UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN DE FRUTOS DEL SISTEMA CACAO INJERTO *(Theobroma cacao* L.*)*, BANANO *(Musa paradisiaca)* MEDIANTE TRES DOSIS DE FERTILIZANTE FOLIAR.

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

Autores:

Verónica Estefanía Llumitaxi Sisa

Anderson Luis Quilumbaquin Guachamin

Tutor:

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

Guaranda – Ecuador

2025

EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN DE FRUTOS DEL SISTEMA CACAO INJERTO *(Theobroma cacao* L*)*, BANANO *(Musa paradisiaca)* MEDIANTE TRES DOSIS DE FERTILIZANTE FOLIAR.

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR



Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

DOCENTE LECTOR



Ing. Carlos Taco Taco Mg.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Verónica Estefanía Llumitaxi Sisa, con CI 0250318722, Anderson Luis Quilumbaquin Guachamin, con CI 1728210863, 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.

NOTARÍA TERCERA DEL CANTÓN GUARANDA
Abg. Livia Lara Galarza
NOTARIA SUPLENTE

Autora
Verónica Estefanía Llumitaxi Sisa
CI: 0250318722

Autor
Anderson Luis Quilumbaquin Guachamin
CI: 1728210863

Tutor
Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.
CI: 0200989630

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Abg. Livia Deli Lara Galarza
Notaria Suplente

....ria

N° ESCRITURA 20250201003P03276

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: VERONICA ESTEFANIA LLUMITAXI SISA Y ANDERSON LUIS QUILUMBAQUIN GUACHAMIN

CUANTIA: INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L

Factura: 001-001-000018913

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy nueve de diciembre del dos mil veinticinco, ante mi **Abogada LIVIA DELI LARA GALARZA, Notaria Pública Tercera Suplente del Cantón Guaranda,** según acción de Personal número 1333-DP02-2025-CJG, de fecha cinco de diciembre del dos mil veinticinco, la misma que fue nombrada mediante resolución del Consejo de la Judicatura número 052-2018 de fecha veintiséis de abril del dos mil dieciocho, comparecen la señorita VERONICA ESTEFANIA LLUMITAXI SISA soltera, domiciliada en el sector de Chalata Bajo de la parroquia Veintimilla del Cantón Guaranda, celular 0979838314, correo electrónico es veronicallumitaxi123@gmail.com; y, ANDERSON LUIS QUILUMBAQUIN GUACHAMIN soltero, domiciliado en el CAnton Pedro Moncayo y de paso por esta ciudad de Guaranda, celular 0995313351, correo electrónico es andersonquilumbaquin08@gmail.com , por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlos doy fe; en virtud de haberme exhibido su documento de identificación, y de autorizar se obtenga el Certificado Único del Registro Civil para ser agregado, conforme el artículo setenta y cinco de la LEY ORGÁNICA DE GESTIÓN DE LA IDENTIDAD Y DATOS CIVILES (LOGIDC); en cumplimiento de la Ley Notarial, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP) y su Reglamento General (RLOPDP), los datos personales proporcionados en este documento son autorizados por los comparecientes a la Notaria para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales reposarán además en los libros de la Notaria Tercera del cantón Guaranda conforme lo prevé la Ley Notarial; bien instruidos por mi la Notaria con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dice: Declaramos que el presente informe, 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 Agronomía, con el tema: **EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN DE FRUTOS DEL SISTEMA CACAO INJERTO (*Theobroma cacao L.*), BANANO (Musa *paradisiaca*) MEDIANTE TRES DOSIS DE FERTILIZANTE FOLIAR**, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA**. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí la Notaria en unidad de acto, aquellos se ratifican y firman conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

VERONICA ESTEFANIA LLUMITAXI SISA
C.C. 0250318722

ANDERSON LUIS QUILUMBAQUIN GUACHAMIN
1720870863

ABOGADA LIVIA LARA GALARZA
NOTARIA PUBLICA TERCERA SUPLNETE DEL CANTON GUARANDA

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TESIS_VERO_ANDERSON (0813)

9% Textos sospechosos

0% Similitudes
<1% similitudes entre comillas
<1% entre las fuentes mencionadas
3% Idiomas no reconocidos
0% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS_VERO_ANDERSON (0813).docx
ID del documento: 9f9f1825df4bf88a0d62fd27f0f9a25e1ff9b1e6a7f9
Tamaño del documento original: 14,33 MB
Autores: Verónica Estefanía Llamba Sisa, Anderson Luis Quilumbaquin Guachamin

Depositante: JORGE WASHINGTON DONATO ORTIZ
Fecha de depósito: 19/12/2025
Tipo de carga: interface
Fecha de fin de análisis: 19/12/2025

Número de palabras: 21.506
Número de caracteres: 136.328

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #0e1c4e Mismo ID de otro grupo 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas < 1% (33 palabras)
2	progresacaribe.info | Poda de cacao - Progresa Caribe https://progresacaribe.info/poda-de-cacao/	< 1%		Palabras idénticas < 1% (45 palabras)
3	museodelchocolate.com.co | EL CACAO FORASTERO - Museo del Chocolate https://museodelchocolate.com.co/el-cacao-forastero/	< 1%		Palabras idénticas < 1% (19 palabras)
4	progresacaribe.info | Enfermedades en el cultivo del cacao - Progresa Caribe https://progresacaribe.info/enfermedades-en-el-cultivo-del-cacao/	< 1%		Palabras idénticas < 1% (13 palabras)
5	repositorio.iniap.gob.ec | Beneficio post-cosecha. Protocolo 5 https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4337/5/Beneficio%20Post-cosecha_Protocolo%205.pdf.txt 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas < 1% (23 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #0e1c4e Mismo ID de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas < 1% (21 palabras)
2	Documento de otro usuario #d4f23a Mismo ID de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas < 1% (21 palabras)
3	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PARRA%20MARILLAN%20KARLINE%20TESIS.pdf	< 1%		Palabras idénticas < 1% (20 palabras)
4	doi.org | Determinación de la madurez de mazorcas de Cacao, Haciendo uso de r... https://doi.org/10.23857/dc.v7i1.1855	< 1%		Palabras idénticas < 1% (18 palabras)
5	doi.org | Caracterización morfológica del cacao nacional "Theobroma cacao L." de... https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.5176	< 1%		Palabras idénticas < 1% (17 palabras)

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR

DEDICATORIA

Hoy, al culminar esta etapa, dedico este logro a Dios, porque todo lo que soy y todo lo que he alcanzado te lo debo. Este logro es tuyo, porque tú pusiste el propósito en mi corazón y me diste la fortaleza para cumplirlo. Gracias por ser mi refugio en los momentos de duda y sostenerme cuando mis fuerzas flaqueaban.

A mis padres, quienes con su amor y sacrificio han sido la base sobre la cual he construido cada uno de mis sueños. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por alentarme a seguir adelante, Este triunfo no es solo mío, sino también de ustedes y les dedico este trabajo con todo mi corazón, como una pequeña muestra de mi eterna gratitud por todo lo que han hecho por mí.

A mi hijo, Thiago Manobanda mi mayor inspiración, razón de cada esfuerzo y fuente de mi motivación diaria, por recordarme con tu sonrisa que todo sacrificio vale la pena. Cada página de este trabajo está impregnada del amor que siento por ti y del deseo de dejarte un ejemplo de superación y constancia. Este logro también es tuyo me diste la fuerza para no rendirme y la motivación para seguir adelante, aun cuando el cansancio o las dudas intentaban vencerme.

A mi hermano, Jofre Llumitaxi por estar siempre presente, tu cariño, tus palabras de ánimo y tu ejemplo de fortaleza. Gracias por acompañarme en silencio cuando lo necesité, por celebrar conmigo cada pequeño avance y por recordarme siempre el valor de la familia.

Verónica

DEDICATORIA

Con una inmensa gratitud, dedico este trabajo a Dios, por haberme dado salud y fuerzas para seguir durante los momentos difíciles fuera de casa, a cada miembro de mi familia, siendo los pilares fundamentales durante cada etapa de mi vida, como es, durante el trayecto de este logro académico que será indispensable para el campo laboral.

A mis padres, por su apoyo, tanto económicos como emocionales, por sus consejos, buenos deseos y por esos valores que me han inculcado desde muy pequeño, valores que serán fundamentales en cualquier ámbito de mi vida. Durante mi trayecto académico las cosas no fueron fáciles, pero con su apoyo lo fue posible.

A mis hermanos, por esa hermandad tan incondicional brindada. Yajaira mi hermana mayor, quien, con su carácter fuerte y exigente, ha sido quien dio el primer paso en la vida profesional, un modelo a seguir, que tiene mucho conocimiento por compartir. Oswaldo mi segundo hermano mayor, la persona más empática y con excelentes consejos para cualquier situación, quien ha sido de gran ayuda para enfrentar cualquier problema. Kevin mi tercer hermano mayor, con quien he compartido los buenos, malos y difíciles momentos de mi vida, a sido un gran pilar durante este logro académico. Jostyn y Lucero mis dos hermanitos pequeños, quienes me apoyan con sus buenos deseos, contagiándome de sus buenas energías para superar cualquier obstáculo.

Anderson

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal de Bolívar, nuestros más sinceros agradecimientos por habernos brindado la oportunidad de formarnos académica y personalmente en sus aulas. Esta institución no solo nos proporcionó los conocimientos necesarios para desarrollarnos profesionalmente, sino también los valores, la disciplina y el compromiso que hoy me acompañan.

Extiendo mi más sincera gratitud a nuestro tutor, Ing. Kleber Espinoza Mora Mg, por su guía, paciencia y valiosa orientación a lo largo de todo el proceso de investigación. Su conocimiento, consejos precisos y constante apoyo fueron fundamentales para la realización de esta tesis.

A los docentes, Ing. Sonia Fierro Borja Mg y el Ing. Carlos Taco Taco Mg, por sus observaciones y comentarios constructivos que fueron de gran ayuda durante la redacción y estructuración del documento.

Al señor Agustín Llumitaxi padre de mi compañera Verónica Llumitaxi, quien ha estado muy atento brindándonos todo su apoyo durante los trabajos de campo, su experiencia y desenvolvimiento en el cultivo fue de gran ayuda para mejorar nuestro conocimiento a partir de su enseñanza.

Verónica y Anderson

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO **Pág.**

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..... 6

2.2. Clasificación taxonómica..... 6

2.3. Descripción botánica..... 6

2.3.1 Raíz..... 6

2.3.2 Tallo.....7

2.3.3 Hojas.....7

2.3.4 Flores.....7

2.3.5 Fruto.....8

2.3.6 Semilla.....8

2.4. Fenología de la floración y formación de frutos..... 8

2.5. Floración..... 9

2.6. Fructificación..... 9

2.7. Maduración..... 9

2.8. Dependencia de evaluaciones por rama de cacao..... 10

2.9. Factores edafoclimáticos..... 10

2.9.1 Clima.....10

2.9.2 Altitud.....10

2.9.3 Temperatura.....11

2.9.4 Precipitación.....11

2.9.5 Luminosidad.....11

2.9.6 Viento.....11

2.9.7 Humedad relativa 11
2.9.8. Suelo 12
2.10. Variedades de cacao 12
2.10.1. Cacao CCN-51 12
2.10.2. Criollo 12
2.10.3. Forastero 12
2.10.4. Cacao Nacional 13
2.11. Manejo agronómico 13
2.11.1. Siembra 13
2.11.2. Control de malezas 13
2.11.3. Riego 13
2.11.4. Podas 14
2.11.5. Poda de formación 14
2.11.6. Poda de mantenimiento 14
2.11.7. Poda fitosanitaria 15
2.11.8. Poda de rehabilitación 15
2.12. Propagación del cacao 15
2.12.1. Propagación sexual 15
2.12.2. Propagación asexual o vegetativa 15
2.13. Técnicas de propagación asexual 16
2.13.1. Injerto 16
2.13.2. Injerto de parche 16
2.13.3. Injerto de aproximación 16
2.13.4. Injerto de yema o púa terminal 16
2.13.5. Injerto en leño grueso o lateral (malayo) 16
2.14. Importancia del injerto 17
2.15. Principales plagas del cacao 17
2.15.1. Hormiga (*Atta* spp) 17
2.15.2. Chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*) 17
2.15.3. Esqueletizador de la hoja (*Cerconota dimorpha*) 17
2.16. Principales enfermedades 18
2.16.1. Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*) 18

2.16.2. Mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*)..... 19
2.16.3. Moniliasis (*Mollioptera roreri*)..... 19
2.17. Sistema agroforestal..... 20
2.18. Asociación de cacao con banano..... 20
2.19. Cosecha..... 21
2.20. Secado..... 21
2.21. Almacenamiento..... 21
2.22. Manejo nutricional..... 22
2.23. Requerimiento nutricional del cultivo..... 22
2.24. Macronutrientes..... 23
2.25. Micronutrientes..... 24
2.26. Fertilización foliar..... 24
2.27. Descripción del material en estudio..... 25
2.27.1. Labicuaje..... 25
CAPÍTULO III..... 27
3. MARCO METODOLÓGICO..... 27
3.1. Ubicación de la investigación..... 27
3.2. Metodología..... 27
3.2.1. Material en estudio..... 27
3.2.2. Factor en estudio..... 28
3.2.3. Tratamientos..... 28
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico..... 28
3.2.5. Manejo de la investigación..... 28
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)..... 31
3.2.7 Análisis de datos..... 33
CAPÍTULO IV..... 34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 34
4.1. Interpretación de resultados..... 34
4.1.1. Número de ramas principales (NRP)..... 34
4.1.2. Diámetro de ramas principales (DRP)..... 35
4.1.3. Número de cojinetes florales por planta (NCFP)..... 37
4.1.4. Número de cojinetes florales por rama (NCFR)..... 39

4.1.5. Número de botones florales por planta (NBFP).....41
4.1.6. Número de botones florales por rama (NBFR).....43
4.1.7. Número de flores semi abiertas (NFSA).....45
4.1.8. Número de flores abiertas por planta (NFAP).....47
4.1.9. Número de frutos cuajados por planta (NFAP).....48
4.1.10. Eficiencia del cuajado (EC).....50
4.1.11. Número de mazorcas por planta (NMP).....52
4.1.12. Número de mazorcas enfermas (NME).....54
4.1.13. Incidencia de daño en mazorcas (IDM).....56
4.1.14. Análisis de correlación y regresión lineal.....58
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....60
CAPÍTULO V.....61
5.1. CONCLUSIONES.....61
5.2. RECOMENDACIONES.....62
BIBLIOGRAFÍA.....63
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados de los análisis estadísticos en el número de ramas principales, antes de la aplicación y a los 3 meses después de la aplicación.	34
2	Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro de ramas principales, antes de la aplicación y a los 3 meses después de la aplicación.	35
3	Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	37
4	Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por rama antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación	39
5	Resultados de los análisis estadísticos para el número de botones florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	41
6	Resultados de los análisis estadísticos en el número de botones florales por rama antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	43
7	Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores semi abiertas antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	43
8	Resultados de los análisis estadísticos para el número de flores abiertas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	45
9	Resultados de los análisis estadísticos para el número de frutos cuajados por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	47

10 Resultados de los análisis estadísticos para la eficiencia del cuajado a los tres meses después de la aplicación. 50

11 Resultados de los análisis estadísticos para el número de mazorcas por planta antes y a los tres meses después de la aplicación. 52

12 Resultados de los análisis estadísticos para el número de mazorcas enfermas antes y a los tres meses después de la aplicación. 54

13 Resultados de los análisis estadísticos para la incidencia de daño en mazorcas antes y a los tres meses después de la aplicación. 56

14 Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el número de mazorcas por planta (variable dependiente Y). 58

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1	Promedios para el número de ramas principales (NRP).	34
2	Promedios para el diámetro de ramas principales (DRP).	36
3	Promedios para el número de cojinetes florales por planta (NCFP).	38
4	Promedios para el número de cojinetes florales por rama (NCFR)	40
5	Promedios para número de botones florales por planta (NBFP)	42
6	Promedios para el número de botones florales por rama (NBFR)	43
7	Promedios para el número de flores semi abiertas (NFSA)	45
8	Promedios para el número de flores abiertas por planta (NFAP)	47
9	Promedios para el número de frutos cuajados por planta (NFAP)	49
10	Promedios para la eficiencia del cuajado (EC)	51
11	Promedios para el número de mazorcas por planta (NMP)	52
12	Promedios para el número de mazorcas enfermas (NME)	54
13	Promedios para la incidencia de daño en mazorcas (IDM)	56

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de la ubicación del ensayo
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos de las variables agronómicas evaluadas
4	Fotografías
5	Análisis de suelo
6	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. Además, el cacao enfrenta diversos problemas que afectan su producción, calidad y rentabilidad, estos problemas son variados y surgen debido a varios factores internos y otros externos que impactan su desarrollo. En la investigación realizada, se evaluó la formación de frutos en el sistema cacao injerto - banano, mediante tres dosis de fertilizante foliar. Los objetivos planteados fueron: I) Valorar en cuál de los tratamientos tenemos mayor cuajado de frutos. II) Determinar el número de mazorcas en cada tratamiento. En esta investigación se aplicó estadística descriptiva e inferencial. Se utilizó cuatro tratamientos: T1 Labicuaje (2kg/ha), T2 Labicuaje (2.5 kg/ha), T3 Labicuaje (3 kg/ha) y un grupo de control sin fertilización foliar. La evaluación se desarrolló en dos etapas, antes y 90 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 número de ramas principales (NRP), diámetro de ramas principales (DRP), número de cojinetes florales por planta (NCFP), número de cojinetes florales por rama (NCFR), número de botones florales por planta (NBFP), número de botones florales por rama (NBFR), número de flores semi abiertas (NFSA), número de flores abiertas por planta (NFAP), números de frutos cuajados (NFC), eficiencia en el cuajado (EC), número de mazorca por planta (NMP), número de mazorcas enfermas (NME), incidencia de daño en mazorca (IDM) Los resultados estadísticos demuestran que al aplicar el tratamiento T2 (Labicuaje 2.5 kg/ha), generó respuestas positivas en el cultivo de cacao, donde se obtuvo el mayor número de cojinetes florales, flores semiabiertas y abiertas, así como el mayor número de frutos cuajados por planta. Este tratamiento mostró diferencias altamente significativas, evidenciando que la dosis favoreció el equilibrio óptimo de nutrientes para estimular los procesos reproductivos del cultivo. Asimismo, se registró un incremento notable en la eficiencia de cuajado, alcanzando valores superiores al 380 %, y un aumento considerable en el número de mazorcas por planta.

Palabras clave: Cuajado, formación, fruto, cojinetes, botones, eficiencia

SUMMARY

Cacao, (*Theobroma cacao* L), is a tropical plant that can be cultivated from seeds or vegetative parts, making it of great importance to the country's agricultural sector. Cacao faces various problems that affect its production, quality, and profitability. These problems are varied and arise from several internal and external factors that impact its development. In this research, fruit formation was evaluated in a grafted cacao-banana system using three doses of foliar fertilizer. The objectives were: I) To determine which treatment resulted in the highest fruit set. II) To determine the number of pods in each treatment. Descriptive and inferential statistics were applied in this research. Four treatments were used: T1 (2 kg/ha), T2 (2.5 kg/ha), T3 (3 kg/ha), and a control group without foliar fertilization. The evaluation was conducted in two stages: before and 90 days after the fertilizer application. The analysis included Fisher's exact test at 5% and 1%, Tukey's test at 5%, and correlation and linear regression analyses. Various characteristics were evaluated, such as number of main branches (NRP), diameter of main branches (DRP), number of flower cushions per plant (NCFP), number of flower cushions per branch (NCFR), number of flower buds per plant (NBFP), number of flower buds per branch (NBFR), number of semi-open flowers (NFSA), number of open flowers per plant (NFAP), number of fruit set (NFC), fruit set efficiency (EC), number of pods per plant (NMP), number of diseased pods (NME), and incidence of pod damage (IDM). The statistical results demonstrate that applying treatment T2 (Labicuaje 2.5 kg/ha) generated positive responses in the cacao crop, yielding the highest number of flower cushions, semi-open and open flowers, and the highest number of fruit set per plant. This treatment showed highly significant differences, demonstrating that the dosage favored the optimal nutrient balance to stimulate the crop's reproductive processes. Likewise, a notable increase in fruit set efficiency was recorded, reaching values exceeding 380%, along with a considerable increase in the number of ears per plant.

