



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agronomía**

**Tema:**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL SISTEMA CACAO (*Theobroma cacao* L)  
- BANANO (*Musa paradisiaca*) REHABILITADO MEDIANTE INJERTO CON  
TRES TIPOS DE FERTILIZANTES FOLIARES.

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.**

**Autoras:**

Lesly Daniela Arias Arias  
Betzy Xiomara Hidalgo Naranjo

**Tutor:**

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

**Guaranda – Ecuador**

**2024**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL SISTEMA CACAO (*Theobroma cacao* L)  
- BANANO (*Musa paradisiaca*) REHABILITADO MEDIANTE INJERTO CON  
TRES TIPOS DE FERTILIZANTES FOLIARES.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

**TUTOR**



Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

**DOCENTE LECTOR**



Ing. Jorge Washington Donato Ortiz M.Sc.

**DOCENTE LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Lesly Daniela Arias Arias con CI: 172732963-1, y Betzy Xiomara Hidalgo Naranjo con CI: 220039573-5, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Daniela Arias A

Lesly Daniela Arias Arias

Autora

CI: 172732963-1

Betzy Hidalgo

Betzy Xiomara Hidalgo Naranjo

Autora

CI: 220039573-5



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

Tutor

CI:020098963-0



**DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION**  
**Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.**

**ESCRITURA N° 20240201004P01084**

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**

**LESLY DANIELA ARIAS ARIAS Y  
BETZY XIOMARA HIDALGO NARANJO**

**CUANTÍA: INDETERMINADA**

**Di 2 COPIAS**

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy lunes a los veintiocho días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, **LESLY DANIELA ARIAS ARIAS**, de estado civil casada; y, **BETZY XIOMARA HIDALGO NARANJO**, de estado civil soltera, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambas estudiantes, domiciliadas la primera en la parroquia Veintimilla, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve nueve siete cuatro ocho dos siete dos seis; y, con correo electrónico [areasdaniela27@gmail.com](mailto:areasdaniela27@gmail.com), y la primera en la parroquia Veintimilla, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve ocho ocho cinco seis dos cero uno seis; y, con correo electrónico [hbetzv041@gmail.com](mailto:hbetzv041@gmail.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidas las compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de las obligaciones que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertido sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros: **LESLY DANIELA ARIAS ARIAS**, de estado civil casada; y, **BETZY XIOMARA HIDALGO NARANJO**, de estado civil soltera, declaramos que los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación es de nuestra absoluta autoría, titulado **EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL SISTEMA CACAO (Theobroma cacao L) - BANANO (Musa paradisiaca) REHABILITADO MEDIANTE INJERTO CON TRES TIPOS DE FERTILIZANTES FOLIARES**, previo a la obtención del título de Ingenieras Agrónomas, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Medio Ambiente, carrera de Agronomía.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellos se ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo cuanto doy Fe.-----

*Daniela Arias H*  
**SRA. LESLY DANIELA ARIAS ARIAS.**  
**C.C. 1727329631**

*Betzy Hidalgo*  
**SRTA. BETZY XIOMARA HIDALGO NARANJO.**  
**C.C. 2200395735**

*gina clavijo carrion*  
**DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION**  
**NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**



## Tesis Lesly Daniela Arias Arias y Betzy Xiomara Hidalgo Naranjo

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>dspace.ueb.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>dspace.utb.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>gvm.com.ec</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>

Excluir citas  Activo  
Excluir bibliografía  Activo

Excluir coincidencias  < 2%



Ing. Kleber Espinoza Mora. Mg

TUTOR



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQEZ BARCENES  
Título del ejercicio: 23  
Título de la entrega: Tesis Lesly Daniela Arias Arias y Betzy Xiomara Hidalgo Nara...  
Nombre del archivo: TESIS\_FINAL\_CM\_SISTEMAS\_C-G.pdf  
Tamaño del archivo: 6.05M  
Total páginas: 84  
Total de palabras: 17,905  
Total de caracteres: 95,096  
Fecha de entrega: 26-oct.-2024 10:37a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 2498022225



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL SISTEMA CACAÑO (*Theobroma cacao* L.) - BANANO (*Musa paradisiaca*) REHABILITADO MEDIANTE INIERTO CON TRES TIPOS DE FERTILIZANTES FOLIARES.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autoras:

Lesly Daniela Arias Arias  
Betzy Xiomara Hidalgo Naranjo

Tutor:

Ing. Kleber Espinosa Mora Mg.

Guaranda - Ecuador

2024

## **DEDICATORIA**

Este proyecto es para mí una gran satisfacción, fruto de mi esfuerzo y constancia misma que está dedicado primeramente a Dios, a mis padres, mis hermanos, mi esposo y mi hijo, por ser ejemplos de perseverancia por el apoyo moral en momentos de dificultad, por corregirme cuando me equivoco y hacerme recordar que los sueños son posibles si luchas con fé y optimismo, por su gran apoyo incondicional a lo largo de este camino sembrando en mi la semilla del amor, responsabilidad, deseo de triunfar y de superarme.

**Lesly**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación está dedicado con profundo cariño y gratitud a Dios, a mi madre Genny Naranjo, quien supo apoyarme en todo momento con su presencia, cariño y amor, estando siempre en mi corazón y motivándome a cumplir uno de mis más anhelados sueños: ser una profesional. A mi hija Ivanelly Chiguano, quien ha sido mi fuente constante de inspiración y aliento.

Quiero también dedicar este logro a mis amigos, quienes me brindaron su apoyo incondicional y compartieron conmigo innumerables momentos de estudio y aprendizaje. A mis mentores y profesores, cuyo conocimiento y guía fueron esenciales para alcanzar esta meta. Gracias a todos ustedes, hoy puedo celebrar este importante hito en mi vida.

**Betzy**

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios, a nuestros padres, a todas y cada una de las personas que contribuyeron de una u otra forma en el estudio de nuestra Ingeniería, desde el principio, desarrollo y final de esta carrera para obtener el título de tercer nivel.

A mi prestigiosa universidad por todos los conocimientos y experiencias recibidas en el transcurso de nuestra formación académica por medio de los docentes que compartieron sus conocimientos adquiridos en las aulas para así poder desenvolvemos sin ningún problema en nuestra vida profesional.

Un agradecimiento profundo y sincero a Ing Kleber Espinoza Mora, quien fue el tutor de nuestro proyecto de investigación por todas sus enseñanzas y apoyo para alcanzar nuestro objetivo, en la formación integral.

**Lesly & Betzy**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pag.</b>
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA .....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4 HIPÓTESIS .....	5
CAPÍTULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Origen del cacao .....	6
2.2 Taxonomía del cacao .....	6
2.3 Descripción botánica .....	6
2.3.1 Sistema radicular .....	6
2.3.2 Hojas.....	7
2.3.3 Flores .....	7
2.3.4 Fruto.....	7
2.3.5 Semilla.....	8
2.4 Requerimiento edafoclimático.....	8
2.4.1 Precipitación .....	8
2.4.2 Temperatura.....	8
2.4.3 Altitud.....	9
2.4.4 Luminosidad .....	9
2.4.5 Viento .....	9
2.4.6 Suelo .....	10
2.5 Tipos de cacao .....	10
2.5.1 Cacao Criollo.....	10
2.5.2 Cacao Forastero .....	10
2.5.3 Cacao Nacional.....	11
2.5.4 Cacao CCN-51.....	11
2.6 Propagación .....	11

2.6.1 Propagación sexual .....	11
2.6.2 Propagación asexual .....	12
2.7 Injerto.....	12
2.7.1 Importancia del injerto.....	12
2.8 Requerimientos nutricionales .....	13
2.8.1 Macronutrientes .....	13
2.8.1 Micronutrientes.....	13
2.9 Fertilización .....	13
2.10 Principales plagas del cacao .....	14
2.10.1 Hormiga ( <i>Atta spp</i> ).....	14
2.10.1 Chinche del cacao ( <i>Monalonion dissimulatum</i> ).....	14
2.10.2 Esqueletizador de la hoja ( <i>Cerconota dimorpha</i> ) .....	14
2.11 Principales enfermedades .....	15
2.11.1 Mazorca Negra ( <i>Phytophthora palmivora</i> ).....	15
2.11.1 Mal de machete ( <i>Ceratocystis cacaofunesta</i> ).....	15
2.11.2 Moniliasis ( <i>Monilliophthora rozeri</i> ) .....	15
2.12 Manejo agronómico .....	16
2.12.1 Preparación del suelo .....	16
2.12.1 Propagación vegetativa .....	16
2.12.2 Control de malezas .....	17
2.13 Poda .....	17
2.13.1 Poda de formación.....	17
2.13.1 Poda de mantenimiento .....	18
2.13.2 Poda de saneamiento .....	18
2.13.3 Poda de rehabilitación .....	18
2.14 Riego.....	18
2.15 Cosecha.....	19
2.16 Fermentación .....	19
2.17 Secado.....	19
2.18 Almacenamiento .....	19
2.19 Asociación de cacao con banano .....	20
2.19.1 Manejo de sombra .....	21

• Ventajas.....	21
• Desventajas .....	21
2.19.2 Fertilizante Actimec .....	22
• Composición química (Frasco x 1 l).....	22
2.19.3 Fertilizante Amingold .....	22
2.19.4 Fertilizante Calciliq – A .....	23
• Composición química (Frasco x 1 l).....	23
CAPÍTULO III .....	24
3. MARCO METODOLÓGICO.....	24
3.1 Ubicación de la investigación .....	24
• Localización de la investigación.....	24
• Situación geográfica y edafoclimática.....	24
• Zona de vida .....	24
3.2 Metodología.....	24
3.2.1 Material experimental.....	24
3.2.2 Factor en estudio.....	25
3.2.3 Tratamientos .....	25
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico.....	25
3.2.5 Manejo del experimento .....	25
• Limpieza del ensayo.....	25
• Poda fitosanitaria .....	25
• Deschuponamiento .....	25
• Fertilización foliar.....	26
• Control de plagas .....	26
• Control de enfermedades .....	26
• Control químico de malezas .....	26
3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuesta) .....	26
• Altura de la planta (AP) .....	26
• Número de ramas principales (NRP).....	26
• Número de ramas secundarias (NRS).....	27
• Diámetro del tallo (DT).....	27

• Diámetro de ramas principales (DRP) .....	27
• Diámetro de copa (DC) .....	27
• Número de botones florales (NBF) .....	27
• Número de flores semi-abiertas (NFSA).....	27
• Número de flores abiertas (NFA).....	28
• Número de frutos (NF).....	28
• Longitud de frutos (LF) .....	28
• Diámetro de frutos (DF) .....	28
3.2.7 Tipos de análisis .....	28
CAPÍTULO IV.....	29
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.1 Altura de la planta (AP).....	29
4.1.2 Número de ramas principales (NRP).....	30
4.1.3 Número de ramas secundarias (NRS).....	32
4.1.4 Diámetro del tallo (DT) .....	33
4.1.5 Diámetro de ramas principales (DRP).....	35
4.1.6 Diámetro de copa (DC).....	36
4.1.7 Número de botones florales (NBF) .....	38
4.1.8 Número de flores semi-abiertas (NFSA).....	39
4.1.9 Número de flores abiertas (NFA) .....	41
4.1.10 Número de frutos (NF).....	42
4.1.11 Longitud de fruto (LF) .....	43
4.1.12 Diámetro de frutos (DF).....	45
4.1.13 Análisis de correlación y regresión lineal .....	46
4.2 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS .....	48
CAPÍTULO V .....	49
5.1 CONCLUSIONES .....	49
5.2 RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA .....	51
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Resultados de los análisis estadísticos en la altura de la planta (AP)	29
2	Resultados del análisis estadísticos en el número de ramas principales (NRP)	30
3	Resultados de los análisis estadísticos en el número de ramas secundarias (NRS)	32
4	Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro del tallo (DT)	33
5	Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro de ramas principales (DRP)	35
6	Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro de copa (DC)	36
7	Resultados de los análisis estadísticos para el número de botones florales (NBF)	38
8	Resultados del análisis estadísticos en el número de flores semi-abiertas (NFSA)	39
9	Resultados de los análisis estadísticos para el número de flores abiertas (NFA)	41
10	Resultados de los análisis estadísticos para el número de frutos (NF)	42
11	Resultados de los análisis estadísticos para la longitud de frutos (LF)	43
12	Resultados de los análisis estadísticos para el diámetro de frutos (DF)	45
13	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el número de frutos (variable dependiente Y).	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
1	Valores promedios para la altura de planta (AP).	29
2	Valores promedios para el número de ramas principales (NRP)	31
3	Valores promedios para el número de ramas secundarias (NRS)	32
4	Valores promedios para el diámetro del tallo (DT)	34
5	Valores promedios para el diámetro de ramas principales (DRP).	35
6	Valores promedios para el diámetro de copa (DC).	37
7	Valores promedios para el número de botones florales (NBF).	38
8	Valores promedios en el número de flores semi-abiertas (NFSA)	40
9	Valores promedios para el número de flores abiertas (NFA)	41
10	Valores promedios para el número de frutos (NF).	42
11	Valores promedios para la longitud de frutos (LF).	44
12	Valores promedios para el diámetro de frutos (DF)	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>
1	Mapa de la ubicación del ensayo
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos de las variables agronómicas evaluadas
4	Fotografías
5	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

El cacao, *Theobroma cacao* L, es una planta de clima tropical que se puede cultivar a partir de las semillas o mediante partes vegetativas, siendo de gran importancia para el sector agrícola del país por sus genotipos de cacao fino o de aroma siendo uno de los más cotizados en el mercado internacional por características particulares de aroma y sabor. En la investigación realizada, se evaluó agronómicamente el sistema Cacao - Banano, rehabilitado mediante injerto con tres tipos de fertilizantes foliares. Los objetivos planteados fueron: I) Comparar las características agronómicas en cada uno de los tratamientos, II) Determinar en cuál de los tratamientos obtenemos mayor número de flores y mazorcas. En esta investigación se aplicó estadística descriptiva e inferencial. Se utilizó cuatro tratamientos: Actimec, Amingold, Calciliq-A y un grupo de control sin fertilización foliar. La evaluación se desarrolló en dos etapas, antes y 120 días después de la aplicación de los fertilizantes. El tipo de análisis, prueba de Fisher al 5 % y 1%, prueba de Tukey al 5% y análisis de correlación y regresión lineal. Se evaluaron diversas características, como altura de planta, número de ramas principales, número de ramas secundarias, diámetro del tallo, diámetro de ramas secundarias, longitud de frutos, diámetro de frutos, número de botones florales, entre otras. Los resultados estadísticos demuestran que al aplicar el tratamiento T3 con Calciliq-A, destaca como el más eficiente para alargar los tejidos con un incremento de 3.86 % en relación con su medida inicial en la altura de las plantas, además muestra una mejora considerable en el diámetro de copa, diámetro de ramas principales en un incremento de 3.33 %, diámetro de tallo con un incremento de 6.22 %, diámetro de la mazorca y una mayor longitud del fruto, en las características productivas se evidenció un aumento en el número de frutos, botones florales, flores abiertas y semi abiertas esto se debe a que el fertilizante esta diseñado para promover la floración, cuajado y llenado de frutos. La variabilidad en las respuestas agronómicas resalta la importancia de seleccionar cuidadosamente el tipo de fertilizante foliar, considerando las características específicas del cultivo y las condiciones ambientales. El tratamiento Testigo proporcionó panoramas valiosos al comparar su rendimiento con los tratamientos fertilizados, destacando la relevancia de la fertilización en el manejo del cultivo. Se determinó que dentro de los componentes que contribuyeron, al número de frutos de cacao, existieron correlaciones significativas en la variable número de botones florales.

