vaina negra del cacao y del brote hinchado, respectivamente.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Origen del cultivo de cacao**

El cacao es originario de los trópicos tropicales de Sudamérica. Se cree que su centro de origen está en las tierras altas amazónicas del noroeste de Sudamérica, a medio camino entre Perú, Ecuador y Colombia. Desde que los españoles llegaron a América y empezaron a utilizar el cacao como fuente de alimento, los europeos lo conocieron (Fernández, 2011).

Las tribus indígenas de América Central, como los olmecas y los mayas, lo utilizaban y lo consideraban "el alimento de los dioses". Registros más detallados describen el amor de los aztecas por el cacao; crearon una mezcla amarga y concentrada llamada "techocolat" que solo se administraba a guerreros, nobles y al monarca (Mosquera, 2012).

Cuando los españoles llegaron a América, descubrieron el cacao en México, lugar clave para la dispersión de la especie. Desde la antigüedad, los pueblos lo utilizaban para preparar bebidas y como alimento cuando se combinaba con maíz. Además, se utilizaba como moneda en los tratos comerciales. En la actualidad, la mayoría de las naciones tropicales lo cultivan entre los 20° de latitud norte y los 20° de latitud sur (Noboa, 2019).

### **2.2.2 Taxonomía del cultivo de cacao**

Borbor (2018) describe la taxonomía del cacao de la siguiente manera:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Subtipo:** Angiosperma

**Clase:** Dicotiledoneas

**Subclase:** Dialipetalas

**Orden:** Malvales

**Familia:** Esterculiáceas

**Tribu:** Bitnerieas

**Género:** Theobroma.

### **2.2.3 Morfología del cacao**

#### **2.2.3.1. Raíz**

Su raíz principal clave se extiende de 2 a 3 metros, y las raíces subsidiarias son numerosas en los 25 a 30 centímetros superiores del suelo. Sus hojas, sensibles y bien pigmentadas, son simples y de color verde, muy cambiante, y pueden volverse marrones, púrpuras o rojizas además de permanecer en un tono claro de verde (Rodríguez, 2013).

#### **2.2.3.2. Tallo**

La planta tiene un tallo erguido que puede alcanzar una altura de 1 a 1,50 m, a partir del cual de 3 a 5 ramas con patrones de crecimiento horizontal crean el llamado abanico u horquilla. Una vez desarrollada la horquilla, se elimina la yema terminal, y un chupón que sobresale de la parte inferior de la horquilla inicia el posterior crecimiento vertical (Torres, 2012).

#### **2.2.3.3. Hojas**

Según Montes (2017), las hojas perennes cuelgan del peciolo y son simples, elípticas u ovals, miden de 20 a 35 centímetros de largo por 4 a 15 centímetros de ancho y algo gruesas. Son de color verde liso y alternas a cada lado de la rama.

#### **2.2.3.4. Flores**

Las flores son diminutas y formadas en racimos minúsculos, las floraciones se sitúan alrededor de las zonas donde antes había hojas en el tejido maduro del tallo y las ramas de más de un año. Las flores son diminutas, florecen a última hora de

la tarde y pueden estar fecundadas durante todo el día siguiente. La corola es blanca, amarilla o rosa; el cáliz es rosa con segmentos puntiagudos. Los pétalos son alargados (Espinoza, 2012).

#### **2.2.3.5. Mazorca**

La mazorca pesa entre 200 gramos y 1 kilogramo, y mide alrededor de 10 a 32 centímetros de largo por 7 a 10 cm de ancho. Cuando el fruto está maduro, se extraen las semillas, se fermentan eliminando la baba y se secan antes de ser utilizadas. Su grano tiene un rico interior marrón y un sabor delicioso (Gómez, 2017).

### **2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos**

#### **2.2.4.1. Temperatura**

Otro elemento que afecta a la producción y el cultivo del cacao es la temperatura. La temperatura es un factor decisivo para el proceso y el avance del crecimiento del cacao, ya que éste no soporta las bajas temperaturas. Su rasgo definitorio exige un límite climático anual de entre 24 y 26 grados centígrados. Las temperaturas más bajas dificultan el cultivo efectivo del cacao (Guerrón, 2018).

#### **2.2.4.2. Suelo**

Algunas condiciones aceptables son necesarias para el buen desarrollo de cualquier cultivo, y éste no es una excepción. El cacao necesita un suelo con un pH entre 6 y 7, así como las características de un suelo de fertilidad ideal, y no puede estar compactado. También necesita tener buena capacidad de drenaje (MAGAP, 2012).

#### **2.2.4.3. Humedad relativa**

Se necesita sombra para cultivar cacao. La humedad relativa es crucial, ya que algunas plagas y enfermedades de la fruta pueden desarrollarse como

consecuencia de ella. Debido a estas condiciones climáticas, el cacao se cultiva sobre todo en tierras bajas tropicales (InfoAgro, 2013).

## **2.2.5 Labores culturales**

### **2.2.5.1. Poda**

Al eliminar las partes improductivas de la planta, como chupones, ramas que crecen en la dirección equivocada y frutos enfermos, la poda puede fomentar el establecimiento de un nuevo crecimiento vegetativo. Los cacaotales deben tener menos de cuatro metros de altura para que su cuidado sea más sencillo y se pueda recoger mejor la fruta (Mero, 2013).

### **2.2.5.2. Fertilización**

Para producir una fertilización eficaz, debe evaluarse la cantidad de fertilidad natural del suelo mediante análisis foliares o del suelo. A continuación del potasio, en términos de absorción por el cacao, se encuentran el nitrógeno, el calcio, el magnesio y el potasio. En una tonelada de semilla de cacao suelen encontrarse 35 kg de nitrógeno, 10 kg de óxido de fósforo y una cantidad considerable de potasio (Noboa, 2015).

### **2.2.5.3. Cosecha de mazorcas**

La Para no dañar la planta, la recolección de frutos maduros requiere el uso de instrumentos afilados como machetes, tijeras y podaderas. Tras la polinización de las flores, los frutos maduros suelen recolectarse entre 160 y 185 días después; a medida que maduran, su tono de color varía de verde a amarillo, a rojizo o carmelita a naranja (Larrea, 2019).

### **2.2.5.4. Extracción de la semilla**

Para evitar el desarrollo bacteriano, la extracción de las semillas debe hacerse tan pronto como se haya cosechado la mazorca, o como máximo dos días después.

Normalmente, la mazorca se trocea en forma cuadrada con cuatro incisiones. Deben evitarse los cortes realizados a contrapelo, ya que pueden disminuir la calidad (Figuroa, 2019).

### **2.2.6 Fertilización del cultivo de cacao**

Cuando no se utiliza fertilizante y la plantación madura demasiado pronto, el rendimiento de los cultivos de cacao puede disminuir rápidamente con el tiempo. Antes de iniciar un programa de fertilización, debe realizarse un análisis de los resultados para determinar las necesidades nutricionales del cultivo. Para un mejor aprovechamiento de los nutrientes, los tratamientos de fertilización deben repartirse a lo largo del año en suelos húmedos, o alternativamente antes del inicio de la temporada de lluvias (Herrera, 2018).

Una nutrición equilibrada es necesaria para el cacao, y esa nutrición debe ir unida a elementos de crecimiento como la luz, la temperatura y las condiciones del suelo. Cuando la fertilidad del suelo es insuficiente y presenta deficiencias, es necesario fertilizarlo para reparar o corregir los límites existentes (INIAP, 2010).

