UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EFECTO DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CACAO ***(Theobroma cacao L)*** *Y* GUINEO ***(Mussa acuminata)*** REHABILITADO MEDIANTE INJERTO.

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

Autores:

Odalys Belén Plasencia Sánchez

Anthony Alexander Gaibor Aranda

Tutor:

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

Guaranda – Ecuador

2024

EFECTO DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CACAO ***(Theobroma cacao L)*** Y GUINEO ***(Mussa acuminata)*** REHABILITADO MEDIANTE INJERTO.

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR

Ing. Carlos Taco Taco Mg.

DOCENTE LECTOR

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Odalys Belén Plasencia Sánchez con C.I 1600671331 y Anthony Alexander Gaibor Aranda con C.I 0202322319 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.

Odalys Belén Plasencia Sánchez
C.I 1600671331
AUTORA

Anthony Alexander Gaibor Aranda
C.I 0202322319
AUTOR

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.
C.I 0200989630
TUTOR

Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

NOTARIA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

....rio

Nº ESCRITURA 20240201003P01186

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

ODALYS BELEN PLASENCIA SANCHEZ y

ANTHONY ALEXANDER GAIBOR ARANDA

INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L

Factura: 001-001-000015398

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día catorce de mayo del dos mil veinticuatro, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen la señorita ODALYS BELEN PLASENCIA SANCHEZ soltera, celular 0986184136; domiciliada en el Cantón Palora y de paso por esta ciudad de Guaranda; y, el señor ANTHONY ALEXANDER GAIBOR ARANDA soltero, celular 0991946089, domiciliado en el Cantón San Miguel de Bolívar y de paso por esta ciudad de Guaranda, por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaramos lo siguientes Previo a la obtención del Título de Ingenieros Agrónomos, de la carrera de Agronomía, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente estudio de caso titulado: EFECTO DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CACAO (***Theobroma cacao L***) Y GUINEO (***Mussa acuminata***) REHABILITADO MEDIANTE INJERTO. es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hago 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 el Notario en unidad de acto, aquellos se ratifican y firma conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

ODALYS BELEN PLASENCIA SANCHEZ
C.C. 1600671331

ANTHONY ALEXANDER GAIBOR ARANDA
C.C. 0202322319



ABOGADO HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
CORRECIONES BORRADOR OP -AG - copia.docx	Gaibor Aranda y Plasencia Sánc

RECUENTO DE PALABRAS	RECUENTO DE CARACTERES
16115 Words	85404 Characters
RECUENTO DE PÁGINAS	**TAMAÑO DEL ARCHIVO**
85 Pages	7.5MB
FECHA DE ENTREGA	**FECHA DEL INFORME**
May 14, 2024 9:12 AM GMT-5	May 14, 2024 9:13 AM GMT-5

10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

Resumen



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR

DEDICATORIA

A mis padres, Ramiro y Norma, por haber confiado en mí y brindado su apoyo durante este trayecto, por demostrarme su amor incondicional, acompañarme en los errores y alegrarse de mis triunfos.

A mi hermano, por estar presente en mi vida y ser un motivo más de superación para que se sienta orgulloso de la persona cual soy.

A Moisés, por ser mi ancla a la vida y la fuerza para salir adelante y no rendirme.

Odalys

DEDICATORIA

Primeramente, este proyecto de investigación dedico a mi Dios que me llevó de su mano, sin Él no podría haber llegado a ningún lado, le pedí sabiduría e inteligencia, con su bendición estoy logrando un sueño de culminar mi formación profesional.

A mis amados padres, Anita y Gastón por la vida que me ha dado, por formar de mí una persona de bien, una persona con responsabilidad, con muchos valores para enfrentar la vida y ser cada día mejor en todos los aspectos.

Anthony

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a Dios por cuidarnos durante todo este camino y darnos la fuerza necesaria para superar los obstáculos y las dificultades que hemos tenido.

Un agradecimiento sincero a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente y a la Carrera de Agronomía, por acogernos en sus aulas durante estos años y así poder tener la oportunidad de formarnos, alimentarnos con conocimientos, para así poder desenvolvernos en la vida profesional.

A nuestros excelentes profesores, por guiarnos y compartir conocimientos en las aulas, un agradecimiento especial al Ing. Kleber Espinoza Mora por su buena voluntad en aceptar ser partícipe del presente proyecto de investigación, también a los miembros del tribunal, Ing. Sonia Fierro Borja e Ing. Carlos Taco Taco, que fueron parte importante de este logro alcanzado.

A nuestros padres, y demás integrantes de nuestras familias que nos apoyaron y dedicaron su tiempo desde el inicio de nuestra vida académica hasta el final de esta investigación.

A nuestros amigos, por su maravillosa amistad, que entre risas, llantos, enojos y bromas han sido un parte importante de nuestra vida.

Estamos agradecidos por haber tomado la decisión en ser compañeros en el presente proyecto y formar un excelente equipo, así mismo, por poder cumplir lo que nos habíamos propuesto durante este largo camino y compartir alegrías y fracasos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO Pag

CAPÍTULO I 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PROBLEMA 3

1.3. OBJETIVOS 4

1.3.1. Objetivo General 4

1.3.2. Objetivos Específicos 4

1.4. HIPÓTESIS 5

CAPÍTULO II 6

2. MARCO TEÓRICO 6

2.1. Origen del cacao 6

2.2. Clasificación taxonómica del cacao 6

2.3. Descripción botánica 6

2.3.1. Sistema radicular 6

2.3.2. Hojas 7

2.3.3. Flores 7

2.3.4. Fruto 7

2.3.5. Semilla 8

2.4. Requerimientos edafoclimáticos 8

2.4.1. Precipitación 8

2.4.2. Temperatura 9

2.4.3. Altitud 9

2.4.4. Luminosidad 9

2.4.5. Viento 9

2.4.6. Suelo 9

2.5. Tipos de cacao 10
2.5.1. Cacao forastero 10
2.5.2. Cacao trinitario 11
2.5.3. Cacao nacional 11
2.5.4. Cacao CCN-51 11
2.6. Ficha técnica del cacao 12
2.7. Propagación sexual del cacao 12
2.8. Propagación asexual del cacao 13
2.8.1. Ventajas 13
2.8.2. Desventajas 13
2.9. Injerto 13
2.9.1. Importancia de los injertos 14
2.10. Requerimientos nutricionales 14
2.10.1. Macronutrientes 14
2.10.2. Micronutrientes 15
2.11. Principales plagas del cacao 15
2.11.1. Afidos ***(Toxoptera auranti)*** 15
2.11.2. Hormiga arriera ***(Atta cephalotes)***. 15
2.11.3. Esqueletizador de la hoja ***(Cerconota dimorpha)*** 16
2.11.4. Araña roja ***(Tetranychus urticae)*** 16
2.12. Enfermedades 16
2.12.1. Escoba de bruja ***(Moniliophthora perniciosa)*** 16
2.12.2. Mal del machete ***(Ceratocystis fimbriata)*** 17
2.12.3. Moniliasis ***(Molliophthora roreri)*** 18
2.13. Manejo agronómico 18
2.13.1. Preparación del suelo 18