Key words: Fruit set, formation, fruit, buds, ears, efficiency

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao posee una gran importancia socioeconómica en América Latina y el Caribe, siendo uno de los principales productos de exportación en la región. A nivel mundial, en los últimos cinco años, la producción de cacao se ha mantenido en aproximadamente 4 961 801 t, con una superficie cultivada cercana a 2 139 164 ha (Castro, 2022).

Costa de Marfil es el principal productor mundial de cacao, con una participación del 35% de la producción global. En las últimas tres décadas, la producción mundial de cacao se ha duplicado, con la mayor parte del suministro proveniente de cuatro países de África Occidental. En este período, la producción en esta región ha pasado de 1.37 millones de toneladas a 3.47 millones de toneladas, consolidando su liderazgo en el mercado global del cacao (Borja, 2020).

Ecuador es un país cacaotero con más de 240 años en el mercado con la venta de cacao en grano, contribuyendo a la economía del país en las épocas más productivas en especial en su primer y segundo "Boom Cacaotero". Actualmente es el cuarto país productor de cacao del mundo con 300 000 t. el 70% de la producción, es considerado como cacao fino y de aroma, con denominación sabor arriba, la producción de este cultivo se concentra en la región Costa del Ecuador (Abad, 2020).

En nuestro país el rendimiento promedio del cultivo es de 375 719 t, con una superficie cosechada de 609 750 ha. Se concentran un 80% en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas, El Oro y Santa Elena, mientras que el restante se distribuye en las provincias de Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Pichincha, Azuay, Sucumbíos, Orellana, Napo y Zamora Chinchipe (Vargas, 2021).

A nivel de provincia, en Bolívar la producción es de 11 526 t, producidas en 17 304 ha, distribuidas en los sectores de Caluma, Echeandía, las Naves y San Luís de

Pambil. En el cantón Caluma, el cacao es la fuente de ingresos para los agricultores (Encuesta de Superficie y Producción Agrícola Continua. ESPAC, 2021).

Una asociación de cacao con banano se llama sistema agroforestal. Este tipo de sistema combina árboles de cacao con otras plantas, como el banano, para crear un sistema de producción agrícola más diversificado y sostenible. Además de los beneficios económicos de tener dos cultivos, este sistema mejora la fertilidad del suelo y ayuda a proteger la biodiversidad, regula la temperatura, retiene la humedad y previene la erosión (Varela, 2022).

La fertilización foliar es la aplicación de nutrientes en forma líquida o de aerosol directamente sobre las hojas de las plantas. Estos nutrientes son absorbidos a través de la superficie de las hojas y se trasladan a las partes de la planta que los necesitan. Beneficia la formación de frutos al proporcionar nutrientes esenciales de rápido absorción. Los mismos que promueven un crecimiento saludable, estimulan la floración y el cuajado, y ayudan a que los frutos se desarrollen más grandes y sanos. Son especialmente útiles para corregir carencias nutricionales inmediatas, aumenta la resistencia a condiciones de estrés y complementa la fertilización del suelo. Esta fertilización es fundamental en la producción de cacao y su relación con el rendimiento y la calidad de la pepa es indiscutible. Un manejo adecuado de la fertilización puede ser la clave para obtener un cultivo sano y productivo (Sela, 2024).

1.2. PROBLEMA

El cacao enfrenta diversos problemas que afectan su producción, calidad y rentabilidad, estos problemas son variados y surgen debido a varios factores internos y otros externos que impactan su desarrollo.

La mala dosificación de productos químicos es el principal problema, ya que obstaculiza un buen desarrollo de la planta, por lo cual afecta al proceso de la floración y cuajado de frutos, el mismo que se incluye directamente en el rendimiento final del cultivo y, por lo tanto, en la rentabilidad del agricultor. Hoy en día la agricultura es dependiente de productos químicos, por el mal manejo de los mismos, sus ganancias económicas tienden a mermarse.

Una aplicación inadecuada de nutrientes para el cuajado de frutos reduce significativamente el rendimiento. En el cultivo de cacao, la baja disponibilidad de nutrientes esenciales como Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Boro, puede debilitar la planta y hacer que las flores caigan, limitando la cantidad de la cosecha. Al igual que la aplicación incorrecta de insecticidas puede matar a los polinizadores, lo que reduce la polinización y causa la caída de las flores.

La presente investigación se enfoca en comprobar la dosificación de un fertilizante foliar, para asegurar que cantidad es la óptima en el cultivo de cacao al momento de la formación y fructificación de mazorcas, evitando el exceso y deficiencia de nutrientes, para lograr estimular un mejor desarrollo vegetativo y con ello mejorar la productividad del cultivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la formación de frutos en el sistema cacao injerto - banano, mediante tres dosis de fertilizante foliar.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Valorar en cuál de los tratamientos tenemos mayor cuajado de frutos.
- Determinar el número de mazorcas en cada tratamiento.

1.4. HIPÓTESIS

(H_0): La formación de frutos en el cultivo de cacao, no depende de la dosis del fertilizante foliar.

(H_1): La formación de frutos en el cultivo de cacao, depende de la dosis del fertilizante foliar.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

El cacao se originó en las regiones tropicales y húmedas de América del Sur con puntos calientes de diversidad observados en la cuenca alta del Amazonas cerca de las fronteras entre Colombia y Ecuador. La rápida expansión del cacao a través de las rutas comerciales tras su domesticación ocurrió hace más de cinco milenios en Ecuador. La evidencia muestra la dispersión del cacao por la costa noroccidental del Pacífico de Sudamérica y, posteriormente, por Centroamérica, hasta llegar a México 1 500 años más tarde (Coba, 2024).

2.2. Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	Theobroma
Especie:	cacao
Nombre Científico:	*Theobroma cacao* L

Fuente: (Cabuya, 2019).

2.3. Descripción botánica

2.3.1 Raíz

En plantas reproducidas por semillas el sistema radicular está compuesto por una raíz principal denominada raíz pivotante o raíz primaria, la cual crece hacia abajo de forma recta. Las plantas que son reproducidas por medios vegetativos o

asexuales no desarrollan raíz pivotante, pero sí raíces primarias y secundarias, de crecimiento horizontal.

La raíz principal le proporción anclaje y sostenimiento a la planta y esta puede alcanzar hasta 2 m de profundidad cuando suelo favorece su penetración. En cuanto a las raíces secundarias, se ubican en los primeros 30 cm de profundidad y son las encargadas de tomar agua y nutrientes del suelo que son necesarios para su desarrollo adecuado (Ocaña, 2020).

2.3.2 Tallo

Las plantas de cacao, reproducidas por semillas, desarrollan un tallo principal de crecimiento vertical que puede alcanzar 1 a 2 metros de altura a la edad de 12 a 18 meses. A partir de ese momento la yema apical detiene su crecimiento y del mismo nivel emergen de 3 a 5 ramas laterales. A este conjunto de ramas se le llama comúnmente verticilo u horqueta. Por lo consiguiente la flor del cacao es hermafrodita es decir cuenta con ambos sexos, su polinización es estrictamente entomófila, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. El día siguiente en horas de la mañana la flor ya está abierta en su totalidad (Cabuya, 2019).

2.3.3 Hojas

Las hojas adultas son completamente verdes, de lámina simple, entera, de forma que va desde lanceolada a casi ovalada, margen entero, nervadura pinada, y ambas superficies glabras. El nervio central es prominente y el ápice de la hoja es agudo. Las hojas están unidas al tronco o a las ramas por medio a los pecíolos, siendo los del tronco más largos que los de las ramas (Ocaña, 2020).

2.3.4 Flores

Las flores son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Las flores son pequeñas, se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con

segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género Forcipomya (Vélez, 2019).

2.3.5 Fruto

La mazorca o fruto de cacao, es una baya protegida en su parte externa protegida por la cascara o pericarpio presenta tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen interiormente en cinco celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo (Arango, 2021).

2.3.6 Semilla

Indica que la semilla del cacao es más bien un óvulo del interior del ovario de la flor fecundado y desarrollado, que luego de su desarrollo y maduración constituye la mazorca. En el cacao tipo Criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo, casi ovaladas, alargadas, de color blanco o rosado más bien violeta pálido. En el cacao Forastero, las semillas tienen de 2 a 3 cm de largo con formas aplanadas, redondeadas y de color violeta púrpura. La semilla del cacao está constituida por dos cotiledones y un embrión que está protegido por ambos cotiledones. 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 (Arango, 2021).

2.4. Fenología de la floración y formación de frutos

La fenología del cacao se define como el estudio de las etapas de desarrollo reproductivo de la planta, las mismas que están influenciadas por factores climáticos, biológicos y el manejo que se le da al cultivo. El ciclo del cacao abarca desde la siembra de la semilla hasta la cosecha y procesamiento de la mazorca. Este

ciclo se divide en varias etapas, incluyendo la floración, polinización y formación de la mazorca, las cuales se van desarrollando de mejor manera cuando son acompañadas de diversas tareas antes, durante y después del establecimiento de las plantas, tales como la preparación del suelo mediante labores como arado y nivelación, control de malezas, realización de podas con diferentes propósitos como control de crecimiento excesivo y control de sombra. Los periodos de fertilización y manejo de plagas también son muy importantes en el desarrollo (Guamán, 2022).

2.5. Floración

Es la primera fase reproductiva del cacao. En esta etapa, las inflorescencias se ubican en el tallo y las principales ramas, posterior a eso se forma el cojín floral, el cual está formado por varias flores, su número depende del genotipo y sistema del cultivo. Las flores se abren por las tardes y se fecundan durante todo el día, su cáliz es de color rosa, corola blanquecina, amarilla o rosa y pétalos largos. Durante esta fase, aportar nutrientes como Boro y Zinc mediante una fertilización foliar es beneficioso para inducir la floración (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2023).

2.6. Fructificación

Esta fase corresponde al desarrollo de las mazorcas, es un proceso que comienza después de que las flores hayan sido polinizadas y fertilizadas. Este proceso comienza con la formación del ovario que, a medida que crece, se convierte en la mazorca de cacao, siendo un proceso que dura varios meses y requiere seguimiento para favorecer la fructificación. De acuerdo a aplicaciones foliares con Magnesio y Fósforo se puede estimular el crecimiento celular y la formación de tejidos durante el desarrollo de los frutos de cacao (Farias, 2023).

2.7. Maduración

Las mazorcas de cacao alcanzan el tamaño y la coloración adecuada para ser cosechadas. Es un proceso que toma entre 5 y 6 meses después de la polinización dependiendo de factores como la temperatura, variedad y condiciones climáticas. En esta fase las mazorcas experimentan cambios como el color puede ser verde,

amarillo, naranja, rojo o purpura dependiendo de su variedad, así como su composición química, el contenido de azúcar en la pulpa aumenta y las semillas estarán para la cosecha, mismas que al aplicar Potasio y Calcio durante esta fase, refuerza la calidad y peso de los granos de cacao (Heredía, 2020).

2.8. Dependencia de evaluaciones por rama de cacao

El número de cojinetes y botones florales por rama se determina que la relación estimada es 3 ± 1 no debe interpretarse como la media general del total de cojinetes presentes en la planta, sino como un valor que describe únicamente la variabilidad interna de cada rama. Cada rama de cacao presenta diferencias inherentes en su capacidad de sostener cojinetes florales, debido a factores como su edad, vigor, posición dentro de la copa, nivel de iluminación, competencia interna por fotoasimilados y estado sanitario. Por esta razón, los cojinetes florales no se distribuyen de manera homogénea, sino que dependen de la relación fisiológica específica de cada estructura, lo que genera fluctuaciones naturales que pueden expresarse en rangos como 3 ± 1. Esta relación es del total de cojinetes de la planta, puesto que cada rama contribuye de manera distinta al volumen floral según su grado de desarrollo y funcionalidad productiva (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, 2024).

2.9. Factores edafoclimáticos

2.9.1 Clima

El cacao es un cultivo típicamente tropical, que prospera en condiciones de alta humedad y temperaturas constantes. Las áreas ideales para su cultivo están ubicadas entre 10°N y 10°S del Ecuador, donde las condiciones de temperatura y humedad son estables durante todo el año (Portal Frutícola, 2024).

2.9.2 Altitud

Se cultiva casi desde el nivel del mar y hasta los 1 200 msnm, siendo el óptimo de 400 a 800 msnm (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2022).

2.9.3 Temperatura

La temperatura medio anual debe oscilar entre los 21 y 25 °C y la diferencia entre la temperatura mínima y máxima mensual no debe sobrepasar 9 ºC (Sáenz, 2020).

2.9.4 Precipitación

El cacao es una planta que necesita un rango óptimo entre 1 500 – 2 500 mm de lluvia por año. En zonas y épocas muy lluviosas generalmente aumentan las enfermedades fungosas, bacterianas y ataque de insectos. Mientras que en zonas con sequía fuerte se retarda el crecimiento del árbol, se producen menos hojas, se caen las hojas y se producen menos frutos (López, 2021).

2.9.5 Luminosidad

Es otro factor determinante en el cultivo de cacao, especialmente porque influye en los procesos fotosintéticos. En etapas de establecimiento del cultivo se recomienda la siembra de otras plantas para proporcionar sombra, ya que las plantas en esta etapa son muy susceptibles a la acción directa de los rayos solares. En etapa de producción se considera que una intensidad lumínica mayor al 50 % del total de la luz aumenta el rendimiento. La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre la planta, siendo del 40 al 50 % para fase vegetativa y del 60 al 75 % para fase reproductiva (Uchuari, 2023).

2.9.6 Viento

Es recomendable cultivar en zonas con vientos menores a 14 km por hora, debido a que el cacao es muy sensible al viento ya que afecta al cultivo aumentando la pérdida excesiva de agua y caída prematura de las hojas, especialmente en sistemas de cultivo a campo abierto (Mocca, 2020).

2.9.7 Humedad relativa

Una humedad relativa del 67% al 73% es ideal para evitar el estrés hídrico de las plantas y asegurar un crecimiento (Portal Frutícola, 2024).

2.9.8 Suelo

Las condiciones de suelo más favorables para el cultivo de cacao son suelos francos, con buen drenaje y estructura granular, con un pH de 6 a 7, una profundidad de entre 80 a 150 cm y ricos en materia orgánica (Intagri, 2023).

2.10. Variedades de cacao

2.10.1. Cacao CCN-51

Es una variedad híbrida creada en la década de 1 960 por un investigador ecuatoriano, Carlos A. Romero. El nombre CCN-51 proviene de "Colección Castro Naranjal" y del número del clon. Se distingue por su alto rendimiento en producción, lo que lo hace atractivo para la industria del cacao, aunque su perfil aromático es menos complejo que el del cacao Nacional. Su sabor tiende a ser más amargo y astringente. Se cultiva ampliamente en varias regiones del país debido a su resistencia a enfermedades y alto rendimiento (Montenegro, 2024).

2.10.2. Criollo

Es el árbol que da el fruto con mejor calidad, pero entre los tipos de cacao, se caracteriza por ser el menos fructífero y representa una pequeña proporción de la elaboración mundial. Se identifica por tener semillas redondas y ligeramente planas. Éstas, sin fermentar, poseen un color ligeramente violeta y blanco. De los tipos de cacao, es el que tiene aromas afrutados con notas de frutos secos y ligeramente amargo, pero refinado. Es muy apreciado para los chocolates de mayor calidad. 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 (Carvallo, 2020).

2.10.3. Forastero

Su sabor es fuerte, amargo y un poco ácido. Sé caracteriza principalmente por la forma en la que se presenta su fruto, pues generalmente es visto de color verde o

amarillo cuando madura, con una superficie lisa y fuerte. Posee granos o semillas redondeadas, ligeramente aplanadas y contienen cotiledones de color púrpura claro y oscuro. Son aún más resistentes al ambiente y sobre todo, a las plagas, pero su aroma y sabor, están totalmente diferenciados por el cacao criollo. La mayoría de los cultivos encontrados en países como Brasil, Venezuela, Perú, Ecuador, Colombia, Costa de Marfil, Ghana, Camerún, Costa Rica, Santo Tomé y algunas otras plantaciones, son pertenecientes a este grupo (Robayo, 2023).

2.10.4. Cacao Nacional

Se caracteriza por poseer un cacao fino de aroma con características organolépticas y sabor agradable lo que le permite ser reconocido en el ámbito mundial por la calidad que presentan sus productos derivados. 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 (Sacoto, 2022).

2.11. Manejo agronómico

2.11.1. Siembra

La distancia de siembra recomendada para clones es de 3x3m para una densidad de 1111 plantas por hectárea (Andrade, 2023).

2.11.2. Control de malezas

Es necesario remover del terreno y de sus alrededores aquella maleza que compiten con el cultivo, restándole nutrientes, luz o agua, y que sirve de refugio para la propagación de enfermedades y plagas. Para ello se aplican métodos de remoción manual, mecánico o químico como última opción, usando herbicidas autorizados (Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos. CEER, 2021).

2.11.3. Riego

Las necesidades de agua para la planta de cacao de tres años van 725 a 850 mm repartidos en todo el año; y de cuatro años en adelante 850 a 1 100. La cantidad

mensual de agua es de 87 mm en los meses más secos. Actualmente se considera que una planta de cacao en edad productiva necesita de 5 a 5.5 mm de agua/día, dependiendo del clima, textura y estructura del suelo en la que se esté desarrollando (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. ANECACAO, 2024).

2.11.4. Podas

La poda en el cultivo de cacao es una práctica de manejo que permite formar la arquitectura del árbol para mejorar la productividad y facilitar las labores del cultivo. Consiste en una serie de intervenciones para balancear el desarrollo vegetativo y productivo de los árboles, con el fin de lograr una mayor eficiencia fotosintética y adecuada distribución de los nutrientes a las áreas de producción y órganos de crecimiento (Buriticá, 2021).

2.11.5. Poda de formación

Aproximadamente seis meses después del despunte, la planta cuenta con varias ramas secundarias creciendo en diferentes direcciones. La poda se aplica eligiendo de 3 a 4 ramas equidistantes y lo más vertical posible para que el árbol adopte la mejor figura, tratando de emular la forma del verticilo de las plantas de semilla. Las ramas seleccionadas se despuntan y el resto se cortan (Márquez, 2019).

La cantidad de ramas que se van a conservar va a depender de la densidad de siembra, en un marco de 3 x 3 m, se conservan 3 ramas. Se debe monitorear el crecimiento del árbol cuando empieza la formación de nuevas ramas que deben eliminarse, por lo que es aconsejable que al menos cada seis meses se vuelva a revisar el estado del árbol para asegurarse de conservar una arquitectura adecuada (Márquez, 2019).

2.11.6. 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).

2.11.7. Poda fitosanitaria

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 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, como se indica en la figura. En el caso de monilla, se deben eliminar en sus primeros estadios antes que presente el micelio o cuerpo frutífero del hongo (Maquita Cushunchic. MCCH 2020).

2.11.8. Poda de rehabilitación

Las huertas cacaoteras, con el pasar del tiempo, se vuelven poco productivas por efecto de manejo o por abandono de la misma. Aquí es cuando se recomienda realizar la poda de rehabilitación, llamada también poda fuerte. Consiste en la eliminación de abundante follaje y ramas "más del 70% del área foliar", para que la planta estimule el crecimiento de chupones básales y después proceder a la selección de los mejores chupones para reemplazar al árbol viejo (MCCH, 2020).

2.12. Propagación del cacao

2.12.1. Propagación sexual

La propagación del cacao por semillas es la forma popular, tradicional y más común. Con ella obtenemos plantas de tallos ortotrópicos, con desarrollo de hijos basales. Lo que se debe tomar en cuenta en las plantas seleccionadas para la extracción de semillas es la descendencia forastera de la plantación, que garantiza la adaptabilidad de los materiales a distintas condiciones edafoclimáticas, tolerancia a enfermedades fungosas, precocidad y altos rendimientos (Nogales, 2021).

2.12.2. Propagación asexual o vegetativa

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". Un clon es un material

uniforme desde el punto de vista genético derivado de un solo individuo y que se propaga solo por medios vegetativos. Los métodos que permiten reproducir los caracteres deseables casi sin modificación, por medio de; injertos de parche, de yema lateral, de yema terminal, acodo y estacas (Mundo Cacao, 2022).