La fertilización foliar también se ha convertido en un método popular e importante para los productores, ya que aborda los déficits nutricionales de las plantas, fomenta el desarrollo saludable de los cultivos y aumenta el rendimiento y la calidad de los productos. La fertilización foliar no sustituye a la fertilización convencional de los cultivos, sino que es una técnica utilizada para aumentar o satisfacer las necesidades nutricionales de un cultivo que no pueden cubrirse con los fertilizantes convencionales del suelo (Aguilar, 2005).

### **2.2.7 SINETIQ**

La formulación, basada en ácidos orgánicos y microcarburos creada especialmente para la agricultura natural moderna sin productos químicos,

estimula, vigoriza y preserva los cultivos, al tiempo que genera frutos con mayores valores nutritivos. La calidad de los cultivos tratados mejora significativamente gracias a su actividad antiestrés y bioestimulante, que favorece un crecimiento equilibrado de los cultivos, mejora la inmunidad de las plantas y su resistencia a las agresiones bióticas y abióticas, cataliza el metabolismo de las plantas, potenciándolo y permitiendo al cultivo soportar condiciones difíciles. Aumenta la capacidad del sistema radicular para absorber los nutrientes que se encuentran en la solución del suelo (Lignoquim, 2023).

### **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 objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Naranjal.

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La presente investigación tuvo un diseño experimental y fue evaluado el efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao en el cantón Naranjal, mediante la variación de las variables diseñadas experimentalmente y la recopilación de datos, fue posible probar la hipótesis utilizando el análisis estadístico.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

En el presente estudio se empleó un diseño experimental con cuatro tratamientos y evaluando dos tipos de fertilización de edáfica y foliar bajo 10 repeticiones.

###### ***3.1.2.1. Investigación experimental***

El objetivo de esta investigación era examinar cómo los fertilizantes influían en la producción del cultivo de cacao.

###### ***3.1.2.2. Investigación descriptiva***

Permitió recopilar datos de acuerdo con la hipótesis, resumirlos y, a continuación, examinar detenidamente las conclusiones finales del estudio.

###### ***3.1.2.3. Investigación explicativa***

Se pudo ofrecer nuevas metodologías de estudio y comprender cómo se obtuvieron los resultados.

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Variables**

#### **3.2.1.1. Variable independiente**

Tipos de fertilización (edáfica y foliar).

#### **3.2.1.2. Variables dependientes**

##### *3.2.1.2.1. Número de mazorca planta (n)*

Se realizó el conteo de las mazorcas de cacao por cada tratamiento y luego se promedió por tratamiento. Esta variable se tomó a los 100 días luego de la primera aplicación.

##### *3.2.1.2.2. Diámetro de la mazorca (cm)*

Se tomó tres mazorcas al azar por cada unidad experimental y realizará con ayuda de un calibrador la toma del diámetro de la mazorca, para luego ser promediados por tratamientos. Esta variable se tomó a los 100 días luego de la primera aplicación.

##### *3.2.1.2.3. Peso de 100 granos secos (g)*

Se tomó 100 granos secos y con ayuda de una balanza digital se tomó el peso en gramos. Lo cual se optó por un grado de humedad del 12%. Los datos obtenidos fueron promediados por tratamientos.

##### *3.2.1.2.4. Rendimiento (kg/ha)*

De acuerdo al rendimiento obtenido por cada tratamiento, este se transformó a kg/ha para ser promediado.

##### *3.2.1.2.5. Análisis costo beneficio (c/b)*

La relación beneficio/costo se utilizó para calcular el análisis económico basado en los gastos asociados a la producción de cacao.

### 3.2.2 Tratamientos

Los tratamientos fueron evaluados bajo dos métodos de fertilización: edáfica y foliar, aplicados al inicio del ensayo, luego a los 30, 60 y 90 días. Los tratamientos se muestran a continuación:

**Tabla 1. Tratamientos en estudio**

N.º	Tratamientos	Días de fertilización
T1	Fertilización edáfica	1-30-60-90
T2	Fertilización foliar	1-30-60-90
T3	Fertilización convencional	1-30-60-90
T4	Testigo absoluto	Sin aplicación

Rosado, 2023

### 3.2.3 Diseño experimental

El siguiente trabajo utilizó un diseño de bloques, evaluando cuatro tratamientos y diez repeticiones, obteniendo 40 plantas de cacao a evaluar.

#### 3.2.3.1. Esquema del análisis de varianza

**Tabla 2. Diseño del análisis de la varianza**

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Repeticiones			
Error experimental	(r-1)	(10-1)	9
	(t-1) (r-1)	(4-1) (10-1)	27
Total	Tr-1	4*10-1	39

Rosado, 2023

### 3.2.3.2. Delimitación experimental

**Tabla 3. Diseño experimental**

Descripción	Cantidad
No. de tratamiento	4
No. de repeticiones	10
No. de parcelas	40
Distancia entre repeticiones y parcelas	3 m
Largo de la parcela	3 m
Ancho de la parcela	3 m
Área de la parcela	3 m <sup>2</sup>
Población de plantas total	40
Área total del ensayo	135 m <sup>2</sup>

Rosado, 2023

### 3.2.4 Recolección de datos

#### 3.2.4.1. Recursos

##### 3.2.4.1.1. Materiales y herramientas

Guantes, baldes, bomba de fumigar, bomba de riego, machetes, letrero, equipo de medición, cintas, insecticidas, fungicidas, libreta, cámara, entre otros.

##### 3.2.4.1.2. Material experimental

Plantación de cacao, fertilizantes

##### 3.2.4.1.3. Recursos humanos

Tesista, tutor, trabajadores encargados de la finca en estudio.

##### 3.2.4.1.4. Recursos bibliográficos

Los recursos bibliográficos utilizados para la investigación fueron: libros, revistas científicas, tesis de grado, sitio web, guías e informes técnicos.

### 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**

Recursos	Valor unitario (\$)	Cantidad	Total (\$)
Carteles	1	20	20
Insumos agrícolas	30	3	90
Pala	7	1	7
Machete	5	1	5
Ferticrop	46	1	46
SinetiQ	52	1	52
Control de plagas	30	2	60
Mano de obra	25	3	75
Viáticos	150	1	150
<b>Total</b>			<b>505</b>

Rosado, 2023

### 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**

**Identificación de tratamientos:** Se escogieron 10 plantas por cada tratamiento señalándola con un letrero que identifique el número de tratamiento a estudiar. Se dejó un testigo absoluto, se evaluaron un total de 40 plantas de cacao.

**Podas y riego:** Se realizó 2 podas de mantenimiento al cultivo y el riego fue de acuerdo a las necesidades del cacao.

**Fertilización:** La fertilización o nutrición fue realizada bajo los métodos empleados en la tabla 1, con un testigo absoluto.

**Cosecha:** La cosecha se realizó de manera manual a partir de los 80 días luego de la primera aplicación.

#### **3.2.5 Análisis estadístico**

##### **3.2.5.1. Análisis funcional**

Para el estudio se utilizó el análisis de varianza y la comparación de medidas se realizará con el Test de Tukey, al 5% de probabilidad. Este análisis se realizó con el software InfoStat.

##### **3.2.5.2. Hipótesis estadística**

**H1:** Al menos uno de los fertilizantes aplicados tuvo efectos positivos en la producción de cacao.

**H0:** Ninguno de los fertilizantes aplicados tuvo efectos positivos en la producción de cacao.

## 4. Resultados

### 4.1 Determinación de que fertilizante se adapta a la aplicación de fertilización tanto edáfica como foliar en el cultivo de cacao en la zona de estudio.