**Palabras clave:** Rehabilitado, Sistemas, Incremento, Tejidos.

## SUMMARY

Cocoa, *Theobroma cacao* L, is a tropical climate plant that can be grown from seeds or through vegetative parts, being of great importance for the agricultural sector of the Country due to its genotypes of fine or aroma cocoa, being one of the most valued in the international market for particular characteristics of aroma and flavor. In the research carried out, the Cocoa - Banana system was evaluated agronomically, rehabilitated by grafting with three types of foliar fertilizers. The objectives set were: I) Compare the agronomic characteristics in each of the treatments, II) Determine in which of the treatments we obtain the greatest number of flowers and ears. In this research, descriptive and inferential statistics were applied. Four treatments were used: Actimec, Amingold, Calciliq-A and a control group without foliar fertilization. The evaluation was carried out in two stages, before and 120 days after the application of the fertilizers. The type of analysis, 5% and 1 % Fisher test, 5% Tukey test and correlation and linear regression analysis. Various characteristics were evaluated, such as plant height, number of main branches, number of secondary branches, stem diameter, diameter of secondary branches, fruit length, fruit diameter, number of flower buds, among others. The statistical results show that when applying the T3 treatment with Calciliq-A, it stands out as the most efficient to lengthen the tissues, with an increase of 3.86% in relation to its initial measurement in the height of the plants, it also shows an improvement considerable in the diameter of the crown, diameter of main branches in an increase of 3.33%, stem diameter with an increase of 6.22%, diameter of the ear and a greater length of the fruit, in the productive characteristics an increase in the number was evident. of fruits, flower buds, open and semi-open flowers. This is because the fertilizer is designed to promote flowering, fruit setting and filling. The variability in agronomic responses highlights the importance of carefully selecting the type of foliar fertilizer, considering the specific characteristics of the crop and environmental conditions. The Control treatment provided valuable insights when comparing its performance with the fertilized treatments, highlighting the relevance of fertilization in crop management. It was determined that within the components that constituted the number of cocoa fruits, there were significant correlations in the variable number of flower buds.

**Key words:** Rehabilitated, Systems, Increase, Tissues.

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta de clima tropical que se puede cultivar a partir de las semillas o mediante partes vegetativas, siendo de gran importancia para el sector agrícola del País. En la actualidad se cultiva el cacao CCN-51 y el cacao Nacional. En el año 2016, el Ecuador produjo alrededor de 253000 t. El 70% de la producción, es considerado como cacao fino y de aroma, con denominación sabor arriba (Altamirano, 2019).

El cacao fino o de aroma es uno de los más cotizados en el mercado internacional por características particulares de aroma y sabor. El sabor y aroma predominante es de nuez para la variedad “criollo”, frutal para la variedad “trinitario” y floral para la variedad “nacional” (Alcívar et al., 2021).

El cacao en el Ecuador es un producto muy importante o también de los más significativos símbolos del país, una de las principales fuentes económicas y social ecuatoriano, el cual se desarrolla con un gran valor. Dentro del mercado internacional del cacao, debemos saber que en la actualidad es el quinto producto más exportado desde nuestro país. El cacao, representa también un capital social a razón de su presencia en la mayoría de las parcelas campesinas y fincas, generando una fuente favorable de ingresos, y esta producción nacional en el país se ha hecho conocer por su notable calidad (Mendoza et al., 2021).

En Ecuador, los cultivos de cacao se concentran un 80% en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas, El Oro y Santa Elena, mientras que el resto se distribuye en las provincias de Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Pichincha, Azuay, Sucumbíos, Orellana, Napo y Zamora Chinchipe. (Vargas, 2021).

A nivel de la provincia Bolívar la producción es de 958 t, distribuidas en los sectores de Caluma, Echeandia, Las Naves, San Luís de Pambil aproximadamente con una extensión de 17984 ha (Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC, 2019).

La fertilización foliar permite adicionar los nutrientes al cultivo a modo de complemento a la fertilización edáfica, estas aplicaciones permiten corregir deficiencias nutricionales que se presentan en el cultivo y garantizar la nutrición en cada una de las etapas fenológicas. Por lo tanto, la fertilización foliar es una herramienta de gran utilidad para el agricultor, para suministrar elementos esenciales a las plantas, reduciendo el riesgo de deficiencias y a su vez mejorando el rendimiento, calidad y sanidad de las cosechas.

## **1.2 PROBLEMA**

La falta de conocimiento y a la baja aplicación de avances tecnológicos no permiten que el agricultor y/o productor se dedique mucho más a la producción del cacao.

La falta de conocimiento de la importancia y de los mecanismos de aplicación de una correcta fertilización, en relación de conocer la forma de translocación de un nutriente en la planta, de qué forma absorbe, su movilidad es probablemente el principal inconveniente durante el desarrollo de un cultivo de cacao, debido a que llega a interferir en su rendimiento potencial.

Una incorrecta fertilización y métodos de aplicación desbalanceados, pueden generar pérdidas en el rendimiento y rentabilidad, al no observar los requerimientos integrales del cultivo, en donde a más de los macro-elementos (N-P-K), el cultivo demanda elementos de tipo secundario y micronutrientes, los mismos que generalmente podrían ser suministrados a las plantas a través de la vía foliar.

En este contexto, y atendiendo a la problemática planteada, la presente investigación se enfoca en contribuir con datos relacionados a la respuesta agronómica y a la eficiencia química de la utilización de diferentes fertilizantes en la etapa de floración y formación de frutos del sistema de producción de cacao rehabilitado mediante injerto.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar agronómicamente el sistema Cacao - Banano, rehabilitado mediante injerto con tres tipos de fertilizantes foliares.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Comparar las características agronómicas en cada uno de los tratamientos.
- Determinar en cuál de los tratamientos obtenemos mayor número de flores y mazorcas.

## 1.4 HIPÓTESIS

**H<sub>0</sub>.** La respuesta agronómica del sistema del cultivo de Cacao - Banano, no depende de los tipos de fertilización

**H<sub>a</sub>.** La respuesta agronómica del sistema del cultivo de Cacao - Banano, depende de los tipos de fertilización.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Origen del cacao

El cacao es originario de los trópicos húmedos de América del Sur. Su centro de origen está situado en el noroeste de América del Sur, en la zona alta amazónica. No obstante, la evidencia apunta que fue llevada de zonas tropicales de Centroamérica a regiones de Sudamérica mediante la migración de las poblaciones nómadas indígenas que usaban las semillas como alimento. A pesar de que el cacao es originario del continente americano, los principales productores de cacao se encuentran fuera de este territorio, siendo que los 3 países con mayores exportaciones de cacao al año son Costa de Marfil, Ghana e Indonesia (Rivera, 2023).

#### 2.2 Taxonomía del cacao

**Reino:** Plantae

**Tipo:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Malvales

**Familia:** Sterculiaceae

**Género:** Theobroma

**Especie:** cacao

*Fuente:* (Mosquera, 2023)

#### 2.3 Descripción botánica

##### 2.3.1 Sistema radicular

El sistema radicular del cacao se compone de una raíz principal pivotante con muchas raíces secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo.

El cual beneficia la recolección de nutrientes y de un amplio sistema superficial de raíces literales distribuidas alrededor de 15 cm abajo del área del suelo (Vélez, 2019)

### **2.3.2 Hojas**

Las hojas son perennes, mide 20 cm. Las hojas están colocadas en dos filas una en cada lado de la rama las cuales están alternada, la forma es grandes, simples, elípticas u ovaladas, de 20 a 35 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, punta larga, levemente gruesas, orilla lisa, color verde oscuro en el haz y más pálidos en el envés, cuelgan de un peciolo (Gaibor, 2023).

### **2.3.3 Flores**

El cacao es una planta cauliflora cuyas flores se insertan en el tronco de las ramas principales, estas estructuras se denominan cojinetes florales en la que puede albergar un promedio de 1 a 40 flores. Las estructuras florales surgen de forma endógena a partir del floema. En general, la producción de polen tarda unos 30 días desde la aparición de las yemas hasta la floración y sólo 48 horas después de la floración, aunque hay que tener en cuenta que este proceso está influido por los factores climáticos locales (Mancheno, 2022).

La flor está sostenida por un pedicelo y cinco sépalos, soldados por su base, blancos o teñidos de rosa, los sépalos tienen una forma muy característica: muy estrechos en la base, se ensanchan y se hacen cóncavos para formar una pequeña cogulla de color blanco. Un árbol llega a producir un promedio 4554 flores en un periodo de seis meses, tiempo en donde el proceso de polinización es seguro, luego de la fecundación se formará un fruto (Mancheno, 2022).

### **2.3.4 Fruto**

El fruto del cacao es el resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada. En esta descripción es apropiado indicar que hay frutos que nunca maduran por falta de semillas y abortan; son llamados frutos paternocarpicos. Dentro de su clasificación Botánica el fruto de cacao es una drupa, normalmente conocido como

mazorca tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo de la plantación las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor variando según tipo y especie (Baquerizo, 2020).

### **2.3.5 Semilla**

Las semillas son de forma oblonga y puede variar mucho en el tamaño, algunas en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo Criollo y del Nacional de Ecuador, otras son bastante aplanadas como en el caso de los Forasteros el color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades, también permite diferenciar algunos genotipos. El endospermo es sumamente reducido y toma la forma de una membrana conocida como testa, la cual es delgada y coriácea envuelta en su periferia por una pulpa ácida y azucarada que se llama mucílago (Aspur, 2019).

## **2.4 Requerimiento edafoclimático**

### **2.4.1 Precipitación**

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo, la precipitación óptima para el cacao es de 1600 a 2500 mm distribuido durante todo el año, precipitaciones que excedan los 2600 mm, puede afectar la producción del cultivo de cacao (Mindiola, 2021).

### **2.4.2 Temperatura**

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21 °C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones

fisiológicas en el árbol por lo que es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura.

La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao determina la formación de flores , cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante esto provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha, cuando las temperaturas sean inferiores a 22 °C (El productor, 2019).

### **2.4.3 Altitud**

El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al Ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1000 a 1400 msnm.

A mayor altitud se presenta una reducción notable de la temperatura lo que incide en el crecimiento vegetativo de la planta que afecta además el desarrollo de los frutos y la floración (Nogales, 2021).

### **2.4.4 Luminosidad**

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aún cuando la planta este a plena exposición solar en la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares la luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre siendo del 40 al 50% para el cultivo en formación y del 60 al 75% para plantación adulta (Ramos, 2019).

### **2.4.5 Viento**

El cultivo del cacao requiere estar libre de vientos fuertes persistentes a lo largo del ciclo productivo, mayores a 14 km h<sup>-1</sup> aumentan la pérdida excesiva de agua y caída

prematura de las hojas (defoliación), el cacao es muy sensible al viento especialmente en sistemas de cultivo a cielo abierto (López, 2021).

#### **2.4.6 Suelo**

Para la producción de cacao en cuanto a las características físicas del suelo se requieren suelos aluviales, francos y profundos de entre 1.0 a 1.5 metros, no compactos, con buen drenaje y estructura granular, con subsuelo permeable para facilitar la fijación de la planta y el crecimiento de la raíz principal, los suelos arenosos son poco recomendables porque no permiten la retención de humedad mínima que satisfaga la necesidad de agua de la planta.

En cuando al pH, el cacao se puede producir en suelos con un rango de pH de 5.5 a 7 siendo óptimo niveles de entre 6 a 6.5 aunque el cacao se adapta a suelos alcalinos (hasta 8.5) y a suelos ácidos (hasta 4.5), se requiere el desarrollo de medidas correctivas o enmiendas porque su producción será deficiente por la poca disponibilidad de nutrientes (Soto, 2022).

### **2.5 Tipos de cacao**

#### **2.5.1 Cacao Criollo**

Esta variedad representa los cacaos originales, cuyas plantaciones más antiguas se remontan al siglo XVII. Cultivada al principio en Venezuela y en América central Ecuador, Nicaragua, Guatemala y Sri Lanca. Considerado como el “príncipe de los cacaos”, Criollo es famoso por su finura y sus aromas poderosos (Franco, 2020).

Representa no obstante sólo el 5 % de la producción mundial, debido a su fragilidad frente a las enfermedades y frente a los insectos. Principalmente es destinado a la chocolatería de alta gama. La raza Criollo tiene frutos de cáscara suave con semillas redondas, blancas o violetas, y de un agradable sabor dulce (Franco, 2020).

#### **2.5.2 Cacao Forastero**

De origen geográfico Bajo Amazonas (Venezuela, Guayana, Brasil), Alto Amazonas (Ecuador, Perú y Colombia), estos son árboles fuertes, con un amplio

follaje, capaces de soportar enfermedades. La mazorca es gruesa, tiene un mesocarpio lignificado, en su interior sus almendras son semi-aplandas, redondeadas, su cotiledón es de color violeta. Las características que lo destacan son: muy fuerte, con connotaciones amargas, levemente ácido y astringente, razones por las cuales es utilizado en las industrias para mezclar y dar cuerpo a los chocolates (Requelme, 2020).

### **2.5.3 Cacao Nacional**

Estos granos de cacao a nivel mundial las industrias chocolateras lo identifican como fino de aroma, lo consideran único y exclusivo, por sus características de sabor y aroma de toque florar y frutal. Ecuador es líder reconocido y distinguido en el mercado exportador de cacao fino de aroma, es así que en para el año 2015 cubre el 70 % de la demanda, continuando como principal proveedor 17 a nivel global. Destacar que la producción nacional desde el año 2013 al 2015 refleja aporte del 40% (Vaca, 2020).

### **2.5.4 Cacao CCN-51**

El clon CCN51 fue seleccionado y estudiado por Homero Castro hace más de 30 años, investigó la población de cacao del alto Amazonas del Ecuador, coleccionando material genético para usarlos en programas de cruzamiento con Variedades Trinitarias y otros cultivos, buscando un clon de alta calidad y gran productividad resistente a las enfermedades. Este clon es el resultado del cruce de los clones ICS 95 y el IMC 67 en 1965 en la zona de Naranjal en la hacienda “Sofi”, se han realizado diversos análisis del grano de cacao del CCN51, comparándolo con el cacao de las huertas tradicionales, con excelentes resultados (Isuiza, 2022).

## **2.6 Propagación**

### **2.6.1 Propagación sexual**

La propagación del cacao (*Theobroma cacao* L) por semilla ha sido la forma más comúnmente empleada a través del tiempo. Sin embargo, el productor ha venido seleccionado en forma empírica la semilla para siembra en fincas comerciales.

Cuando el cultivo se va a propagar por semilla, es necesario conocer el biotipo y las principales características de las plantas productoras de semillas para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción (Rosales, 2021).

### **2.6.2 Propagación asexual**

Las plantas de cacao de origen asexual son altamente uniformes en todos sus caracteres morfológicos y fisiológicos como consecuencia de poseer el mismo genotipo; esta población recibe el nombre de “Clon”.

Este tipo de propagación es por medio de partes vegetativas de la planta seleccionada. No implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta ya que todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta. Sin embargo, factores del clima, tipo de suelo, ataque de enfermedades pueden modificar la apariencia de la planta, flores o de los frutos sin que se haya dado un cambio genético. La propagación asexual se puede realizar por medio de estacas o ramillas (Nutresa, 2021).

## **2.7 Injerto**

El injerto es uno de los principales métodos de propagación vegetativa asexual, indispensable cuando se persigue la transmisión de todas las características acumuladas de una planta o en un clon proveniente de ella, por medio de selección. El injerto debe ser de la variedad deseada, estar libre de plagas y enfermedades (León, 2020).

La injertación en el cacao es una técnica de propagación vegetativa o asexual que consiste en unir una rama o parte de ella (vareta) a un patrón reproducido por semilla, a fin de que la vareta o yema se una al patrón quedando en íntimo contacto (León, 2020).

### **2.7.1 Importancia del injerto**

La injertación del cacao es una alternativa ventajosa para la propagación vegetativa o asexual de este cultivo, lo cual es de gran importancia para los agricultores

cacaoteros ecuatorianos debido a que con el injerto se consiguen plantas más vigorosas y resistentes a las enfermedades, y como resultado plantaciones con una mayor producción y por ende mayor rentabilidad. Tradicionalmente este procedimiento ha requerido la utilización de plantas de 6 a 12 meses de edad en el vivero, por lo tanto, utiliza un gran número de mano de obra dependiendo del número de plantas a propagar, la injertación es uno de los tipos de procesos de multiplicación del cacao más sencillo y eficaz (Calderón, 2019).

## **2.8 Requerimientos nutricionales**

### **2.8.1 Macronutrientes**

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales (Rodríguez, 2019).