2.13. Técnicas de propagación asexual

2.13.1. Injerto

El injerto en el cacao es una técnica de propagación asexual que consiste en unir una rama o parte de ella a un patrón reproducido por semilla. Mencionando las características de algunos tipos de injerto (Abraham, 2021).

2.13.2. Injerto de parche

Este tipo de injerto se realiza en vivero y consiste en colocar sobre el patrón una sola yema tomada de la vareta o rama de un árbol seleccionado por sus características especiales (Nogales, 2022).

2.13.3. Injerto de aproximación

Esta técnica es muy conocida por el nombre de "pechito con pechito" y consiste en implantar lateralmente un trozo de vareta sobre el patrón en campo definitivo, teniendo en cuenta que la vareta debe tener 2 a 3 yemas viables (Nogales, 2022).

2.13.4. Injerto de yema o púa terminal

Este es el método de injertación en vivero más recomendado por la Compañía Nacional de Chocolates, para este tipo de injerto se debe tener presente que el patrón es fundamental y debe ser del mismo diámetro de la vareta que se va a utilizar (Munguía, 2024).

2.13.5. Injerto en leño grueso o lateral (malayo)

Este es el método de injertación más implementado para realizar rehabilitaciones por cambio de copa en plantaciones de cacao improductivas o que no se adaptaron bien a las condiciones agroclimáticas de la zona (Abraham, 2021).

2.14. Importancia del injerto

Realizar injertos en el cultivo de cacao, acorta el ciclo de vida de la fase juvenil. Las especies frutales en la mayoría de los casos cuando se reproducen por semilla inician su proceso reproductivo entre los 5 a 10 años. Con el injerto se puede lograr acortar a la mitad del tiempo. También se puede aprovechar el beneficio que brindan los patrones, tales como: mejora del sistema radical (mejor anclaje, mayor exploración de nutrientes); tolerancia a enfermedades por ataque de hongos del suelo y a nematodos; inducen al enanismo (Munguía, 2024).

2.15. Principales plagas del cacao

2.15.1. 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. Para controlar la plaga se hace uso de Dimetoato y el Endosulfan en dosis de 10 cc de producto en 1 litro de agua. son insecticidas de contacto que matan a las hormigas al entrar en contacto con ellas (Caldas, 2022).

2.15.2. 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. Para su control se utiliza Endosulfan (Thiodan 35) a 3 cc/l de agua, dirigido al follaje y ramas. Imidacloprid a 1 l/ha vía riego mecanizado o 25 cc de solución por planta (Caldas, 2022).

2.15.3. Esqueletizador de la hoja (*Cerconota dimorpha*)

Los gusanos esqueletizadores son plagas importantes del cacao. En Ecuador son citadas las especies *Stenoma 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 siclo de vida va de los 47 a los 58 días (Salas, 2021).

En cuanto a su control se debe aplicar bioneem y benzotin 5.7, en dosis 3 a 5.0 cc/ litro de agua o métodos biológicos/orgánicos como la baba de cacao fermentada o el EM-5. Es fundamental combinar diferentes estrategias de control y aplicar los productos de manera correcta para obtener los mejores resultados (Salas, 2021).

2.16. Principales enfermedades

2.16.1. Mazorca Negra (*Phytophthora palmivora*)

La mazorca negra o pudrición parda es causada por el oomycete *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).

Para el control de esta enfermedad es fundamental realizar combinaciones de control cultural y químico ya que su resultado es más efectivo. En cuanto a los controles químicos se debe hacer uso de Kocide -101 en concentración de 2% con 0,05% de adherente, a razón de 140 – 160 litros por hectárea, eficiente en los picos de producción para proteger mazorcas. También se puede hacer uso de Fungicidas

cúpricos (0,5 L/ha) + Estrobirulina (0,5 L/ha) + Morfolina (1,0 L/ha) + Fyto 6 (0,15 L/ha) (Ruíz, 2020).

2.16.2. Mal de machete (*Ceratocystis cacaofunesta*)

Es una enfermedad causada por el hongo *Ceratocystis cacaofunesta*. 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).

En cuanto al control de esta enfermedad se incluyen métodos preventivos, al realizar las podas de los árboles, se debe desinfectar las herramientas después de podar cada árbol haciendo uso de formol diluido en agua al 2% o hipoclorito de sodio. Las heridas deben ser cubiertas con una pasta fungicida hecha con algún producto cúprico. Además, se debe utilizar aceite quemado al tener arboles con esta enfermedad, aplicándolo en tallos y ramas para prevenir la fuga del vector, luego eliminar el árbol, realizar un repique, extraer el sistema radicular y quemar el material como también aplicar cal viva al suelo donde se extrajo las raíces del árbol. No se recomienda control químico para esta enfermedad. La quema del material enfermo va dirigida a la destrucción tanto del hongo como de los insectos vectores que se encuentren dentro del árbol (Plantwise, 2020).

2.16.3. Moniliasis (*Mollioptera roreri*)

Considerada como la enfermedad fúngica más perjudicial, provoca pérdidas económicas para los productores de cacao. Infecta específicamente a frutos en diferentes estados fenológicos de desarrollo, pudre las semillas del cacao, destruye completamente los granos y tejidos en el interior de la mazorca. 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).

Para combatir esta enfermedad podemos aplicar productos como el sulfato de cobre pentahidratado 10 g/1 litro de agua o Tebuconazole + Azoxystrobin en una dosis de 0,6 l/ha (Rotam Agro, 2019).

2.17. Sistema agroforestal

Es considerado una práctica ampliamente utilizada en zonas tropicales debido a sus beneficios productivos y socioeconómicos. El modelo de producción integra un cultivo perenne como cacao, con un cultivo de crecimiento rápido como banano, ayuda a un manejo más sostenible del agroecosistema y mejor uso eficiente de los recursos disponibles. La presencia del banano desempeña un papel fundamental en la regulación del microclima en las primeras etapas del establecimiento del cacao, generando sombra parcial, mantiene la humedad del suelo. Este efecto contribuye a un mejor desarrollo saludable del cacao con menores riesgos de estrés hídrico. La caída de hojas del banano aporta materia orgánica al suelo, mejorando su estructura y la capacidad de retener agua. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, 2020).

En la producción, permite un aprovechamiento más eficiente del espacio, debido que el banano crece y produce rápidamente, proporciona al agricultor una estrategia efectiva frente a cambios climáticos o ataques de plagas y enfermedades. La sombra del banano contribuye a un mejor rendimiento del cacao en su fase de establecimiento. Los beneficios económicos del sistema agroforestal, genera ingresos económicos desde el primer año debido a las plantaciones de banano. Mientras el cacao inicia su producción entre el tercer y quinto año (FAO, 2020).

2.18. Asociación de cacao con banano

El cacao y banano son dos cultivos de gran importancia en zonas húmedas. Ambos cultivos aparecen en las fincas en dos modalidades, lo cual permite su cultivo en asocio con otras especies que son utilizadas como sombra para conformar el sistema agroforestal, durante su desarrollo fenológico en sus primeros años que comprende de (1-2), mismo que puede necesitar una sombra (50-70%), para tener un buen desarrollo para alcanzar un estado o etapa adulta con buen desarrollo de copa e

inserción de verticilo, que se traduce a una mejor estructura vegetativa más robusta (Rivas, 2022).

Considerando que la sombra en una planta adulta afecta a la productividad al crear un microclima, que es un factor que ayuda a la incidencia de enfermedades como: moniliasis y *phytophthora*, mientras que en estado de desarrollo de la planta ayuda a que no se exponga a los rayos directos del sol lo que reduce el estrés hídrico y favorece un microclima más húmedo y estable. Además, se considera que la sombra es un factor independiente en la carga floral para plantaciones de especies trinitarias, forasteras y nacional (Rivas, 2022).

2.19. Cosecha

La cosecha inicia con el corte de las mazorcas cuando están maduras, que se identifica por el cambio del color en la cáscara, continua con la recolección en diferentes puntos del área de cacao y después se realiza el quiebre y extracción del cacao en baba, separándolas por tipo. Los llamados tumbadores cortan el pedúnculo de la mazorca con una hoz o con un cuchillo especial (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural , 2021).

2.20. Secado

La operación de secado del cacao es de gran importancia para su valorización postcosecha, porque en esta etapa se logra estabilizar microbiológicamente el producto al disminuir su actividad de agua. El secado puede ser solar o artificial, pero es aconsejable el secado al sol, ya sea en eras de cemento, sobre mantas de polipropileno o sobre parihuelas de madera levantados a 40 cm del suelo para evitar la evaporación de la humedad del suelo y la contaminación de los granos (Bravo, 2020).

2.21. Almacenamiento

Las muestras de almendras de cacao se almacenan fermentadas y secas en bolsas de tela de malla, con su respectiva identificación, lo que permite detectar fácilmente si existe contaminación por insectos o humedad.

Las almendras son higroscópicas, es decir que adsorben vapor de agua del ambiente, por esta razón, su contenido de humedad puede aumentar el 7% en condiciones de almacenamientos inadecuadas.

También, el cacao puede contaminarse fácilmente por la absorción de olores extraños. Esta condición demanda que para el almacenamiento del cacao se destine un lugar exclusivo, cerrado, limpio y ventilado, con una temperatura menos a 25°C y humedad relativa entre 50-70%. En condiciones climáticas superiores a los valores mencionados, las muestras de cacao no deben permanecer almacenada más de seis meses (Bravo, 2020).

2.22. Manejo nutricional

El cacao como todo cultivo, requiere de suelos fértiles, un suelo fértil además de un aspecto deseable debe tener una buena constitución química, la que está dada por macroelementos primarios como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio; macroelementos secundarios como: Calcio, Magnesio y Azufre; microelementos como: Hierro, Cobre, Manganeso y Zinc que intervienen en la planta (Akane, Wikifarmer, 2021).

2.23. Requerimiento nutricional del cultivo

El cacao es particularmente exigente, macronutrientes esenciales para el crecimiento vegetativo, la formación de flores y mazorcas, así como para el desarrollo general de la planta. Además, requiere micronutrientes, fundamentales para evitar problemas como el aborto floral, deformación de frutos y para mejorar la calidad del grano.

Un adecuado manejo de la fertilización, basado en el análisis del suministro nutricional del suelo, permite mantener el equilibrio requerido por el cultivo y maximizar su rendimiento y calidad en cada ciclo productivo.

Nutriente	Cantidad (kg/ha)	Función
Nitrógeno (N)	150-200 kg	Promueve el crecimiento de hojas y formación de tallo.

Fósforo (P)	50-70 kg	Ayuda en el desarrollo de raíces y mejora la calidad de las mazorcas
Potasio (K)	100-150 kg	Aumenta la resistencia a enfermedades y calidad de las flores.
Calcio (Ca)	80-100 kg	Es esencial para la estructura celular y previene desórdenes fisiológicos.
Magnesio (Mg)	20-30 kg	Actúa en la fotosíntesis y en el transporte de nutrientes.
Azufre (S)	15-20 kg	Contribuye a la síntesis de aminoácidos y proteínas
Zinc (Zn)	0.5-1.5 kg	Apoya la producción de clorofila y desarrollo de la planta
Boro (B)	1-2 kg	Fundamental para la división celular y crecimiento de las cabezas.
Manganeso (Mn)	0.5-1.5 kg	Importante para la fotosíntesis y metabolismo del nitrógeno.
Cobre (Cu)	0.2-0.5 kg	Participa en la fotosíntesis y en la formación de proteínas.
Molibdeno (Mo)	0.05-0.1 kg	
Hierro (Fe)	2-3 kg	(ESPAC, 2022)

2.24. Macronutrientes

Los macronutrientes esenciales incluyen Nitrógeno, Fósforo y Potasio, que son absorbidos en grandes cantidades por la planta. El nitrógeno es clave para el desarrollo de hojas y tallos, mientras que el fósforo interviene en la formación de raíces, floración y fructificación. Por su parte, el potasio mejora la calidad del grano, fortalece la resistencia de la planta y regula el uso eficiente del agua. Otros macronutrientes secundarios, como Calcio, Magnesio y Azufre, también son esenciales, ya que fortalecen la estructura celular, favorecen la fotosíntesis y contribuyen al metabolismo de las proteínas (Mejía, 2021).

2.25. Micronutrientes

Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades, son fundamentales para el funcionamiento óptimo del cacao. El Boro es crucial para la inducción floral y polinización, mientras que el Zinc favorece el crecimiento de brotes y la síntesis de hormonas esenciales. El Hierro participa en la formación de la clorofila, evitando la clorosis en las hojas, y Manganeso mejora la actividad enzimática y absorción de nutrientes. La deficiencia de estos elementos puede afectar la sanidad del cultivo, disminuir la producción (Riera, 2020).

2.26. Fertilización foliar

Es la aplicación de nutrientes en forma líquida directamente sobre las hojas de las plantas. Estos nutrientes son absorbidos a través de la superficie de las hojas y se trasladan a las partes de la planta que los necesitan. Es útil para proporcionar nutrientes a las plantas de manera rápida y efectiva. También se utiliza para corregir las deficiencias nutricionales en las hojas y aumentar la capacidad de la planta para resistir el estrés debido a las condiciones ambientales adversas (Ramírez, 2021).

- **Ventajas de la fertilización foliar**

Tiene una rápida absorción. Si aplicamos el fertilizante en las hojas de la planta, ésta absorberá sus nutrientes mucho más rápido que si tuviera que tomarlos del suelo, por lo que es imprescindible para corregir los desequilibrios de la planta a tiempo, además evitamos el gasto de energía que le requiere a la planta llevar los nutrientes hasta sus hojas, ya que los recibe directamente en ellas. Además, con la fertilización foliar evitamos la pérdida de producto por lixiviación (Calvo, 2020)

- **Desventajas de la fertilización foliar**

Aunque la absorción es más rápida, por este método la planta ingiere menos componentes que a través del suelo, por lo que no puede reemplazar a la fertilización tradicional. A su vez, si se exagera o se aplica una alta cantidad podrían perjudicar a las hojas ocasionándoles quemaduras, un proceso conocido como fitotoxicidad (León, 2024).

2.27. Descripción del material en estudio

Las aplicaciones foliares son muy utilizadas para adicionar fertilizantes menores que la planta utiliza en pequeñas cantidades y complementan la nutrición al suelo, especialmente cuando hay bloqueos para la absorción de elementos nutritivos por efectos de pH o de alta saturación de Aluminio, Calcio, Magnesio, Manganeso y Hierro principalmente (Agrosad, 2023).

Destacando que su importancia reside en su capacidad para corregir rápidamente deficiencias nutricionales en las plantas, mejorar la absorción de nutrientes y estimular el crecimiento.

2.27.1. Labicuaje

Es un abono foliar en polvo, rico en Fósforo, Boro, Manganeso, Molibdeno y Zinc formulado para satisfacer las necesidades nutritivas de la planta al momento del cuaje. Indicado para aquellos cultivos en los que la floración es un factor limitante o en situaciones donde la floración es adecuada, pero existen dificultades para el cuajado. El especial equilibrio entre Fósforo, Boro, Molibdeno y elementos estimulantes hace que se produzca un aumento en la cantidad de flor, en la calidad de la flor y un mayor cuajado.

La aplicación de labicuaje es fundamental porque fortalece el cuajado del fruto, en una etapa crítica en la que muchas flores pueden abortar si la planta no recibe nutrientes suficientes. Estas aplicaciones mejora la fecundación, se reduce la caída de frutos jóvenes y favorece la formación de frutos más fuertes, uniformes y de mejor calidad. En conjunto, el labicuaje aumenta la productividad del cultivo y ayuda a la planta a superar el alto estrés fisiológico que ocurre durante la transición de flor a fruto (Agrosad, 2023).

El labicuaje se presenta en polvo y es de alta solubilidad, aplicando directamente sobre las hojas para una rápida absorción por la planta, durante la floración y el cuajado (Macasa, 2020).

Este bioestimulante homogeniza la floración, concentrando la cosecha en un período de tiempo más corto debió a su composición.

Nitrógeno: Estimula la multiplicación celular.

Fósforo: Fundamental para el desarrollo de raíces fuertes y flores sanas.

Boro: Mejora la absorción de nutrientes y el desarrollo de los frutos.

Manganeso: Interviene en la síntesis de clorofila y activación de enzimas.

Molibdeno: Participa en la conversión del fósforo lo que favorece el crecimiento general, la floración y el desarrollo de los frutos.

Zinc: Esencial para un cuajado exitoso, resultando en frutos de mejor calidad (Macasa, 2020).

Composición química (Funda de 500 gramos)

Nitrógeno (N):	7.0 % p/v
Fósforo (P_2O_5):	36.0 % p/v
Boro (B):	3.0 % p/v
Manganeso (Mn):	2.0 % p/v
Molibdeno (Mo):	1.0 % p/v
Zinc (Zn):	2.0 % p/v

Fuente: (Agrosad, 2023)

- **Dosis general**

Aplicación vía foliar 2-3 kg/ha

Fertiirrigación 3-4 Kg/ha

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

Se llevo a cabo en la provincia de Bolívar, cantón Caluma en el sector Granja el Triunfo.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Descripción	**Valor**
Altitud promedio	350 msnm
Latitud	1º 37´ 40´´S
Longitud	79º 15´ 25´´O
Temperatura máxima	24°C
Temperatura mínima	19°C
Temperatura media anual	22,2°C
Heliofanía promedio	720/horas/luz/año
Precipitación medio anual	1100 mm
Humedad relativa	83%
Tipo de suelo	Franco arcilloso
pH	6.75

Fuente: (GoRaymi, 2024)

- **Zona de vida**

El lugar donde se realizó la investigación es correspondiente para el bosque húmedo subtropical (bs - HT) (Holdridge 1979).

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

Plantas de cacao y fertilizante foliar.

3.2.2. Factor en estudio

Tres dosis de labicuaje (comparación)

3.2.3. Tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Labicuaje (2kg/ha)
T2	Labicuaje (2.5kg/ha)
T3	Labicuaje (3kg/ha)
T4	Testigo

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se aplicó la estadística descriptiva e inferencial.

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Análisis químico del suelo**

Al inicio del ensayo se tomó varias submuestras de puntos diferentes, a una profundidad de 30 cm, estas fueron mezcladas homogéneamente y se tomó una muestra de 2 kg de tierra, se envió al Laboratorio de Suelos, para el análisis de nutrientes.

- **Distribución de unidades experimentales**

Labor que se realizó de acuerdo al mapa de campo, dividiendo la unidad experimental por medio de estacas en cuatro tratamientos.

- **Limpieza del ensayo**

Se realizó el control de malezas de forma manual con ayuda de un machete, con la finalidad de que las plantas no compitan por agua y nutrientes. Además, se utilizó glifosato a una dosis de 2.5 l/ha y la cantidad de producto aplicado fue de 150 ml/20 litros de agua.

- **Identificación de plantas**

Las plantas que se tomó en cuenta para la evaluación fueron etiquetadas para llevar un registro preciso de los datos obtenidos.

- **Poda fitosanitaria**

Se procedió a eliminar las hojas viejas, ramas secas, mal formadas y frutos enfermos, con la ayuda de una tijera de podar, la misma que fue desinfectada al pasar de planta en planta. Esta labor se realizó en la luna menguante, es recomendable no podar en días lluviosos, lo ideal es hacer después de la cosecha, antes de la época de floración.

- **Poda de deschuponamiento**

Se eliminó los chupones y brotes emergentes del tallo, de esa manera la planta se quedó solo con la presencia de un eje principal. Posterior a esta labor se protegió las heridas con un cicatrizante a base de cobre para evitar la incidencia de enfermedades en el cultivo.

- **Fertilización edáfica**

En base en la recomendación del análisis químico de suelo, se calculó la cantidad de suministro del suelo que tienen los macros y micronutrientes a una profundidad de 30 cm. Posteriormente, al calcular el requerimiento nutricional del sistema, se identificó un déficit de 192 kg de nutrientes en un área de 1.598 m² destinada a la investigación en un marco de plantación de 2.7 x 3.7 en las plantas de cacao. Además, se calculó el requerimiento nutricional por la planta que es de 1200g, de esta forma se compensó la fertilización con un fertilizante de nombre comercial YARA MILA en 350 kg/ha al inició de la investigación, para luego aplicar la fertilización foliar.