#### 4.1.1 Número de mazorcas por planta (n)

En la tabla 5 se muestran las medias obtenidas al analizar el número de mazorcas por planta cacao; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 6.44 %; se determinó un valor p 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 tratamiento sobresaliente fue T2 (Fertilización foliar), con un valor de 42.40 número de mazorca; seguido de T1 (Fertilización edáfica), con 40.39 número de mazorca. El tratamiento de menor promedio fue: T4 (Testigo absoluto) con 29.48 número de mazorca.

**Tabla 5. Número de mazorcas por planta (n)**

Tratamientos	Medias	Significancia
T4 Testigo absoluto	29.48	A
T3 Fertilización convencional	38.41	B
T1 Fertilización edáfica	40.39	B C
T2 Fertilización foliar	42.40	C
E.E.	0.77	
C.V (%)	6.44	
Significancia	**	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
Rosado, 2023

#### 4.1.2 Diámetro de la mazorca (cm)

En la tabla 6 se muestran las medias obtenidas al analizar el diámetro de la mazorca de cacao; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 2.35 %; se determinó un valor p 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 tratamiento sobresaliente fue T2 (Fertilización foliar), con un valor de 11.38 cm; seguido de T1 (Fertilización edáfica), con 10.29 cm. El tratamiento de menor promedio fue: T4 (Testigo absoluto) con 8.34 cm.

**Tabla 6. Diámetro de la mazorca (cm)**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
T4 Testigo absoluto	8.34	A
T3 Fertilización convencional	9.22	B
T1 Fertilización edáfica	10.29	C
T2 Fertilización foliar	11.38	D
E.E.	0.77	
C.V (%)	2.35	
Significancia	**	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
Rosado, 2023

#### 4.1.3 Peso de 100 granos (g)

En la tabla 7 se muestran las medias obtenidas al analizar el peso de 100 granos de cacao; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 0.81 %; se determinó un valor p 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 tratamiento sobresaliente fue T2 (Fertilización foliar), con un valor de 180.36 gramos; seguido de T1 (Fertilización edáfica), 173.19 gramos. El tratamiento de menor promedio fue: T4 (Testigo absoluto) con 150.35 gramos; seguido de T3 (Fertilización convencional), con un valor de 161.80 gramos.

**Tabla 7. Peso de 100 granos (g)**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
T4 Testigo absoluto	150.35	A
T3 Fertilización convencional	161.80	B
T1 Fertilización edáfica	173.19	C
T2 Fertilización foliar	180.36	D
E.E.	0.43	
C.V (%)	0.81	
Significancia	**	

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

Rosado, 2023

## **4.2 Establecimiento de que tratamiento aumenta el rendimiento en estudio en kg/ha.**

### **4.2.1 Rendimiento (kg/ha)**

En la tabla 8 se muestran las medias obtenidas al analizar el rendimiento del cultivo de cacao; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 1.96 %; se determinó un valor p 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 tratamiento sobresaliente fue T2 (Fertilización foliar), con un valor de 1648.89 kilogramos por hectárea; seguido de

T1 (Fertilización edáfica), con un valor de 1458.02 kilogramos por hectárea. El tratamiento de menor promedio fue: T4 (Testigo absoluto) con 879.45 kilogramos por hectárea.; seguido de T3 (Fertilización convencional), con un valor de 1351.75 kilogramos por hectárea.

**Tabla 8. Rendimiento (kg/ha)**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
T4 Testigo absoluto	879.45	A
T3 Fertilización convencional	1351.75	B
T1 Fertilización edáfica	1458.02	C
T2 Fertilización foliar	1648.89	D
E.E.	8.29	
C.V (%)	1.96	
Significancia	**	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
Rosado, 2023

#### **4.3 Realización de un análisis económico de los tratamientos en estudio.**

##### **4.3.1 Análisis económico**

La tabla 9, demuestra los costos totales de cada tratamiento en estudio, se obtuvo información de “La Asociación Nacional de Exportadores e Industriales de Cacao del Ecuador”, donde indica que el precio comercial de cacao está a 2.75 dólares en el presente año. Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T2 (Fertilización foliar) con un beneficio/costo de \$2.90 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.90 dólares; el T1 (Fertilización edáfica) con un beneficio/costo de \$2.62 ya que por cada dólar invertido obtuvo

1.62 dólares; el T3 (Fertilización convencional) con un beneficio/costo de \$2.41 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.41 dólares y por último el T4 (Testigo absoluto) con un valor de \$1.61 con un retorno de 0.61 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

**Tabla 9. Análisis económico**

Tratamiento	Rend. kg/ha 7%	Precio Comercial (\$/Kg)	Bien bruto \$	Costo de producción \$	Bien neto \$	Relación b/c
T1 Fertilización edáfica	1453.28	2.75	3996.53	1524	2472.53	2.62
T2 Fertilización foliar	1650.93	2.75	4540.05	1564	2976.05	2.90
T3 Fertilización convencional	1339.65	2.75	3684.03	1526	2158.03	2.41
T4 Testigo absoluto	876.16	2.75	2409.45	1500	909.45	1.61

Rosado, 2023

## 5. Discusión

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Naranjal.

Posteriormente de la interpretación de datos, con respecto al primer objetivo específico en el que se identifica que tipo de fertilizante tuvo el mejor comportamiento agronómico en el cultivo de cacao; en los que se determinó que el tratamiento destacado en todas las variables fue el T2 (Fertilización foliar) que acorde con León (2015) menciona que un estudio en Simón Bolívar, se utilizó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con un arreglo factorial y de grupos de 8 tratamientos dispersos al azar y con 4 repeticiones. Se realizó la prueba de Tukey para comparar medias con probabilidades del 5% y el 1%. Los resultados demostraron una fuerte relación entre las variables número de mazorcas/planta, número de granos/mazorca, número de granos/tallo, peso del grano por mazorca, peso del grano por planta y diámetro de la mazorca. Además, las concentraciones de nutrientes en el tejido foliar fueron suficientes para N, P y K. Conforme con Puentes (2016) menciona que se realizó un estudio en Costa Rica con el objetivo de determinar las concentraciones foliares en el cultivo del cacao. Sobre el contenido nutricional en las hojas de cuatro clones de cacao, se evaluó el impacto de cinco dosis de fertilización NPK. Se utilizaron cinco tratamientos en un diseño de bloques completos al azar: T1 (control), T2 (25%NPK), T3 (50%), T4 (75%NPK), y T5 (100%); cuatro repeticiones produjeron 20 unidades experimentales. De acuerdo con las evaluaciones de efecto de tratamiento, clon e interacción, los datos obtenidos revelaron variaciones apreciables en el contenido foliar de los nutrientes.

En razón del segundo objetivo específico se definen el rendimiento del cultivo de cacao, en el que se obtuvo mayores promedios en los tratamientos T2 (Fertilización foliar) con un valor de 1648.89 kg/ha y T1 (Fertilización edáfica), con un valor de 1458.02 kilogramos por hectárea, por lo que concuerdo con Pérez, (2019), mencionan que gran parte de los suelos cacaoteros, presentan bajos contenidos de MO, N, S, Zn y B, lo cual, sumado a una inadecuada fertilización y falta de riego, no permite potenciar el rendimiento y rentabilidad del cultivo, más aún cuando el 83% de las precipitaciones se concentran entre enero y abril, lo cual indica que la mayor parte del año el cacao sufre déficit hídrico por tal razón una fertilización foliar sería lo adecuado para fomentar la producción. Y acorde con Nadeem (2019), indica que si el suelo no presenta las características adecuadas producirá una carencia nutricional si el contenido de humedad del suelo es insuficiente para que los nutrientes lleguen a las raíces y posteriormente a la planta. Dado que los nutrientes son necesarios para los procesos de fotosíntesis, respiración y síntesis de fitohormonas que intervienen en el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, la privación de nutrientes provoca problemas fisiológicos que repercuten en la productividad. Además, se ha descubierto que una dieta equilibrada ayuda a fortalecer las defensas naturales de las plantas contra las enfermedades.