### **2.8.1 Micronutrientes**

Son aquellos que se absorben en porciones más pequeñas (miligramos); el papel vital que desempeñan se debe a su presencia que es necesaria para producir determinadas reacciones bioquímicas. Los oligoelementos más importantes son el manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), boro (B) y molibdeno (Mo) (Macias, 2022).

## **2.9 Fertilización**

En el trasplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico o bioabono. 100 gramos de un fertilizante como 20-10-6-5- alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente. Durante el primer y segundo año las necesidades por planta son de 60 gramos de nitrógeno, 30

g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 24 g de K<sub>2</sub>O y 82 g de S O<sub>4</sub>. Del tercer año en adelante, el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo.

En general se aconseja aplicar los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento (Monte, 2023).

## **2.10 Principales plagas del cacao**

### **2.10.1 Hormiga (*Atta* spp)**

Las hormigas son activas y provocan defoliación en la planta en corto plazo. Los cortes que provocan son semicirculares en los bordes de las nervaduras de las hojas y dichos cortes los trasladan a sus hogares para generar un tipo de hongo del cual se alimentan. Los daños en las plantas son mayores cuando cortan cojines florales.

### **2.10.1 Chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*)**

Los chinches son alargados y tonalidad blanca, debido a que la hembra deposita dentro del fruto los huevos, además, poseen dos apéndices filiformes que les sirve para respirar; después que el insecto se desarrolla su tonalidad va cambiando a color naranja (Caldas, 2022).

### **2.10.2 Esqueletizador de la hoja (*Cerconota dimorpha*)**

Los gusanos esqueletizadores son plagas importantes del cacao. En Ecuador son citadas las especies *Stenomoma cecropia* y *Cerconota dimorpha*. Esta última en su estado adulto es de color cenizo brillante y en reposo presenta forma triangular. La hembra oviposita durante la noche, localizando el mayor número de huevos en el envés de las hojas, en grupos y en forma dispersa, junto a las nervaduras y en la zona intervenal. Este minador es una plaga que ataca al follaje, ramas y cojines florales, su ciclo de vida va de los 47 a los 58 días (Salas, 2021).

## 2.11 Principales enfermedades

### 2.11.1 Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*)

La mazorca negra o pudrición parda es causada por el oomicete *Phytophthora* sp. A nivel mundial es una de las enfermedades más agresivas del cacao, pudiendo causar pérdidas del 30% de la producción cacaotera y la muerte anual del 10% de las plantas por cánceres en el tallo, los síntomas iniciales en las mazorcas se observan aproximadamente 30 horas después de ocurrida la infección (ingreso de *Phytophthora*), donde aparecen pequeñas manchas de aspecto acuoso en la superficie del fruto, que se tornan oscuras y cubren la mazorca, entre tres y cinco días después de la aparición de los primeros síntomas, las mazorcas enfermas se vuelven blandas y su interior necrosado, con un olor similar a marisco o pescado de mar. Externamente se presenta micelio blanco, poco compacto, superficial, que las recubre y produce los esporangios, si la infección ocurre en mazorcas casi maduras, sus almendras podrían estar sanas (Lezaun, 2023).

### 2.11.1 Mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*)

Es una enfermedad causada por el hongo *Ceratocystis cacaofunesta* (anteriormente fimbriata). El daño se produce a nivel de tronco y ramas, llegando a causar la muerte del árbol entero o de la rama afectada al comenzar el ataque se ve deshidratación y amarillamiento de hojas, la pudrición adquiere un color negro característico y al corte transversal se ven un agrietamiento en la leña. Esta enfermedad se transmite a través de herramientas de corte como machetes, serruchos o tijeras. Estas herramientas transmiten la enfermedad de una planta enferma a otra sana (Varela, 2022).

### 2.11.2 Moniliasis (*Monilliophthora roreri*)

La moniliasis del cacao, considerada como la enfermedad fúngica más perjudicial, provoca pérdidas económicas para los productores de cacao, *Moniliophthora roreri* es considerado el agente causal de esta enfermedad e infecta específicamente a frutos en diferentes estados fenológicos de desarrollo.

Es una enfermedad que daña las mazorcas y pudre las semillas del cacao, destruye completamente los granos y tejidos en el interior de la mazorca o fruto. Debido a que tiene un período de incubación de 40 a 60 días después de la infección, cuando aparecen los primeros síntomas externos ya todos los granos y tejidos del fruto están destruidos (Flores, 2022).

## **2.12 Manejo agronómico**

### **2.12.1 Preparación del suelo**

La preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción de las cacaoteras, puesto que persigue adecuar a las necesidades de las plantas, las características físicas del suelo que afectan la exploración de las raíces y la buena nutrición del cultivo.

El uso del suelo antes de la siembra del cacao hace que las labores a ejecutar en la preparación del terreno sean diferentes, para la instalación exitosa de una exploración cacaotera es que el cacao se instale a partir de los siguientes usos los que determinan labores diferentes previas y posteriores a la siembra la selección de un suelo apropiado es fundamental para obtener cultivos de cacao de alta productividad si este no cumple los requisitos mínimos para el desarrollo adecuado de la planta, el cultivo no funcionará aunque se utilicen semillas de las mejores características un análisis cuidadoso del suelo representa un seguro de larga vida y de buenos resultados económicos , se inicia la preparación de tierras con la eliminación de toda la vegetación existente, con la cual se hacen camellones o montones. Luego se establecen los drenajes de acuerdo con los niveles y se realiza el trazado de la parcela marcando con estacones los puestos correspondientes a los sombríos temporales permanente y al cacao se procede al hoyado estas labores se realizan en el verano unos dos meses antes de la época lluviosa (Altamirano, 2019).

### **2.12.1 Propagación vegetativa**

El cacao es propagado de forma vegetativa, vía injerto, sobre un patrón, esquejes, acodos o también mediante cultivo de tejidos, siendo las prácticas de injertación las más viables y utilizadas (Compañía Nacional del Chocolate, 2021)

### **2.12.2 Control de malezas**

Es una de las actividades claves para la sobrevivencia, crecimiento y uniformidad de una agricultura en general durante los inicios germinación de malezas donde existe mayor competencia por agua, luz, espacio y nutrientes, además tiene como meta combinar, a su debido tiempo, todas las prácticas de manejo del cultivo con diversos métodos, para reducir los niveles de infestación en forma eficiente y compatible con la preservación del medio ambiente y la salud humana.

La eliminación de malas hierbas en cacao se realiza fundamentalmente mediante escarda química, las plantas que salen del vivero son muy susceptibles al daño de los herbicidas por lo que deben aplicarse con precaución. Cuando se realicen aplicaciones de herbicidas es importante que no entren en contacto con la planta de cacao. Por ello es común el empleo de protectores cilíndricos de plástico que protejan a las plantas (Ramón, 2022).

### **2.13 Poda**

Es una práctica de manejo que consiste en quitar las ramas inservibles del árbol de cacao para dar a la planta una mejor formación de la copa y estimular la aparición de brotes, flores y frutos.

La poda en los cacaotales consiste en eliminar ramas improductivas y partes secas de la planta para facilitar el desarrollo de nuevas yemas, estimula el desarrollo de cojines florales, permite la entrada de luz solar en el cacaotal y eliminará la presencia de plagas y enfermedades, la poda prolonga la vida útil del árbol y aumenta el rendimiento (Progresá Caribe, 2022).

**Existen 4 tipos de podas:**

#### **2.13.1 Poda de formación**

Tiene por finalidad favorecer el crecimiento del árbol equilibrando el sistema aéreo de las plantas en desarrollo, mediante cortes de ramas innecesarias de interno de la copa y chupones basales, se efectúa después de un año de trasplante en plantas híbridas se eliminan ramas innecesarias del interior de la copa y cualquier brote que

se encuentre debajo del primer molinillo; sin embargo, sí éste tiene menos de 1,0 metros se permite que un chupón crezca y forme un segundo molinillo a una altura adecuada, para dejar 3 o 4 ramas vigorosas bien ubicadas (Márquez, 2019).

### **2.13.1 Poda de mantenimiento**

Se realizan cortes para mantener la copa en forma de cono natural, activa, sana, productiva y a una altura que facilite su manejo. Se debe realizar dos veces al año, una principal a finales de la época seca y una secundaria después de la cosecha principal (Ramos, 2021).

### **2.13.2 Poda de saneamiento**

Este tipo de poda se realiza en plantaciones adultas y consiste en eliminar las partes enfermas del follaje y frutos afectados por escoba de bruja, monilla, mazorca negra e insectos. Además, deben eliminarse plantas parásitas que crecen en la copa del árbol para que la poda fitosanitaria sea provechosa se deben eliminar las escobas cuando están verdes, y no cuando están secas, en el caso de monilla, se deben eliminar en sus primeros estadios antes que presente el color blanco que son o esporas (Progresia Caribe, 2022).

### **2.13.3 Poda de rehabilitación**

Se realiza en cultivos viejos, abandonados o con poca producción, buscando recuperar su capacidad productiva, consiste en eliminar abundante follaje y ramas con la finalidad de que la planta emita nuevas ramas o chupones basales, de estos chupones se seleccionará uno para dar formación a un nuevo árbol, esta poda se justifica si el árbol es buen productor, de no ser así es mejor proceder a su renovación con nuevas plantas.

## **2.14 Riego**

La aplicación de riego en las plantaciones de cacao, es una labor de suma relevancia debido a que va a ser el factor fundamental que determinara la productividad del cultivo, por tanto, se ha previsto evaluar la influencia de cuatro métodos de riego en el momento de cuajado del fruto de cacao (Arboleda, 2021).

### **2.15 Cosecha**

Las mazorcas sanas deben cosecharse tan pronto como maduren. Se debe tener cuidado para minimizar el daño a los cojines de árboles y flores, y para prevenir la introducción y propagación de enfermedades, utilizando herramientas limpias y bien mantenidas. Es importante que solo se utilicen en la fermentación granos de mazorcas recién maduras y saludables, ya que los granos de las mazorcas inmaduras, demasiado maduras o dañadas, enfermas serán de menor calidad (Fraatz, 2021).

### **2.16 Fermentación**

La fermentación es uno de los procesos que incrementa la calidad de la clase de cacao para hacer chocolate, ya que en este proceso, es donde muere el embrión y se generan reacciones bioquímicas dentro de los cotiledones; reduciendo el sabor astringente y amargo, generando compuestos precursores que reaccionarán durante el tostado para formar el sabor a chocolate, “no hay sabor a chocolate en almendras sin fermentar” (Erazo, 2019).

### **2.17 Secado**

La operación de secado del cacao es de gran importancia para su valorización pos cosecha, porque en esta etapa se logra estabilizar microbiológicamente el producto al disminuir su actividad de agua. Además, es posible influir en su calidad, especialmente mediante la retención de compuestos fenólicos los cuales poseen propiedades funcionales, la disminución de ácidos orgánicos y el alto contenido de azúcares, lo cual permite obtener granos de cacao finos y de aroma (Chica, 2022).

### **2.18 Almacenamiento**

El almacenamiento del cacao juega un papel preponderante. Si no es realizado en perfectas condiciones todo el esfuerzo realizado en obtener un producto de calidad puede echarse a perder. Terminado el secado los granos se envasan en costales de yute y si todavía están calientes, se dejará enfriar antes de ensacarlos. El ambiente donde se va almacenar debe estar exento de olores extraños, como los provenientes

de pesticidas, combustible, alimentos con olores penetrantes, etc. Se debe evitar del todo la contaminación por humo.

El cacao debe ser preservado de toda contaminación por sabor y olores extraños. Después de haber sido clasificado, deben ser envasados en sacos nuevos y en perfecto estado (Cerón, 2020).

## **2.19 Asociación de cacao con banano**

El cacao y el plátano son dos cultivos de gran importancia en zonas tropicales húmedas de América Central. Ambos cultivos aparecen en las fincas en dos modalidades: lotes separados o en el mismo terreno, cuando el plátano es utilizado como sombra temporal durante el establecimiento del cacao. Comparten las características de tener precios fluctuantes y requerimientos edafoclimáticos similares (Caicedo, 2020).

### **Beneficios de la asociación de cacao con banano**

- **Sombra y protección:** El banano, con su rápido crecimiento y grandes hojas, proporciona sombra al cacao, que es una planta que prospera en condiciones de sombra parcial. esta protección solar es crucial durante las primeras etapas de crecimiento del cacao, ayudando a prevenir el estrés hídrico y térmico.
- **Mejora del suelo:** Las hojas y restos orgánicos del banano contribuyen a la mejora de la materia orgánica del suelo. esto aumenta la fertilidad del suelo y su capacidad para retener agua, creando un ambiente más favorable para el desarrollo del cacao.
- **Diversificación de ingresos:** La cosecha de bananos proporciona ingresos a corto plazo para los agricultores, mientras esperan la maduración y producción de cacao, que toma varios años. esta diversificación reduce el riesgo económico asociado a la dependencia de un solo cultivo.
- **Control de malezas:** La cobertura del suelo proporcionada por las hojas de banano y el denso follaje reduce la incidencia de malezas, disminuyendo así la necesidad de herbicidas y labores de deshierbe (Cerón, 2020).

### **2.19.1 Manejo de sombra**

El cacao es una planta que crece bien bajo sombra de otros árboles, pero si se desea producir cacao para la venta, es necesario atender con cuidado el grado de sombra que los árboles acompañantes proporcionan.

Para definir el nivel de sombra apropiado es necesario tomar en cuenta el clima y suelo donde se desarrolla el cultivo del cacao. Si el clima no es el más adecuado para el cultivo del cacao o los suelos son pobres de nutrientes, la sombra se vuelve más importante. Al contrario, si el suelo es muy fértil y el clima es adecuado para el cultivo del cacao se puede utilizar menos sombra para el cacao (Cacao Móvil, 2018).

### **2.13. Fertilización foliar**

La fertilización foliar es aplicada a través de las hojas es el complemento a la fertilización edáfica, bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos, algunos componentes de ésta participan en la absorción de los iones. Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos; aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar (Espinoza, 2020).

- **Ventajas**

Corrige rápidamente las deficiencias de nutrientes porque absorbe con facilidad los nutrientes, se puede aplicar durante el periodo seco y cuando hay exceso de lluvia o cuando la planta esta débil o necesita muchos nutrientes o por estar en tiempos de cosecha. En ese período no hay crecimiento de raíces, entonces es más eficiente aplicarlo en las hojas.

- **Desventajas**

Solamente se aplica en las mañanas y las tardes, una vez aplicado se lava fácilmente con la lluvia si no se aplican correctamente pueden dañar las hojas (Cacao Movil, 2024).

### **2.19.2 Fertilizante Actimec**

Es un potente Activador metabólico, que contiene nucleótidos, ácido fólico y Cisteína, entre otros, los cuales favorecen el desarrollo vegetativo de la planta, con brotación de yemas viables y hojas funcionales.

Confiere además un fuerte efecto de resistencia de la planta frente a condiciones adversas como sequía, heladas, exceso de frío o de calor, fitotoxicidad, ataque de plagas, enfermedades, uso de agroquímicos le permite a planta ahorrar energía, favoreciendo la calidad y la cantidad de cosecha por periodos más prolongados, con una mayor rentabilidad de la inversión, incrementa la actividad metabólica de la planta con aumento en el contenido de sustancias proteicas, carbohidratos, vitaminas y hormonas de crecimiento que conducen a un mayor desarrollo, mayor floración, mayor cuajado de frutos y mayor producción de las cosechas (GVM, 2019).

- **Composición química (Frasco x 1 l)**

Fosforo ( $P_2O_5$ ) 117 g/l;

Potasio ( $K_2O$ ) 119;

Zinc (Zn) 33.5 g/l;

Azufre (S) 10 g/l;

Nucleótidos 32.0 g/l;

Dosis general: 250 a 500 cc/ha, dependiendo la edad del cultivo (GVM, 2019).