Producto	Dosis	Déficit	Requerimiento /planta
YARA MILA	350 kg/ha	192 kg/1598 m^2	1200g

- **Aplicación del producto**

La aplicación de las tres dosis de Labicuaje se efectuó mediante la utilización de una bomba de aspersión, realizando cuatro aplicaciones durante todo el tiempo que duró la investigación es decir se aplicó, una dosis cada 30 días con base a cada tratamiento detallado.

Producto	Dosis	Aplicación
Labicuaje	2 kg/ha	79 g/399.6 m²
Labicuaje	2.5 kg/ha	99 g/399.6 m²
Labicuaje	3 kg/ha	119 g/399.6 m²
Testigo	Sin dosis	Sin dosis

- **Control de plagas**

Se realizó, utilizando un insecticida con ingrediente activo Thiamethoxam + Lambda cyhalothrin en una dosis de 50 ml/20 l de agua con la ayuda de una bomba de aspersión, cubriendo toda la planta.

- **Control de enfermedades**

En la incidencia de monilla, se procedió a controlarla aplicando sulfato de cobre pentahidratado + oxicloruro de cobre en una dosis de 0.75 l/ha, misma que fue aplicada de acuerdo al cálculo realizado de 75 ml disuelto en 20 litros de agua.

- **Control de malezas**

Se efectuó de forma manual con ayuda de un machete y guadaña, con la finalidad que no compitan por agua, y nutriente. Además, se aplicó glifosato a una dosis de 150 ml por cada 20 litros de agua.

- **Deshije y deshoje banano**

Se realizó el control del número de cormos (hijuelos laterales) en la planta de banano, eliminando los colines de agua y aquellos con hojas malformadas que crecían alrededor de la planta madre. Esta labor permitió reducir la competencia por

agua, luz y nutrientes. Como resultado, se dejó únicamente un hijuelo tipo espada en estado joven y otro de mayor tamaño, destinado a reemplazar a la planta madre en el siguiente ciclo productivo, la actividad se ejecutó utilizando un machete.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

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

Se registraron por medio de observación directa, en 10 plantas completas al azar, contando el número de ramas principales brotadas del tallo principal.

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

Se tomó en la parte media de las ramas principales, con la ayuda de un calibrador se procedió a registrar los datos de 10 plantas completas al azar antes y 3 meses después de la aplicación, sus datos fueron expresados en cm.

- **Número de cojinetes florales por planta (NCFP)**

Dato que fue evaluado en 10 plantas seleccionadas al azar en el área neta de cada tratamiento antes y a los 3 meses después de la aplicación. Esta variable se realizó mediante conteo directo en cada uno de los cojinetes florales.

- **Número de cojinetes florales por rama (NCFR)**

Se evaluó por conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar en cada tratamiento antes y después de 3 meses de la aplicación.

- **Número de botones florales por planta (NBFP)**

Se evaluó por conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento antes y después de 90 días de la aplicación del producto.

- **Número de botones florales por rama (NBFR)**

Fue evaluado en 10 plantas seleccionadas al azar en cada tratamiento por conteo directo, tanto antes como después de 3 meses de la aplicación de labiacuje.

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

Se registró mediante observación directa, 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 completamente al azar, antes y después de haber transcurrido 3 meses de la aplicación del producto.

- **Número de flores abiertas por planta (NFAP)**

Se contó el número de flores abiertas, considerando que sus 5 pétalos se encuentren totalmente abiertos y sus 10 filamentos se encuentren a simple vista. Variable que se tomó en 10 plantas seleccionadas al azar, antes y a los 90 días después de la aplicación de labicuaje.

- **Números de frutos cuajados (NFC)**

Se realizó por conteo directo en 10 plantas al azar de cada tratamiento, antes y después de 3 meses de la aplicación. Se consideró un fruto cuajado cuando el ovario de la flor comenzó a desarrollarse, transformándose en un fruto joven.

- **Eficiencia en el cuajado (EC)**

Variable que fue registrada en porcentaje, teniendo en cuenta el número de frutos cuajados por planta, por el número de flores abiertas, en 10 plantas seleccionas al azar por tratamiento a los 3 meses después de la aplicación, se utilizó la siguiente fórmula (López et al., 2021).

$$\mathbf{EC} = \frac{\text{Número de frutos cuajados por planta}}{\text{Número de flores abiertas}} * 100$$

- **Número de mazorca por planta (NMP)**

En 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, se evaluó el número de mazorcas por conteo directo, antes de la aplicación y a los 3 meses después de la aplicación.

- **Número de mazorcas enfermas (NME)**

Fue evaluada mediante la observación directa, síntomas visibles de enfermedades, tales como decoloración, pudrición y presencia de micelio, en 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, antes de la aplicación y a los 90 días después de la aplicación.

- **Incidencia de daño en mazorca (IDM)**

Fue determinada mediante la evaluación visual en 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, antes y después de 3 meses de la aplicación. Se contabilizó las mazorcas que presentaron signos evidentes de daño por hongos patógenos. Posteriormente, se calculó la incidencia de daños en las mazorcas y sus datos fueron expresados en porcentaje, utilizando la siguiente fórmula (Montenegro, 2024).

$$\textbf{IDM}\ (\%) = \frac{\text{Número de mazorcas dañadas}}{\text{Número total de mazorcas evaluadas}} * 100$$

3.2.7 Análisis de datos

- Prueba de Fisher al 5% y 1%
- Prueba de Tuckey al 5%
- Máximos
- Mínimos
- Media general
- Análisis de correlación y regresión lineal simple

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Interpretación de resultados

4.1.1. Número de ramas principales (NRP)

Tabla 1

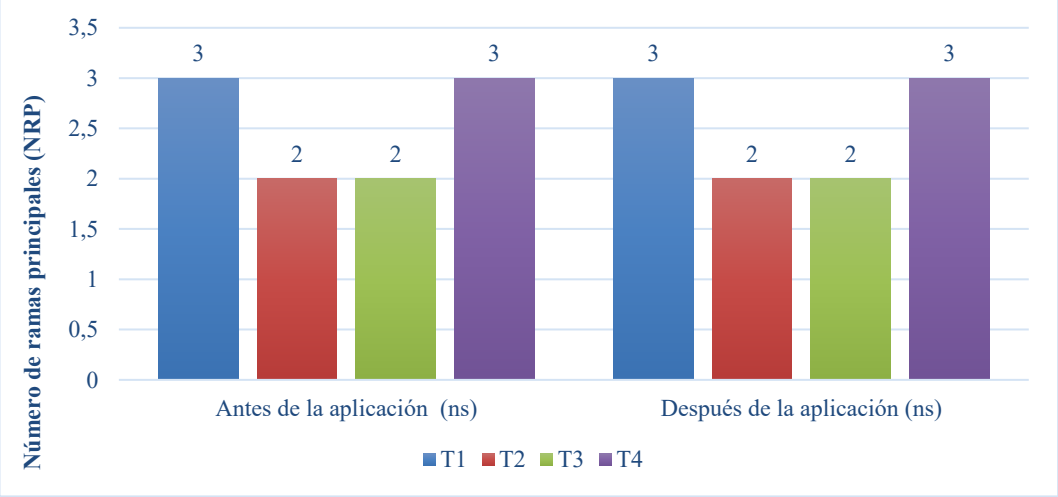
Resultados de los análisis estadísticos en el número de ramas principales, antes de la aplicación y a los 3 meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (ns)		Incremento (ns)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	3	A	3	A	0	A
2	2	A	2	A	0	A
3	2	A	2	A	0	A
4	3	A	3	A	0	A
F	0.89		0.89			
MG:	3		3			

Nota: NS = no significativo, Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general: F = Fisher.

Figura 1

Promedios para el número de ramas principales (NRP).



Para número de ramas principales, fue similar antes y después de la aplicación, con una media general de 3 ramas principales. En la investigación, los T1 y T4 registraron el mayor número de ramas con 3, mientras que T2 y T3 presentaron únicamente 2 ramas, evidenciando una ligera variabilidad en la estructura de las plantas.

Aunque no se registraron incrementos en el número de ramas, los tratamientos T1 y T4 lograron preservar la arquitectura estructural de las plantas, lo cual es fundamental para garantizar un adecuado equilibrio vegetativo y un buen soporte para la formación de cojinetes florales y mazorcas. Una mayor cantidad de ramas principales está asociada con un mejor reparto de fotoasimilados, mayor área foliar productiva y potencial para incrementar la floración y el rendimiento del cultivo. El tratamiento T1 superó a T2 y T3 en un 33.33%, indicando la estabilidad de la estructura primaria del cacao.

La estabilidad en el número de ramas principales es esencial para el manejo eficiente del cultivo, ya que estas ramas constituyen el esqueleto productivo del cacao y determinan la distribución de luz y aire en la copa (Paspuel, 2022).

4.1.2. Diámetro de ramas principales (DRP)

Tabla 2

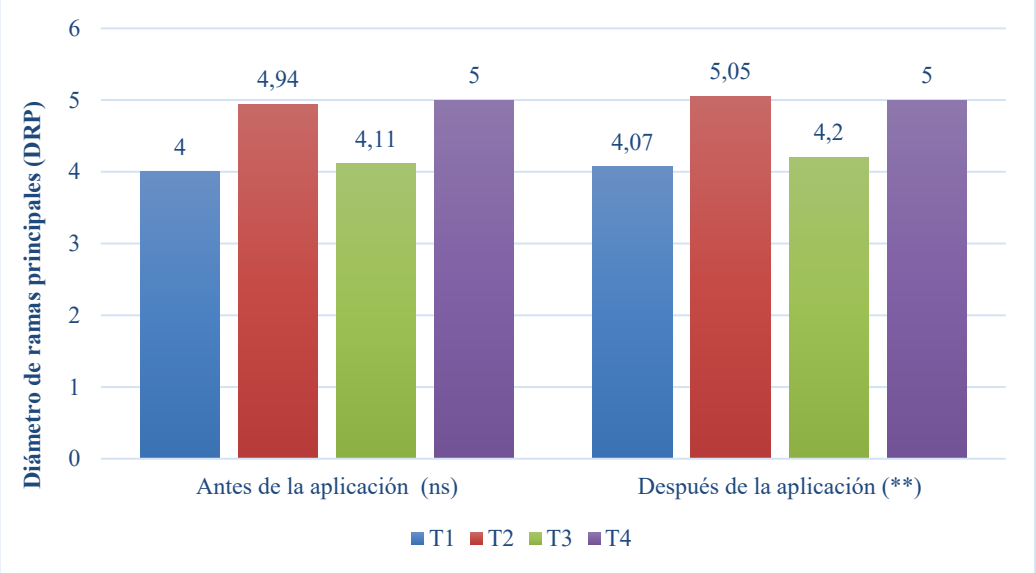
Resultados de los análisis estadísticos en el diámetro de ramas principales, antes de la aplicación y a los 3 meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	4	A	4.07	B	1.75	AB
2	4.94	A	5.05	A	2.23	A
3	4.11	A	4.20	AB	2.19	AB
4	5	A	5	AB	0	B
F	3.43		3.24			
MG:	4.51		4.58		1.55	

Nota: ** =Altamente significativo; Ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 2

Promedios para el diámetro de ramas principales (DRP).



En cuanto al diámetro de las ramas principales (DRP), fue similar antes de la aplicación, se registró una media general de 4.51 cm antes de la aplicación. Después de la aplicación de Labicuaje se determinaron diferencias altamente significativas, los valores oscilaron entre un máximo de 5.05 cm y un mínimo de 4.07 cm. A pesar de estas variaciones, la media general aumentó de 4.51 cm a 4.58 cm, lo que representa un incremento del 1.55% en el diámetro de las ramas principales.

Antes de la aplicación, se observó que el testigo T4 presentó el mayor diámetro de ramas con 5 cm, lo que evidencia un estado inicial favorable en la estructura vegetativa del cacao, seguido del T2 con 4.94 cm, mientras que el T3 alcanzó 4.11 cm, y T1 presentó el menor diámetro con 4 cm. Después de la aplicación, el T2 alcanzó el mayor diámetro con 5.05 cm, lo que representa un incremento del 2.23 %, seguido del T3 con 4.20 cm, aumentando un 2.19 %, mientras que el T1 mantuvo en 4.07 cm, con variación del 1.75%. El testigo T4 no presentó incremento, permaneciendo en 5 cm.

Estos resultados evidencian un efecto directo y positivo del fertilizante foliar sobre el crecimiento estructural del cacao. Al comparar entre tratamientos, se observó que el T2 superó al T1 en 24.07 %, y al T3 en 20.23%, T4 en 1 % . A su vez, el T1

presentó un incremento del 1.75 % respecto a su condición inicial, mientras que T2 fue el único tratamiento que superó su valor inicial y además superó al testigo. Estas diferencias confirman que el fertilizante foliar generó una respuesta fisiológica significativa, promoviendo un mayor engrosamiento del tejido vegetativo.

Se infiere que el T2 (Labicuaje 2.5 kg/ha) contiene una concentración de nutrientes adecuada para estimular la división y expansión celular en los tejidos de crecimiento, lo que explica su notable efecto en comparación con las otras dosis aplicadas. La respuesta positiva del T1, aunque menor, indica que incluso en dosis bajas el producto contribuye al fortalecimiento estructural de las ramas, mientras que la falta de incremento en T3 sugiere que dosis más altas no necesariamente aumentan la respuesta fisiológica.

La aplicación de fertilizantes foliares se consolida como una estrategia eficiente dentro del manejo agronómico del cacao, ya que permite suministrar nutrientes directamente al tejido activo de manera inmediata, mejorando el desarrollo vegetativo y preparándolo para una mayor capacidad reproductiva (Vera, 2024).

4.1.3. Número de cojinetes florales por planta (NCFP)

Tabla 3

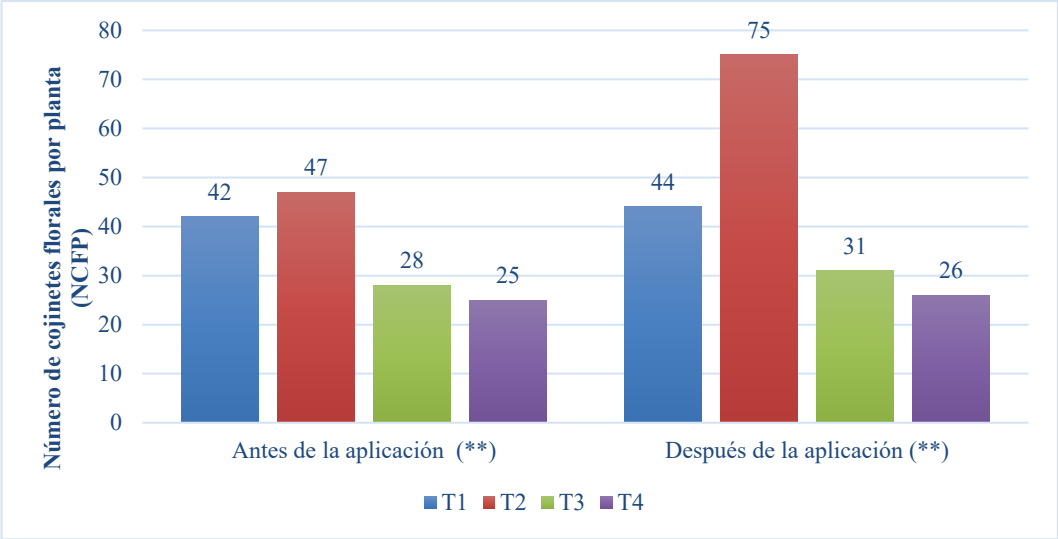
Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	42	AB	44	B	4.76	BC
2	47	A	75	A	59.57	A
3	28	BC	31	BC	10.71	B
4	25	C	26	C	4	C
F	9.18		26.4			
MG:	36		44		23.94	

Nota: ** =Altamente significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general: F = Fisher.

Figura 3

Promedios para el número de cojinetes florales por planta (NCFP).



En cuanto al número de flores abiertas por planta (NFAP*),* se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 47 cojinetes por planta y mínimo de 25 antes de la aplicación. Después de la aplicación, los valores oscilaron entre un máximo de 75 y un mínimo de 26 cojinetes florales. A pesar de estas variaciones, la media general aumentó de 36 a 44 cojinetes florales, lo que representa un incremento del 23.94 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T2 presentó el promedio más alto de cojinetes florales, con 47, seguido del T1 con 42, mientras que el T3 alcanzó 28, y el testigo T4 presentó el menor número, con 25 cojinetes florales. Después de la aplicación, el T2 volvió a destacarse, alcanzando el mayor número con 75, lo que representa un incremento del 59.57 %, seguido de T1, que llegó a 44, con un incremento del 4.76 %. El T3 mostró un aumento de 31 cojinetes florales con 10.71 % de aumento, mientras que el testigo T4 pasó a 26, equivalente a un incremento del 4 %.

Al comparar entre tratamientos después de la aplicación, se observó que T2 superó a T1 en 70.45 %, a T3 en 141.93 % y al testigo T4 en 188.46 %. A su vez, el T1

superó al T3 en 41.93 % y al testigo en 69.23 %, mientras que T3 superó al testigo en 19.23 %. Estas diferencias confirman que la aplicación foliar de Labicuaje generó una respuesta fisiológica significativa, promoviendo una mayor formación de cojinetes florales, especialmente con la dosis de 2.5 kg/ha correspondiente al T2.

Se infiere que el T2 aporta una disponibilidad equilibrada de macro y micronutriente que favorecen los procesos de inducción floral y el desarrollo de tejidos reproductivos, por lo que genera una respuesta superior frente a las otras dosis evaluadas. Aunque el T1 y T3 también provocaron incrementos en los cojinetes florales, su efecto fue menor, lo que demuestra que el cacao responde mejor cuando los nutrientes se aplican en cantidades ajustadas a las necesidades fisiológicas de la planta.

El uso de fertilizantes constituye una alternativa sostenible, debido a que los nutrientes ingresan de manera directa a las hojas y son aprovechados con mayor eficiencia, estimulando procesos metabólicos vinculados con la floración y la formación de estructuras reproductivas. Este tipo de manejo contribuye a mejorar el equilibrio nutricional sin depender exclusivamente de fertilización al suelo, optimizando el crecimiento y el rendimiento potencial del cultivo (Barzola, 2025).

4.1.4. Número de cojinetes florales por rama (NCFR)

Tabla 4

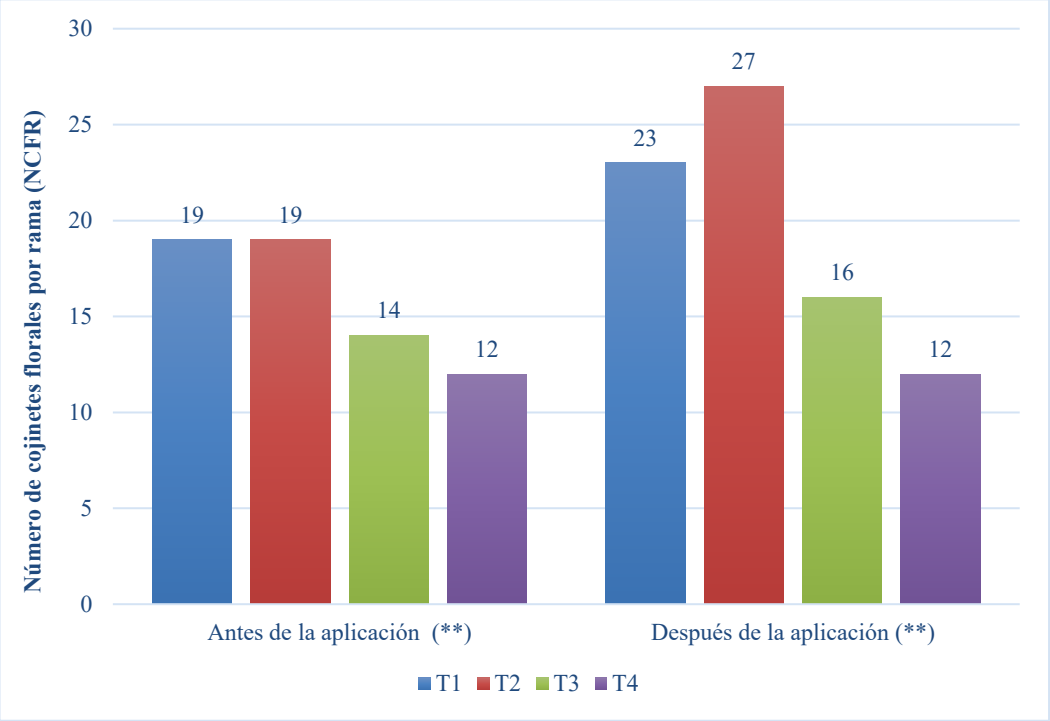
Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por rama antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	19	A	23	AB	21.05	AB
2	19	A	27	AB	42.11	A
3	14	AB	16	BC	14.29	BC
4	12	B	12	C	0	C
F	3.70		6.39			
MG:	16		20		25	

Nota: ** =Altamente significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general: F = Fisher.