2.13.2. Propagación vegetativa 19
2.13.3. Control de malezas 19
2.13.4. Poda 19
2.13.5. Riego 20
2.13.6. Fertilización 21
2.13.7. Cosecha 21
2.13.8. Fermentación 22
2.13.9. Secado 22
2.13.10. Almacenamiento 22
2.14. Asociación de cacao con guineo 23
2.14.1. Manejo de sombra 23
2.15. Fertilización foliar 24
2.15.1. Fertilizante Actimec 24
2.15.2. Fertilizante Amingold 25
2.15.3. Fertilizante Calciliq - A 26
CAPÍTULO III 27
3. MARCO METODOLÓGICO 27
3.1. Ubicación de la investigación 27
3.2. Metodología 27
3.2.1. Material experimental 27
3.2.2. Factores en estudio 28
3.2.3. Tratamientos 28
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 28
3.2.5. Manejo del experimento en campo 28
3.2.6. Métodos de evaluación (Variables respuesta) 30
3.2.7. Análisis de datos 32

CAPÍTULO IV 33
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 33
4.1.1. Altura de la planta (AP) 33
4.1.2. Número de ramas principales (NRP) 34
4.1.3. Número de ramas secundarias (NRS) 36
4.1.4. Diámetro de tallo (DT) 37
4.1.5. Diámetro de ramas principales (DRP) 39
4.1.6. Número de frutos (NF) 40
4.1.7. Diámetro de frutos (DF) 42
4.1.8. Longitud de frutos (LF) 43
4.1.9. Número de botones florales (NBF) 45
4.1.10. Número de flores abiertas (NFA) 46
4.1.11. Número de flores semi abiertas (NSFA) 48
4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL 49
4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 51
CAPÍTULO V 52
5.1. CONCLUSIONES 52
5.2. RECOMENDACIONES 53
BIBLIOGRAFÍA 54
ANEXOS 61

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag
1	Resultados del análisis estadístico para la altura de planta (AP)	33
2	Resultados del análisis estadístico para el número de ramas principales (NRP)	34
3	Resultados del análisis estadístico para el número de ramas secundaria (NRS)	36
4	Resultados del análisis estadístico para el diámetro de tallo (DT)	37
5	Resultados del análisis estadístico en el diámetro de ramas principales (DRP)	39
6	Resultados del análisis estadístico en el número de frutos (NF)	40
7	Resultados del análisis estadístico para el diámetro de frutos (DF)	42
8	Resultados del análisis estadístico en la longitud de frutos (LF)	43
9	Resultados del análisis estadístico en el número de botones florales (NBF)	45
10	Resultados del análisis estadístico para el número de flores abiertas (NFA)	46
11	Resultados del análisis estadístico para el número de flores abiertas semi (NFSA)	48
12	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el número de frutos en cacao (variable dependiente Y)	49

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag
1	Valores promedio para la altura de planta (AP)	33
2	Valores promedio para el número de ramas principales (NRP)	35
3	Valores promedio para el número de ramas secundarias (NRS)	36
4	Valores promedio para el diámetro de tallo (DT)	38
5	Valores promedio para el diámetro de ramas principales (DRP)	39
6	Valores promedio para el número de frutos (NF)	41
7	Valores promedio en el diámetro de frutos (DF)	42
8	Valores promedio para la longitud de frutos (LF)	44
9	Valores promedio en el número de botones florales (NBF)	45
10	Valores promedio en el número flores abiertas (NFA)	47
11	Valores promedio para el número flores semi abiertas (NFSA)	48

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis del experimento
3	Base de datos
4	Fotografías
5	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Conocido como ***Theobroma cacao L***, es un cultivo tropical que cumple un papel fundamental en la historia y economía. Este estudio agronómico evaluó el efecto de tres fertilizantes foliares sobre las características agronómicas del sistema de producción de cacao y guineo rehabilitado mediante injerto. Los objetivos planteados fueron: i) Determinar las características agronómicas del cacao con cada uno de los tratamientos. ii) Identificar el tratamiento con mayor porcentaje de floración y cuajado de frutos. iii) Establecer la relación entre las características agronómicas y el número de flores, frutos cuajados. En esta investigación se aplicó estadística descriptiva e inferencial. Y cuatro tratamientos: Actimec, Amingold, Calciliq-A y testigo. La evaluación se desarrolló en dos etapas, antes y después de la aplicación de los fertilizantes. Se evaluaron características, como altura de planta, número de ramas principales, diámetro del tallo, número y diámetro de frutos, entre otras. Los resultados revelaron diferencias significativas entre tratamientos, evidenciando la influencia positiva de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cacao. En la etapa posterior, el tratamiento con Calciliq-A experimentó un mayor incremento en la altura. Además, los fertilizantes Calciliq-A y Actimec demostraron un aumento del número de flores y número de frutos respectivamente. Los resultados después de la aplicación sugieren una respuesta positiva al uso de fertilizantes, ya que se observaron incrementos significativos en diversas variables. La variabilidad en las respuestas agronómicas resalta la importancia de seleccionar el tipo de fertilizante, considerando las características específicas del cultivo y las condiciones ambientales. El Testigo proporcionó panoramas valiosos al comparar su rendimiento con los tratamientos fertilizados, destacando la relevancia de fertilización en el manejo del cultivo. Con los resultados, se sugiere adaptar estrategias de manejo a las condiciones de cada tratamiento para optimizar el rendimiento, teniendo en cuenta factores como la brotación, desarrollo y producción de frutos.