### **2.19.3 Fertilizante Amingold**

Es un fertilizante foliar formulado con base en aminoácidos libres, obtenidos a partir de la hidrólisis química de las proteínas, contenidas en una mezcla de soya, maíz y levadura. Se encuentra enriquecido con elementos mayores (N, P, K), elementos secundarios (Mg y S), y elementos menores (B y Zn). Favorece los procesos fisiológicos de la planta como, enraizamiento, floración, cuajado y llenado de frutos; por su alto contenido de aminoácidos libres, incrementa la resistencia de las plantas a condiciones adversas tales como, exceso de frío o de calor,

fitotoxicidad y ataque de plagas y/o enfermedades, facilita e incrementa la adherencia y velocidad de ingreso de otras sustancias a la planta. (Vásquez, 2020)

- **Composición química (Frasco x 1 l)**

Nitrógeno Total (N)	48.9 g/l
Fósforo soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	55.2 g/l
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	119.0 g/l
Magnesio (MgO)	8 g/l
Zinc (Zn)	4.0 g/l

Dosis general: 1 l/ha (Caldas, 2022).

#### **2.19.4 Fertilizante Calciliq – A**

Es un fertilizante foliar con base en calcio quelatado con aminoácidos para obtener una rápida respuesta de los requerimientos de este elemento, dada su baja movilidad.

También facilita la movilidad del Calcio, supliendo rápidamente las deficiencias de este elemento, activando el crecimiento de raíz, tallo, hojas y frutos al mejorar la activación enzimática, la regulación osmótica, el metabolismo de carbohidratos, auxinas y fenoles y también al mejorar la resistencia sistémica a las enfermedades. Tiene un pH ácido que le permite ser mezclado con otros fertilizantes (Vásquez, 2020).

- **Composición química (Frasco x 1 l)**

Nitrógeno Total (N)	106.0 g/l
Potasio (K <sub>2</sub> O)	70.0 g/l
Calcio (CaO)	189.0 g/l
Boro (B)	20.0 g/l
Aminoácidos libres	73.0 g/l
Aminoácidos totales	107.0 g/l

Dosis general: 1 l/ha (Agrizon, 2023)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

Se realizó en la provincia Bolívar, cantón Caluma, en el sector Granja el Triunfo.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud promedio	1478 msnm
Latitud	12° 36´ 19´´S
Longitud	79° 18´ 22´´O
Temperatura media anual	22,2°C
Temperatura máxima	24°C
Temperatura mínima	19°C
Humedad relativa	83%
Precipitación media anual	2945 mm
Heliofanía promedio	720/horas/luz/año

- **Zona de vida**

Según la clasificación climática realizada por Holdrige L, el sitio es correspondiente para el bosque húmedo subtropical. (bs-HT) (Holdridge, 1979).

#### 3.2 Metodología

##### 3.2.1 Material experimental

- Planta de cacao (Rehabilitadas con injerto)
- Fertilizantes foliares

### 3.2.2 Factor en estudio

3 tipos de fertilizantes foliares

### 3.2.3 Tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Actimec (500cc/ha)
T2	Amingold (1l/ha)
T3	Calciliq - A (1l/ha)
T4	Testigo (Sin fertilización foliar)

### 3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Estadística descriptiva e inferencial.

### 3.2.5 Manejo del experimento

- **Limpieza del ensayo**

Se realizó el control de malezas de forma manual con ayuda de un machete y guadaña, con la finalidad que no compitan por agua, luz, nutriente y espacio.

- **Poda fitosanitaria**

Se procedió a eliminar las hojas viejas, ramas secas, mal formadas y frutos enfermos, con la ayuda de una tijera de podar, considerando que esta labor se realizó en la fase lunar menguante, en ésta fase se encuentra la mayor parte de la savia en las raíces, es recomendable no hacer las podas en días lluviosos.

- **Deschuponamiento**

Se eliminaron los chupones y brotes emergentes del tallo rehabilitado dejando de esta manera a la planta con la presencia de un solo eje principal, posterior a esta labor se protegió las heridas con pastas a base de cobre para evitar la incidencia de enfermedades en el cultivo.

- **Fertilización foliar**

La aplicación de la fertilización foliar se realizó con una bomba de aspersión de 20 litros de agua, con una frecuencia de 15 y 30 días en base a las dosis de cada tratamiento detallado T1 Actimec: (19.24 ml), T2 Amingold: (38 ml), T3 Calciliqua: (38 ml) y T4 (testigo) en una superficie de 384.75 m<sup>2</sup> por tratamiento.

- **Control de plagas**

Se realizó, utilizando un insecticida con ingrediente activo Thiamethoxam + Lambda cyhalothrin en una dosis de 25 ml/20 l de agua con la ayuda de una bomba de aspersión, cubriendo toda la planta, de esta manera se controlaron las principales plagas que afectaron al cultivo como pachones, arrieras y patillas.

- **Control de enfermedades**

La *Monilla* es la enfermedad más común en el cacao, en las plantas que presentaron incidencia, se aplicó fungicida de ingrediente activo Mancozeb + oxiclورو de cobre en dosis de 0.31 kg/20 l de agua con la ayuda de una bomba de aspersión.

- **Control químico de malezas**

Se controló la maleza que se presentó en el área de investigación aplicando glifosato en dosis de 175 ml/20 litros de agua con la ayuda de una bomba de aspersión.

### **3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuesta)**

- **Altura de la planta (AP)**

Se evaluó antes de la fertilización y posterior a los 120 días de la aplicación, en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela, midiendo desde el punto de la unión del injerto hasta el meristema apical de la planta con ayuda de un flexómetro, sus datos se expresaron en cm.

- **Número de ramas principales (NRP)**

Se registró por conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar contando el número de ramas principales brotadas del eje ya rehabilitado, antes de aplicación foliar y a los 120 días de la misma aplicación.

- **Número de ramas secundarias (NRS)**

Se registró por conteo directo la cantidad de ramas secundarias en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la aplicación foliar y 120 días posteriores.

- **Diámetro del tallo (DT)**

Se evaluó con la ayuda de un calibrador de Vernier en 10 plantas seleccionadas al azar, considerando la mitad del tallo principal del injerto rehabilitado, antes de la fertilización y a los 120 días posteriores. Sus datos fueron expresados en cm.

- **Diámetro de ramas principales (DRP)**

Variable que se registró con la ayuda de un calibrador de vernier en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la aplicación foliar y 120 días después de la fertilización. Sus datos fueron expresados en cm.

- **Diámetro de copa (DC)**

Se evaluó en dos direcciones Norte-Sur y Este -Oeste y tomando como referencia la proyección de los extremos de la misma sobre el suelo, midiendo con cinta métrica la distancia entre ambos extremos. Así se obtuvieron dos medidas, siendo la medida final del diámetro de copa el promedio de las dos medidas tomadas en cm.

- **Número de botones florales (NBF)**

Dato que fue registrado por conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar en el área neta, antes de la aplicación foliar y 120 días después de la fertilización, y se expresó en botones por planta.

- **Número de flores semi-abiertas (NFSA)**

Se evaluó por conteo directo, determinando las flores semi-abiertas, las mismas que no se encuentren abiertos sus 5 pétalos y donde no se visualice sus filamentos, en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la fertilización y 120 días después de la aplicación.

- **Número de flores abiertas (NFA)**

Se evaluó por conteo directo el número de botones florales abiertos, considerando que sus 5 pétalos y 10 filamentos se encuentren totalmente abiertos, en 10 plantas seleccionadas al azar antes de la fertilización y 120 días después de la aplicación, y se expresó en flores por planta.

- **Número de frutos (NF)**

Se contó el número de frutos presentes en 10 plantas seleccionadas al azar en cada uno de los tratamientos, mediante observación directa, antes de la aplicación y 120 días después de la fertilización.

- **Longitud de frutos (LF)**

Se evaluó en 10 mazorcas de cacao, tomadas al azar por tratamiento medidos desde la parte basal hasta el ápice de la mazorca cosechada, para lo cual se utilizó un cinta métrica y se expresó en cm a los 120 días posteriores a la aplicación.

- **Diámetro de frutos (DF)**

Esta actividad se realizó en una muestra de 10 mazorcas de cacao por tratamiento, las mismas que fueron tomadas al azar, medidos en la parte media utilizando un calibrador de Vernier en cm a los 120 días después de la aplicación.

### **3.2.7 Tipos de análisis**

- Prueba de Fisher al 5% y 1 %
- Prueba de Tukey al 5%,
- Análisis de correlación
- Media general

## CAPÍTULO IV

### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1.1 Altura de la planta (AP)

**Tabla 1**

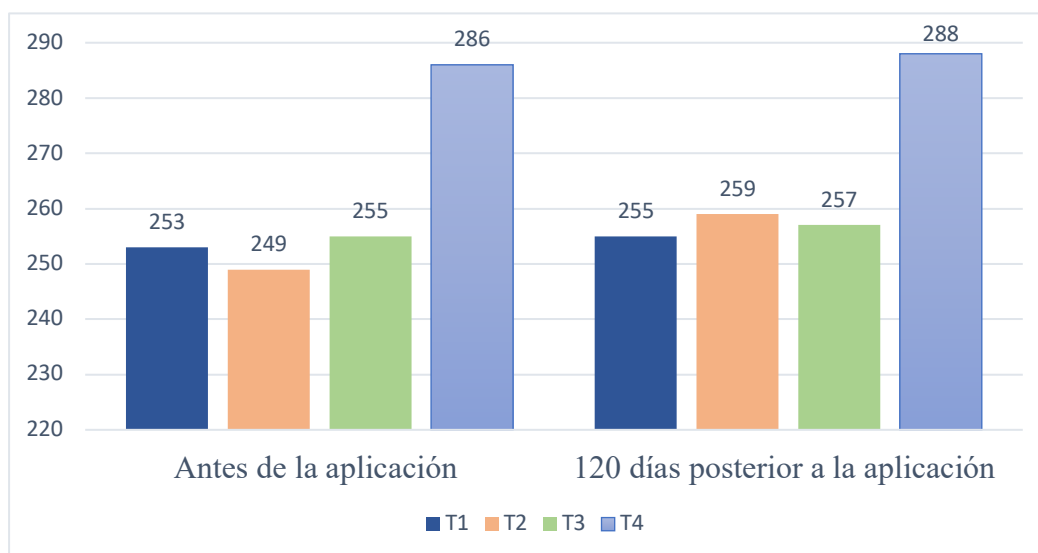
*Resultados de los análisis estadísticos en la altura de la planta (AP)*

Tratamientos	Antes de la aplicación de fertilizantes (**)		120 días posterior a la aplicación (**)		% Incremento	
	Nº.	Promedios	Rango	Promedios		Rango
1		253	B	255	B	0.78
2		249	B	259	AB	3.86
3		255	AB	257	AB	0.78
4		286	A	288	A	0.69
F		4.03		3.42		
MG:		261		264		1.13

*Nota:* \*\*= Altamente significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general, Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 1**

*Valores promedios para la altura de planta (AP).*



En el análisis de AP, se determinaron diferencias altamente significativas antes de la aplicación y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un

promedio general de 261 cm de altura antes de la aplicación y 264 cm después de la aplicación (Tabla 1).

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de altura con 286 cm, mientras que el tratamiento T3 con 255 cm, seguido por los tratamientos T1 y T2, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo la mayor altura con 288 cm, seguido del tratamiento T2 con 259 cm, mientras que el tratamiento T3 con 257 cm, el menor promedio se registró en T1 con una altura de 255 cm (Figura 1).

Se puede afirmar que hay una mejora considerable en los tratamientos evaluados, destacando especialmente el tratamiento T4. Sin embargo, el tratamiento T2 Amingold se destacó como el más eficiente para alargar los tejidos, con un incremento de 3.86% en relación con su medida inicial.

Es relevante señalar que la formulación del fertilizante, factores ambientales, características genéticas y manejo del cultivo, como la poda de mantenimiento, corona del cuello de la planta realizada durante el estudio, pueden crear un entorno propicio para el desarrollo de la planta.

#### 4.1.2 Número de ramas principales (NRP)

**Tabla 2**

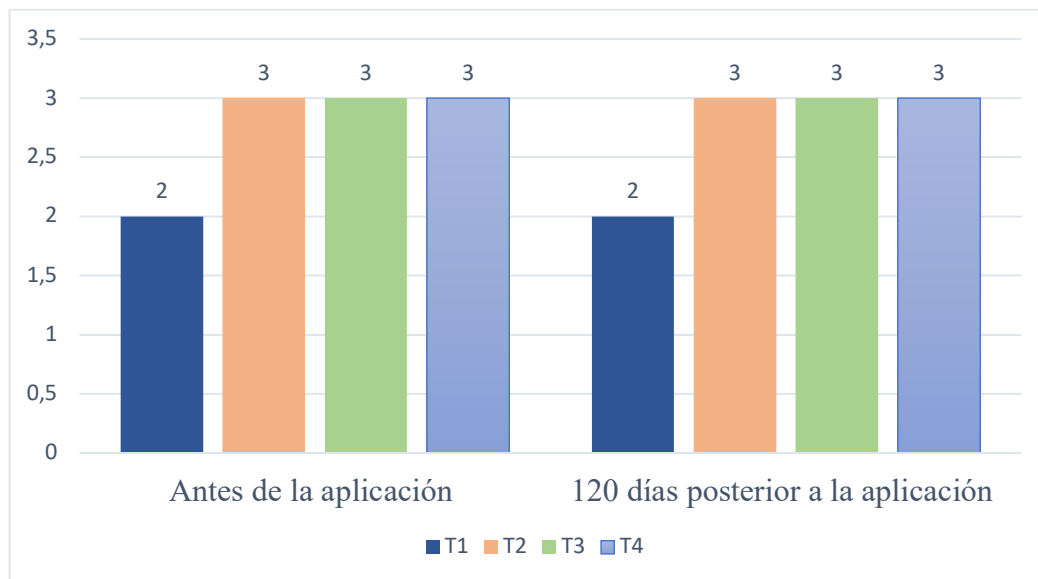
*Resultados de los análisis estadísticos en el número de ramas principales (NRP).*

Tratamientos	Antes de la aplicación de fertilizantes (ns)		120 días posterior a la aplicación (ns)		% Incremento
	Promedios	Rango	Promedios	Rango	
<b>Nº.</b>					
<b>1</b>	2	A	2	A	0
<b>2</b>	3	A	3	A	0
<b>3</b>	3	A	3	A	0
<b>4</b>	3	A	3	A	0
<b>F</b>	0.55		0.55		
<b>MG:</b>	3		3		0

*Nota:* ns= No Significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general, Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 2**

*Valores promedios para el número de ramas principales (NRP)*



Para el número de ramas principales (NRP), fue similar (ns), antes y después de la aplicación, con un promedio general de 3 ramas principales antes de la aplicación y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes (Tabla 2).

Antes de la aplicación y después de la aplicación los tratamientos; T2, T3 y T4 tuvieron un promedio de solo 3 ramas principales, en comparación con el T1 que registró el menor promedio, con 2 ramas. No se observaron diferencias presentando un incremento del 0% (Figura 2).

Los fertilizantes foliares empleados poseen composiciones químicas específicas que influyen en el crecimiento y ramificación del cacao. La dosis y frecuencia de aplicación son factores cruciales. Un mayor NRP puede aumentar la superficie foliar, mejorando así la fotosíntesis y la capacidad de la planta para producir frutos. Sin embargo, es importante encontrar un equilibrio, en el NRP, a través de técnicas como la poda para mantener de 3 a 4 ramas para maximizar la productividad de las plantas de cacao (Caicedo, 2020).