Figura 4

Promedios para el número de cojinetes florales por rama (NCFR)



Para número de cojinetes florales por rama (NCFR), se determinaron diferencias altamente significativas antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 19 cojinetes por rama y mínimo de 12 antes de la aplicación. Después de la aplicación, los valores oscilaron entre un máximo de 27 y un mínimo de 12 cojinetes por rama, con una media general de 16 a 20 cojinetes florales por rama, lo que representa un incremento del 25 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T1 y el T2 presentaron el mayor número de cojinetes florales por rama, con 19 cada uno, seguido del T3 con 14, mientras que el T4 (testigo) presentó el valor más bajo, con 12 cojinetes florales por rama. Después de la aplicación, el tratamiento con mejor respuesta fue el T2, alcanzando 27 cojinetes florales por rama, lo que representa un incremento del 42.11 %, seguido de T1 con 23 (incremento del 21.05 %), mientras que el T3 con 16, y un aumento del 14.28 %, el testigo se mantuvo sin variación.

Estos resultados evidencian un efecto positivo al comparar entre tratamientos después de la aplicación, el T2 superó a T1 en 17.39 %, a T3 en 68.75 % y al testigo en 125 %. A su vez, el T1 superó a T3 en 43.75 % y al testigo en 91.67 %, mientras que el T3 superó al testigo en 33.33 % generando una respuesta fisiológica significativa, incrementando el número de estructuras reproductivas por rama.

El T2 (Labicuaje 2,5 kg/ha) proporcionó el balance adecuado de nutrientes para favorecer la emisión de cojinetes florales por rama, mostrando una respuesta superior. Aunque T1 y T3 también mostraron incrementos, la diferencia en su magnitud indica que el cacao responde mejor cuando se aplican dosis óptimas y no necesariamente dosis mayores.

El uso de fertilizantes foliares representa una estrategia eficiente y de bajo impacto ambiental dentro del manejo del cultivo, ya que mejora la utilización de los nutrientes, fortalece los procesos de floración y contribuye a potenciar el rendimiento productivo del cacao al estimular el desarrollo de estructuras reproductivas clave (INIAP, 2024).

4.1.5. Número de botones florales por planta (NBFP)

Tabla 5

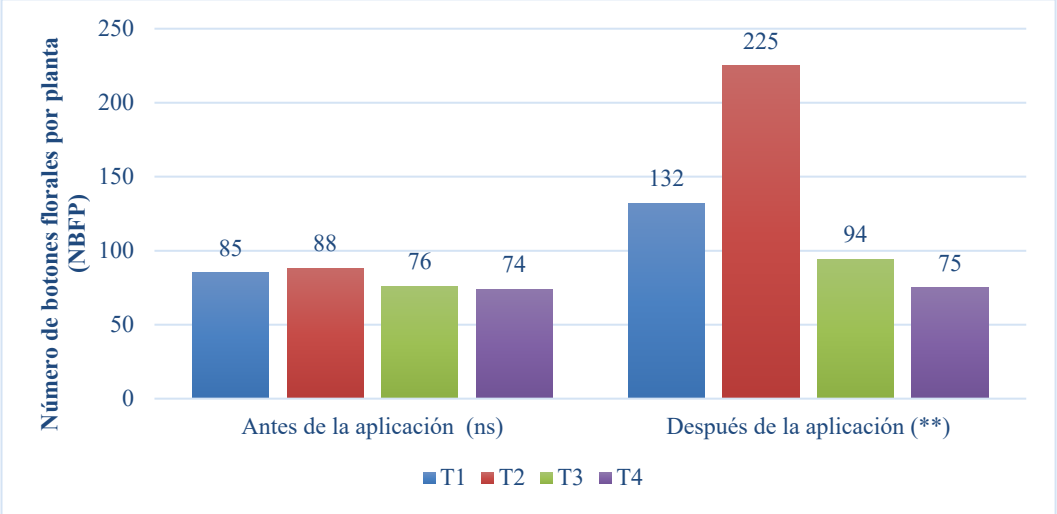
Resultados de los análisis estadísticos para el número de botones florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	85	A	132	B	55.29	B
2	88	A	225	A	155.68	A
3	76	A	94	BC	23.68	BC
4	74	A	75	C	1.35	C
F	0.89		27.5			
MG:	81		132		62.96	

Nota: ** =Altamente significativo; Ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 5

Promedios para número de botones florales por planta (NBFP)



En cuanto al número de botones florales por planta (NBFP), fue similar antes de la aplicación, registrándose una media general de 81 botones florales por planta. Después de la aplicación se determinaron diferencias altamente significativas, los valores oscilaron entre un máximo de 225 y un mínimo de 75 botones florales y una media general en aumentó de 81 a 132 botones florales por planta, lo que representa un incremento promedio del 62,96 %.

Antes de la aplicación, el T2 presentó el mayor número de botones florales con 88, seguido de T1 con 85, mientras que T3 registró 76, y el testigo T4 mostró el valor más bajo con 74 botones florales por planta. Después de la aplicación, el T2 alcanzó nuevamente el mayor número de botones florales con 225, lo que representa un incremento del 155.68 %, seguido de T1, que llegó a 132, incrementando un 55.29 %. El T3 presentó un aumento de 94, equivalente a 23.68 %, mientras que el testigo T4 apenas pasó a75, con un incremento del 1.35 %.

Al comparar entre tratamientos, se observó que T2 superó a T1 en 70.45 %, a T3 en 139.36 % y al testigo en 200 %. A su vez, T1 superó al testigo en 76 %, mientras que el T3 superó al testigo en 25.33 %. Estas diferencias confirman que el fertilizante estimuló significativamente la formación de botones florales, siendo la dosis de 2.5 kg/ha (T2) la más efectiva.

Lo que permite deducir que el T2 proporcionó la disponibilidad adecuada de nutrientes para activar la transición del ciclo reproductivo, optimizando la formación de botones florales. El aumento observado en T1 y T3 confirma que el cacao responde favorablemente a la fertilización foliar, pero una mayor dosis no genera un efecto superior, evidenciando que existe un punto óptimo de respuesta fisiológica a la fertilización.

4.1.6. Número de botones florales por rama (NBFR)

Tabla 6

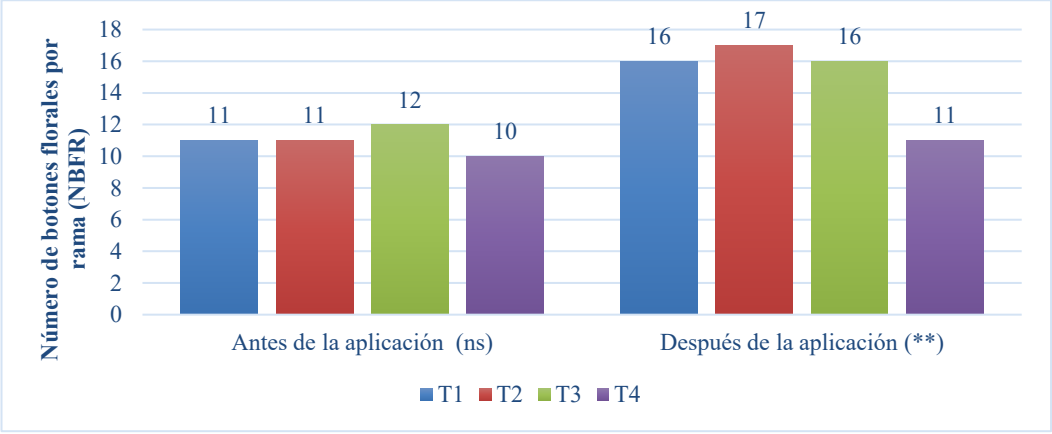
Resultados de los análisis estadísticos en el número de botones florales por rama antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento y Reducción (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	11	A	16	AB	45.45	AB
2	11	A	17	A	54.55	A
3	12	A	16	AB	33.33	AB
4	10	A	11	B	10	B
F	0.52		6.13			
MG:	11		15		36.36	

Nota: ** =Altamente significativo; Ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 6

Promedios para el número de botones florales por rama (NBFR)



Para número de botones florales por rama (NBFR), fue similar antes de la aplicación, se registró un máximo de 12 botones y mínimo de 10. Después de la aplicación se determinaron diferencias altamente significativas, los valores oscilaron entre un máximo de 17 y un mínimo de 11 botones florales por rama con una media general de 11 a 15 botones florales por rama, lo que representa un incremento promedio del 36.36 %.

Antes de la aplicación, el T3 presentó el mayor número de botones con 12, seguido de T1 y T2 con 11, mientras que el testigo T4 mostró el valor más bajo con 10. Después de la aplicación, el tratamiento con mayor respuesta fue T2, que alcanzó 17 botones florales por rama, lo que representa un incremento del 54.55 %, seguido de T1 y T3 con 16, mostrando incrementos del 45.45 % y 33.33 % respectivamente. El testigo T4 apenas aumentó a 11, equivalente a un crecimiento del 10 %.

Estos resultados evidencian que al comparar entre tratamientos después de la aplicación, el T2 superó a T1 y T3 en 6.25 % y al testigo en 54.54 %. A su vez, T1 superó al testigo en 45.45 %, mientras que T3 lo superó en 33.33 %. Estas diferencias confirman que la dosis del T2 Labicuaje (2.5 kg/ha) generó una respuesta fisiológica significativa proporcionando la disponibilidad adecuada de nutrientes para optimizar la formación de botones florales por rama.

Estos hallazgos concuerdan con la investigación realizada, quienes generan aumentos en estructuras reproductivas del cacao con aplicaciones foliares, especialmente en dosis intermedias señalando que la nutrición foliar puede estimular procesos de diferenciación floral, mejorando el potencial de floración y cuaje (ESPAC, 2022).

El uso de biofertilizantes foliares no solo estimula la formación de estructuras florales, sino que reduce la dependencia de insumos químicos, disminuyendo el impacto ambiental del sistema productivo. Esta práctica permite una nutrición más eficiente, ya que los nutrientes aplicados en forma foliar llegan directamente a los tejidos donde la planta los requiere. A largo plazo, este manejo contribuye a sistemas de producción más sostenibles, con plantas mejor balanceadas nutricionalmente y con menores costos de fertilización (ESPAC, 2022).

4.1.7. Número de flores semi abiertas (NFSA)

Tabla 7

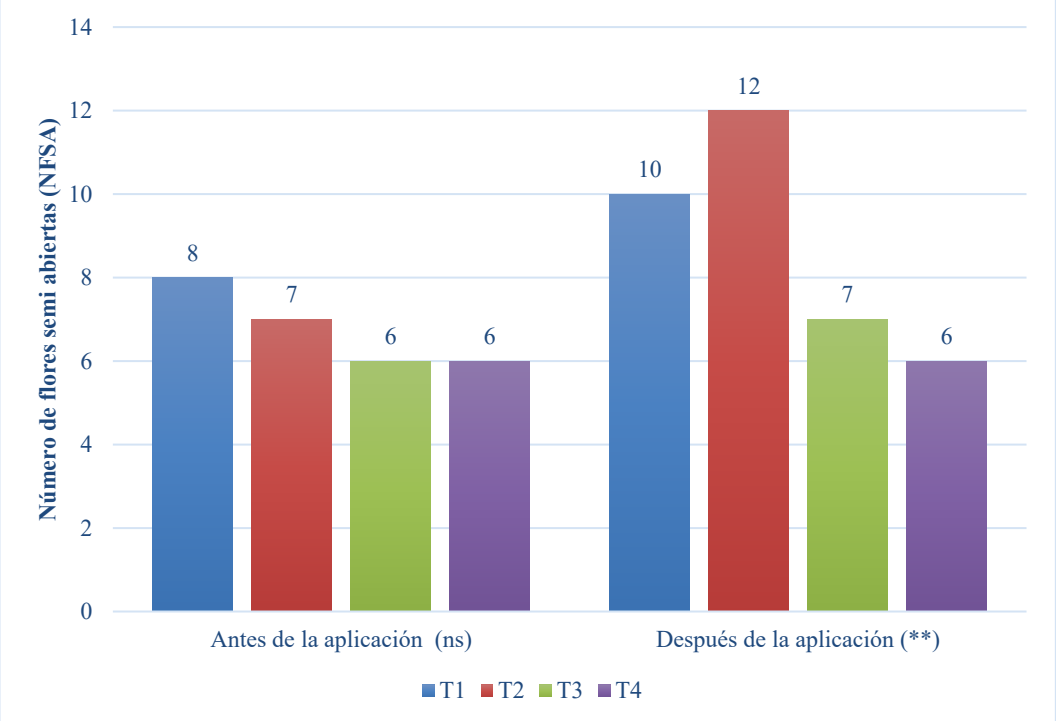
Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores semi abiertas antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	8	A	10	AB	25	AB
2	7	A	12	A	71.43	A
3	6	A	7	AB	16.67	AB
4	6	A	6	B	0	B
F	1.75		4.80			
MG:	7		9		28.57	

Nota: ** =Altamente significativo; Ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 7

Promedios para el número de flores semi abiertas (NFSA)



La formación de frutos en el sistema cacao injerto - banano, mediante tres dosis de fertilizante foliar en el número de flores semi abiertas por planta (NFSA), fue similar antes de la aplicación, registrándose un máximo de 8 flores semi abiertas por planta y mínimo de 6. Después de la aplicación, se determinaron diferencias altamente significativas, los valores oscilaron entre un máximo de 12 y un mínimo de 6 flores. La media general aumentó de 7 a 9 flores semi abiertas por planta, lo que representa un incremento promedio del 28.57 %

Antes de la aplicación, el T1 presentó el mayor número de flores semi abiertas con 8, seguido de T2 con 7, mientras que T3 y el testigo T4 presentaron 6 flores. Después de la aplicación, el T2 alcanzó el mayor número de flores semi abiertas con 12, equivalente a un 71.43 % de incremento, seguido de T1 con 10 (25 %). El T3 aumentó a 7 flores (16.67 %), mientras que el testigo permaneció sin variación 6 flores.

Se infiere que el T2 proporcionó la disponibilidad adecuada de nutrientes para activar la transición de flor semi abierta, optimizando la formación de estructuras reproductivas superando al T1 en 20 %, a T3 en 71.42 % y al testigo en 100 %, confirmando que la dosis promovió mayor actividad reproductiva. Mientras tanto, el T1 superó al testigo en 66.67 %, y el T3 en 16.67 %.

El incremento obtenido en T1 y T3 confirma que el cacao en dosis bajas y altas no generan mayor efecto, evidenciando la existencia de un punto óptimo de respuesta.

La composición del fertilizante Labicuaje, que contiene Boro y Zinc, micronutrientes directamente asociados a la diferenciación floral y apertura de flores, mientras que Fósforo y Molibdeno intervienen en la activación hormonal y energética (ATP) necesaria para la floración. Cuando los nutrientes ingresan vía foliar, la planta reduce la energía utilizada en absorción radicular y movilización, destinándola a procesos reproductivos como la apertura floral. En este caso, Labicuaje actuó como un acelerador fisiológico que favoreció una transición reproductiva más rápida y eficiente (Delgado et al., 2020).

4.1.8. Número de flores abiertas por planta (NFAP)

Tabla 8

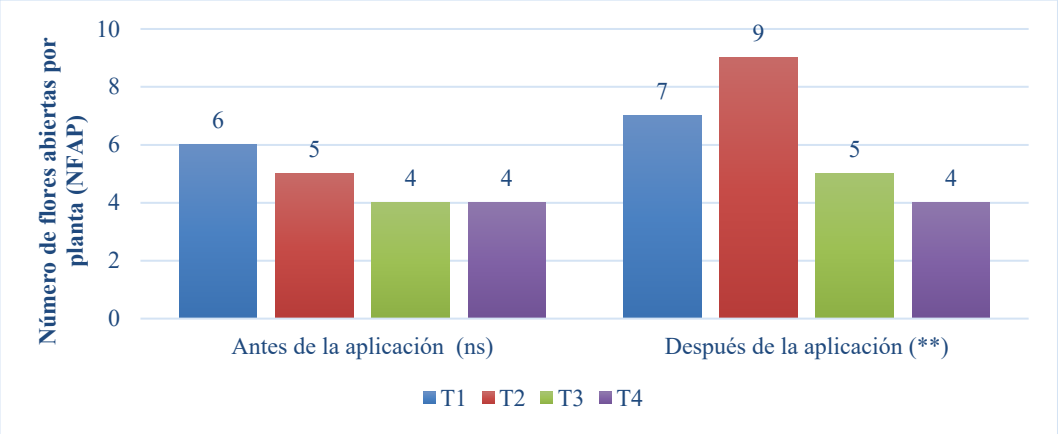
Resultados de los análisis estadísticos para el número de flores abiertas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	6	A	7	AB	16,67	AB
2	5	A	9	A	80,00	A
3	4	A	5	AB	25,00	AB
4	4	A	4	B	0,00	B
F	1.51		4.60			
MG:	5		6		20,00	

Nota: ** =Altamente significativo; Ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 8

Promedios para el número de flores abiertas por planta (NFAP)



Para el número de flores abiertas por planta (NFAP), antes de la aplicación no se observaron diferencias entre tratamientos, se registró un máximo de 6 flores abiertas por planta y mínimo de 4. Después de la aplicación, se determinaron diferencias altamente significativas, los valores aumentaron hasta un máximo de 9 flores abiertas y un mínimo de 4 flores, incrementándose la media general de 5 a 6 flores abiertas por planta, lo que representa un incremento del 20 %.

Antes de la aplicación, el T1 presentó el mayor número de flores abiertas con 6, seguido de T2 con 5 flores, mientras que T3 y T4 registraron 4 flores. Después de la aplicación, el tratamiento con mayor respuesta fue T2 con 9 flores abiertas, correspondiente a un incremento del 80 %, seguido de T1 con 7 flores abiertas (16.67 %). El T3 aumentó a 5 flores (25 %), mientras que el T4 se mantuvo sin cambios 4 flores.

Estos resultados muestran que el T2 presentó un gran efecto en la la disponibilidad adecuada de nutrientes para estimular la flor completamente abierta, debido a la composición de Boro y Zinc que intervienen en el desarrollo de pistilo y estambres, mismo que superó al T1 en 28.57 %, a T3 en 80 % y al testigo en 125 %. Además, T1 superó al testigo en 75 %, mientras que T3 presentó una ventaja del 25 % frente al testigo.

El incremento en el número de flores abiertas tiene implicaciones directas sobre el rendimiento final del cultivo, ya que a mayor número de flores abiertas, mayor probabilidad de cuaje y formación de mazorcas. El uso de Labicuaje favorece ciclos reproductivos más eficientes, permitiendo proyectar mejores niveles de cosecha en ciclos productivos futuros (Laupa et al., 2022).