Palabras claves: Cacao, Fertilización, Actimec, Amingold, Calciliq-A

SUMMARY

Known as Theobroma cacao L, it is a tropical crop that plays a fundamental role in history and economy. This agronomic study evaluated the effect of three foliar fertilizers on the agronomic characteristics of the cocoa and banana production system rehabilitated by grafting. The objectives set were: i) Determine the agronomic characteristics of cocoa with each of the treatments. ii) Identify the treatment with the highest percentage of flowering and fruit set. iii) Establish the relationship between agronomic characteristics and the number of flowers, set fruits. In this research, descriptive and inferential statistics were applied. And four treatments: Actimec, Amingold, Calciliq-A and control. The evaluation was carried out in two stages, before and after the application of fertilizers. Characteristics were evaluated, such as plant height, number of main branches, stem diameter, number and diameter of fruits, among others. The results revealed significant differences between treatments, evidencing the positive influence of fertilization on the growth and development of cocoa. In the later stage, Calciliq-A treatment experienced a greater increase in height. In addition, Calciliq-A and Actimec fertilizers demonstrated an increase in the number of flowers and number of fruits respectively. The results after application suggest a positive response to the use of fertilizers, since significant increases in various variables were observed. The variability in agronomic responses highlights the importance of selecting the type of fertilizer, considering the specific characteristics of the crop and environmental conditions. The Witness provided valuable insights when comparing its performance with fertilized treatments, highlighting the relevance of fertilization in crop management. With the results, it is suggested to adapt management strategies to the conditions of each treatment to optimize performance, taking into account factors such as sprouting, development and fruit production.

***Keywords*:** Cocoa, Fertilization, Actimec, Amingold, Calciliq-A

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cacao dadas las ventajas que posee, se utiliza como materia prima o como semielaborados de elevada calidad en el licor, manteca, polvo, torta, etc. Mantener la tradición de la producción de cacao y promover la adquisición de conocimientos agroecológicos de los productores, se considera necesario para incentivar la producción sostenible de cacao, de modo que se generen plantaciones con sistemas agroforestales donde se armonizan árboles, cultivos y animales, creando no solo beneficios medioambientales sino también socioeconómicos (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – ANECACAO, 2020).

En el mercado mundial, el cacao en grano se contempla en dos grandes divisiones: cacao “común u ordinario” y cacao “fino o de aroma”. La producción de cacao común es el 95% de la producción mundial de este producto es el cacao común y 5% corresponde al cacao fino o de aroma (FONTAGRO, 2020). Aproximadamente el 68% de la producción mundial de cacao se produce en África, siendo el país líder Costa de marfil, seguido de Ghana, Nigeria y Camerún. Los países de América Central y del Sur representan un 15% de la producción mundial de cacao, siendo los principales proveedores Brasil y Ecuador (Quintero, 2019).

El cacao, considerado un rubro importante en el Ecuador, representa también un capital social a razón de su presencia en la mayoría de las parcelas campesinas y fincas, generando una fuente favorable de ingresos, y esta producción nacional en el país se ha hecho conocer por su notable calidad. El cacao se produce en 3 de las 4 regiones del Ecuador: Costa, Sierra y Oriente. Entre las principales provincias productoras se encuentran: Los Ríos, Manabí, Guayas, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro, Bolívar, Cotopaxi, Cañar, Orellana, Napo y Zamora Chinchipe (Vargas *et al.,* 2021).

Según el levantamiento de información realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el 2020, los productores cacaoteros se encontraban distribuidos de la siguiente manera: el 52% pertenece a aquellos con fincas menores o igual a 5ha, entre 5.1 a 10ha corresponde al 26% y mayores a 10ha al 22%, considerándose la fuente principal de ingresos del 64% de familias productoras. Mientras que para el año 2021, la distribución se encontraba dividida de diferente manera: menor o igual a 1ha formaba parte del 29% de productores, de 1.1 a 5ha dirigido al 58% y mayor a 5ha comprende al 14% (Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG, 2021).

A nivel de la provincia Bolívar la producción es de 958 tonelada métrica distribuidas en los sectores de Caluma, Echeandía, Las Naves, San Luís de Pambil aproximadamente con una extensión de 17.984ha (Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC, 2018).

La fertilización foliar es una práctica agronómica para aplicar nutrientes de manera complementaria, sobre todo los micronutrientes, a través de la hoja. Esta práctica ha sido utilizada debido a que corrige las deficiencias nutricionales que pueda presentar el desarrollo de la planta, corrige los requerimientos nutricionales cuando no se cubren con la fertilización del suelo, mejorar la calidad del producto, acelera o retarda alguna etapa fisiológica de la planta y complementa la aplicación de suelo (González, 2019).

1.2. PROBLEMA

La falta de conocimiento y avances tecnológicos no permiten que el agricultor y/o productor se sumerja más a la producción de este cultivo.

El cacao tiene importantes labores culturales para su desarrollo, del manejo agronómico depende su producción y rendimiento, entre ellos tenemos el control maleza, control fitosanitario, fertilización, riego, poda entre otras. Sin embargo, de la fertilización es la labor que dependen los altos rendimientos del cultivo.

La falta de conocimiento de la importancia y sistema de aplicación de la fertilización es quizás el principal inconveniente durante el desarrollo de un cultivo de cacao, debido a que llega a inferir en el rendimiento y producción, por lo cual es imprescindible recomenzar los nutrientes del suelo.

Una buena fertilización y métodos de aplicación desbalanceada llegan a reducir los rendimientos y la producción, existe la creencia equivocada de que la fertilización con urea, el mismo que se ha convertido en el fertilizante nitrogenado más conocido, puede solucionar las limitaciones nutritivas que a veces muestran las plantas de cacao, sin embargo, el cultivo llega a requerir de otros nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), elementos secundarios y micronutrientes.

En relación con la problemática planteada, esta investigación se centra en contribuir al avance del conocimiento científico sobre el cultivo de cacao, específicamente mediante el análisis del impacto de tres tipos de fertilizantes foliares en las características en el sistema de producción de cacao rehabilitado mediante injerto. El propósito es proporcionar información relevante y fundamentada que pueda guiar prácticas agronómicas más efectivas y sostenibles en la producción de cacao, beneficiando tanto a los agricultores como al sector en general.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Establecer el efecto de tres fertilizantes foliares sobre las características agronómicas del sistema de producción de cacao y guineo rehabilitado mediante injerto.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características agronómicas del cacao con cada uno de los tratamientos.
- Identificar el tratamiento con mayor porcentaje de floración y cuajado de frutos.
- Establecer la relación entre las características agronómicas y el número de flores y frutos cuajados.