En base al tercer objetivo específico se determinó que el mejor tratamiento en la relación beneficios/costos fue el T2 (Fertilización foliar) con un beneficio/costo de \$2.90 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.90 dólares; el T1 (Fertilización edáfica) con un beneficio/costo de \$2.62 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.62 dólares; el T3 (Fertilización convencional) con un beneficio/costo de \$2.41 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.41 dólares y por último el T4 (Testigo absoluto) con un valor de \$1.61 con un retorno de 0.61 dólares, siendo el de menor

promedio entre tratamientos. Acorde con Erwiyono (2020) indica que en algunas situaciones en las que hay demanda nutricional y la suplementación del suelo es insuficiente en las cacaoteras, la fertilización foliar complementa el abono del suelo y con ello las demandas nutricionales de los cultivos. Fertilización foliar basada en la disponibilidad de nutrientes En agroecosistemas de secano, la fertilización foliar suplementaria aumenta la producción, la salud y la rentabilidad del cacao. Los minerales y biomoléculas empleados favorecen la floración y fructificación del cacao. Así también Priyono (2022) menciona que el cacao sometido a fertilización foliar enriquecida con macro y micronutrientes presentó una disminución de la gravedad de la enfermedad de hasta el 24%. La fertilización foliar con roca de silicato enriquecida con macro y micronutrientes redujo la severidad de la enfermedad en el cacao en un 24%. La fertilización foliar, según descubrieron, redujo la gravedad de las infecciones víricas de la vaina negra del cacao y del brote hinchado, respectivamente. Por lo que se acepta la hipótesis de estudio, ya que la aplicación de fertilizante foliar en la producción de cacao permitió aumentar la productividad del cultivo.

## 6. Conclusiones

Al analizar las variables del estudio se concluye en base al primer objetivo específico respecto a comportamiento agronómico del cultivo; en los que se determinó que el tratamiento destacado en todas las variables fue el T2 (Fertilización foliar) ya que los árboles obtuvieron resultados favorables en las diferentes variables de estudio.

En rendimiento del cultivo de cacao el tratamiento fue T2 (Fertilización foliar), con un valor de 1648.89 kilogramos por hectárea; seguido de T1 (Fertilización edáfica), con un valor de 1458.02 kilogramos por hectárea. El tratamiento de menor promedio fue: T4 (Testigo absoluto) con 879.45 kilogramos por hectárea.; seguido de T3 (Fertilización convencional), con un valor de 1351.75 kilogramos por hectárea.

Mediante la determinación del análisis económico se demostró el tratamiento que predominó en el estudio fue el T2 (Fertilización foliar) con un beneficio/costo de \$2.90 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.90 dólares; el T1 (Fertilización edáfica) con un beneficio/costo de \$2.62 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.62 dólares; el T3 (Fertilización convencional) con un beneficio/costo de \$2.41 ya que por cada dólar invertido obtuvo 1.41 dólares y por último el T4 (Testigo absoluto) con un valor de \$1.61 con un retorno de 0.61 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

## **7. Recomendaciones**

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

La elaboración de un estudio con diferentes fertilizantes foliares, para poder definir nuevas alternativas de nutrición en cacaoteras con problemas de suelo.

La comparación de los resultados de esta investigación, realizando estudios en diferentes zonas con mayor producción de cacao y medir otras variables para corroborar los datos obtenidos.

El empleo de fertilizantes foliares en épocas secas para mejorar el rendimiento del cultivo de cacao, para mejorar la calidad del fruto y minimizar los daños ocasionados por deficiencia nutricional.

La aplicación de fertilizante foliar Sinetiq en cultivo de cacao ya establecido, con la finalidad de incrementar la productividad del cultivo y calidad del grano de cacao.

## 8. Bibliografía

- Aguilar, D. (2005). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 3.
- Arévalo, M. (2017). *Manual Técnico del cultivo de cacao. Buenas Prácticas para América Latina*. Costa Rica: IICA.
- Avalos, E. (2014). Estudio de factibilidad para la creación de un centro de acopio de cacao fino de aroma ubicado en Cumandá Provincia de Chimborazo. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7257/1/22T0283.pdf>
- Avila, D. (2014). Estudio de la fertilización del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional en suelos volcánicos de Quevedo. Tesis de grado, Universidad Técnica de Manabí, Manabí. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4465/1/Tesis%20%20015.pdf>
- Borbor, M. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico de seis clones de cacao tipo nacional (*Theobroma cacao* L.) en el centro de práctica y producción Rio Verde, Cantón Santa Elena. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4454/1/UPSE-TIA-2018-0007.pdf>
- Constitución del Ecuador. (2012). Asamblea Constituyente. Obtenido de Patrimonio natural y ecosistemas: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>

- Espinoza, C. (2012). Estudio de factibilidad para la producción de cacao en el Cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas. Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1559/1/T-UCE-0005-181.pdf>
- Fernández, M. (2011). Determinación de la adopción de genotipos de cacao y sus componentes tecnológicos generados por INIAP, en zonas cacaoteras representativas de Manabí. Tesis de grado, ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Sangolquí. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5140/1/T-ESPE-IASA%20I-004592.pdf>
- Gómez, J. (2017). Propuesta de plan de negocio para comercializar en la ciudad de Guayaquil el nibs de cacao elaborado por la asociación de productores orgánicos de Vinces Apovinces de la Provincia de Los Ríos. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23936/1/Tesis%20Nibs%20de%20Cacao.pdf>
- Guerrón, R. (2018). Proyecto de Factibilidad para la producción de cacao con vista a la exportación en la finca "Lesly" ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de grado, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11750/1/T-UCSG-POS-MFEE-135.pdf>
- Herrera, H. (2018). Diagnostico del estado nutricional y recomendaciones de fertilizacion en cacao CCN51 en la Finca el Capullo, Canton El Triunfo,

Provincia del Guayas. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28440/1/Herrera%20Mosquer0H%C3%A9ctor%20Jos%C3%A9.pdf>

InfoAgro. (2013). Características del cultivo de cacao. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>

INIAP. (2010). Manejo técnico del cultivo de cacao en Manabí. Manabí.

Leon, L. (2015). Estudio sobre niveles de fertilización con N, P, K, Mg utilizando una fuente de liberación controlada en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8410/1/Le%C3%B3n%20Campoverde%20Luis.pdf>

López, A. (2019). Propuesta para la creación de un consorcio orientado a la exportación de pasta de cacao a la República de Argentina. Tesis de grado, Universidad Internacional del Ecuador, Quito. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3084/1/T-UIDE-1126.pdf>

MAGAP. (2012). Buenas prácticas agrícolas cacao. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wpcontent/uploads/2015/07/Guia-BPA-cacao1.pdf>

Mejillones, C. (2015). Plan estratégico de exportación de cacao fino producido en el Cantón Guayaquil para el mercado de Shanghái. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10015/1/UPS-GT001016.pdf>

Mejinvar, J. (2014). Eficiencias en el uso de nitrógeno en clones de cacao. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S13](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S13)