4.1.9. Número de frutos cuajados por planta (NFAP)

Tabla 9

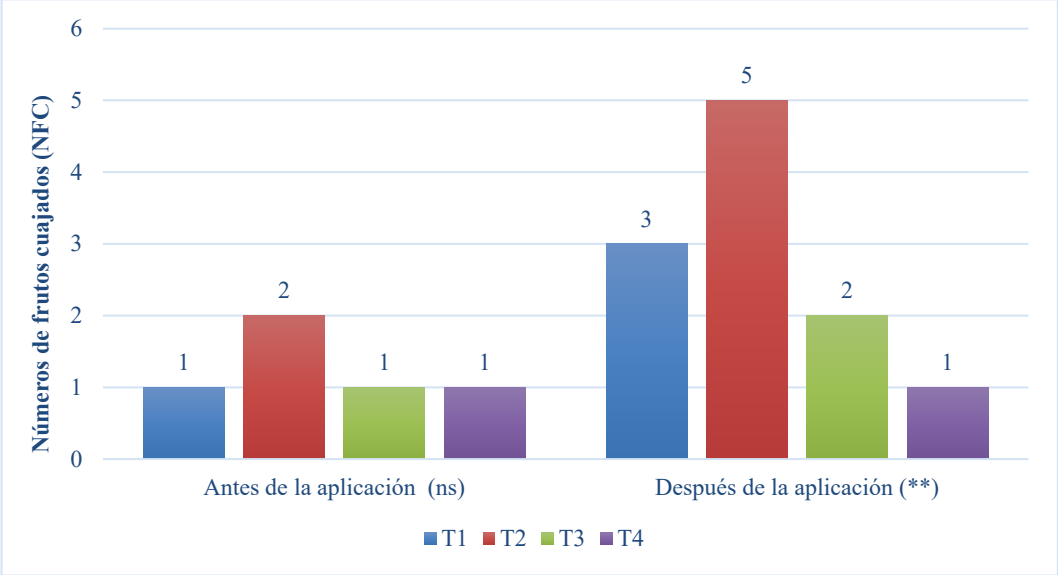
Resultados de los análisis estadísticos para el número de frutos cuajados por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	1	A	3	B	200	A
2	2	A	5	A	150	B
3	1	A	2	BC	100	BC
4	1	A	1	C	0	C
F	0.93		23.8			
MG:	2		3		50	

Nota: ** =Altamente significativo; Ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 9

Promedios para el número de frutos cuajados por planta (NFAP)



La formación de frutos en el sistema cacao injerto - banano, mediante tres dosis de fertilizante foliar en el número de frutos cuajados por planta (NFC), antes de la aplicación no se observaron diferencias estadísticas, registrándose un máximo de 2 frutos cuajados por planta y un mínimo de un fruto. Después de la aplicación, se determinaron diferencias altamente significativas, los valores aumentaron hasta un máximo de 5 frutos, la media general paso de 2 a 3 frutos por planta, lo que representa un incremento promedio del 50 %.

Antes de la aplicación, el T2 con 2 frutos, mientras que T1 y T3 y el testigo T4 presentaron un promedio de 1 fruto. Después de la aplicación, el T2 presentó el mayor número de frutos cuajados con 5, equivalente a un incremento del 150 %. Le siguió T1, con 3 frutos cuajados 200 %, mientras que T3 aumentó a 2 frutos es decir un 100 % de aumento y el testigo T4 se mantuvo sin variación.

El T2 proporcionó el balance nutricional adecuado para activar el proceso de cuajado, debido a la composición del fertilizante Labicuaje que contiene Boro, Zinc, Fósforo y Molibdeno, mismo que superó al T1 en 66.67 %, a T3 en 150 % y al testigo en 400 %, confirmando que la dosis 2,5 kg/ha) generó la mejor respuesta. Además, El boro favorece la fecundación y el movimiento de carbohidratos hacia

los frutos, estimula la síntesis de auxinas que regulan el crecimiento del fruto, y junto con el molibdeno potencian procesos energéticos esenciales para que el ovario fecundado evolucione a fruto cuajado

El incremento de frutos cuajados observado en los tratamientos con Labicuaje demuestra que una nutrición foliar adecuada permite aprovechar de manera más eficiente los recursos fisiológicos de la planta, traduciéndose en mayor conversión de flores en frutos productivos. Esto se refleja directamente en mejores expectativas de rendimiento, ya que la capacidad de la planta para consolidar el cuajado determina el número final de mazorcas a cosechar. Al utilizar dosis precisas de biofertilizante se favorece una producción más uniforme, con plantas que expresan su máximo potencial reproductivo sin incurrir en costos excesivos o desperdicio de insumos (León, 2020).

4.1.10. Eficiencia del cuajado (EC)

Tabla 10

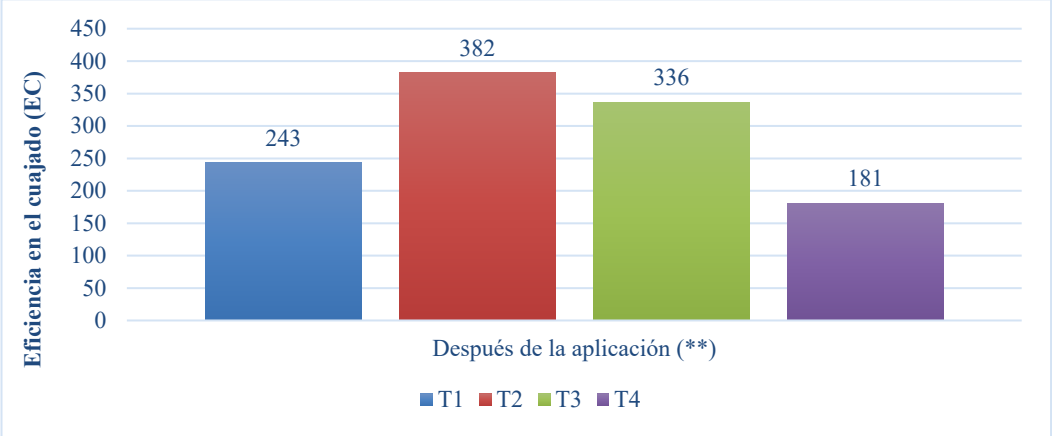
Resultados de los análisis estadísticos para la eficiencia del cuajado a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Después de la aplicación (**)		Incremento de tratamientos (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	243	AB	57.20	B
2	382	A	13.69	AB
3	336	AB	111.05	A
4	181	B	-	
F	3.94			
MG:	285.48			

Nota: ** =Altamente significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 10

Promedios para la eficiencia del cuajado (EC)



La formación de frutos en el sistema cacao injerto - banano, mediante tres dosis de fertilizante foliar en la eficiencia del cuajado (EC), se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, además expresa la proporción de flores que lograron convertirse en frutos productivos, después de la aplicación del fertilizante Labicuaje La eficiencia varió entre un mínimo de 181 % y un máximo de 382 %, con una media general de 285.5 %.

El valor más alto fue registrado por el tratamiento T2 con 382 %, seguido de T3 336 % y T1 243 %, mientras que el testigo T4 obtuvo la menor eficiencia con 181 %, evidenciando una clara respuesta al uso del fertilizante foliar

Al comparar entre tratamientos, se determinó que T2 superó a T1 en 57.20 %, a T3 en 13.69 % y al testigo en 111.05 %. A su vez, el tratamiento T3 superó al testigo en 85.64 %, mientras que el T1 superó al testigo en 34.25 %, confirmando que todas las dosis de Labicuaje favorecieron el proceso de cuajado, pero la dosis intermedia (2,5 kg/ha) fue la más eficiente.

Estos resultados indican una mejora considerable en los tratamientos evaluados, destacando especialmente el T2. Se observó que la eficiencia en este tratamiento aumentó significativamente, su eficiencia durante la aplicación del fertilizante mientras que el tratamiento testigo T4 presentó el menor promedio a nivel de tratamientos con un leve incremento de eficiencia.

El porcentaje de eficiencia del cuajado se refiere a la medida de cuanto han contribuido estos productos en aumentar la cantidad de carga floral en plantaciones de cacao. Se calcula dividiendo el número de mazorcas cuajadas durante los primeros 30 días por el número de flores abiertas presentes (Guamán, 2022).

4.1.11. Número de mazorcas por planta (NMP)

Tabla 11

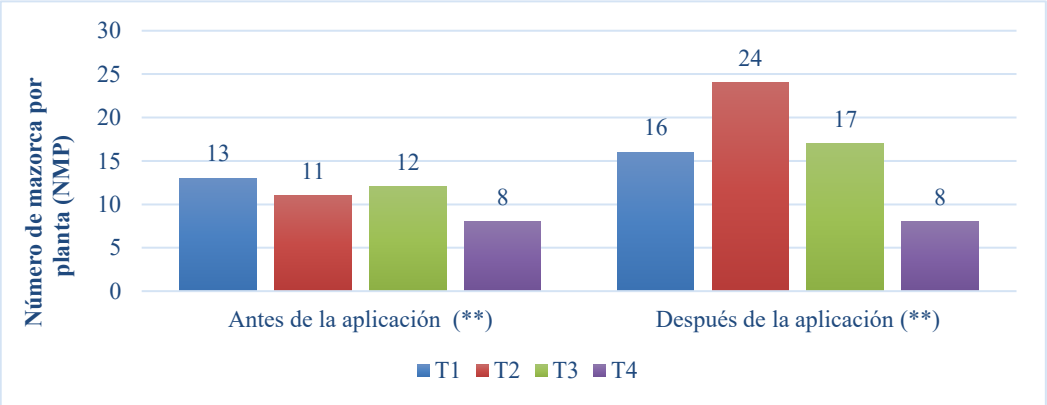
Resultados de los análisis estadísticos para el número de mazorcas por planta antes y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	13	A	16	B	23.08	B
2	11	AB	24	A	118.18	A
3	12	AB	17	B	41.67	B
4	8	B	8	C	0	C
F	3.64		25.7			
MG:	11		16		45.45	

Nota: ** =Altamente significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 11

Promedios para el número de mazorcas por planta (NMP)



En cuanto al número de mazorcas por planta (NMP), se determinaron diferencias altamente significativas antes y después de la aplicación de los tratamientos. Antes de la aplicación, los valores oscilaron entre un máximo de 13 mazorcas y un mínimo

de 8 mazorcas por planta, con una media general de 11 mazorcas por planta. Después de la aplicación, los valores aumentaron a un máximo de 24 mazorcas y un mínimo de 8, con una media general de 16 mazorcas por planta, lo que representa un incremento promedio de 45.45 % respecto a la etapa inicial.

Antes de la aplicación, el T1 presentó el mayor número de mazorcas con 13, seguido del T3 con 12, mientras que T2 registró 11 mazorcas. El promedio más bajo se observó en el testigo T4, que solo presentó 8 mazorcas por planta. Después de la aplicación, se evidenció un incremento notable, siendo el T2 el que alcanzó el mayor número de mazorcas con 24, equivalente a un incremento del 118.18 %. El T1 aumentó a 16 mazorcas, representando un 23.07 %, mientras que el T3 llegó a 17 mazorcas, con un incremento del 41.66 %. El testigo T4 no presentó variación, manteniéndose con 8 mazorcas por planta, lo cual evidencia que sin fertilización foliar no se logra incrementar el número de mazorca.

Estos resultados confirman la eficacia del tratamiento T2, cuya dosis permitió un equilibrio óptimo en la disponibilidad de nutrientes. Su composición aporta micronutrientes de rápida asimilación como Boro (B) y Zinc (Zn), fundamentales en procesos como el cuajado y desarrollo de mazorcas. Además, superó a T1 en 50%, a T3 en 41.18 % y al testigo T4 en 200%. El T1 también generó un incremento, pero de menor magnitud, lo que sugiere que la dosis de 2 kg/ha fue suficiente para estimular la producción, aunque con menor disponibilidad que el T2.

Estos hallazgos concuerdan que la aplicación de fertilizantes ricos en fósforo y potasio incrementa significativamente la floración y fructificación en cacao, traduciéndose en mayores rendimientos en mazorcas. De igual manera, estudios en sistemas tropicales han demostrado que el uso de enmiendas y estimulantes contribuye a mejorar la microbiota del suelo y su calidad física, aunque en algunos casos la productividad puede ser ligeramente menor respecto a manejos convencionales (Aikpokpodion, 2021).

4.1.12. Número de mazorcas enfermas (NME)

Tabla 12

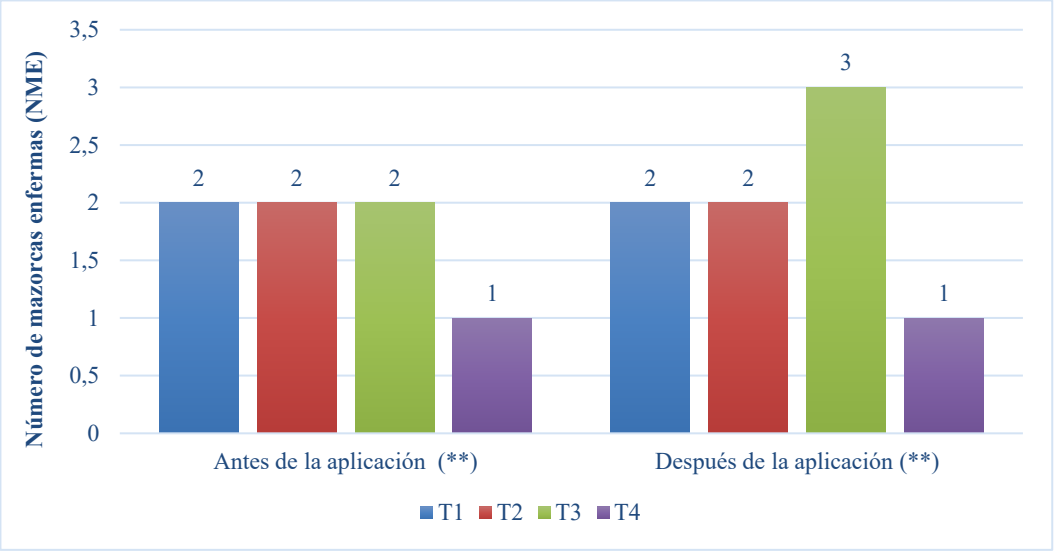
Resultados de los análisis estadísticos para el número de mazorcas enfermas antes y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Reducción (*)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	2	AB	2	AB	0	B
2	2	AB	2	AB	0	B
3	2	AB	3	A	50	A
4	1	B	1	B	0	B
F	3		4.79			
MG:	2		2		0	

Nota: ** =Altamente significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 12

Promedios para el número de mazorcas enfermas (NME)



En cuanto al número de mazorcas enfermas (NME), antes de la aplicación de los tratamientos no se evidenciaron diferencias estadísticas, registrándose un máximo de 2 mazorcas enfermas y un mínimo de uno. Después de la aplicación, se

determinaron diferencias altamente significativas, con un máximo de 3 mazorcas, la media general fue de 2 mazorcas enfermas por planta.

Antes de la aplicación el T1, T2 y T3 registraron cada uno un promedio de 2 mazorcas enfermas por planta, mientras que el testigo T4 presentó 1 mazorca afectada. Este comportamiento inicial indica que la presencia de enfermedades en las mazorcas era homogénea entre los tratamientos, lo que permite atribuir cualquier variación posterior al efecto de los tratamientos y del manejo fitosanitario aplicado. Después de la aplicación de los tratamientos y de la implementación del manejo fitosanitario, se observaron variaciones en el comportamiento sanitario de las plantas. El tratamiento T3 incrementó a 3 mazorcas enfermas por planta, mientras que T1 y T2 mantuvieron el mismo valor inicial de 2 mazorcas afectados, y el testigo permaneció con 1 mazorca enferma. A pesar de que el tratamiento T3 mostró un ligero aumento en la incidencia, en el número de mazorcas afectadas se mantuvo controlado en todas las unidades experimentales, lo que evidencia que el manejo aplicado logró contener el avance de las enfermedades durante el ciclo evaluado

El comportamiento observado está directamente relacionado con las medidas de manejo aplicadas durante el ensayo, las cuales incluyeron eliminación de tejidos enfermos, para favorecer la ventilación y aplicación de oxicloruro de cobre a una dosis de 2 kg/ha mediante bomba de mochila. Estas acciones redujeron los focos de infección y minimizaron la propagación de patógenos.

Adicionalmente, se considera que la nutrición foliar proporcionada por el fertilizante Labicuaje pudo haber fortalecido la estructura celular del fruto en los tratamientos T1 y T2, ya que el Boro y el Zinc presentes en la formulación están relacionados con la formación de paredes celulares más compactas, cicatrización de tejidos y lignificación, lo cual disminuye la vulnerabilidad al ingreso de patógenos.

4.1.13. Incidencia de daño en mazorcas (IDM)

Tabla 13

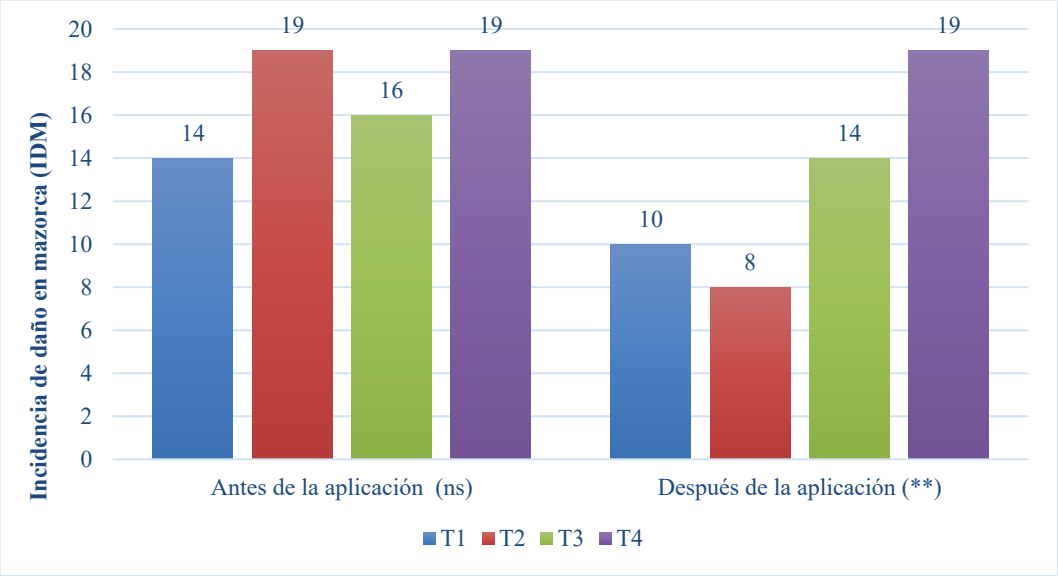
Resultados de los análisis estadísticos para la incidencia de daño en mazorcas antes y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Reducción (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	14	A	10	B	-28,57	B
2	19	A	8	BC	-57,89	A
3	16	A	14	A	-12,50	AB
4	19	A	19	C	0,00	C
F	0.30		2.93			
MG:	17		13		-23,53	

Nota: ** =Altamente significativo; ns= no significativo, Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general; F = Fisher.

Figura 13

Promedios para la incidencia de daño en mazorcas (IDM)



En cuanto al índice de daño en mazorca (IDM), fue similar antes de la aplicación, los valores oscilaron entre un máximo de 19 mazorcas dañadas por planta y un mínimo de 14, con una media general de 17 mazorcas dañadas por planta. Después de la aplicación, se determinaron diferencias altamente significativas, los valores

disminuyeron, registrándose un máximo de 19 y un mínimo de 8 mazorcas dañadas, reduciendo la media general a 13 mazorcas dañadas por planta, lo que representa una reducción promedio del 23.53 % en la incidencia de daño.

Antes de la aplicación, T2 y T4 presentaron el mayor número de mazorcas dañadas, ambos con 19, mientras que T3 presentó 16, y T1 fue el tratamiento con menor daño, con 14 mazorcas afectadas. Después de la aplicación, el número de mazorcas dañadas disminuyó. El T2 presentó el menor daño con 8 mazorcas dañadas, seguido del T1 con 10, mientras que T3 registró 14 mazorcas dañadas y el testigo T4 mantuvo el valor más alto con 19, sin mostrar reducción alguna.

La reducción observada en T1 y T2 indica que la combinación de nutrición foliar con Labicuaje y el manejo sanitario permitió disminuir la incidencia de daños en mazorca. Esto se debe a las prácticas ejecutadas durante la fase experimental, y la aplicación de oxicloruro de cobre (2 kg/ha), con el fin de reducir la presencia de esporas y focos de infección.

Comparando entre tratamientos después de la aplicación, T2 redujo el daño en mazorca en 57.89 % respecto al T4 y mostró una disminución del 42.85 % en comparación con T3. A su vez, el T1 redujo el daño en 47.36 % respecto al testigo, mientras que T3 solo redujo el daño en 26.32 % en comparación con T2. Los resultados sugieren que la combinación de fertilización foliar con micronutrientes especialmente Boro (B), Zinc (Zn) y Molibdeno (Mo) presentes en Labicuaje contribuyó a fortalecer los tejidos del fruto, reduciendo la susceptibilidad al ataque de patógenos.