1.4. HIPÓTESIS

H_0. La respuesta agronómica del cultivo de cacao, no depende del tipo de fertilizante foliar y su relación genotipo-ambiente.

H_a. La respuesta agronómica del cultivo de cacao, depende del tipo de fertilizante foliar y su relación genotipo-ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del cacao

El género ***Theobroma*** es originario de América Tropical, específicamente de la cuenca alta del río Amazonas. El género posee algunas especies de gran relevancia económica en los trópicos, principalmente ***(Theobroma cacao*** y en mucho menor grado ***(Theobroma grandiflorum)*** y ***(Theobroma bicolor)***. Las semillas del cacao se han empleado a lo largo de la historia para la preparación de bebidas y otros alimentos, como moneda, bebida ceremonial y tributo a reyes. Esta especie se encuentra actualmente distribuida a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos, desde los 20° de latitud norte hasta los 20° de latitud sur (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, 2020).

2.2. Clasificación taxonómica del cacao

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Genero	Theobroma
Especie	cacao
Nombre científico	***Theobroma cacao L.***

Fuente: (López, 2018)

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Sistema radicular

El sistema radicular está compuesto de una raíz pivotante que penetrar más de 2 m de profundidad, el cual beneficia la recolección de nutrientes y de un amplio sistema superficial de raíces literales distribuidas alrededor de 15 cm abajo del área del suelo (Sarango, 2019).

2.3.2. Hojas

Las hojas son perennes, mide 20 cm. Las hojas están colocadas en dos filas una en cada lado de la rama las cuales están alternada, la forma es grandes, simples, elípticas u ovaladas, de 20 a 35 cm de largo por 4 a 15 cm de ancho, punta larga, levemente gruesas, orilla lisa, color verde oscuro en el haz y más pálidos en el envés, cuelgan de un peciolo (Gildardo, 2018).

2.3.3. Flores

La flor del cacao es hermafrodita, pentámera de ovario súpero esto indica que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por 5 sépalos, el Androceo conformado por 10 filamentos de los cuales 5 son fértiles (estambres) y los otros 7 son infértiles (estaminoides), el gineceo (pistilo) está formado por un ovario súpero con 5 lóculos funcionado desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos, dependiendo del genotipo. La polinización del cacao es estrictamente entomófila para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. En horas de la mañana al día siguiente la flor está completamente abierta. Las anteras cargadas de polen abren y están viables (disponibles y funcionales), casi inmediatamente por un periodo aproximado de 48 horas esta la única etapa disponible para la polinización, donde muchos insectos actúan como agentes principales de polinización especialmente una “mosquita” del género Forcipomya los demás agentes son de menor importancia (Zambrano, 2020).

2.3.4. Fruto

El fruto del cacao es el resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada. En esta descripción es apropiado indicar que hay frutos que nunca maduran por falta de semillas y abortan; son llamados frutos paternocarpicas. Dentro de su clasificación botánica el fruto de cacao es una drupa, normalmente conocido como mazorca tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características

genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo de la plantación las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor variando según tipo y especie (Duran, 2020).

2.3.5. Semilla

Las semillas son de forma oblonga y puede variar mucho en el tamaño, algunas en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo Criollo y del Nacional de Ecuador, otras son bastante aplanadas como en el caso de los Forasteros el color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades, también permite diferenciar algunos genotipos (Untuña, 2021).

2.4. Requerimientos edafoclimáticos

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotación y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos (Campero, 2021).

2.4.1. Precipitación

El cacao se cultiva en zonas donde la precipitación se encuentra por encima de los 1,200 mm, llegando en algunos casos hasta los 4,000 mm; pero más importante que el volumen total de lluvias, es una buena distribución del agua durante el año, ya que el cacao es muy sensible a la falta de humedad en el 9 suelo (Sullca, 2019).

2.4.2. Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas medias mensuales de 23 a 24°C. Temperaturas promedios mensuales superiores a 30°C e inferiores a 20°C no favorecen la explotación comercial del cacao. No deben producirse temperaturas medias diarias inferiores a 15°C en el lugar donde se cultiva cacao. La diferencia entre la temperatura del día y el de la noche no debe ser inferior a 9 ºC (De Cebra, 2018).

2.4.3. Altitud

Se cultiva casi desde el nivel del mar y hasta los 1200 msnm, siendo el óptimo de 300 a 400 msnm y de 600 a 800 msnm (López, 2018)

2.4.4. Luminosidad

La luminosidad es variable dependiendo del ciclo productivo en el que se encuentre siendo del 40 al 50% para el cultivo en formación y del 60 al 75% para plantación adulta (López, 2018).

2.4.5. Viento

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg., y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes (Campero, 2021).

2.4.6. Suelo

2.4.6.1. Propiedades físicas

Profundidad: de 0.80 – 1.50 metros. Tolera condiciones hasta de 60 cm. Textura: mediana (serie de los francos, franco, franco-arcilloso, franco-arenoso 30-40% arcilla, 50% arena y 10-20% limo. No son recomendables

suelos finos o muy gruesos. Con alto requerimiento de buena estructura con 66 % de porosidad y nunca menos de 10 % así como buna retención de humedad. Drenaje: Un buen drenaje es esencial y deseable, poca tolerancia a los suelos arcillosos. El manto freático deberá estar a una profundidad mayor de 1.5 metros (Procopio, 2021).

2.4.6.2. Propiedades químicas

Las propiedades químicas para este cultivo son: pH; un óptimo de 6.0 a 7.0, % materia orgánica: > de 3%. Relación carbono/nitrógeno (C/N): mínimo 9. Capacidad de intercambio catiónico: Requiere más de 12 mili equivalentes por 100 g de suelo en la superficie y más de cinco en el subsuelo. Minerales. Requiere una fertilidad de media a alta. Requiere contenidos de calcio mayor a 8 meq por 100 g de suelo, Magnesio mayores a 2, Potasio mayor a 0.24 y más de 0.2 ppm de Boro; Saturación de bases > del 35% (Montes, 2021).

2.5. Tipos de cacao

2.5.1. Cacao forastero

El cacao forastero, conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80% de la producción mundial (Carvallo, 2020).