- Mosquera, D. (2012). Estudio de factibilidad para la producción de cacao en el Cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1559/1/T-UCE-0005-181.pdf>
- Noboa, F. (2019). Efecto de la aplicación de tres productos a base de ácidos húmicos y fúlvicos sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Valencia, provincia de Los Ríos. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3681/1/T-UTEQ-0172.pdf>
- Pérez, G. (2013). Plan de negocios para la exportación de cacao producido en la región 7 (Loja, Zamora y El Oro) hacia Holanda. Tesis de grado. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/339/1/TESIS.pdf>
- Puentes, Y. (2016). Concentración de nutrientes en hojas, una herramienta para el diagnóstico nutricional en cacao. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 4-5. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/437/43745945011.pdf>
- Rodríguez, Y. (2013). Efecto de la aplicación de seis dosis de algas marinas sobre la germinación y características fenotípicas en cacao. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2706/1/10.Tesis%20en%20Cacao%20Yervin%20Rodr%C3%ADguez%20Silva.pdf>
- Torres, L. (2012). Manual de producción de cacao a través de manejo ecológico. Tesis de grado. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/>
- Vera, E. (2017). Efectividad de varias combinaciones de nitrógeno, azufre, zinc, manganeso, boro y fitohormonas sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao nacional. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agripecuaria de Manabí, Calceta. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec>

## 9. Anexos

Tabla 5. Número de mazorca planta (n)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de mazorca planta (n)	40	0.87	0.81	6.44

## Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1021.97	12	85.16	14.49	<0.0001
Tratamientos	974.12	3	324.71	55.25	<0.0001
Repeticiones	47.85	9	5.32	0.90	0.5352
Error	158.69	27	5.88		
Total	1180.65	39			

## Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.96695

Error: 5.8773 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 Testigo absoluto	29.48	10	0.77	A
T3 Fertilización convencional	38.41	10	0.77	B
T1 Fertilización edáfica	40.39	10	0.77	B C
T2 Fertilización foliar	42.40	10	0.77	C

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

Rosado, 2023

## Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.89649

Error: 5.8773 gl: 27

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
6	36.76	4	1.21	A
10	36.80	4	1.21	A
7	36.87	4	1.21	A
4	36.98	4	1.21	A
9	37.04	4	1.21	A
5	37.11	4	1.21	A
8	37.18	4	1.21	A
1	39.19	4	1.21	A
2	39.40	4	1.21	A
3	39.41	4	1.21	A

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

Rosado, 2023

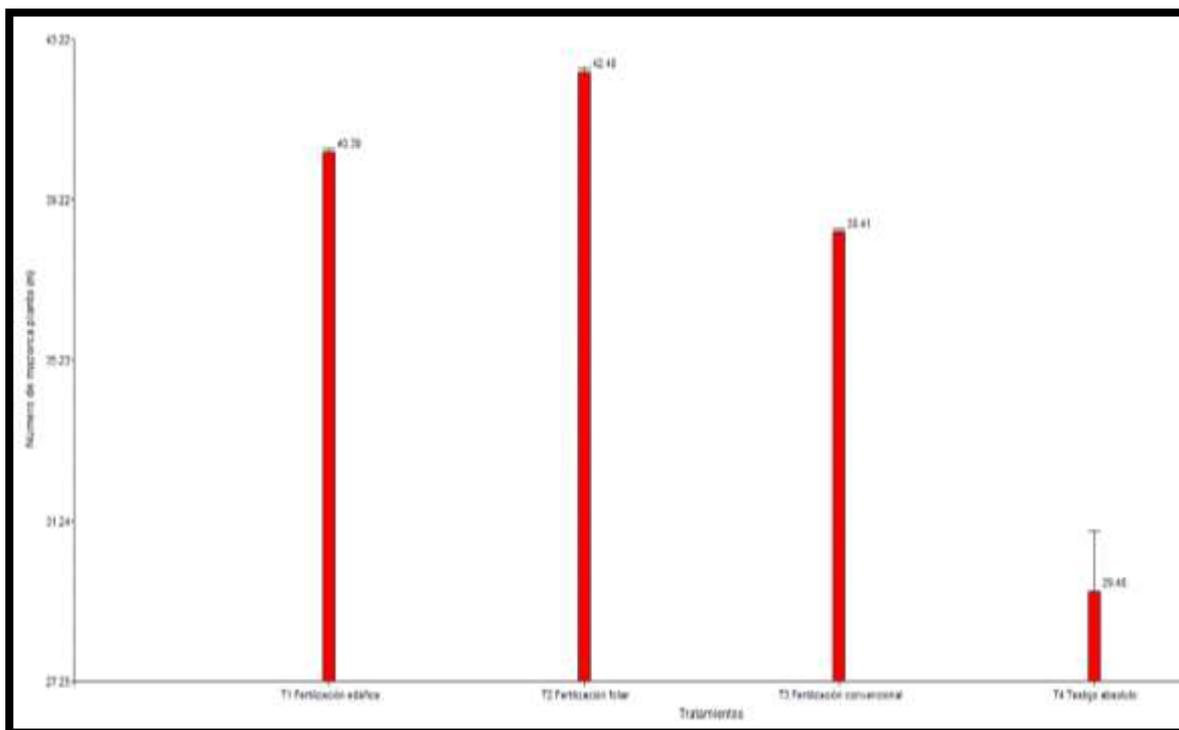


Figura 1. Número de mazorcas por planta (n)  
Rosado, 2023

Tabla 6. Diámetro de la mazorca (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de la mazorca (cm)	40	0.97	0.96	2.35

#### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	52.67	12	4.39	82.81	<0.0001
Tratamientos	52.07	3	17.36	327.49	<0.0001
Repeticiones	0.60	9	0.07	1.25	0.3072
Error	1.43	27	0.05		
Total	54.10	39			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28175

Error: 0.0530 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 Testigo absoluto	8.34	10	0.07	A
T3 Fertilización convencio..	9.22	10	0.07	B
T1 Fertilización edáfica	10.29	10	0.07	C
T2 Fertilización foliar	11.38	10	0.07	D

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

Rosado, 2023

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.55995**

*Error: 0.0530 gl: 27*

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
9	9.63	4	0.12	A
1	9.67	4	0.12	A
10	9.69	4	0.12	A
7	9.72	4	0.12	A
4	9.77	4	0.12	A
2	9.84	4	0.12	A
5	9.91	4	0.12	A
8	9.92	4	0.12	A
6	9.92	4	0.12	A
3	10.01	4	0.12	A