### 4.1.3 Número de ramas secundarias (NRS)

**Tabla 3**

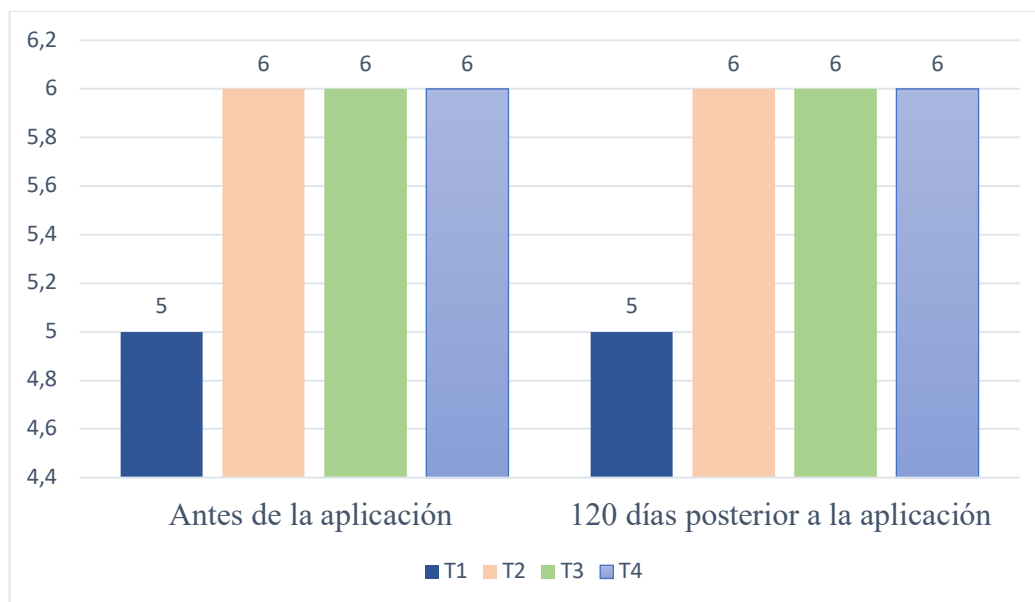
*Resultados de los análisis estadísticos en el número de ramas secundarias (NRS)*

Tratamientos	Antes de la aplicación de fertilizantes (ns)		120 días posterior a la aplicación (ns)		% Incremento
	Promedios	Rango	Promedios	Rango	
<b>Nº.</b>					
<b>1</b>	5	A	5	A	0
<b>2</b>	6	A	6	A	0
<b>3</b>	6	A	6	A	0
<b>4</b>	6	A	6	A	0
<b>F</b>	0.69		0.69		
<b>MG:</b>	6		6		0

*Nota:* Ns= No Significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general, Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 3**

*Valores promedios para el número de ramas secundarias (NRS)*



La respuesta para el número de ramas secundarias (NRS), fue similar (ns), antes y después de la aplicación, con un promedio general de 6 ramas secundarias antes de la aplicación y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes (Tabla 3).

Antes de la aplicación y después de la aplicación los tratamientos; T2, T3 y T4 tuvieron un promedio de solo 6 ramas secundarias, en comparación con el T1 que registró el menor promedio, con 5 ramas. No se observaron diferencias presentando un incremento del 0% (Figura 2).

Los fertilizantes empleados mantienen una estimulación igual en el tejido meristemático, por lo que se evidenció que las plantas de los tratamientos tienen la misma cantidad de número de ramas, gracias a sus macro y micro nutrientes quienes son los responsables del crecimiento en longitud y la formación de nuevas ramas secundarias proporcionando más puntos de crecimiento donde se desarrollan las flores y frutos del cacao. Esto puede llevar a una distribución más uniforme de los frutos en la planta, reduciendo el riesgo de sobrecarga en ramas individuales y mejorando la calidad del cacao al permitir un desarrollo más homogéneo de los granos (Fraatz, 2021).

#### 4.1.4 Diámetro del tallo (DT)

**Tabla 4**

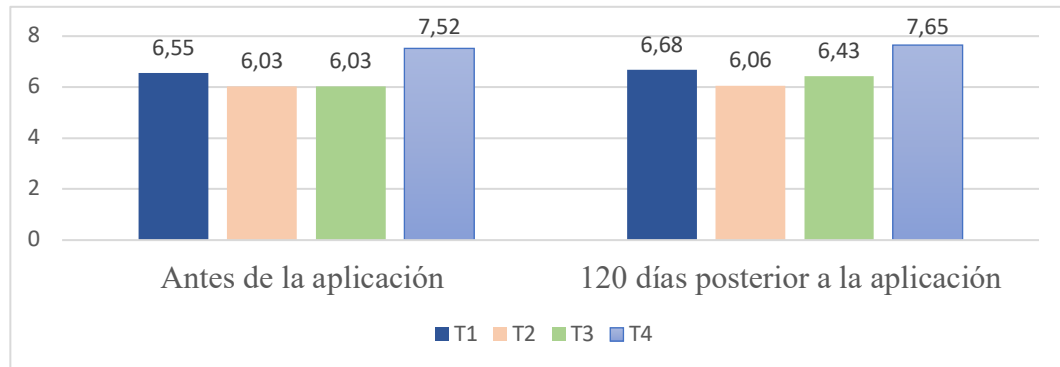
*Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro del tallo (DT)*

Tratamientos	Antes de la aplicación de fertilizantes (**)		120 días posterior a la aplicación (**)		% Incremento
	Promedios	Rango	Promedios	Rango	
Nº.					Promedios
<b>1</b>	6.55	AB	6.68	AB	1.95
<b>2</b>	6.03	B	6.06	B	0.50
<b>3</b>	6.03	B	6.43	AB	6.22
<b>4</b>	7.52	A	7.65	A	1.70
<b>F</b>	3.84		3.42		
<b>MG:</b>	6.53		6.70		2.54

*Nota:* \*\*= Altamente significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general, Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 4**

*Valores promedios para el diámetro del tallo (DT)*



Para la evaluación del diámetro de tallo (DT), se presentaron diferencias altamente significativas en las dos evaluaciones con un promedio general de 6.53 cm antes y 6.70 cm después de la aplicación (Tabla 4).

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de diámetro de tallo con 7.52 cm, mientras que el tratamiento T1 con 6.55 cm, seguido por los tratamientos T2 y T3 con 6.03 cm, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo el mayor diámetro de tallo con 7.65 cm, seguido del tratamiento T1 con 6.68 cm, el menor promedio se registró en T2 con 6.06 cm de DT (Figura 4).

Estos resultados indican que el tratamiento T4 exhibe el diámetro de tallo más amplio. Sin embargo, el tratamiento T3 experimentó el mayor porcentaje de incremento con 6.22 %, destacando la influencia del fertilizante Calciliq - A este fertilizante es rico en calcio y otros nutrientes que son esenciales para el desarrollo del tejido vascular de las plantas. El calcio es un componente fundamental de la pared celular, y su presencia adecuada fortalecer las células, promover la división celular y, por lo tanto, favorecer el engrosamiento del tallo.

El diámetro del tallo en plantas de cacao muestra una notable variabilidad según el uso de fertilizantes, siendo influenciado significativamente por la composición y la aplicación de estos nutrientes, además de una interacción compleja entre varios factores, como las características genéticas de las plantas (Cerón, 2020).

#### 4.1.5 Diámetro de ramas principales (DRP)

**Tabla 5**

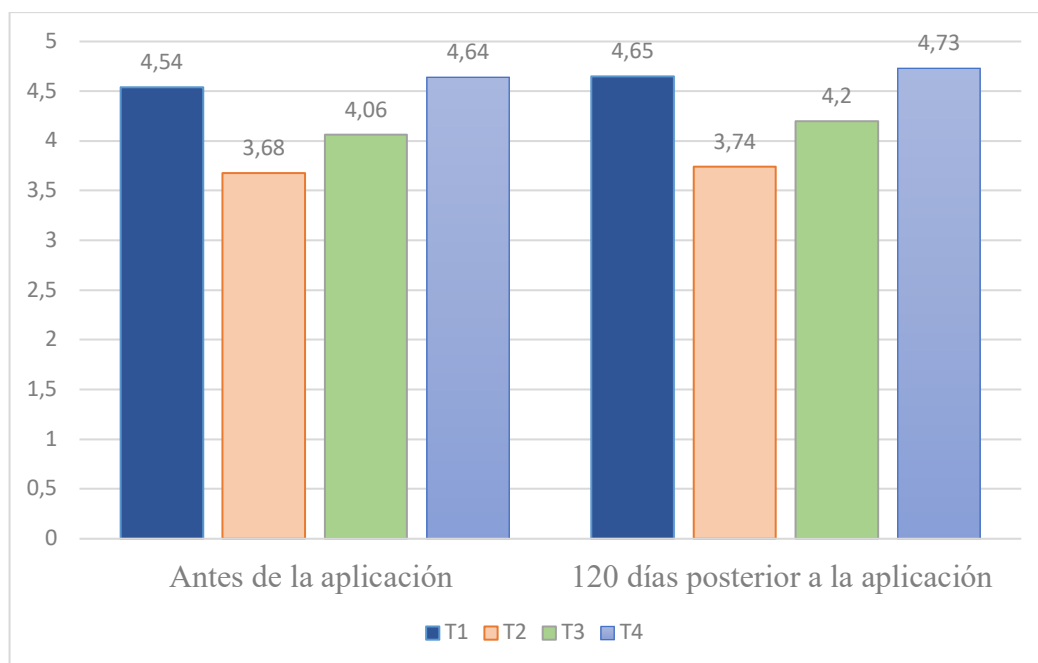
*Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro de ramas principales (DRP)*

Tratamientos	Antes de la aplicación de fertilizantes (ns)		120 días posterior a la aplicación (ns)		% Incremento
	Promedios	Rango	Promedios	Rango	
<b>Nº.</b>					<b>Promedios</b>
<b>1</b>	4.54	A	4.65	A	2.37
<b>2</b>	3.68	A	3.74	A	1.60
<b>3</b>	4.06	A	4.20	A	3.33
<b>4</b>	4.64	A	4.73	A	1.90
<b>F</b>	2.99		2.92		
<b>MG:</b>	4.23		4.33		2.31

*Nota:* Ns= No Significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general, Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 5**

*Valores promedios para el diámetro de ramas principales (DRP).*



Para el diámetro de ramas principales (DRP), fue similar (ns), antes y después de la aplicación, con un promedio general de 4.23 cm de diámetro de rama antes de la aplicación, y 4.33 cm después de la aplicación de los fertilizantes (Tabla 5).

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de diámetro de ramas principales con 4.64 cm, mientras que el tratamiento T1 con 4.54 cm, seguido por el tratamiento T3 con 4.06 cm, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo el mayor diámetro de ramas principales con 4.73 cm, seguido del tratamiento T1 con 4.65 cm el menor promedio se registró en T2 con 3.74 cm de DRP (Figura 5).

El tratamiento que mostró el mayor aumento en el diámetro de las ramas principales, fue el T3, con un porcentaje de incremento de 3.33 %. Este resultado podría atribuirse al fertilizante utilizado en este tratamiento Calciliq - A, el cual podría haber proporcionado los nutrientes necesarios para promover el crecimiento de las ramas de manera más efectiva que los otros tratamientos.

Las plantas de cacao que reciben una nutrición equilibrada tienden a desarrollar ramas principales más gruesas y resistentes, mejora la estabilidad de la planta, también optimiza su capacidad para soportar la carga de frutos (Baquerizo, 2020).

#### 4.1.6 Diámetro de copa (DC)

**Tabla 6**

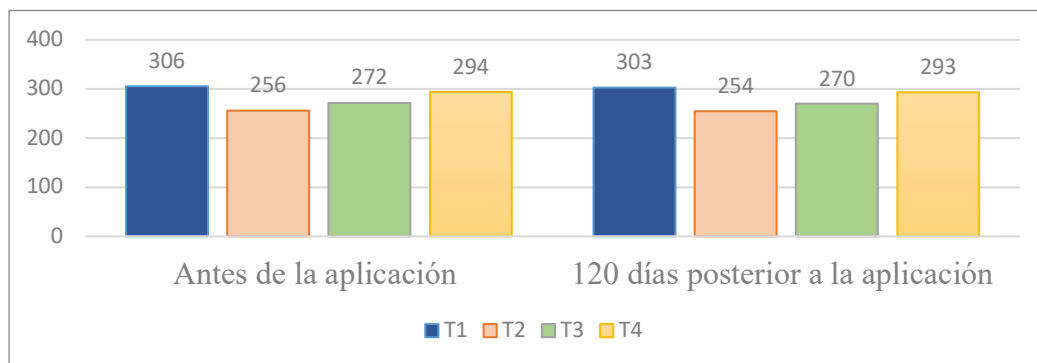
*Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro de copa (DC)*

Tratamientos	Antes de la aplicación de fertilizantes (**)		120 días posterior a la aplicación (**)		% Reducción
	Promedios	Rango	Promedios	Rango	
<b>Nº.</b>					
<b>1</b>	306	A	303	A	- 0.98
<b>2</b>	256	B	254	B	-0.78
<b>3</b>	272	AB	270	AB	-0.74
<b>4</b>	294	AB	293	AB	-0.34
<b>F</b>	4.48		4.43		
<b>MG:</b>	282		280		-71

*Nota:* \*\*= Altamente significativo CV= Coeficiente de variación (%) MG= Media general, Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

**Figura 6**

*Valores promedios para el diámetro de copa (DC).*



Para el diámetro de copa (DC), se determinaron diferencias altamente significativas antes y a los 120 días después de la aplicación registrando un promedio general de 282 cm de diámetro de copa antes de la aplicación, y 280 cm después de la aplicación de los fertilizantes (Tabla 6).

Antes de la aplicación, el T3 alcanzó el mayor promedio de diámetro de copa con 306 cm, mientras que el tratamiento T4 con 294 cm, seguido por el tratamiento T3 con 272 cm, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T3 mantuvo el mayor diámetro de copa con 303cm, seguido del tratamiento T4 con 293 cm el menor promedio se registró en T2 con 254 cm de DC (Figura 6).

Estos resultados indican una mejora considerable en los tratamientos evaluados, destacando especialmente el tratamiento T3 que mantuvo el mayor diámetro de copa, aunque con una ligera reducción de 0.98 %, lo que indica que la planta ha alcanzado un equilibrio en el cual prioriza la sostenibilidad a largo plazo sobre el crecimiento. Este comportamiento podría estar relacionado con la redistribución de recursos hacia otros procesos fisiológicos, como la maduración de frutos.

El manejo agrícola, incluyendo la poda y la fertilización, quienes juegan un papel determinante en el desarrollo del diámetro de copa. La poda adecuada ayuda a formar una estructura de copa equilibrada y robusta, mientras que la fertilización, especialmente con nutrientes clave como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, promueve un crecimiento foliar saludable y vigoroso (López, 2021).

#### 4.1.7 Número de botones florales (NBF)

**Tabla 7**

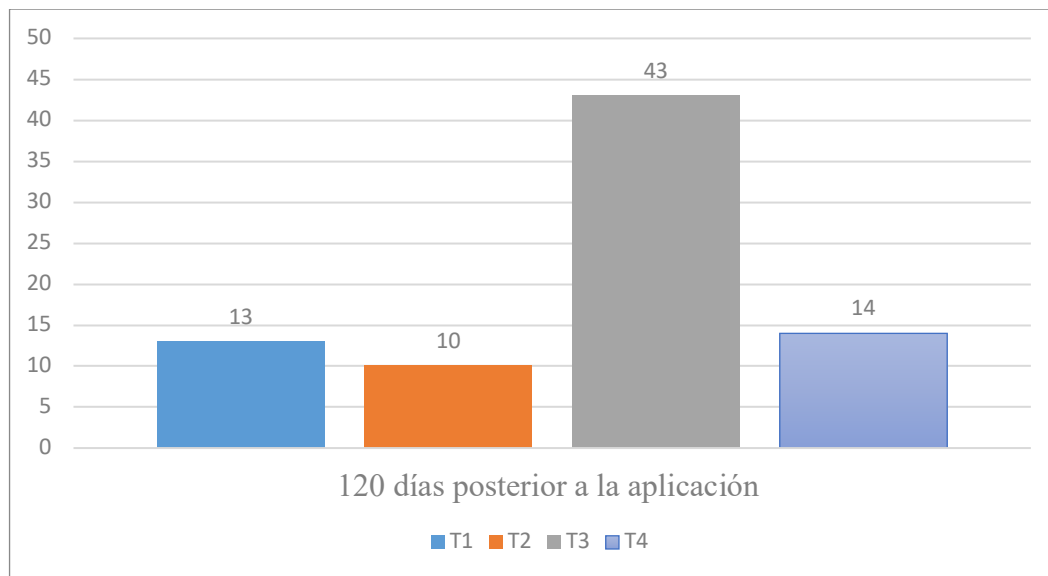
*Resultados de los análisis estadísticos para el número de botones florales (NBF)*

Tratamientos	120 días posterior a la aplicación (*)		
	Nº.	Promedios	Rango
1		13	B
2		10	B
3		43	B
4		14	A
F		19.38	
MG:		20	

*Nota:* \*= Significativo;(P<0.01); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; MG = Media general; F = Fisher.