El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en las zonas altas del Perú, Ecuador y Colombia y las zonas bajas Amazónicas como Brasil, Guayanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela, estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa. A este grupo pertenecen todos los cacaos comerciales del Brasil, oeste Africano y este de Asia, así como el cacao nacional del Ecuador, y líneas

del bajo Amazonas de tipo amelonado que incluye Iquitos, Nanay, Parinari, y Scavina (Hernández, 2018).

2.5.2. Cacao trinitario

Se formó de manera espontánea de un cruce entre cacaos criollos y forasteros 11 amazónicos en la isla de Trinidad pasando luego a Venezuela, Colombia y el resto del mundo. De este cruce heterogéneo se presentan diversidad de formas intermedias de mazorcas al igual que su coloración rojizos. Por cuanto son más resistentes a enfermedades y han podido adaptarse mejor a muchos ambientes (Arpide, 2019).

2.5.3. Cacao nacional

La variedad tradicional del Ecuador es el tipo denominado Nacional, que se caracteriza por dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, tiene un tipo de fermentación muy corta, de pocas horas, en contraste con el Forastero que tomo varios días, en caso extremos 12 días, este genotipo Nacional se ha venido perdiendo con el tiempo debido a la introducción de materiales resistente a enfermedades económicamente más importantes que han afectado a su producción (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria - INIAP, 2020).

2.5.4. Cacao CCN-51

El clon CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, lo cual fue ejecutado de forma acertada por el Agr. Homero Castro Zurita en la ciudad de Naranjal, por el año de 1965 es importante señalar que el origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) por ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva,

en la actualidad, la cantidad de hectárea total de cacao en el Ecuador aproximadamente corresponde un 10% a CCN-51 (Montes, 2021).

Este clon de cacao se destaca también sus altos niveles de resistencia a la escoba de bruja ***(Moniliophthora perniciosa)*** y mal del machete ***(Ceratocystis fimbriata)*** principales enfermedades de importancia económica del cacao. Adicionalmente en condiciones de baja humedad relativa es tolerante a Moniliasis ***(Moniliophthora roreri)***. Además, expresa que estos atributos genéticos junto a la implementación de buenas prácticas de manejo de la plantación, han permitido que este clon exprese en mejor forma su potencial productivo de 3-4 t/ha^{-1} (Untuña, 2021).

2.6. Ficha técnica del cacao

- **Altitud:** 1.400 msnm, siendo lo óptimo entre 400 y 800 m.s.n.m.
- **Temperatura:** Temperatura mínima de 18 a 21°C y la temperatura máxima de 30 a 32°C, siendo la temperatura óptima de 25°C a 26°C.
- **Humedad relativa:** Relativa entre 70 y 90%, siendo lo óptimo 80%.
- **Cantidad de semillas:** 30 a 40 semillas incrustadas en una pulpa.
- **Semillas del fruto:** Pueden ser planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de 2 a 3 centímetros de largo. Están recubiertas por una fina capa de color blanco que se conoce como mucílago, de sabor dulce o con un punto ácido, según su procedencia genética.
- **Rubro de elaboración:** Se distribuye en dos grupos: cacao, manteca, grasa, aceite y chocolate y productos de chocolate (INIAP, 2022).

2.7. Propagación sexual del cacao

La propagación por semilla es un método recomendable por la forma deseable de crecimiento de la planta. Las semillas tienen viabilidad máxima de hasta10 días que puede prolongarse hasta 30 días

almacenando en carbón pulverizado con 30% de humedad, la siembra debe de ser inmediata.

2.8. Propagación asexual del cacao

Es utilizado con fines específicos, de propagación clonal, para obtener pureza varietal o conferir resistencia a enfermedades, existen tres métodos de reproducción asexual o clonal: por injerto, por ramilla e in vitro.

2.8.1. Ventajas

- Fácil conservación de un clon.
- Gran facilidad en la propagación.
- Uso de poco material vegetativo de la planta madre.
- Rapidez en la obtención de nuevos individuos.
- Posibilidad de lograr plantas totalmente homogéneas.
- Uso de patrones resistentes a condiciones desfavorables.
- Uso de patrones que transmitan características deseables, tales como enanización.
- Obtención de mayor precocidad y determinación de período juvenil corto.
- Vigorización y rejuvenecimiento en árboles enfermos o caducos.
- Facilidad de estudio y evaluación de nuevas variedades.
- Posibilidad de lograr estructuras fuertes en los árboles.

2.8.2. Desventajas

- Longevidad corta del árbol.
- Se fomenta la contaminación especialmente por virus.
- Encarece el precio de las plantas.

2.9. Injerto

La injertación consiste en unir una rama o porta yemas a un patrón reproducido por semilla o enraizado, a fin de que el cambium del injerto y

patrón quede en íntimo contacto, para que los nuevos tejidos, provenientes de la división celular de ambos, queden íntimamente unidos y puedan transportar sin impedimento agua y alimentos a través de la unión. El injerto suele usarse para combinar características valiosas del patrón: como el injerto lateral y hendidura o púa. Así, las ramas o yemas de árboles que producen frutos de calidad se injertan en plantas más resistentes que producen frutos de menor calidad.

2.9.1. Importancia de los injertos

Porque permite:

- Obtener una planta que fructifica en menor tiempo que la propagada por semilla. Se obtienen plantas resistentes a enfermedades, cuya cantidad y calidad es mejor.
- Se genera plantas con un sistema radical pivotante, por lo tanto, se logra un mejor anclaje con relación al anterior sistema de propagación (Azángaro, 2018).

2.10. Requerimientos nutricionales

2.10.1. Macronutrientes

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades infinitas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de

las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio (Cacao movil, 2021).

2.10.2. Micronutrientes

La deficiencia de boro (B) afecta los puntos de crecimiento activo de la planta, por esta razón, los síntomas característicos se presentan en los tejidos más jóvenes, mientras que los tejidos de las hojas maduras aparecen sanos. Uno de los primeros síntomas en aparecer es una reducción en el tamaño de los 15 entrenudos, acompañado de la formación profusa de chupones y de hojas encrespadas en las cuales se curva la lámina hacia el exterior y el ápice se enrosca. El síntoma típico de la deficiencia de Mg aparece como una clorosis que comienza en las áreas cercanas a la nervadura central de las hojas más viejas luego de un tiempo el síntoma se difunde entre las nervaduras hacia los bordes de la hoja (Rodriguez, 2019).