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

Rosado, 2023

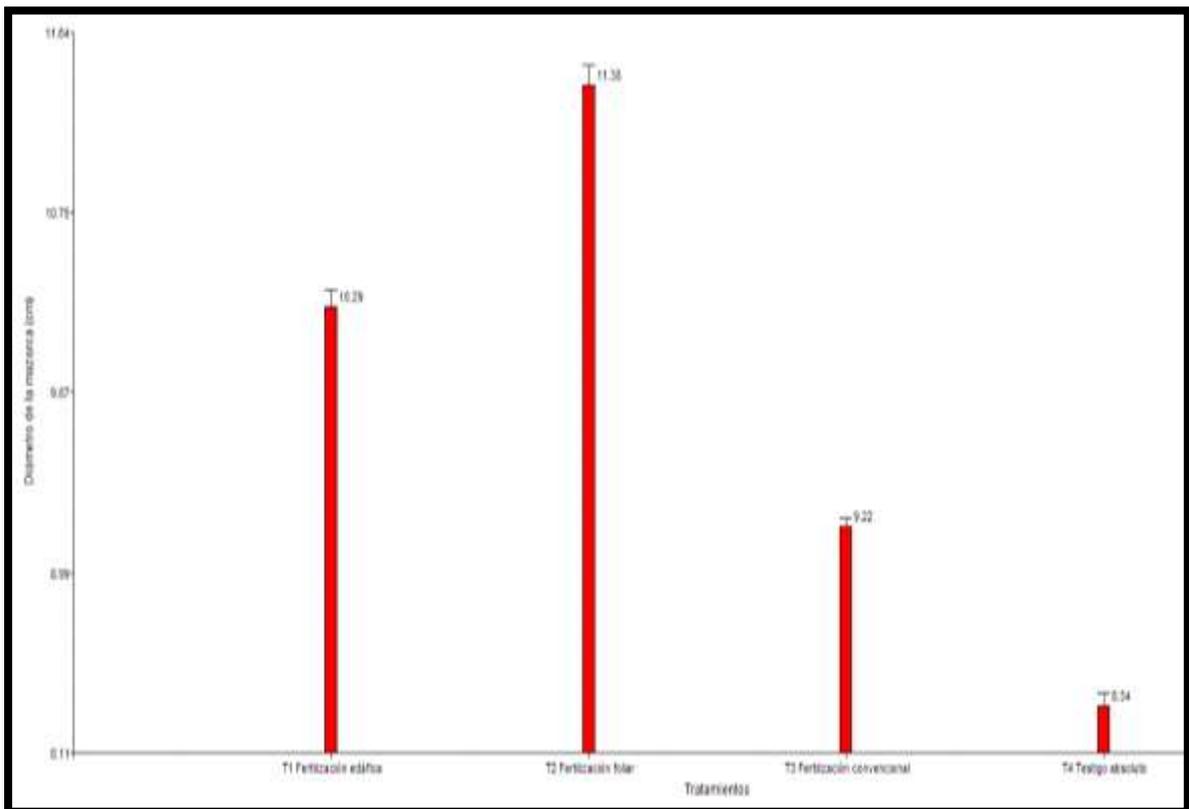


Figura 2. Diámetro de la mazorca (cm)

Rosado, 2023

**Tabla 7. Peso de 100 granos (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 100 granos (g)	40	0.99	0.99	0.81

**Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5208.25	12	434.02	238.04	<0.0001
Tratamientos	5197.23	3	1732.41	950.16	<0.0001
Repeticiones	11.02	9	1.22	0.67	0.7269
Error	49.23	27	1.82		
Total	5257.48	39			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.65252***Error: 1.8233 gl: 27*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 Testigo absoluto	150.35	10	0.43	A
T3 Fertilización convencional	161.80	10	0.43	B
T1 Fertilización edáfica	173.19	10	0.43	C
T2 Fertilización foliar	180.36	10	0.43	D

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

Rosado, 2023

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.28420***Error: 1.8233 gl: 27*

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	165.41	4	0.68	A
2	165.89	4	0.68	A
9	166.21	4	0.68	A
10	166.26	4	0.68	A
7	166.44	4	0.68	A
4	166.53	4	0.68	A
5	166.56	4	0.68	A
6	166.67	4	0.68	A
8	166.85	4	0.68	A
3	167.47	4	0.68	A

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

Rosado, 2023

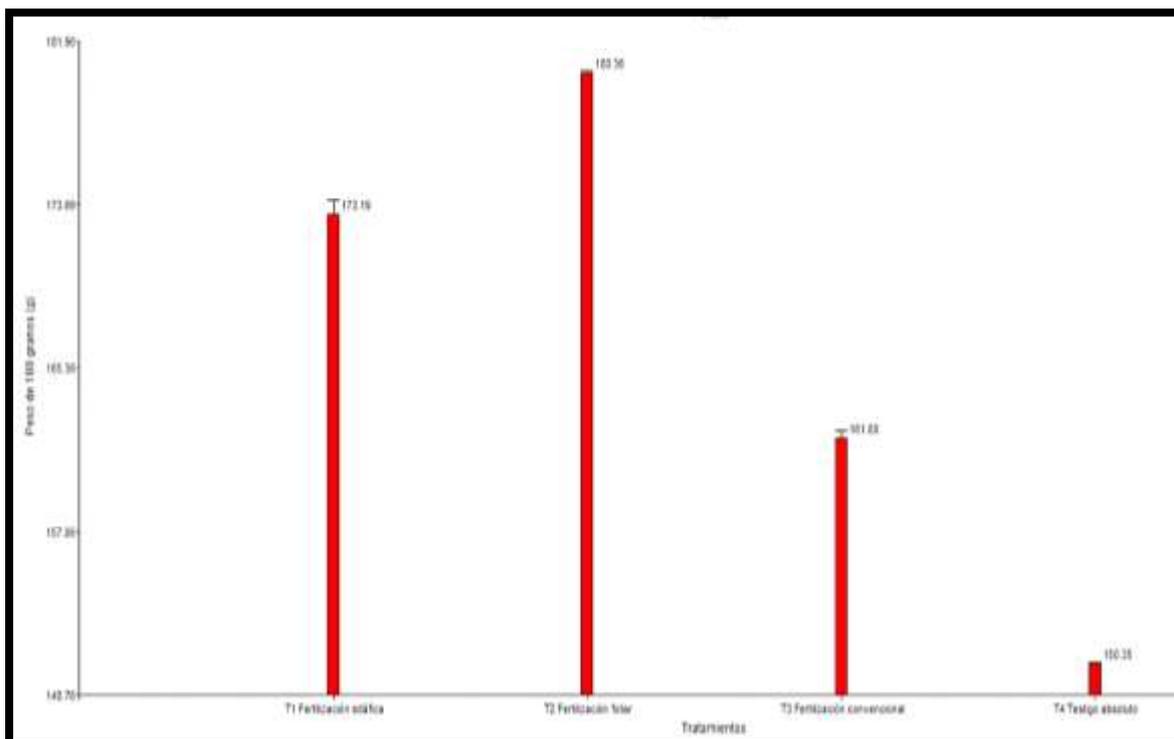


Figura 3. Peso de 100 granos (g)  
Rosado, 2023

Tabla 8. Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	40	0.99	0.99	1.96

#### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3218386.60	12	268198.88	390.46	<0.0001
Tratamientos	3214675.85	3	1071558.62	1560.02	<0.0001
Repeticiones	3710.75	9	412.31	0.60	0.7855
Error	18545.97	27	686.89		
Total	3236932.57	39			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=32.07476

Error: 686.8878 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 Testigo absoluto	879.45	10	8.29	A
T3 Fertilización convencional	1351.75	10	8.29	B
T1 Fertilización edáfica	1458.02	10	8.29	C
T2 Fertilización foliar	1648.89	10	8.29	D

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

Rosado, 2023

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=63.74506

Error: 686.8878 gl: 27

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	1319.97	4	13.10	A
1	1322.95	4	13.10	A
4	1325.01	4	13.10	A
9	1325.53	4	13.10	A
7	1338.02	4	13.10	A
2	1338.68	4	13.10	A
8	1338.93	4	13.10	A
5	1343.42	4	13.10	A
10	1345.92	4	13.10	A
6	1346.88	4	13.10	A