**Figura 7**

*Valores promedios para el número de botones florales (NBF).*



Para el número de botones florales (NBF), se determinaron diferencias significativas, se registró un promedio general de 20 botones florales, con un rango promedio que va de 10 a 43 botones florales después de la aplicación de los fertilizantes (Tabla 7).

El T3 mantuvo el mayor número de botones florales con 43, seguido del tratamiento T4 con 14, mientras que el tratamiento T1 con 13, el menor promedio se registró en el T2 con 10 botones florales (Figura 7).

El fertilizante Calciliq – A, generó más botones florales esto se debe al fertilizante que esta diseñado para promover la floración, cuajado y llenado de frutos. Cabe recalcar que la aplicación de los fertilizantes estimulan la producción de botones florales en todas las plantas, lo que es fundamental para el proceso de polinización y posterior producción de frutos en el cultivo de cacao.

Estos resultados confirman lo mencionado por la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao - Ecuador, que el cacao florece a lo largo de todo el año, especialmente cuando no está bajo sombra y si mantiene un nivel adecuado de humedad. Los meses en que las plantas tienen mayor incremento de la floración son; enero, febrero y mayo; Sin embargo, es importante tener en cuenta que las lluvias o sequias intensas provocan la caída de flores.

#### 4.1.8 Número de flores semi-abiertas (NFSA)

**Tabla 8**

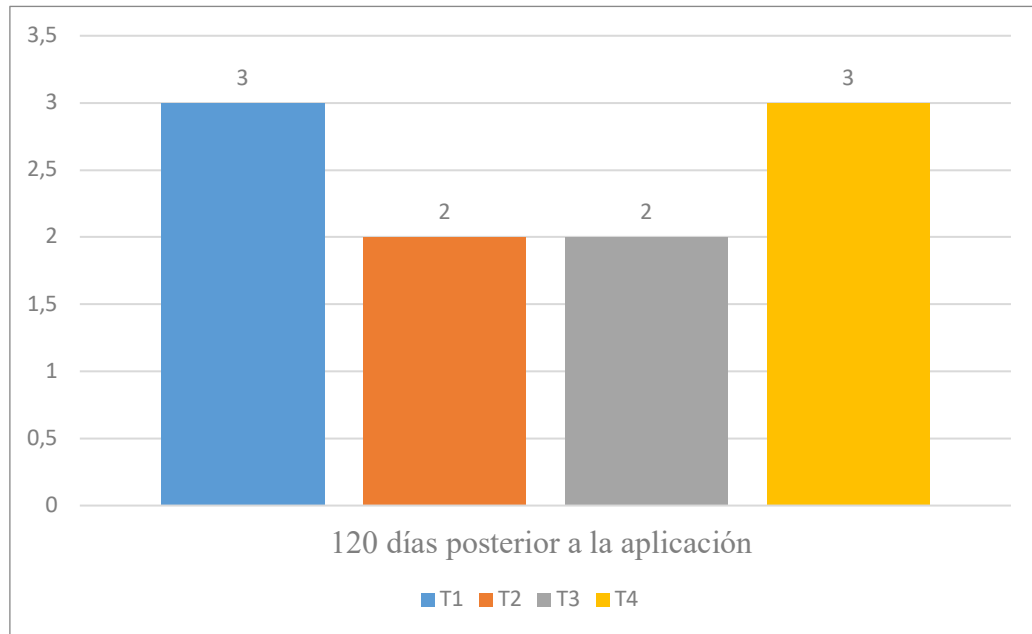
*Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores semi-abiertas (NFSA)*

Tratamientos	120 días posterior a la aplicación (ns)		
	Nº.	Promedios	Rango
1	3	A	
2	2	A	
3	2	A	
4	3	A	
F		1.02	
MG:		3	

*Nota:* Ns= No significativo;(P<0.01); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; MG = Media general; F = Fisher.

**Figura 8**

*Valores promedios en el número de flores semi-abiertas (NFSA)*



En cuanto al número de flores semi - abiertas (NFSA), se determinaron diferencias no significativas, se registró un promedio general de 3 flores semi abiertas, con un rango de promedios que va de 2 a 3 flores semi abiertas después de la aplicación de los fertilizantes (Tabla 8).

Con la prueba de Tukey al 5%, el T4 y T1 mantienen el mayor número de flores semi abiertas con 3, el menor promedio se registró en los tratamientos T2 y T3 con 2 flores semi – abiertas (Figura 8).

Se puede deducir que la cantidad de flores semi - abiertas aumentó gracias al efecto de los fertilizantes utilizados, donde el T1 y T4, recibieron los fertilizantes Actimec y Calciliq - A, respectivamente, estimulando el desarrollo floral de las plantas.

Es importante tener en cuenta que la floración del cacao no está exclusivamente influenciada por la nutrición de la planta, ya que está directa o indirectamente controlada por factores climáticos. En regiones donde la precipitación pluvial y la temperatura siguen patrones bien definidos, la floración tiende a disminuir durante los períodos secos y lluviosos (Aspur, 2019).

#### 4.1.9 Número de flores abiertas (NFA)

**Tabla 9**

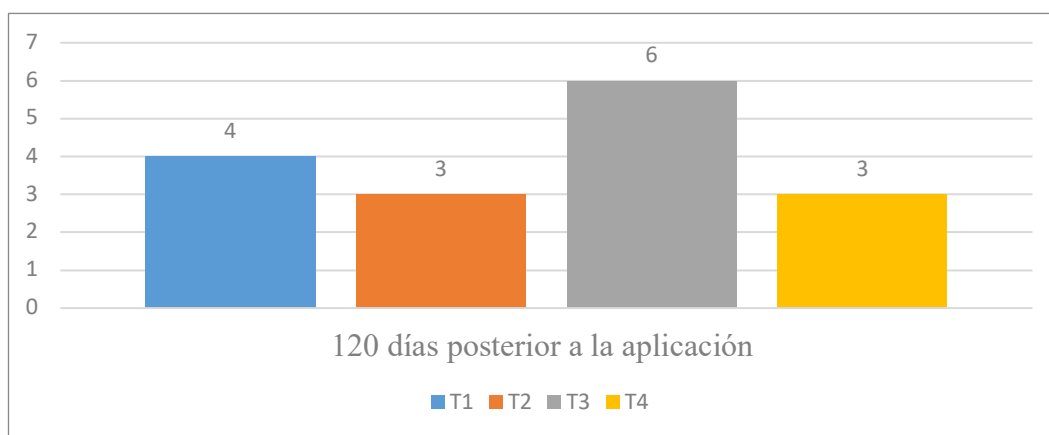
*Resultados de los análisis estadísticos para el número de flores abiertas (NFA)*

Tratamientos	120 días posterior a la aplicación (ns)		
	Nº.	Promedios	Rango
1	4	4	A
2	3	3	A
3	6	6	A
4	3	3	A
F		1.82	
MG:		4	

*Nota:* Ns= No significativo;(P<0.01); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; MG = Media general; F = Fisher.

**Figura 9**

*Valores promedios para el número de flores abiertas (NFA)*



Para el número de flores abiertas (NFA), se determinaron diferencias no significativas, se registró un promedio general de 4 flores abiertas, con un rango de promedios que va de 3 a 6 flores abiertas después de la aplicación de los fertilizantes (Tabla 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, el T3 mantuvo el mayor número de flores abiertas con 6, seguido del tratamiento T1 con 4, el menor promedio se registró en los tratamientos T2 y T4 con 3 flores abiertas (Figura 9)

Estos resultados permiten inferir que la eficacia de los fertilizantes se observó que el T3 Calciliq - A, mostró la mayor cantidad de flores abiertas después de la aplicación.

La Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador, Anecacao, menciona que solo el 0,1 % del total de flores producidas por un árbol de cacao logra ser fecundada con éxito. Además, las condiciones climáticas desfavorables pueden provocar que la flor no logre cuajar y, en consecuencia, se desprenda del árbol.

#### 4.1.10 Número de frutos (NF)

**Tabla 10**

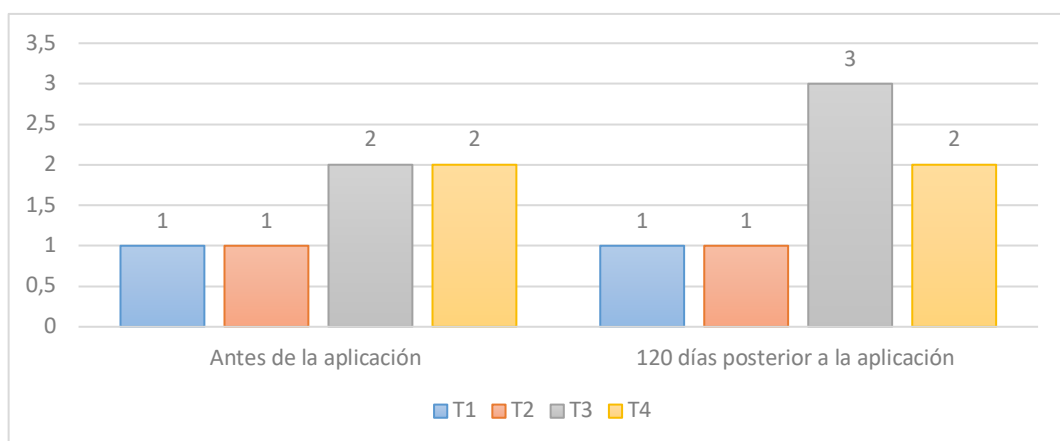
*Resultados de los análisis estadísticos para el número de frutos (NF)*

Tratamientos	Antes de la aplicación de fertilizantes (**)		120 días posterior a la aplicación (**)		% Incremento	
	Nº.	Promedios	Rango	Promedios		Rango
1	1	1	B	1	B	0
2	1	1	B	1	B	0
3	2	2	A	3	A	33.33
4	2	2	AB	2	AB	0
F		4.70		5.23		
MG:		1		2		50

*Nota:* \*\*= Altamente significativo;(P<0.01); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; MG = Media general; F = Fisher.

**Figura 10**

*Valores promedios para el número de frutos (NF).*



Para el número de frutos (NF), se determinó diferencias altamente significativas antes y a los 120 días después de la aplicación con un promedio general de 1 fruto antes de la aplicación y 2 frutos después de la aplicación (Tabla 10).

Antes de la aplicación, el T3 y T4 alcanzaron el mayor promedio de número de frutos con 2, mientras que los tratamientos T1 y T2 con solo 1 fruto, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T3 obtiene el mayor número de frutos con 3, seguido del tratamiento T4 con 2, el menor promedio se registró en los tratamientos T1 y T2 con solo 1 fruto (Figura 10).

El tratamiento con mayor porcentaje de incremento fue el T3 con un 33.33% después de la aplicación del fertilizante Calciliq – A.

El cacao es afectado por varios factores como la incidencia a enfermedades a lo largo del ciclo de producción, destacando la afectación enfermedades fungosas como la monilla impulsada por factores ambientales como la temperatura, humedad y luz solar, además, al existir una buena aplicación de fertilizantes ayuda aumentar cantidad de mazorcas en una planta y aumenta la producción (Vásquez, 2020).

#### 4.1.11 Longitud de fruto (LF)

**Tabla 11**

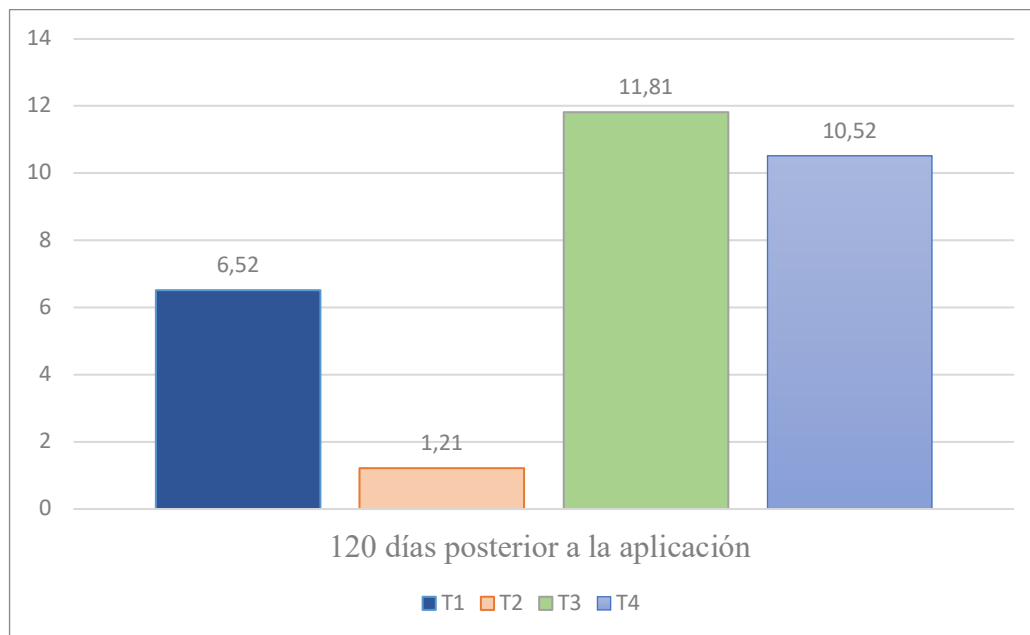
*Resultados de los análisis estadísticos para la longitud de frutos (LF)*

Tratamientos	120 días posterior a la aplicación (**)		
	Nº.	Promedios	Rango
1		6.52	AB
2		1.21	B
3		11.81	A
4		10.52	A
F		4.41	
MG:		7.52	

*Nota:* \*\*= Altamente significativo;(P<0.01); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; MG = Media general; F = Fisher.

**Figura 11**

*Valores promedios para la longitud de frutos (LF).*



En cuanto a la longitud del fruto (LF), se determinaron diferencias altamente significativas a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes registrando un promedio general de 7.52 cm de longitud del fruto (Tabla 11).

Con la prueba de Tukey al 5%, el T3 mantuvo el mayor tamaño del fruto con 11.81 cm, seguido del tratamiento T4 con 10.52 cm, mientras que el tratamiento T1 con 6.52 cm, la menor longitud del fruto se registró en el T2 con 1.21 cm (Figura 11).

Estos resultados indican que el T3 Calciliq – A, alcanzó un mayor longitud del fruto, lo que sugiere una mejora notable en comparación con los demás tratamientos.

La composición del fertilizante, su alto contenido en calcio y aminoácidos mejora el cuajamiento, y la longitud misma que se traduce en un mejor desarrollo de las mazorcas, lo que les permite albergar más semillas. Esto resalta la importancia de la fertilización, no solo en términos de mejorar la salud y vigor de la planta sino también en mejorar la calidad y el rendimiento del cultivo de cacao (Nogales, 2021).

#### 4.1.12 Diámetro de frutos (DF)

**Tabla 12**

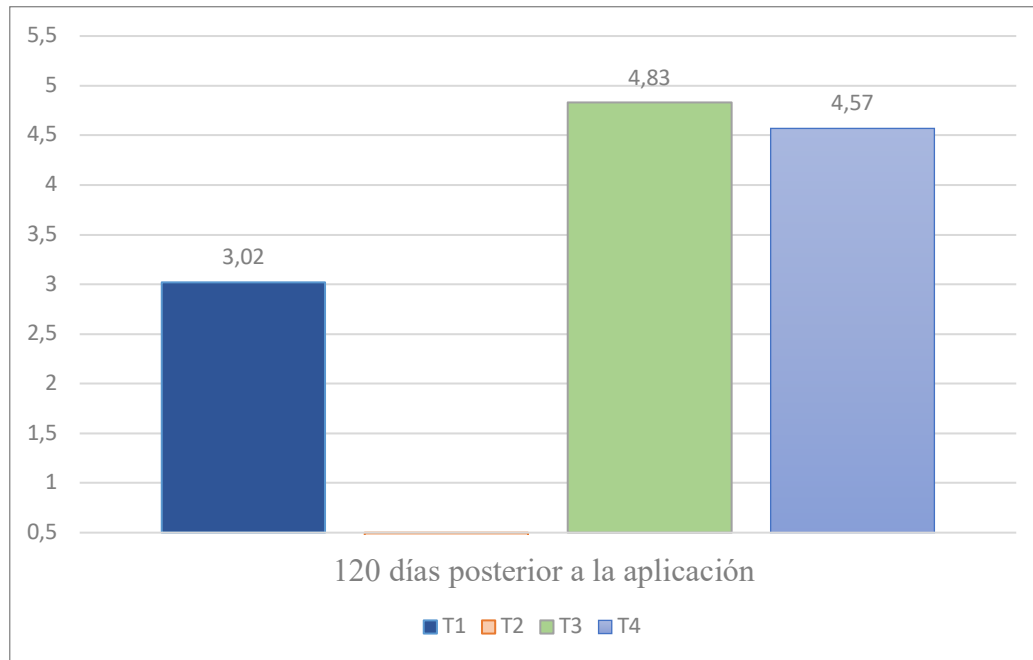
*Resultados de los análisis estadísticos para el diámetro de frutos (DF)*

Tratamientos	120 días posterior a la aplicación (**)		
	Nº.	Promedios	Rango
1		3.02	AB
2		0.41	B
3		4.83	A
4		4.57	A
F		3.80	
MG:		3.22	

*Nota:* \*\*= Altamente significativo;(P<0.01); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; MG = Media general; F = Fisher.