2.11. Principales plagas del cacao

2.11.1. Afidos *(Toxoptera auranti)*

Presentan necrosis de brotes tiernos. Estos insectos son bastante pequeños (0,5 a 1.0mm de longitud) de forma globosa, de color gris oscuro, se agrupan en colonias formadas por numerosos individuos en diferentes estados de desarrollo. Se alimentan de la savia y viven en asociación con hormigas (Guerrero, 2020).

Para su control se puede lograr mediante las trampas de captura; aplicar, en casos extremos, Pirimor (5gr/l de agua; control biológico con mariquitas) (Gómez, 2019).

2.11.2. Hormiga arriera *(Atta cephalotes).*

Pertenece a la familia de las Formicidae, éstas no se alimentan directamente de las plantas, sino que cortan sus hojas en forma semicirculares, para luego trasladarlas a su nido, en donde las utilizará para

cultivar un hongo del cual se alimentan. En las zonas cálidas, es común el ataque de las hormigas arrieras, el daño para este tipo de hormigas, se observa principalmente por la presencia de hormigueros dentro o cerca del vivero, como prevención se deben detectar y eliminar los nidos cercanos al vivero (INIAP, 2019).

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

Entre los gusanos esqueletizadores, constituyen una de las plagas más importantes del cacao. En estado adulto es de color café con manchas y líneas marrón oscuro en las alas inferiores, permanece oculto en las hojas, es poco activo, principalmente en el envés, donde la hembra oviposita sus huevecillos en forma dispersa transcurriendo 5 días los huevecillos eclosionan las larvas los cuales se alimentan de la superficie de la hoja (ANECACAO, 2020).

2.11.4. Araña roja *(Tetranychus urticae)*

Habitualmente de color rojo o marrón, se localizan en el envés de la hoja. Atacan los brotes jóvenes, especialmente en el vivero; producen atrofias, malformaciones y defoliación de los brotes terminales. Los daños se pueden combatir con Kelthane, Metasystox-R o con Tedion. Antes de hacer las aspersiones es recomendable podar y quemar los brotes afectados. La aplicación de cualquiera de los productos debe hacerse humedeciendo bien los brotes nuevos de la planta (Castañeda, 2017).

2.12. Enfermedades

2.12.1. Escoba de bruja *(Moniliophthora perniciosa)*

Enfermedad causada por el hongo basidiomiceto ***(Crinipellis perniciosa)***, es una de las pocas enfermedades que se ha comprobado que puede ser trasmitida por semilla de un lugar a otro, a pesar de que la semilla externamente haya sido manejada correctamente. También puede ser trasmitido por las partes vegetativas de la planta, pues el organismo se

puede establecer en tejidos maduros por un tiempo más o menos largo y sobrevivir inclusive el transporte a otros lugares lejanos. Al momento de hacer el injerto o el enraizamiento de las ramas, el organismo se desarrolla, produciendo los síntomas bien conocidos de la enfermedad. El síntoma más característico se produce en los terminales de las ramas nuevas, que al desarrollarse anormalmente presentan la forma de una escoba. La enfermedad se presenta de muchas formas, dependiendo del órgano que ataque se consideran que todas las partes del cacao son atacadas por el hongo, cuando tiernas, las plántulas presentan hinchazones características que llevan a su muerte (Delgado, 2019).

Esta estrategia de manejo se ha venido desarrollando por más de 20 años; a la fecha se han aislado nuevas especies como: ***(Trichoderma stromaticum)***, un parásito del micelio y basidiocarpos de ***(Moniliophthora perniciosa)***. En Brasil, las formulaciones comerciales de ***(Trichoderma stromaticum)*** se utilizan en el manejo de la enfermedad, los resultados son inconsistentes, lo cual indica la necesidad de entender más la relación entre el ambiente de las plantaciones de cacao y la supervivencia para el establecimiento de este hongo micoparasito (Dirección General de Sanidad Vegetal - DGSV, 2022).

2.12.2. Mal del machete *(Ceratocystis fimbriata)*

Esta enfermedad, conocida también como muerte o marchitez súbita, afecta a árboles de cualquier edad, provocándoles inicialmente marchitez y eventualmente rápida muerte. Las pérdidas debidas a la muerte de plantas pueden ser muy altas especialmente cuando el material sembrado es genéticamente muy homogéneo y susceptible. La presencia de la enfermedad en Honduras está confirmada pero no ha sido ni es actualmente una limitante de la producción de cacao, aunque sí ocurren casos aislados en algunas fincas de pérdida de árboles atribuidas al mal de machete. El combate del mal de machete por medio de aplicaciones de fungicidas no ha tenido éxito. No se conocen experiencias en el control biológico, sin embargo, se puede controlar mediante la rápida eliminación

de árboles enfermos. La totalidad del tejido de dichos árboles (tronco, ramas y raíces incluidas) deberá ser sacado de la plantación e idealmente ser quemado (Infocacao, 2022).

2.12.3. Moniliasis *(Molliophthora roreri)*

Una de las características del hongo es su largo período de incubación (tiempo que tarda desde que infecta el fruto hasta que se observa algún síntoma externo en el fruto). Este tiempo puede ser de 3 a 8 semanas, según la edad del fruto, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones de clima, principalmente presencia de lluvias. En frutos tiernos, en días lluviosos y calurosos y material muy susceptible, los primeros síntomas pueden aparecer a las 3 semanas después de la infección. El control de la moniliasis del cacao es relativamente fácil, pues se sabe que le benefician las condiciones húmedas de las plantaciones, la oscuridad del cacaotal, el exceso entrecruzamiento de las ramas dentro del mismo árbol, entre árboles vecinos y entre árboles de cacao y los árboles de sombra (Infocacao, 2022).

2.13. Manejo agronómico

2.13.1. Preparación del suelo

El suelo es el medio fundamental en el desarrollo de cacaotales. Se debe proteger contra los rayos directos del sol ya que éstos degradan rápidamente la capa de humus que puedan contener. Por ello se recomienda un adecuado uso de sombra y el mantenimiento de la hojarasca, no practicar labores profundas y cortar las malas hierbas lo más bajo posible. La hojarasca y la sombra ayudan a mantener humedad durante los meses de sequía. El cacao es una planta muy sensible a terrenos encharcados por lo que se recomienda el empleo de drenajes adecuados que impidan el anegamiento. Se recomienda la construcción de canales que recolecten y conduzcan el exceso de agua de lluvia para evitar que ésta elimine la hojarasca y el horizonte húmico del suelo (INIAP, 2021).