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

Rosado, 2023

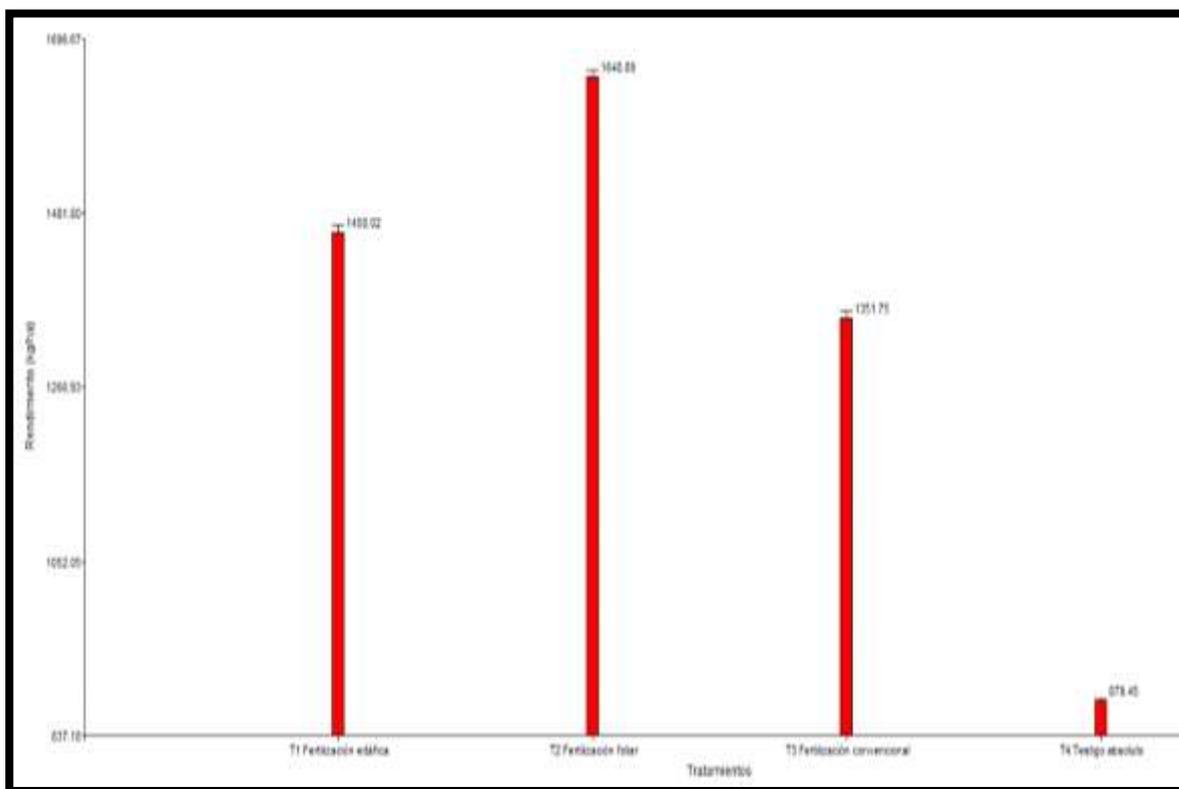


Figura 4. Rendimiento (kg/ha)

Rosado, 2023

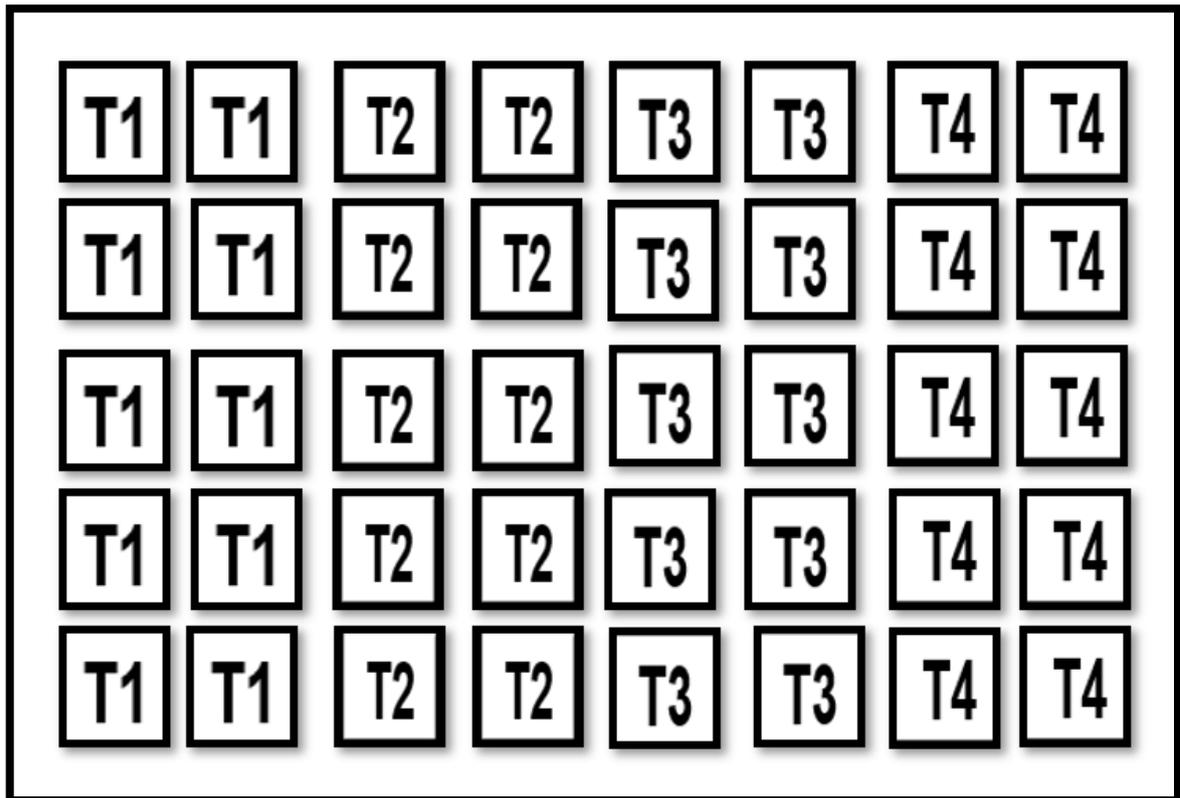


Figura 5. Croquis del diseño experimental  
Rosado, 2023

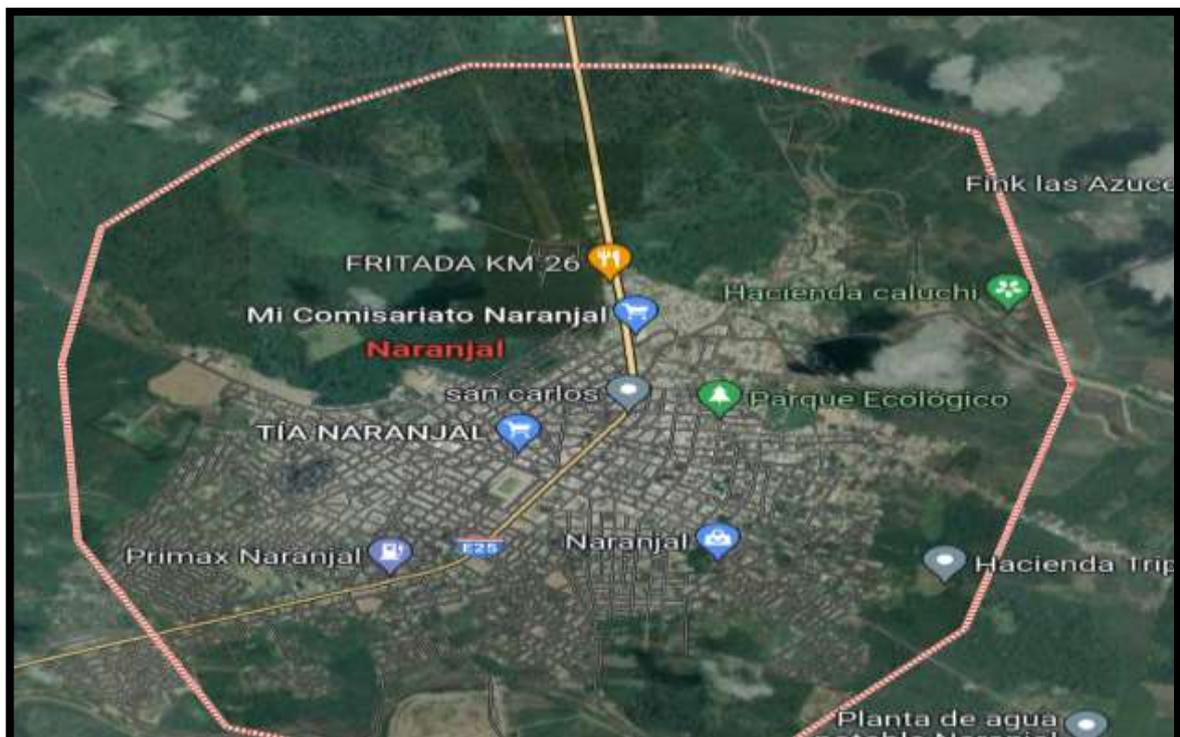


Figura 6. Vista satelital zona de estudio  
Google maps, 2023

# LIGNOQUIM

NUTRIMOS VIDA



ESTIMULANTE ANTIESTRÉS

---

**GENERALIDADES**

Nombre Comercial :