**Figura 12**

*Valores promedios para el diámetro de frutos (DF)*



En cuanto al diámetro de fruto (DF), se determinaron diferencias altamente significativas a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes registrando un promedio general de 3.22 cm de diámetro de fruto (Tabla 12).

Con la prueba de Tukey al 5 %, el T3 mantuvo el mayor diámetro del fruto con 4.83 cm, seguido del tratamiento T4 con 4.57 cm, mientras que el tratamiento T1 con 3.02 cm, el menor diámetro del fruto se registró en el T2 con 0.41 cm (Figura 12).

Estos resultados indican que el T3 alcanzó un mayor diámetro de la mazorca, lo que sugiere una mejora notable en comparación con los demás tratamientos después de la aplicación de los fertilizantes.

El diámetro de las mazorcas está influenciado por aspectos como la genética específica del material, condiciones de cultivo, gestión del suelo y agua, así como la presencia de plagas y enfermedades (Vargas, 2021).

#### 4.1.13 Análisis de correlación y regresión lineal

**Tabla 13**

*Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el número de frutos (variable dependiente Y).*

<b>Variables independientes (Xs) componentes Número de frutos/planta</b>	<b>Coefficiente de correlación (r)</b>	<b>Coefficiente de regresión (b)</b>	<b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %</b>
NBF	0.90 (**)	1.55	81
NFSA	0.32 (*)	0.18	10.24
NFA	0.74 (**)	1.09	54.76
NRS	0.52 (*)	0.27	27.04

*Nota descripción de la nomenclatura: \*\*= Altamente significativo; \*= Significativo.*

#### **Coefficiente de correlación (r)**

En esta investigación las variables independientes que tuvieron una correlación y/o estreches positiva, significativa y altamente significativa con el número de frutos de cacao, después de la aplicación de los fertilizantes foliares fueron; número de botones florales (NBF); número de flores semi abiertas (NFSA); número de flores abiertas (NFA) y número de ramas secundarias (NRS) (Tabla 13).

### **Coefficiente de regresión (b)**

Las variables independientes que incrementaron el número de frutos de cacao después de la fertilización fueron; número de botones florales con un coeficiente de regresión de 14.55; número de flores semi abiertas con 0.18; número de flores abiertas con 1.09 y número de ramas secundarias con 0.27 (Tabla 13).

### **Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)**

El mayor incremento en el número de frutos de cacao, se obtuvo en la variable número de botones florales (NBF) con un valor de coeficiente de (R<sup>2</sup>) de 81 %; esto quiere decir que un 81 %; incremento, el número de frutos de cacao, se debe al número de botones florales (Tabla 13).

## **4.2 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en la presente investigación, se pudo evidenciar que existió en el mayor número de variables diferencias estadísticas significativas y altamente significativas a nivel de tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que la respuesta agronómica del sistema del cultivo de Cacao - Banano, depende de los tipos de fertilización en la zona agroecológica en estudio.

## CAPÍTULO V

### 5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de los tres tipos de fertilizantes foliares enpleados en el sistema Cacao - Banano, rehabilitado mediante injerto en la zona agroecológica de Caluma en la granja el Triunfo, se obtienen las siguientes conclusiones

- Se observó que al aplicar Calciliq -A en el tratamiento T3, tuvo más botones florales, así como una notable estimulación en la cantidad de flores semiabiertas y abiertas en las plantas. Esto permite inferir la eficacia de este fertilizante, mostrando diferencias altamente significativas y significativas en comparación con los demás tratamientos. Además se observó un incremento del 33.33% en la cantidad de frutos obtenidos por planta tras la aplicación del fertilizante, acompañado de un mejor diámetro y una mayor longitud de los frutos, lo que sugiere una mejora notable en comparación con los demás tratamientos.
- Se determinó que dentro de los componentes que contribuyeron a incrementar el, número de frutos, de manera positiva, significativa y altamente significativa, después de la aplicación de los fertilizantes foliares fueron: número de botones florales (NBF); número de flores semi abiertas (NFSA); número de flores abiertas (NFA) y número de ramas secundarias (NRS).

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de Calciliq-A para optimizar las características en el cultivo de cacao, el mismo que mejoró considerablemente la cantidad de botones florales, flores semi abiertas y abiertas, diámetro de copa y ramas principales, así como en el diámetro del tallo, diámetro de mazorca y longitud del fruto.
- Es fundamental establecer un sistema de monitoreo constante para evaluar el crecimiento de las plantas durante un período determinado. Esto permitirá realizar ajustes oportunos en las prácticas de manejo y responder a cualquier variabilidad en las respuestas agronómicas, optimizando así el uso de fertilizantes y otros insumos.
- El seleccionar y aplicar fertilizantes, es crucial tener en cuenta las condiciones climáticas locales, como la temperatura, humedad y precipitación, ya que estas pueden influir significativamente en la eficacia de los tratamientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrizon. (2023). Calciliq-A 1L. Obtenido de <https://www.eagrizon.com/producto/calciliq-a-1l/>
- Altamirano. (2019). Manejo y rentabilidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca Don Julio, ubicada en el recinto Poco a Poco cantón Alfredo Baquerizo. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6750/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Arboleda, A. (2021). Influencia de cuatro métodos de riego en el cuajado del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la zona de Milagro, provincia del Guayas. Revista caribeña de ciencias sociales, 2-21.
- Aspur, J. C. (2019). Fases lunares y tipos de injertos en la propagación de cacao. Ayacucho, Perú: [https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3601/1/TESIS%20AF10\\_Hua.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3601/1/TESIS%20AF10_Hua.pdf).
- Baquerizo, D. A. (2020). “Influencia del *Bacillus subtilis* en la sanidad y desarrollo de la mazorca de cacao (*Theobroma cacao* L.), en sus primeros tres. Babahoyo, Los Ríos: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7957/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000231.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cacao Movil. (2024). Manejo de fertilidad de suelos cacaoteros. Obtenido de Manejo de fertilidad de suelos cacaoteros: <https://cacaomovil.com/site/guide-download?slug=manejo-de-fertilidad-de-suelos-cacaoteros&order=4>
- Cacao Móvil. (2018). Manejo de sombra en el cacaotal. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=manejo+de+sombra+en+cacao&rlz=1C1UUXU\\_esEC1004EC1004&oq=manejo+de+sombra+en+&aqs=chrome.0.0i20i263i512j0i512j69i57j69i60.8114j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=manejo+de+sombra+en+cacao&rlz=1C1UUXU_esEC1004EC1004&oq=manejo+de+sombra+en+&aqs=chrome.0.0i20i263i512j0i512j69i57j69i60.8114j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

- Caicedo, L., Mazacón, M., & Romero, H. (2020). Elaboración de rodajas a base de banano y recubiertas de chocolate. *Revista pertinencia académica*, 10.
- Caldas, K. (2022). Identificación de los principales insectos plagas y enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Milagro. Milagro, Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CALDAS%20AZU%20KEVIN%20JOSUE.pdf>.
- Calderón, C. (2019). Evaluación de cinco métodos de injertación en el cultivar de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en el municipio de San Vicente de Chucuri, Santander. San Vicente de Chucuri, Pamplona: [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5844/1/Calder%C3%B3n\\_2019\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5844/1/Calder%C3%B3n_2019_TG.pdf).
- Cerón, I., García, M., Cubillos, A., & Pilár, M. (2020). Poscosecha del cacao. Obtenido de Archivo PDF: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36668/Ver\\_Documento\\_36668.pdf](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36668/Ver_Documento_36668.pdf)
- Chica, V. (2022). Secado de granos de cacao (variedad TCS01) y su efecto sobre la concentración de compuestos fenólicos, azúcares y ácidos. Palmira, Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83378/1086109084.2022.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- Compañía nacional del chocolate . (2021). Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Material vegetal y propagación. Obtenido de Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) Material vegetal y propagación: <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/PDF-WEB-FOLLETO-MATERIAL-VEGETAL.pdf>
- El productor . (2019). El cultivo del cacao: clima y suelo. El cultivo del cacao: clima y suelo. Ecuador : <https://elproductor.com/2019/04/el-cultivo-del-cacao-clima-y-suelo/>.
- Erazo, C. (2019). Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L), en el cantón el Empalme,

provincia del Guayas. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/1/FERMENTACION%20DE%20CACAO.pdf>.

Flores, A. (2022). Mecanismo de infección endógena en frutos de cacao con *Moniliophthora roreri*. Mecanismo de infección endógena en frutos de cacao con *Moniliophthora roreri*. doi:10.18387/polibotanica.53.13

Fraatz, R. (2021). Aspectos de la cosecha del cacao y procesamiento postcosecha que afectan la calidad. Obtenido de Archivo PDF: <http://sicacao.info/wp-content/uploads/2021/10/1COSECHA.pdf>

Franco, K. J. (2020). Efecto de la micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.), variedad nacional y CCN51, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. Mocache, Los Ríos, Ecuador: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0d125083-5f6a-4393-b794-c264248b4108/content>.

Gaibor, T. J. (2023). Efecto de la aplicación de yodo en la germinación de semilla de cacao (*Theobroma cacao*). Cevallos, Tungurahua, Ecuador: <http://dspac.e.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Taxonom%C3%ADa%20del%20cacao%3A,%3A%20Theobroma%20Especie%3A%20cacao%20L.>

GVM. (2019). En cultivos de cacao. Obtenido de En cultivos de cacao: <https://www.gvm.com.ec/fichas/FT-CACAO.pdf>

INEC. (2019). Censo Nacional Agropecuario. (P. SICA, Editor) Obtenido de Resultados Nacionales.

Isuiza, A. (2022). Comparativo de dosis de fertilización química sobre la productividad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN51 en la localidad La Unión CFB KM75. Pucallpa, Perú: [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6334/B5\\_2023\\_UNU\\_AGRONOMIA\\_2023\\_T\\_BARDALES-ALEGRIA\\_V1.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6334/B5_2023_UNU_AGRONOMIA_2023_T_BARDALES-ALEGRIA_V1.pdf?sequence=4&isAllowed=y).

- León, C. (2020). Evaluación de tres métodos de injertación en cacao (*Theobroma cacao*) en el cantón Jipijapa provincia de Manabí. Jipijapa, Manabí, Ecuador: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2548/1/LE%C3%93N%20TORRES%20TESIS%20FINALIZADA.pdf>.
- Lezaun, J. (2023). Mazorca negra del cacao - pudrición parda o negra -Mancha negra - *Phytophthora sp.* Obtenido de Mazorca negra del Cacao - Pudrición parda o negra -Mancha negra - *Phytophthora sp.*: <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/mazorca-negra-del-cacao-pudricion-parda-o-negra-mancha-negra-phytophthora-sp>
- López, M. (2021). Selección del sitio para el cultivo de cacao , caja de herramientas para la prevención y mitigación de la contaminación de cadmio en la cadena de cacao-Ecuador. Quito: [https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/Caja%20de%20Herramientas\\_Cadmio\\_Cacao/](https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/Caja%20de%20Herramientas_Cadmio_Cacao/).
- Macias, D. (2022). Los micronutrientes y su importancia en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Babahoyo, Los Ríos, Ecuador: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11363/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000381.pdf?sequence=1&isAllowed=y+>.
- Mancheno, J. (2022). Estudio de la autoincompatibilidad de quince genotipos élites de cacao (*Theobroma cacao* L.), establecidos en la estación experimental de la amazonía. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18628/1/01068.pdf>.
- Márquez, A. (2019). “Poda en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en la finca María Isabel, ubicada en el Recinto San Antonio del Cantón Catarama”, Los Ríos , Ecuador : <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6018/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000133.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Mindiola, E. C. (2021). Manejo agronómico de un sistema productivo de cacao *Theobroma cacao* L. en el corregimiento de Villa Germania municipio de Valledupar Cesar. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1205&context=ingenieria\\_agronomica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1205&context=ingenieria_agronomica).

- Mosquera, M. M. (2023). Efecto de la aplicación de yodo en la germinación de semilla de cacao (*Theobroma cacao*). Cevallos, Tunguragua, Ecuador: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Taxo no m%C3%ADa%20del%20cacao%3A,%3A%20Theobroma%20Especie%3A%20cacao%20L.>
- Nogales, J. (2021). El mejor lugar para tu cultivo de cacao. Obtenido de El mejor lugar para tu cultivo de cacao: <https://es.linkedin.com/pulse/el-mejor-lugar-para-cultivo-de-cacao-jairo-nogales>
- Nutresa. (2021). Material vegetal y propación. Obtenido de Archivo PDF: <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/pdf-web-folleto-material-vegetal.pdf>
- Progresia Caribe. (2022). Poda de cacao . Obtenido de poda de cacao : <https://progresiacaribe.info/poda-de-cacao/>
- Ramón, M. (2022). "Uso de mucílago para el control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L. ). Quevedo , Los Rios , Ecuador : <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b8764797-a3b2-4ae4-9952-0aa58010649f/content>.
- Ramos, J. (2019). Caracterización y tipificación de fincas productoras de cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional y CCN51 en el Cantón Montalvo - Los Ríos, Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6820/PI-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Requelme, E. (2020). Evaluación de los parámetros de calidad mediante la identificación de las características organolépticas del cacao de exportación en el Ecuador. Machala, El Oro: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16312/1/E-11740\\_DIAZ%20REQUELME%20DENIS%20ESTEFANY.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16312/1/E-11740_DIAZ%20REQUELME%20DENIS%20ESTEFANY.pdf).

- Rivera, T. (2023). Efecto de aplicación de yodo en la germinación de la semilla de Cacao (*Theobroma cacao*). <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37622/1/Tesis-355%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Rivera%20Gaibor%20Truman%20Jeampier.pdf>.
- Rodríguez, P. (2019). “Estudio de la fertilización edáfica en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la hacienda San José, cantón Babahoyo. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6844/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000050.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rosales, F. (2021). Respuesta a la aplicación de cuatro dosis de algas marinas sobre las características agronómicas del cultivo de cacao O (*Theobroma cacao*) en vivero de Aguaytía. Pillucpa, Perú: [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5223/B03\\_2022\\_UNU\\_AGRONOMIA\\_2021\\_T\\_FLORENCIO-ROSALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5223/B03_2022_UNU_AGRONOMIA_2021_T_FLORENCIO-ROSALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Salas, L. (2021). Actualización del status fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Municipio de Majagual –Sucre 2021. Majagual, Sucre, Pamplona: [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/3055/1/Salas\\_2021\\_TG..pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/3055/1/Salas_2021_TG..pdf).
- Soto, E. (2022). Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao. Lima , Peru: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/21346/CDPE22118713e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Vaca, J. U. (2020). Sustentabilidad de fincas productoras de cacao nacional y CCN51 en la provincia de Los Ríos en los cantones Babahoyo, Montalvo, Ventanas. Ecuador: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8222/PI-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Varela, L. (2022). Enfermedades en el cultivo del cacao. Obtenido de Enfermedades en el cultivo del cacao: <https://progresacaribe.info/enfermedades-en-el-cultivo-del-cacao/>

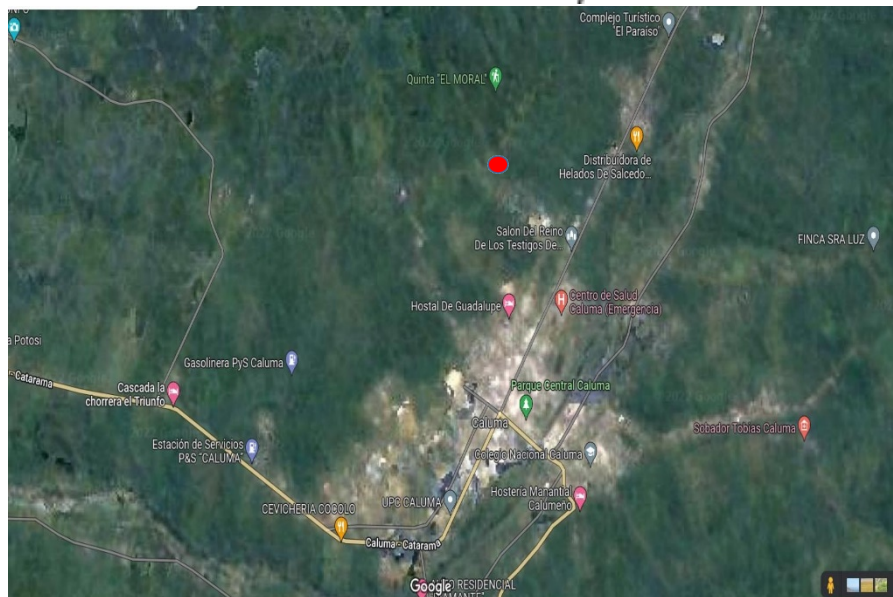
Vargas, E. (2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. Revista científica ecociencia, 2-18.