4.1.14. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 14

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

Variables independientes (Xs) componentes Número de mazorcas /planta	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2) %
NCFP	0.89 **	1.23	79.21
NBFP	0.93 **	1.59	86.49
NFSAP	0.67 **	1.34	44.89
NFAP	0.72 **	1.09	51.84

Nota: **= Altamente significativo;

Coeficiente de correlación (r)

En esta investigación las variables independientes que tuvieron una correlación y/o estreches positiva, altamente significativa con el número de mazorcas por planta después de la aplicación de los fertilizantes foliares fueron; número de cojinetes florales por planta (NCFP), número de botones florales por planta (NBF); número de flores semi abiertas (NFSA) y número de flores abiertas por planta (NFA).

Coeficiente de regresión (b)

Las variables independientes que incrementaron el número de mazorcas por planta después de la fertilización fueron; número de cojinetes florales por planta con un coeficiente de regresión de 1.23 , número de botones florales por planta con 1.59, número de flores semi abiertas con 1.34 y número de flores abiertas por planta 1.09

Coeficiente de determinación (R^2)

El mayor incremento en el número de mazorcas por planta de cacao, se obtuvo en la variable número de botones florales por planta (NBFP) con un valor de coeficiente de (R^2) de 86.49 %; esto quiere decir que un 86.49 %; incremento, el número de mazorcas por planta de cacao, se debe al número de botones florales.

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 altamente significativas a nivel de tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que la formación de frutos en el cultivo de cacao, depende de la dosis del fertilizante foliar.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos al evaluar la formación de frutos en el sistema cacao injerto - banano, mediante tres dosis de fertilizante foliar en la zona agroecológica de Caluma en la granja el Triunfo, se obtienen las siguientes conclusiones

- Se observó que al aplicar T2 (Labicuaje 2.5 kg/ha), generó respuestas positivas en el cultivo de cacao, donde se obtuvo el mayor número de cojinetes florales, flores semiabiertas y abiertas, así como el mayor número de frutos cuajados por planta. Este tratamiento mostró diferencias altamente significativas, evidenciando que la dosis favoreció el equilibrio óptimo de nutrientes para estimular los procesos reproductivos del cultivo. Asimismo, se registró un incremento notable en la eficiencia de cuajado, y un aumento considerable en el número de mazorcas por planta.

- Se determinó que dentro de los componentes que contribuyeron a incrementar el, número de mazorcas por planta, de manera positiva, y altamente significativa, después de la aplicación de los fertilizantes foliares fueron: número de cojinetes florales por planta (NCFP), número de botones florales por planta (NBF); número de flores semi abiertas (NFSA) y número de flores abiertas por planta (NFA).

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del biofertilizante Labicuaje en la dosis de 2,5 kg/ha, debido a que esta concentración mostró el mejor desempeño en todas las variables evaluadas, incrementando la cantidad de cojinetes florales, flores semiabiertas y abiertas, frutos cuajados y número de mazorcas por planta. Esta dosis favoreció el equilibrio de micronutrientes como B, Zn y Mo, logrando una mayor eficiencia en el cuajado.

BIBLIOGRAFÍA

Abad, A. (2020). El cacao en la costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. Internacional de administración (7),59-83. Obtenido de: https://doi.org/10. 32719/25506641.2020.7.3

Aikpokpodion, P. (2021). Estudios genéticos y variabilidad morfológica en germoplasma de cacao (*Theobroma cacao* L) en sistemas agroforestales africanos. Journal of Cocoa Science and Breeding, 18(1), 22–34.

Abraham, J. (2021). Modelo productivo para el cultivo de cacao *(Theobroma cacao* L*)* material vegetal y propagacion. Grupo nutresa Obtenido de: https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2024/02/PDF_WEB_FOLLETO_MATERIAL_VE GETAL.pdf

ANECACAO. (2024). Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. Riego y Drenaje Obtenido de: https://anecacao.com/riego-y-drenaje/

Agrosad. (2023). Labicuaje. Recuperado de Agrosad Obtenido de: https:// agrosad.com.ec/index.php/linea-agricola/fertilizantes-y edaficos/fito/labin-calcio-489-detail

Andrade, J. (2023). Breve descripción del proceso de siembra de cacao. Obtenido de: https://es.linkedin.com/pulse/breve-descripci%C3%B3n-del-proceso-de-siembra -cacao-jes%C3%BAs-rodolfo

Akane, B. (2021). Fertilización del cacao y requerimientos nutricionales. Obtenido de: https://wikifarmer.com/library/es/article/fertilizacion-del-cacao-y-requerimientos-nutricionales

Arango, F. (2021). Modelo productivo de cacao (*Theobroma cacao* L) origen, botánica y generalidades. Grupo nutresa Obtenido de: https:// chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/12/AF-FOLLETO-ORIGEN-BOTANICA-Y-GENERALI DADES-1.pdf

Barzola, E. (2025). Evaluación del efecto del uso de fertilizantes en la calidad y rendimiento del cacao (*Theobroma cacao* L) (Tesis para la obtencion del

título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador). Repositorio digital. Obtenido de: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ BARZOLA%20MORAN%20ELIAN%20JOSUE%201.pdf

Bravo, K. (2020). "Efecto de la micro fermentación de cacao *(Theobroma cacao* L*),* variedad Nacional y CCN-51, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del locor de cacao" (Trabajo de titulación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Repositorio Digital. Obtenido de: https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0d125083-5f 6 a-4393-b 794-c264248b4108/content

Borja. (2020). Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L) en Tabasco. INIFAP Obtenido de: https://ciencias agricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/900

Buriticá, Á. (2021). Modelo productivo para el cultivo de cacao *(Theobroma cacao* L*)* fisiologia y poda. Grupo nutresa Obtenido de: https://chocolates.com. co/wp-content/uploads/2024/02/PDF_WEB_FOLLETO_FISIOLOGIA_Y _PODAS_CACAO.pdf

Cabuya, C. (2019). Clasificación taxonómica del cacao. Obtenido de: https://es. scribd.com/document/381790846/Clasificacion-Taxonomica-Del-CACAO

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 Obtenido de: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CALDAS%20 AZU%20KE VIN%20JOSUE.pdf.

Calvo, A. (2020). Ventajas, desventajas y consejos para la fertilización foliar. Agroptima Obtenido de: https://blog.agroptima.com/es/blog/ventajas-desventajas-consejos -la-fertilizacion-foliar/

Carvallo, J. (2020). Tipos de cacao: criollo, trinitario y forastero ¿Conoces la diferencia? Levice chocolat Obtenido de: https://levicechocolat. com/blogs/articulos/tipos-de-cacao-criollo-trinitario-y-forastero-conocesla

diferencía?srsltid=AfmBOorVVCB2KgJl4P82qiOA2MOcjCYq72aRj0-prh9GgAlx PBDx7pAy

Castro, J. (2022). Respuesta del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) a la poda y fertilización orgánica y química. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López Obtenido de: https://repositorio.espam.edu.e c/bitstream/42000/461/1/TA57.pdf

CEER. (2021). Guía para el cultivo de café y cacao. eco.business Fund Obtenido de: https://www.ecobusiness.fund/fileadmin/user_upload/Sustainability_Academy/Rescursos/Guia_para_el_cultivo_de_cafe_y_cacao.pdf

Coba, G. (2024). El cacao tiene su origen en Ecuador y no en México, afirma un estudio. Primicias. Obtenido de: https://www.primicias.ec/nticias/entretenimiento/tecnolo gia/cacao-origen-ecuador-mexico/

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2022). Modelo productivo de cacao. AGROSABIA Obtenido de: https://www.agrosavia.co/media/11591/ver_ documento_36857.pdf

Delgado, J., & Méndez, L. (2020). Evaluación de la producción y desarrollo fenológico del cacao (*Theobroma cacao* L) en sistemas tradicionales de cultivo. Revista de Ciencias Agrícolas y Agroforestales, 12(2), 45–56.

ESPAC. (2021). Cultivos permanentes de la Unidad de Producción Agropecuaria-UPA. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua Obtenido de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-producción-agrope cuaria-continua-bbd/

ESPAC. (2022). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Instituto Nacional de Estadística y Censos : Obtenido de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf

FAO. (2020). Agroforestería para la sostenibilidad agrícola. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Farias, K. (2023). Respuesta del cultivo de cacao, a la aplicación de bioestimulantes foliares para el prendimiento y cuajado del fruto, Cantón Vinces. (Trabajo de titulacion, Universidad Agraria del Ecuador). Repositorio digital. Obtenido de: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/FARIAS%20 SANTILLAN%20 KAROLINE%20MICHELL.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. Obtenido de: https://doi.org/10.18387/ polibotanica.53.13

GoRaymi. (2024). Caluma. Obtenido de: https://www.goraymi.com/es-ec/ bolivar/caluma/ciudades/caluma-a4kgykozq

Guamán, O. (2022). Influencia de distintos niveles de sombra en las características morfológicas y fisiológicas en el crecimiento temprano del cacao (*Theobroma cacao L*) clon EETP-800 en la Provincia de Zamora Chinchipe (Tesis de grado, Universidad Nacional De Loja). Repositorio digital. Obtenido de: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24564/1 /AlexOswaldo_%20GuamanGuaman.pdf

Heredía, J. (2020). Determinación de la madurez de mazorcas de cacao, haciendo uso de redes neuronales convolucionales en un sistema embebido. Colombiana de computación, 21(2), 42-55. Obtenido de: https://revistas. unab.edu.co/index.php/rcc/article/view/4030/3341

Holdridge, L. (1979) Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica. 216 pp.

INIAP. (2024). Determinación de la respuesta del cacao *(Theobroma cacao* L*),* en relacion a la produccion de cojinetes y botones florales por rama con dependencias fenológicas y genéticas en la localidad Santa Teresa Obtenido de: Tomo del Repositorio INIAP, pp. 56–67.

INIAP. (2022). Modelo productivo de cacao. agrosabia: Obtenido de: https://www .agrosavia.co/media/11591/ver_documento_36857.pdf

Intagri. (2023). Cultivo de cacao en México. intagri Obtenido de: https://www.intagri.com/articulos/frutales/cultivo-de-cacao-en-mexico

Laupa, E., & Ariza, A. (2022). Evaluación del nivel de ocratoxina A en las fases de post cosecha de *Theobroma cacao* L“cacao trinitario” y chocolates artesanales en el distrito de Pisana-San Martin, 2018. Obtenido de: https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/7264

León, C. (2020). Evaluación de tres fertilizantes foliares en cacao (*Theobroma cacao* L) en el cantón Jipijapa provincia de Manabí. Universidad Estatal del Sur de Manabí Obtenido de: https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2548/1/LE%C3%93N%20TORRES%20TESIS%20FINALIZADA.pdf

León. (2024). Fertilización foliar: ventajas, desventajas y cómo usarlo. Obtenido de: https://www.feroen.com/fertilizacion-foliar/

Lezaun, J. (2023). Mazorca negra del cacao - Pudrición parda o negra - Mancha negra - *Phytophthora sp*. Obtenido de: https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/mazorca-negra-del-cacaopudricion-parda-o-negra-mancha-negraphytophthora-sp

López, M., Jaimez, R., Aguilar, O. (2021). Selección del sitio para el cultivo de cacao. Ministerio de Agricultura y Ganadería: Obtenido de: https://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2022/05/Guia_2.pdf

Macasa. (2020). Labin. Labicuaje estimulante de la floración y el cuajado Obtenido de: https://labin.net/wp-content/uploads/2021/10/Labicuaje_FTC_Castellano_20211008.pdf

Márquez, A. (2019). “Poda en el cultivo de cacao *(Theobroma Cacao* L*)* en la Finca María Isabel, ubicada en el Recinto San Antonio del Cantón Catarama” (Trabajo de titulacion, Universidad Técnica de Babahoyo). Repositorio digital. Obtenido de: https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6018/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000133.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mejía, M. (2021). Manual de cultivo del cacao. Obtenido de: Ministerio de Agricultura: https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2023). Ficha técnica agroclimática cacao. Obtenido de: https://guatemalanosedetiene.gt/wp-content/uploads/2024/06/FICHA-TECNICA-AGROCLIMATICA-CACAO.pdf

Mocca. (2020). Clima, altitud y suelo recomendados para sembrar cacao. Obtenido de: https://mocca.org/wp-content/uploads/2021/08/guia-clima-altitud-y-suelo-para-s embrar-cacao.pdf

Montenegro, M. (2024). Ecuador, tierra de cacao: Conoce sus diferentes variedades. Dulce y Rico Obtenido de: https://dulceyrico.com/ecuador-tierra-de-cacao-conoce-sus-diferentes-variedades/

Mundo Cacao. (2022). Propagacion asexual o vegetativa. Mundo Cacao Obtenido de: https://www.mundocacao.com.co/propagacion-vegetal/c/0/i/66871 077/ propagaci on-asexual-o-vegetativa

Munguía, R. (2024). Injertación en cacao. Gobierno de Reconciliacion y Unidad Nacional Obtenido de: https://www.una.edu.ni/wp-content/uploads/2024/09/32_Ru bro_VIII_Tema_41_Documento.pdf

MCCH. (2020). Podas en cacao. Maquita Cushunchic Obtenido de: https:// cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Podas_en_cacao. pdf

Nogales, J. (2021). Propagación sexual del cacao y polinización dirigida. Linked in Obtenido de: https://es.linkedin.com/pulse/propagaci%C3%B3n-sexual-del-cacao-y-polinizaci%C3%B3n-dirigida-jairo-nogales#:~:text=El%20sisma%20de%20propagaci%C3%B3n%20sexual,tolerancia%20ª%20plagas%20y%20enfermedades.

Nogales, J. (2022). Propagación del cacao, Injerto tradicional e injertación temprana. Obtenido de: https://poscosechacacao.com/2022/07/propagación-del-cacao-injerto-tradicional-e-injertacion-temprana/

Ocaña, D. (2020). Morfología del cacao (*Theobroma cacao* L). Obtenido de: https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/7957/TE-UTB-FACIAGING%20AGRON-000231.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Paspuel, M. (2022). Caracterización agronómica y rendimiento de clones de cacao fino de aroma en condiciones tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador.

Portal Frutícola. (2024). Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo del cacao. Portal Fruticola. com Obtenido de: https://www.portalfruticola.com/noticias/2024/04/19/requerimientosedafoclimaticos-para-el-cultivo-de-cacao/

Plantwise. (2020). Mal de machete: Ceratosystis fimbriata. Obtenido de: https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/pwkb.20217800015#:~:text=No%20se%20recomienda%20control%20qu%C3%ADmico,se%20encuentren%20dentro%20del%20%C3%A1rbol.

Ramírez, J. (2021). Fertilización del cacao. biodiversidad en paisajes productivos Obtenido de: https://bpp.org.do/wp-content/uploads/2022/12/Guia-Fertilizacion-Cacao.pdf

Ramos, J. (2021). "La poda y su efecto sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) producido en el Ecuador". Babahoyo, Los Ríos, Ecuador Obtenido de: https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9296/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000137.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Riera, C. (2020). Contribución al conocimiento de plagas del cacao: Situación actual y mecanismos de antixenosis sobre *Monalonion dissimulatum* Distant. Escuela Politécnica Nacional Litoral: Obtenido de: https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/39d1c576-9329-4b3e-84dc-29383d540fff/D79721.pdf

Rivas, M. (2022). Manejo de sombra en cacao. Obtenido de: Progresa caribe: https://progresacaribe.info/manejo-de-sombra-en-cacao/

Robayo, M. (2023). El cacao forastero. Museo del chocolate Obtenido de: https://museodelchocolate.com.co/el-cacao-forastero/

Rotam Agro. (2019). Azoxystrobin. Obtenido de: https://www.albaugh.com/docs/ecuadorlibraries/productfiles/xstrata-gold-technical-bulletin-pdf

Ruíz, Y. (2020). Fungicidas e inductores para el control de enfermedades en cacao *(Theobroma cacao* L*)* en el Ecuador. Obtenido de: https://doi.org/10.5281/zenodo.4600286

Sacoto, C. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional (*Theobroma cacao* L). del cantón Naranjal, Ecuador. Revista Tecnológica - ESPOL, 34 (4), 80-97. Obtenido de: https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.978

Sáenz, R. (2020). Cacao. Ministerio de Agricultura y Ganaderia Obtenido de: https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cacao.pdf

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.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural . (2021). Cacao, cultivo con historia tangible en nuestro presente. Gobierno de México Obtenido de: https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cacao-cultivo-con-historia-tangible-en-nuestro-presente

Sela, G. (2024). La producción del cultivo de cacao. Cropaia Obtenido de: https://cropaia.com/es/blog/el-cultivo-de-cacao/

Sela, G. (2024). Fertilización foliar . Obtenido de: https://cropaia.com/es/blog/fertilizacion-foliar/

Uchuari, H. (2023). Efecto de la sombra y el encalado sobre características del suelo, variables fisiológicas y productivas del cultivo de cacao clon EETP-801 en la Estación Experimental El PADMI (Trabajo de Integración Curricular, Universidad Nacional de Loja). Repositorio Digital.

Obtenido de: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27501/1/JavierHe rn%C3%A1n_UchuariVera.pdf

Vargas, E. (2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. Revista Científica EcoCiencia, 8, 255-272. Obtenido de: https://doi.org/10.21855/ecociencia.80.603

Varela, L. (2022). Enfermedades en el cultivo del cacao. Obtenido de: https://progresacaribe.info/enferme dades-en-el-cultivo-del-cacao/

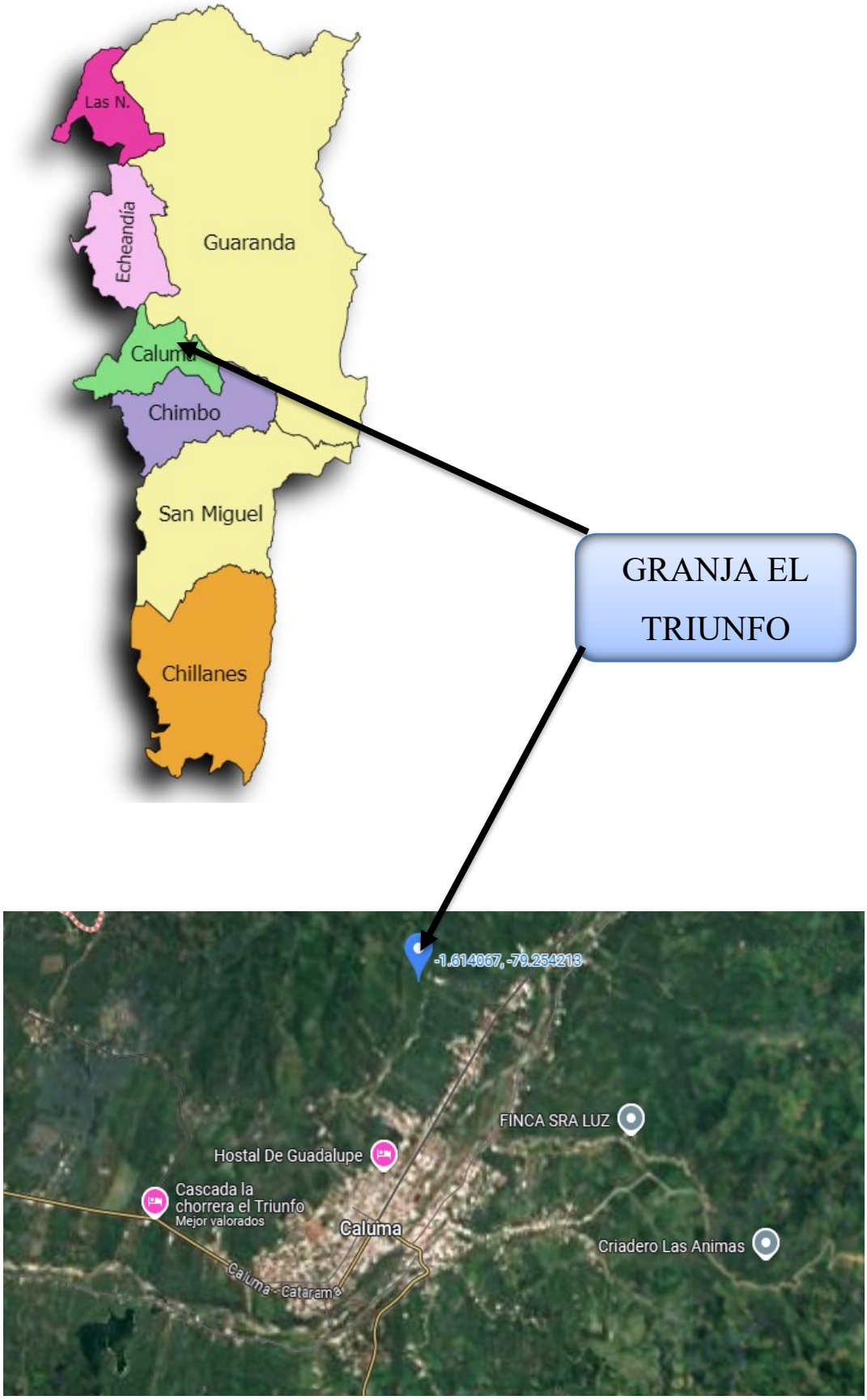
Varela, L. (2022). Importancia de los sistemas agroforestal en cultivo de cacao. Obtenido de: https://progresacaribe.info/importancia-de-los-sistemas-agroforestal-en-cultivo-de-cacao/

Vélez, D. (2019). Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de cacao en el cantón Babahoyo, provincia de Los Rios (Trabajo de titulación, Universidad Tecnica de Babahoyo). Repositorio digital. Obtenido de: https://dspace.utb.edu.ec./bitstream/handle/49000/6168/PI-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000001.pdf? sequence=1&isAllowed=y.