2.13.2. Propagación vegetativa

El injerto del cacao debe realizarse en patrones vigorosos y sanos obtenidos de semilla, desarrollados en recipientes o en el campo. Los árboles más viejos se pueden injertar, siempre que los injertos se hagan en varetas jóvenes ya presentes o en brotes que se producen después de que las plantas han sido podadas hasta una altura de 30 a 50 cm (Infocacao, 2019).

2.13.3. Control de malezas

La eliminación de malas hierbas en cacao se realiza fundamentalmente mediante escarda química. Las plantas que salen del vivero son muy susceptibles al daño de los herbicidas por lo que deben aplicarse con precaución. Cuando se realicen aplicaciones de herbicidas es importante que no entren en contacto con la planta de cacao (Venegas, 2019).

2.13.4. Poda

Es una técnica que consiste en eliminar todos lo chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacaotero ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades (Montes, 2021).

Hay varios tipos de poda:

2.13.4.1. Poda de formación

Se efectúa durante el primer año de edad del árbol, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta o verticilo, el cual debe formarse aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta, con el objeto de dejar cuatro o más ramas principales o primarias para que formen el armazón y la futura copa del árbol. Estas ramas principales serán la futura madera donde se formará la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal. Cuanto más tierno sea el material podado,

mejores resultados se obtienen. En el segundo y tercer año se eligen las ramas secundarias y así sucesivamente, hasta formar la copa del árbol. Se eliminarán las ramas entrecruzadas muy juntas, y las que tienden a dirigirse hacia adentro (Infocacao, 2019).

2.13.4.2. Poda de mantenimiento

Desde los dos o tres años de edad los árboles deben ser sometidos a una poda ligera por medio de la cual se mantenga el árbol en buena forma y se eliminen los chupones y las ramas muertas o mal colocadas. El objetivo de esta poda es conservar el desarrollo y crecimiento adecuado y balanceado de la planta del cacao (Cacao movil, 2023).

2.13.4.3. Poda fitosanitaria

Se deben eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas. Debe comprender también la recolección de frutos dañados o enfermos (Pérez, 2020).

2.13.4.4. Poda sombra

Se realiza en las especies de sombra para evitar que éstas ramifiquen a baja altura e impidan el desarrollo de las plantas de cacao. Se podan una o dos veces al año para favorecer el manejo del cultivo. Se cortan las ramas bajas y sobrantes de las plantas de sombra permanente. El adecuado control de la sombra es muy importante para la obtención de buenos rendimientos del cacao, por lo que se recomiendan porcentajes de sombreo próximos al 30% (Montes, 2021).

2.13.5. Riego

Se debe destacar la importancia de que el cultivo de cacao no sufra estrés por agua ya que se ve afectada la floración y producir el secado de flores, en zonas con presencia de sequias es necesario contar con un sistema de

riego. La cantidad de agua que necesita es dependiente del tipo de suelo, humedad y etapa de desarrollo de la planta (Paredes, 2022).

2.13.6. Fertilización

En el transplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico. 100 gramos de un fertilizante como 20-10-6-5- alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente. Durante el primer y segundo año las necesidades por planta son de 60 gramos de nitrógeno, 30 g de P_2O_5, 24 g de K_2O y 82 g de SO_4. Del tercer año en adelante, el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo. En general se aconseja aplicar los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento (Montalvan, 2019).

2.13.7. Cosecha

Los árboles de cacao florecen dos veces al año, el periodo de maduración de los frutos oscila entre los cuatro y los seis meses, según la altura sobre el nivel del mar y de la temperatura. La recolección es una de las fases más importantes, se debe hacer la identificación de las mazorcas maduras. Este estado se conoce por los cambios de coloración externa, que varía dependiendo del tipo o variedad. Este cambio de color puede ser muy ligero y se corre con el riesgo de no cosechar a tiempo mazorcas que han alcanzado su plena madurez. Ante este importante detalle, muchos recolectores cosechan las mazorcas, basados en el sonido que emiten estas cuando son golpeadas con los dedos. El punto óptimo de recolección se produce cuando las variedades de fruto rojo han tomado un color anaranjado-bermellón y los de fruta amarilla un color amarillo-verdoso (Rodríguez et al., 2019).

La recolección puede ser semanal o algo más repartida según la disponibilidad de mano de obra. La recogida de los frutos se realiza manualmente mediante un cuchillo curvado unido a un palo que permite al operario recolectar los frutos de las ramas superiores. Las mazorcas sanas se abren en el campo para extraer las semillas y trasladarlas al centro de procesado (Arvelo, 2019).

2.13.8. Fermentación

Es el proceso por medio del cual se da la calidad propia del cacao para hacer chocolate; se limpian las semillas, se mata el embrión y se da buena presentación a las almendras. Para ello se precisa de lugares acondicionados y bien ventilados. Cuando las almendras no fermentan este proceso se realiza mal o en forma deficiente, se produce el llamado cacao corriente. Durante el proceso, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad matan el embrión, disminuye el sabor amargo por la pérdida de theobromina y se producen las reacciones bioquímicas que forman el chocolate (Arvelo, 2019).

2.13.9. Secado

Los granos se pueden secar de forma natural o artificial, deben alcanzar el 7% de humedad y para que continúen varias reacciones bioquímicas que son los precursores del sabor, la humedad del grano no debe ser superior a lo estipulado ya que se formaran hongos tampoco debe ser menor al 6% debido a que se vuelven quebradizos y frágiles (Paredes, 2022).

2.13.10. Almacenamiento

Siguiendo las recomendaciones documentadas por la Federación Nacional de Cacaoteros, para el almacenamiento de los bultos de cacao se adecuo un cuarto bien ventilado, libre de humedad y aislado de cualquier otro producto no alimenticio. También se colocaron estibas con el fin de separar los bultos del piso y se dejó un espacio entre los bultos y la pared (Charris, 2021).

2.14. Asociación de cacao con guineo

Sostiene que el establecimiento de nuevas plantaciones el cacao debe asociarse con musáceas como plátano y banano con el propósito de brindar protección al cultivo, sembrado con seis meses de anticipación para que cumpla su objetivo para posteriormente con la cosecha pagar parte de los gastos de establecimiento del cacao. Las musáceas deben sembrarse de forma intercalada con el cacao ya sea entre hileras o entre columnas con una misma densidad de plantas por hectárea (Mena, 2019).