Vásquez, C. (2020). En cultivo de cacao. Obtenido de Archivo PDF: <https://docplayer.es/171072110-En-cultivos-de-cacao.html>

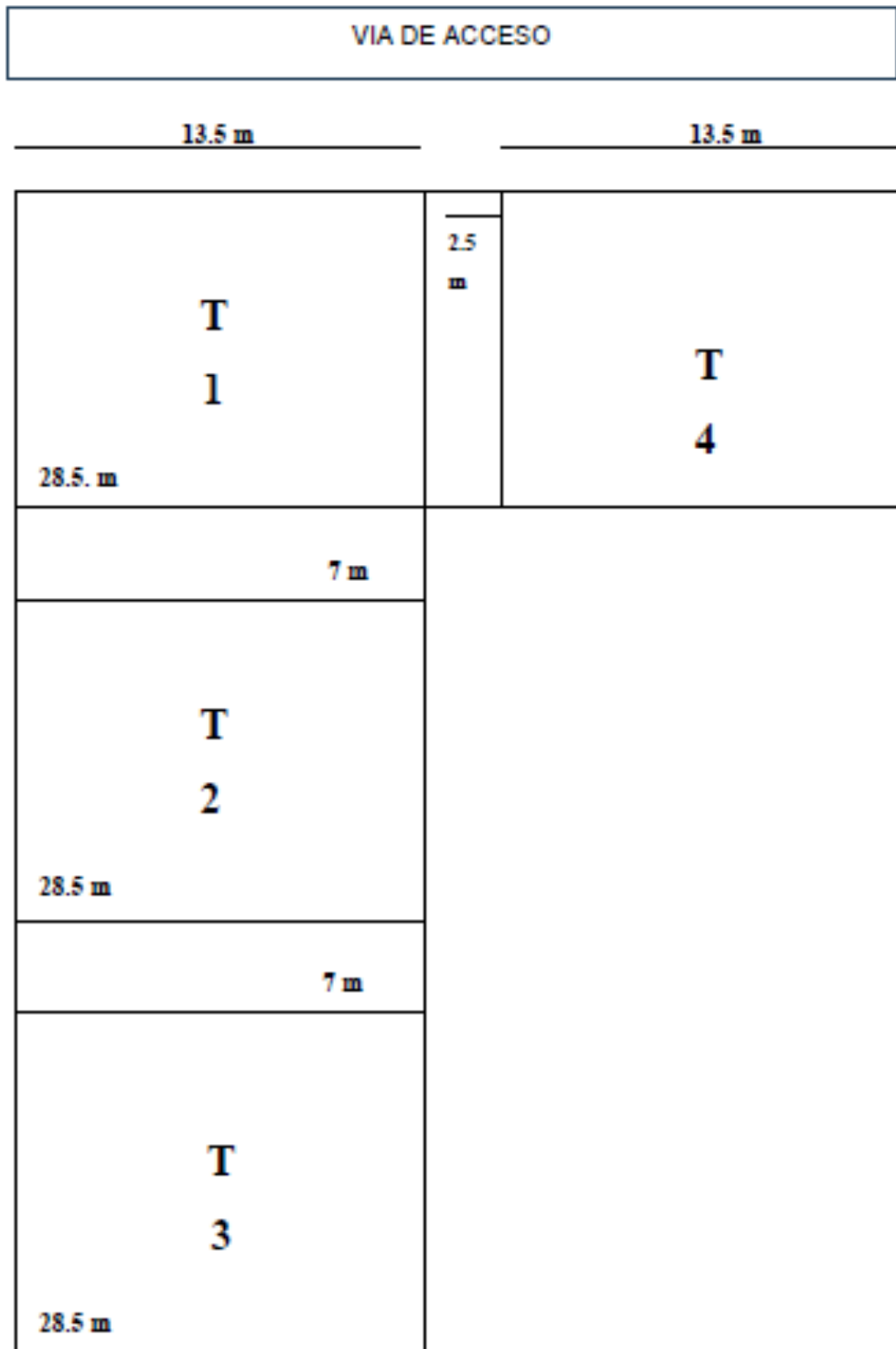
Vélez, A. (2019). Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de cacao en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6168/PI-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

# ANEXOS

## Anexo 1. Mapa de la ubicación de la investigación



Anexo 2. Croquis del ensayo



**Anexo 3.** Base de datos de las variables respuestas

<b>Altura de la planta (AP)</b>								
	<b>Antes de la aplicación</b>				<b>A los 120 días después de la aplicación</b>			
<b>No.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
1	249	271	238	299	25p0	272	239	301
2	223	272	229	284	225	274	231	286
3	274	306	259	299	276	307	260	301
4	264	269	279	249	267	270	280	250
5	207	242	251	331	208	244	252	333
6	281	206	250	259	283	208	252	260
7	272	231	291	283	273	232	292	285
8	262	291	248	278	264	293	250	279
9	243	191	259	308	244	192	260	309
10	252	209	248	274	255	293	249	276
$\Sigma =$	2527	2488	2552	2864	2295	2585	2565	2880
$\mu =$	253	249	255	286	230	259	257	288

<b>Número de ramas principales (NRP)</b>								
	<b>Antes de la aplicación</b>				<b>A los 120 días después de la aplicación</b>			
<b>No.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
1	3	2	3	2	3	2	3	2
2	2	3	2	2	2	3	2	2
3	3	3	4	3	3	3	4	3
4	2	3	2	3	2	3	2	3
5	2	2	2	4	2	2	2	4
6	2	2	2	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2	2	2
8	3	2	3	3	3	2	3	3
9	1	4	3	2	1	4	3	2
10	3	3	2	4	3	3	2	4
$\Sigma =$	23	26	25	27	23	26	25	27
$\mu =$	2	3	3	3	2	3	3	3

Número de ramas secundarias (NRS)								
No.	Antes de la aplicación				A los 120 días después de la aplicación			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	6	3	6	5	6	3	6	5
2	4	6	4	5	4	6	4	5
3	7	8	9	9	7	8	9	9
4	6	6	5	7	6	6	5	7
5	6	4	4	8	6	4	4	8
6	7	5	4	5	7	5	4	5
7	4	5	6	5	4	5	6	5
8	6	5	7	7	6	5	7	7
9	2	8	9	4	2	8	9	4
10	5	7	5	9	5	7	5	9
$\Sigma =$	53	57	59	64	53	57	59	64
$\mu =$	5	6	6	6	5	6	6	6

Diámetro de tallo (DT)								
No.	Antes de la aplicación				A los 120 días después de la aplicación			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	7.75	6	6	6.4	7.76	6.1	5.4	6.5
2	7.3	8.3	8.3	6.7	7.4	8.4	6.9	6.8
3	6.2	7	7	7.1	6.4	7.2	5.6	7.3
4	7.3	6,4	6,4	7.8	7.5	6,5	5.4	7.9
5	6.4	5.3	5.3	8.2	6.6	5.5	5.9	8.3
6	5.5	5.3	5.3	7.7	5.6	5.4	6.7	7.8
7	7.1	5.6	5.6	6.6	7.2	5.7	7.1	6.8
8	6.1	7.8	7.8	8.8	6.3	7.9	5.1	8.9
9	4.8	5.2	5.2	7.3	4.9	5.3	6.8	7.4
10	7	3.8	3.8	8.6	7.1	3.10	9.4	8.8
$\Sigma =$	65.45	60.3	60.3	75.2	66.76	60.6	64.3	76.5
$\mu =$	6.55	6.03	6.03	7.52	6.68	6.06	6.43	7.65

<b>Diámetro de ramas principales (DRP)</b>								
	<b>Antes de la aplicación</b>				<b>A los 120 días después de la aplicación</b>			
<b>No.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
1	4.4	4.4	3.7	4.9	4.5	4.6	3.8	5.01
2	5	4.8	3.2	3.7	5.01	4.9	3.3	3.9
3	4	4.6	3.3	4.8	4.01	4.8	3.4	4.9
4	5.8	4.3	4.1	4.2	5.9	4.4	4.3	4.3
5	3.6	3.5	4.1	4.8	3.8	3.7	4.3	4.9
6	3.8	3.2	4.4	5.2	3.9	3.4	4.6	5.3
7	4.4	3.1	4.7	4.3	4.6	3.2	4.9	4.4
8	4.4	3	3.2	4	4.6	3.1	3.3	4.01
9	3.8	2.9	3.6	6	3.9	2.10	3.7	6.01
10	6.2	3	6.3	4.5	6.3	3.2	6.4	4.6
$\Sigma =$	45.4	36.8	40.6	46.4	46.52	37.4	42	47.33
$\mu =$	4.54	3.68	4.06	4.64	4.65	3.74	4.20	4.73

<b>Diámetro de copa (DC)</b>								
	<b>Antes de la aplicación</b>				<b>A los 120 días después de la aplicación</b>			
<b>No.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
1	320	233	232	282	310	232	230	281
2	335	259	257	305	333	257	254	304
3	331	264	293	292	330	263	290	290
4	269	309	274	298	267	307	272	296
5	277	231	240	258	276	229	239	255
6	264	291	226	339	262	290	224	338
7	351	249	355	321	350	247	352	320
8	322	270	278	276	320	269	277	275
9	241	209	259	297	240	207	257	296
10	347	245	303	276	345	243	301	274
$\Sigma =$	3057	2560	2717	2944	3033	2544	2696	2929
$\mu =$	306	256	272	294	303	254	270	293

Número de botones florales (NBF)					Número de flores semi-abiertas (NFSA)			
A los 120 días después de la aplicación					A los 120 días después de la aplicación			
No.	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	10	23	48	26	2	2	2	4
2	3	6	42	33	0	2	3	0
3	23	10	50	6	7	2	0	0
4	21	15	28	18	4	2	4	6
5	4	6	30	7	0	4	0	3
6	8	4	42	8	2	2	0	4
7	8	6	36	10	3	0	3	5
8	4	18	20	8	0	3	2	2
9	11	5	58	20	2	3	3	3
10	35	8	73	6	7	2	2	6
$\Sigma =$	127	101	427	142	27	22	19	33
$\mu =$	13	10	43	14	3	2	2	3

Número de flores abiertas (NFA)				
A los 120 días después de la aplicación				
No	T1	T2	T3	T4
1	3	5	10	4
2	0	2	0	4
3	10	3	0	0
4	7	8	8	8
5	0	2	5	0
6	3	0	6	0
7	6	0	9	2
8	0	6	3	3
9	4	0	9	6
10	10	3	10	4
$\Sigma =$	43	29	60	31
$\mu =$	4	3	6	3

Número de frutos (NF)								
	Antes de la aplicación				A los 120 días después de la aplicación			
No.	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	1	4	2	2	2	4	4	4
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	3	3	4	0	5	4
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	2	3	0	0	3	2
6	2	0	3	0	3	0	4	0
7	0	0	4	4	0	0	3	5
8	0	0	2	3	0	0	2	2
9	0	0	3	2	0	0	5	3
10	1	0	2	1	2	0	5	2
$\Sigma =$	6	4	21	18	11	4	31	22
$\mu =$	1	1	2	2	1	1	3	2

Longitud de fruto (LF)					Diámetro de la mazorca (DM)			
A los 120 días después de la aplicación					A los 120 días después de la aplicación			
No.	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	9.1	4.1	2.6	5.2	16	12.1	8.4	15.1
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	8.3	0	7.9	8.6	18	0	18	17.5
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	7.9	5.4	0	0	18.2	11.8
6	2.6	0	8.1	0	9.2	0	19	0
7	0	0	3.5	4.6	0	0	10.6	12.3
8	0	0	8.3	9.4	0	0	16.1	18
9	0	0	5.9	8.4	0	0	14.5	20
10	10.2	0	5.6	4.1	22	0	13.3	10.5
$\Sigma =$	30.2	4.1	49.8	45.7	65.2	12.1	118.1	105.2
$\mu =$	3.02	0.41	4.98	4.57	6.52	1.21	11.81	10.52

#### Anexo 4. Fotografías



Primera toma de datos



Control de malezas



Control de malezas



fertilizantes



Fertilización foliar



Control de malezas



Podas



Segunda toma de datos



Identificación de tratamientos



Visita de campo

## **Anexo 5.** Glosario de términos técnicos

**Biotipo:** Un biotopo es una zona con unas condiciones ambientales determinadas donde viven un conjunto específico de seres vivos (biocenosis).

**Clon:** Se definido como una población de plantas obtenida por multiplicación vegetativa a partir de un solo individuo. La clonación en las plantas es una vieja práctica agrícola que se utiliza para preservar los buenos caracteres de las plantas madres.

**Defoliación:** Caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, influjo atmosférico o por agentes químicos.

**Filiforme:** Típicamente larga, cilíndrica y con todos los segmentos de tamaño uniforme.

**Freático:** A cantidad de agua existente en la capa interna del terreno.

**Fruto:** Es el ovario fecundado maduro y tiene por misión proteger y ayudar a la dispersión de la semilla.

**Gineceo:** Es el órgano femenino de la flor y siempre constituye el verticilo más interno. Está formado por hojas muy modificadas llamadas hojas carpelares o carpelos que en realidad son megasporófilas.

**Injertación:** Es una porción de tejido procedente de una planta sobre otra ya asentada. Así, el conjunto de las dos plantas crecerá como un solo organismo. El injerto es un método de reproducción asexual que se utiliza, sobre todo, en la propagación de árboles frutales y hortalizas. La técnica, que requiere mucho cuidado y rapidez, consiste en efectuar un corte limpio en una planta y colocar sobre él parte de otra.

**Intercambio catiónico:** Es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub> etc.).

**Manto freático:** Capas de agua que se acumulan en el suelo a una profundidad determinada.

**Mesocarpio:** es la capa intermedia y a veces en los frutos carnosos, succulenta (carne).

**Micelio:** Es la parte oculta de los hongos, como las raíces de las plantas. Se trata de una serie de hifas o filamentos que constituyen una red de, literalmente, cientos de kilómetros bajo nuestros pies.

**Oligoelementos:** Son minerales, es decir, se extraen de la tierra. Están presentes en nuestro organismo en cantidades mucho más pequeñas que los minerales principales. Existen más de 80 oligoelementos: bismuto, calcio, cobre, yodo, hierro, litio, manganeso, molibdeno, cinc, azufre, flúor, níquel, etc. Solo una parte de ellos es realmente indispensable para el organismo.

**Partenocarpia:** Se define como el desarrollo del fruto en ausencia de fecundación (frutos sin semilla).

**Propagación:** Las plantas pueden reproducirse tanto de manera sexual como asexual o vegetativa.

**Variedad:** La variedad, por lo tanto, es la agrupación de elementos diversos o la disimilitud en una cierta especie.