Vera. S. (2024). Importancia de la fertilización en el cultivo de cacao en Ecuador. Obtenido de: https://delmonteag.com. ec/importancia-de-la-fertilizacion-en-el-cultivo-de-cacao-en-ecuador/

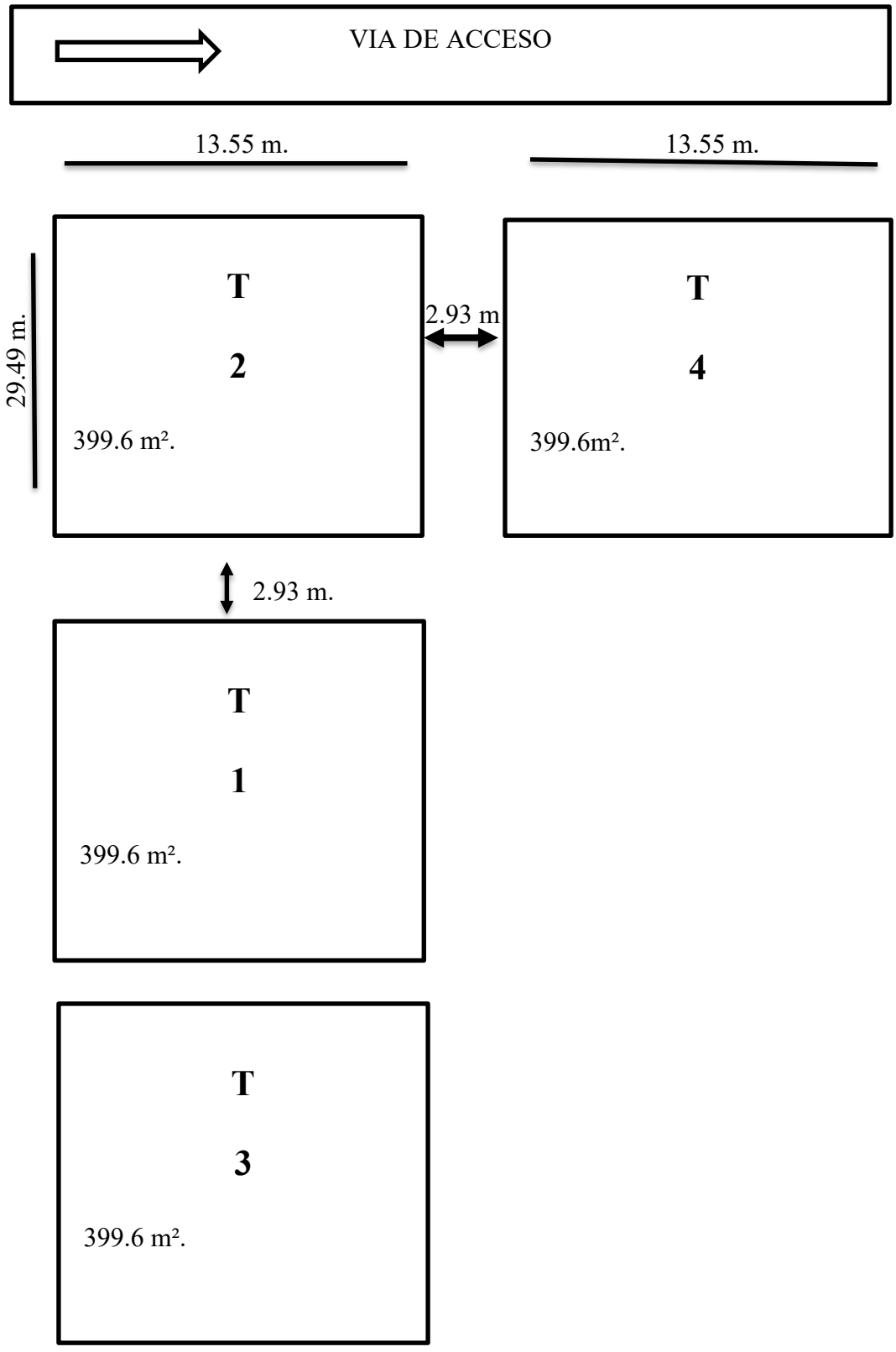
ANEXOS

Anexo 1. Mapa de la ubicación del ensayo.



Anexo 2. Croquis del ensayo

TRATAMIENTOS



Anexo 3. Base de datos de las variables evaluadas

Número de ramas principales (NRP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	3	2	2	4	3	2	2	4
2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	4	2	2	3	4	2	2
4	3	2	3	2	3	2	3	2
5	3	2	3	3	3	2	3	3
6	2	2	3	3	2	2	3	3
7	3	2	2	3	3	2	2	3
8	2	3	2	3	2	3	2	3
9	2	3	3	2	2	3	3	2
10	3	2	2	4	3	2	2	4
Σ =	26	24	24	28	26	24	24	28
μ =	3	2	2	3	3	2	2	3

Diámetro de ramas principales (DRP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	4,4	4,05	4,35	5,4	4,4	4,2	4,4	5,4
2	4,3	4,45	4,55	6,05	4,4	4,6	4,6	6,05
3	3,6	3,6	3,8	5,8	3,7	3,6	3,85	5,8
4	3,7	6,85	4,76	5,15	3,8	6,95	4,86	5,15
5	2,2	5,8	3,56	3,57	2,3	5,8	3,66	3,57
6	3,3	5,2	2,8	5,1	3,4	5,35	2,9	5,1
7	4,9	4,8	3,7	5,63	4,9	4,95	3,8	5,63
8	4,8	4,9	4,8	4,74	4,9	5,05	4,9	4,74
9	3,9	3,4	3,7	5,05	3,95	3,55	3,8	5,05
10	4,9	6,3	5,1	3,5	4,95	6,45	5,2	3,5
	40,00	49,35	41,12	49,99	40,70	50,50	41,97	49,99
	4,00	4,94	4,11	5,00	4,07	5,05	4,20	5,00

Número de cojinetes florales por planta (NCFP)								
	Antes de la aplicación				Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	45	38	28	35	30	50	30	30
2	32	50	38	7	35	70	40	24
3	45	70	30	25	48	90	35	26
4	35	35	37	20	24	45	25	28
5	35	53	20	18	65	56	30	33
6	44	45	15	8	53	90	22	27
7	56	68	25	22	56	70	27	23
8	50	47	30	40	45	80	37	23
9	30	38	25	30	39	78	28	31
10	45	22	36	40	44	122	40	18
$\sum$ =	417	466	284	245	439	751	314	263
μ =	42	47	28	25	44	75	31	26

Número de cojinetes florales por rama (NCFR)								
	Antes de la aplicación				Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	12	17	14	18	15	25	15	12
2	16	25	19	4	18	35	20	12
3	23	24	15	13	24	15	18	13
4	18	18	19	10	22	12	13	14
5	18	27	10	9	33	15	15	17
6	22	18	8	4	27	20	11	14
7	13	15	13	11	28	35	14	12
8	25	12	15	20	23	40	19	12
9	15	18	13	15	20	15	14	11
10	23	11	18	20	22	61	20	9
$\sum$ =	185	185	144	124	232	273	159	124
μ =	19	19	14	12	23	27	16	12

Número de botones florales por planta (NBFP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	90	76	65	105	90	150	90	90
2	64	100	86	21	105	210	120	72
3	90	88	78	75	144	270	105	78
4	70	70	92	60	72	135	75	84
5	88	106	65	54	195	168	90	67
6	88	90	56	24	159	270	66	81
7	112	136	78	66	168	210	81	69
8	100	94	76	120	135	240	111	69
9	60	76	89	90	117	234	84	87
10	90	44	72	120	132	366	120	54
Σ =	852	880	757	735	1317	2253	942	751
μ =	85	88	76	74	132	225	94	75

Número de botones florales por rama (NBFR)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	8	12	15	13	12	12	12	9
2	10	14	4	8	13	23	17	9
3	9	10	12	9	12	15	13	12
4	11	7	9	12	22	18	12	8
5	9	9	12	11	18	23	12	7
6	12	10	15	3	19	20	18	7
7	10	12	7	13	16	12	15	12
8	11	14	10	15	12	19	21	16
9	14	12	14	11	12	18	19	14
10	14	12	17	3	20	12	17	12
Σ =	108	112	115	98	156	172	156	106
μ =	11	11	12	10	16	17	16	11

Número de flores semi abiertas (NFSA)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	7	6	5	8	8	3	9	7
2	5	8	7	2	12	17	7	6
3	7	7	6	6	5	12	8	6
4	9	6	7	5	6	9	6	7
5	7	8	5	4	8	13	7	5
6	10	7	4	2	13	8	5	6
7	9	11	6	5	11	17	6	6
8	11	8	6	10	14	7	9	6
9	5	6	7	7	9	9	7	7
10	7	4	6	10	11	29	10	4
∑ =	78	70	61	59	96	124	75	60
μ =	8	7	6	6	10	12	7	6

Número de flores abiertas por planta (NFAP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	5	4	4	6	6	2	6	5
2	4	6	5	1	8	12	5	4
3	5	7	4	4	4	8	6	4
4	6	4	5	3	4	6	4	5
5	5	6	4	5	6	9	5	4
6	7	5	3	1	9	6	4	5
7	8	8	5	2	8	12	5	4
8	8	5	4	7	10	5	6	4
9	3	4	5	5	7	6	5	5
10	5	2	4	7	7	20	7	3
∑ =	56	51	43	41	67	87	52	42
μ =	6	5	4	4	7	9	5	4

Números de frutos cuajados (NFC)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	2	2	1	2	2	3	2	2
2	1	2	2	0	2	4	2	1
3	2	2	2	2	3	5	2	2
4	0	1	2	0	1	3	2	2
5	2	2	0	1	4	3	2	1
6	2	2	1	0	3	5	1	2
7	2	3	2	1	3	4	2	1
8	2	2	2	2	3	5	2	0
9	0	2	2	2	2	5	2	2
10	2	0	1	2	3	7	2	1
∑ =	14	17	14	14	26	45	19	14
μ =	1	2	1	1	3	5	2	1

Eficiencia del cuajado (EC)				
Después de la aplicación				
NP	T1	T2	T3	T4
1	179	1048	270	179
2	250	196	265	149
3	343	333	289	275
4	248	349	476	149
5	268	191	357	213
6	236	357	271	243
7	299	213	331	129
8	235	531	338	129
9	214	476	404	246
10	162	122	357	99
∑ =	2433	3816	3358	1811
μ =	243	382	336	181

Número de mazorca por planta (NMP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	11	9	12	5	10	22	17	9
2	13	14	10	6	21	23	13	6
3	12	8	13	3	12	28	17	12
4	12	10	8	12	10	22	20	7
5	18	11	18	2	15	18	18	8
6	12	12	9	7	21	20	10	11
7	21	10	12	4	23	25	15	5
8	13	15	17	12	23	26	21	5
9	10	12	11	17	14	30	19	12
10	5	13	8	7	12	25	24	3
$\Sigma =$	127	114	118	75	161	239	174	78
$\mu =$	13	11	12	8	16	24	17	8

Número de mazorcas enfermas (NME)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	1	2	2	2	2	2	2	1
2	2	2	1	0	2	3	3	1
3	1	3	2	1	1	2	2	2
4	0	1	1	2	1	3	2	1
5	1	1	2	0	3	2	2	0
6	2	2	2	0	2	3	3	1
7	2	3	1	2	2	2	2	0
8	2	2	2	2	0	0	3	2
9	2	3	2	2	2	0	3	1
10	2	2	3	0	0	2	3	2
$\Sigma =$	15	21	17	12	15	19	25	12
$\mu =$	2	2	2	1	2	2	3	1

Incidencia de daño en mazorca (IDM)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	11	20	19	39	18	8	11	11
2	12	15	6	0	9	15	20	23
3	11	38	14	45	8	8	11	17
4	0	11	17	15	10	12	9	17
5	8	12	10	0	18	11	10	0
6	15	13	25	6	10	15	27	10
7	7	30	9	50	10	7	15	0
8	13	14	9	19	0	0	15	48
9	21	25	19	10	13	0	15	8
10	42	14	32	6	0	7	11	60
$\sum$ =	139	191	159	190	96	84	143	193
μ =	14	19	16	19	10	8	14	19

Anexo 4.- Fotografías

Análisis de suelo





Distribución de unidades experimentales





Control de malezas





Identificación de plantas para la toma de datos





Poda fitosanitaria





Fertilización edáfica





Aplicación del labicuaje





Control de plagas y enfermedades





Deshije y deshoje





Toma de datos (Variables respuestas)

Número de ramas principales



Diámetro de ramas principales



Número de cojinetes florales / planta



Número de cojinetes florales / rama



Número de botones florales / planta



Número de botones florales / rama



Número de flores semiabiertas



Número de flores abiertas



Número de botones cuajados



Eficiencia en el cuajado



Número de mazorcas por planta



Número de mazorcas enfermas



Incidencia de daño en mazorca





Defensa de campo





Resultado del análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 25-0185

NOMBRE DEL CLIENTE: Llumitaxi Sisa Veronica Estefania
PETICIONARIO: Llumitaxi Sisa Veronica Estefania
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Llumitaxi Sisa Veronica Estefania
DIRECCIÓN: Ambato

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 06/06/2025
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:48
FECHA DE ANÁLISIS: 09/06/2025
FECHA DE EMISIÓN: 23/06/2025
ANALISIS SOLICITADO: 54

Análisis	pH		N		P		S		B		K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO		CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN
Unidad			ppm		ppm		ppm		ppm		meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/ 100g	%		%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
25-0744	6,19	L Ac	52,12	M	32,95	A	11,21	B	1,39	M	0,67	A 16,36	A 2,43	A 9,7	A 19,4	A 260	A 21,0	A 6,72	3,61	27,87	19,47	3,95	A		21	41	38	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra 1

Análisis	Al+H*		Al*		Na*		C.E. *		N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*		HG*	IDENTIFICACION
	ppm		ppm		meq/ 100g				%	ppm	meq/ 100g	ppm	ppm			%	

OBSERVACIONES:

*** Ensayos no solicitados por el cliente**

METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg =	Olsen Modificado
S,B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Curcumina

INTERPRETACION					
pH				Elemento	
Ac =	Acido	N =	Neutro	B =	Bajo
LAc =	Liger. Acido	LAl =	Lige. Alcalino	M =	Medio
PN =	Prac. Neutro	Al =	Alcalino	A =	Alto
RC =	Requieren Cal			T =	Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION							
Al+H,Al y Na		C.E.				M.O y Cl	
B =	Bajo	NS =	No Salino	S =	Salino	B =	Bajo
M =	Medio	LS =	Lig. Salino	MS =	Muy Salino	M. =	Medio
T =	Tóxico					A =	Alto

Firmado electrónicamente por: JOSE ALONSO LUCERO MALATAY
Validar Solamente con FirmaEC

LABORATORISTA

Firmado electrónicamente por: IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
Validar Solamente con FirmaEC

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electronico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación ,etc,que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Bacteriana: Importancia de las bacterias tanto beneficiosas para el suelo y plantas, como perjudiciales cuando causan enfermedades.

Bioquímicos: Estudio de los procesos químicos que ocurren dentro de las plantas, incluyendo la fotosíntesis, la respiración y la nutrición.

Coriácea: Hojas gruesas, duras y flexibles, como las del laurel.

Entomófila: Una planta cuya polinización es realizada por insectos. Viene de "entomo-" (insecto) y "-fila" (afinidad o atracción).

Estrés hídrico: Situación en la que las plantas no tienen suficiente agua disponible para realizar sus funciones vitales, como la fotosíntesis y el crecimiento.

Estimulantes: Sustancias o microorganismos que, al ser aplicados a las plantas, optimizan los procesos metabólicos naturales para mejorar el crecimiento, la tolerancia al estrés y la calidad del cultivo.

Fenológico: Estudio de las manifestaciones biológicas en plantas y animales a lo largo del tiempo, especialmente en relación con los cambios estacionales y ambientales.

Fisiológico: Estudio de los procesos funcionales de las plantas, como la fotosíntesis, la respiración y la absorción de nutrientes, en interacción con su entorno.

Fungosas: Afecciones en las plantas causadas por hongos, que pueden provocar pérdidas en el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Higroscópicas: La capacidad de un material, como el suelo, de absorber y retener humedad del ambiente. Esta propiedad es crucial para la disponibilidad de agua para las plantas y juega un papel importante en la gestión de la humedad del suelo.

Intercambio catiónico: Proceso mediante el cual los iones de hidrógeno de una solución se intercambian por cationes básicos en las superficies, lo que resulta en un aumento de la alcalinidad. Este proceso es generalmente reversible y puede

actuar como reserva amortiguadora contra eventos de acidificación a corto plazo en suelos con alta capacidad de intercambio catiónico.

Lumínica: Energía lumínica que las plantas utilizan para realizar procesos biológicos como la fotosíntesis, la intensidad de la luz, la duración del fotoperiodo, el espectro lumínico y la arquitectura de la planta para interceptar la luz.

Macronutrientes: Son los elementos que las plantas necesitan en grandes cantidades para sus funciones vitales, como el crecimiento, la fotosíntesis y la formación de tejidos.

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

Micronutrientes: Son elementos esenciales para el desarrollo de las plantas que se requieren en cantidades muy pequeñas, pero su deficiencia puede causar serios problemas en el rendimiento y la calidad del cultivo.

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.

Organolépticas: Propiedades de un producto, especialmente los alimentos, que se perciben a través de los sentidos, como el sabor, el olor, el color y la textura.

Ortotrópicas: Propiedad de materiales, específicamente cuando sus propiedades mecánicas o térmicas son diferentes en tres direcciones perpendiculares entre sí. Esto significa que el material no es el mismo en todas las direcciones.

Perpetuidad: Longevidad de una práctica o un sistema de cultivo, o a la duración de un recurso natural.

Polipropileno: En agronomía, el polipropileno (PP) se refiere a un plástico ampliamente utilizado en la producción y el transporte de productos agrícolas, envases que protegen los cultivos, semillas, fertilizantes y otros insumos del daño de la humedad, el calor y otros factores ambientales.

Sensorial: Atributos de los productos agrícolas (como frutas, verduras, etc.) que pueden ser percibidos a través de los sentidos, principalmente la vista, el olfato, el gusto y el tacto.

Sistema agroforestal: Combinación de árboles con cultivos agrícolas y/o ganadería en la misma área de tierra, ya sea de forma simultánea o escalonada.

Solubilidad: Capacidad de un fertilizante o nutriente de disolverse en agua para ser absorbido por las plantas. Es un parámetro clave para determinar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y su efectividad para la fertiirrigación,

Teobromina: Es un alcaloide principal en las semillas de cacao (*Theobroma cacao*), responsable de su sabor amargo y propiedades estimulantes.