Acción antiestrés y bioestimulante :

Acción INOCULANTE de semillas :

**COMPOSICIÓN QUÍMICA**

**SINETIQ**

Formulación en base de ácidos orgánicos y microcarbonos, diseñada especialmente para agricultura moderna natural produciendo frutos libres de cargas químicas y elevando su valor nutricional. Estimula, vigoriza y protege los cultivos.

SINETIQ promueve el crecimiento balanceado de los cultivos, incrementando notablemente la calidad de los cultivos tratados.

- ✓ Cataliza el metabolismo de las plantas, incrementándolo y permitiendo que el cultivo supere las situaciones adversas, aumenta la inmunidad y resistencia de la planta a los ataques bióticos y abióticos.
- ✓ Aumenta la capacidad del sistema radicular para absorber los nutrientes presentes en la solución del suelo.

SINETIQ rompe la latencia de las semillas vigorizando el embrión, garantizando mayor y rápido crecimiento de la radícula y del cotiledón, acelera la germinación y el desarrollo fuerte y uniforme del cultivo.

SINETIQ cuida del medio ambiente y protege la fertilidad del suelo.

SINETIQ	
Aminoácidos totales	13,00 % p/v
Ácido Aspártico	0,98 %
Ácido Glutámico	2,17 %
Serina	0,11 %
Histidina	1,73 %
Treonina	0,94 %
Glicina	0,69 %
Arginina	1,39 %
Alanine	0,68 %
Tirosina	0,33 %
Metionina	0,62 %
Valina	0,89 %
Fenilalanina	0,40 %
Prolina	0,20 %
Isoleucina	0,58 %
Leucina	0,86 %
Lisina	0,64 %
Cisteina	0,09 %

Figura 7. Ficha técnica de Sinetiq Lignoquim, 2023

	<h2 style="text-align: center;">CACAO FertiCROP Producción</h2> <div style="text-align: right;"> <p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px;">NUTRICIÓN DE CULTIVOS</p> <p style="background-color: #795548; color: white; padding: 2px;">FERTILIZANTE AL SUELO</p> </div>														
<p><b>Descripción:</b></p> <p>Fertilizante diseñado con el balance apropiado de macro y micronutrientes, para promover una producción abundante y sostenida: mazorcas de cacao con buen llenado y calidad.</p>															
<p><b>Beneficios:</b></p> <p>La fuente de Nitrógeno de esta fórmula es NITRO XTEND®; que evita las pérdidas de N por volatilización. La tecnología ELEMENTUM® permite que el Boro y Zinc presentes en el producto se distribuya uniformemente en todo el fertilizante, siendo ésta la forma más efectiva de proveer los micronutrientes a cada planta.</p>															
<p><b>Nutrientes:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">16%</td> <td>Nitrógeno (N)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7%</td> <td>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20%</td> <td>Potasio (K<sub>2</sub>O)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3%</td> <td>Magnesio (MgO)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3%</td> <td>Azufre (S)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.03% (300ppm)</td> <td>Boro (B)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.02% (200ppm)</td> <td>Zinc (Zn)</td> </tr> </table>		16%	Nitrógeno (N)	7%	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	20%	Potasio (K <sub>2</sub> O)	3%	Magnesio (MgO)	3%	Azufre (S)	0.03% (300ppm)	Boro (B)	0.02% (200ppm)	Zinc (Zn)
16%	Nitrógeno (N)														
7%	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )														
20%	Potasio (K <sub>2</sub> O)														
3%	Magnesio (MgO)														
3%	Azufre (S)														
0.03% (300ppm)	Boro (B)														
0.02% (200ppm)	Zinc (Zn)														
<p><b>Características físicas y químicas:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Fórmula del fertilizante:</td> <td>16-7-20+3MgO+3S+0.03B+0.03Zn</td> </tr> <tr> <td>Tipo de fertilizante:</td> <td>Mezcla física.</td> </tr> <tr> <td>Color y forma:</td> <td>Mezcla de gránulos de diferentes colores.</td> </tr> <tr> <td>Uso:</td> <td>Fertilizante agrícola al suelo.</td> </tr> </table>		Fórmula del fertilizante:	16-7-20+3MgO+3S+0.03B+0.03Zn	Tipo de fertilizante:	Mezcla física.	Color y forma:	Mezcla de gránulos de diferentes colores.	Uso:	Fertilizante agrícola al suelo.						
Fórmula del fertilizante:	16-7-20+3MgO+3S+0.03B+0.03Zn														
Tipo de fertilizante:	Mezcla física.														
Color y forma:	Mezcla de gránulos de diferentes colores.														
Uso:	Fertilizante agrícola al suelo.														
<p><b>Recomendaciones de uso:</b></p> <p>Se puede aplicar en cualquier época del año, cuando el suelo esté a capacidad de campo.</p> <p>Para la venta y aplicación de este fertilizante, es recomendable la prescripción de un ingeniero agrónomo con base en el análisis de suelos o del tejido foliar.</p> <p>Se recomienda realizar una mezcla previa a la aplicación para verificar compatibilidades.</p>															
<p><b>Manejo y almacenamiento:</b></p> <p>Almacenar en áreas ventiladas, lejos del calor y fuentes de ignición. Evitar el contacto con la humedad.</p>															

Figura 8. Ficha técnica de FertiCrop  
Disagro, 2023



Figura 9. Medición del terreno  
Rosado, 2023



Figura 10. Colocación de carteles  
Rosado, 2023



Figura 11. Delimitación T1R10  
Rosado, 2023



Figura 12. Presencia de plagas  
Rosado, 2023



Figura 13. Delimitación de tratamiento Rosado, 2023



Figura 14. Primera fertilización Rosado, 2023



Figura 15. Coronamiento de árboles Rosado, 2023



Figura 16. Fertilización edáfica Rosado, 2023



Figura 17. Fertilizante en el suelo Rosado, 2023



Figura 18. Fertilización edáfica T2 R10 Rosado, 2023



Figura 19. Fertilización edáfica T1 R10 Rosado, 2023



Figura 20. Recolección de datos Rosado, 2023



Figura 21. Mantenimiento del cultivo Rosado, 2023



Figura 22. Limpieza de parcelas Rosado, 2023



Figura 23. Fertilizante edáfico Rosado, 2023



Figura 24. Fertilización foliar Rosado, 2023



Figura 25. Equipo de fertilización Rosado, 2023



Figura 26. Aplicación de área foliar Rosado, 2023



Figura 27. Identificación de estudio Rosado, 2023



Figura 28. Visita del docente guía Rosado, 2023



Figura 29. Cultivo en etapa de cosecha Rosado, 2023



Figura 30. Recolección de mazorcas Rosado, 2023



Figura 31. Cosecha de mazorcas Rosado, 2023



Figura 32. Extracción de granos Rosado, 2023