2.14.1. Manejo de sombra

Reportan que para: los cultivos de ciclo corto, se podrá iniciar la instalación del cacao antes de la cosecha si sus características permiten la siembra de las especies de sombrío antes de la recolección. En los potreros, las especies que más comúnmente se usan como sombra transitoria del cacao son las similares al banano y el plátano, plátano hartón, dominico hartón y las diferentes variedades de banano ***(Mussa spp)*** (Asociación Camara Nacional de Cacao Fino de Costa - CANACACAO, 2018).

Indican también que el plátano es el cultivo intercalado por excelencia benéfico para el cacao proveedor de una sombra adecuada y generador de ingresos económicos para el productor y alimento a la familia cacaocultora. Sus características biológicas y morfológicas permiten el manejo de la plantación para racionalizar la cantidad de sombra de tal manera que se pueda disminuir sistemáticamente a medida que el cacao se va haciendo adulto. Aquellos señalan que como sombrío transitorio bajo plátano, se puede manejar simultáneamente con el cacao como un cultivo normal de sólo plátano durante los tres primeros años del proceso, con lo cual se ayuda a financiar el levante del cultivo del cacao. Por ello se aconseja instalar como mínimo un número igual de plantas de plátano y de cacao, intercalando surcos de una especie con surcos de la otra (Federación Nacional de Cacaoteros - FEDECACAO, 2018).

Agregan que con arreglos especiales podría pensarse en explotar en ese período, una mayor cantidad de plantas de plátano por hectárea que el número de plántulas instaladas de cacao. De igual similitud a las características del plátano, se pueden utilizar en otras especies para obtener similares beneficios; que desde luego dependen de la región, del tipo de suelos y el valor económico de ese periodo con que se encuentre coyunturalmente (FEDECACAO, 2019).

2.15. Fertilización foliar

La fertilización foliar complementa la fertilización edáfica y así las necesidades nutricionales de los cultivos en circunstancias específicas, donde existe demanda de la planta y el suplemento edáfico no es suficiente. La fertilización foliar, dependiendo de los nutrientes minerales y biomoléculas que se usen, favorecen la floración y fructificación del cacao, y contribuyen a la reducción del nivel de daño ocasionado por patógenos. (Bravo, 2022).

La decisión de fertilizar una plantación de cacao se debe considerar un diagnóstico del cultivo que considere los elementos presentados a continuación.

1. Sombrío del cultivo
2. Edad del cultivo
3. Genética híbridos o clones
4. Labores del cultivo: poda-manejo sanitario y malezas (Valenzuela, 2021).

2.15.1. Fertilizante Actimec

Es un potente activador del metabolismo de las plantas con efecto desestresante. El principal ingrediente activo corresponde a los nucleótidos contenidos en el núcleo de protoplasma celular, obtenido mediante el proceso biotecnológico de autólisis enzimática. Este contenido citoplasmático rico en nucleótidos, aminoácidos libres y ácido fólico, ha sido

complementado en la formulación, con los elementos: Fósforo, Potasio, Zinc y con el Aminoácido L-Cisteína. Al usar este fertilizante se obtiene un incremento en el estímulo de la brotación de yemas, un mejor desarrollo de la planta y una mayor resistencia a las condiciones adversas del cultivo (Polymerscrop, 2023).

Composición química (Frasco x 1 l)

Fosforo (P_2O_5)	117 g/l
Potasio (K_2O)	119 g/l
Zinc (Zn)	33.5 g/l
Azufre (S)	10 g/l
Nucleótidos	32.0 g/l

Dosis general: 250 a 500 cc/ha, dependiendo la edad del cultivo (Polymerscrop, 2023).

2.15.2. Fertilizante Amingold

Es un bioestimulante con una excelente relación de aminoácidos libres, Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Contiene aminoácidos libres combinados con los tres elementos mayores (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), en una adecuada relación para que puedan ser utilizados en todas las etapas del cultivo. Los aminoácidos libres de Amingold, son de origen vegetal, obtenidos a partir de la hidrólisis de una mezcla de soya, maíz y levadura en un proceso estandarizado, que garantiza su concentración y calidad: Física, Química y Microbiológica (Agrizon, 2023).

Composición química (Frasco x 1 l)

Nitrógeno Total (N)	48.9 g/l
Fósforo soluble en agua (P_2O_5)	55.2 g/l
Potasio soluble en agua (K_2O)	119.0 g/l
Magnesio (MgO)	8 g/l
Zinc (Zn)	4.0 g/l
Aminoácidos libres	115.0 g/l

Dosis general: 1 l/ha, dependiendo de la edad del cultivo para un óptimo resultado (Agrizon, 2023).

2.15.3. Fertilizante Calciliq - A

Es un fertilizante foliar con base en calcio quelatado con aminoácidos, para obtener una rápida respuesta a los requerimientos de este elemento por parte de la planta. La formulación facilita la movilidad del Calcio, supliendo rápidamente las deficiencias de este elemento, activando el crecimiento de raíz, tallo, hojas y frutos al mejorar la activación enzimática, la regulación osmótica, el metabolismo de carbohidratos auxinas y fenoles y la resistencia a enfermedades. Mejora el cuajamiento y peso del fruto incrementando la producción y sanidad de las plantas; altos contenidos de calcio en frutos, disminuye la incidencia de pudriciones durante el almacenamiento. Tiene un pH adecuado (ácido) que le permite ser mezclado con otros fertilizantes (Agrizon, 2023).

Composición química (Frasco x 1 l)

Nitrógeno Total (N)	106.0 g/l
Potasio (K_2O)	70.0 g/l
Calcio (CaO)	189.0 g/l
Boro (B)	20.0 g/l
Aminoácidos libres	73.0 g/l
Aminoácidos totales	107.0 g/l

Dosis general: 1 l/ha, dependiendo de la edad del cultivo para un óptimo resultado (Agrizon, 2023).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

La investigación se realizó en la provincia Bolívar, cantón Caluma, en la parroquia Caluma en el sector Granja el Triunfo de la Universidad Estatal de Bolívar.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud Promedio	350 msnm
Latitud	01º 37´ 40´´s
Longitud	79º 15´ 25´´O
Temperatura media anual	22,2°C
Temperatura máxima	24°C
Temperatura mínima	19°C
Humedad relativa	83%
Precipitación media anual	1100 mm
Heliofanía promedio	720/horas/luz/año

Fuente: (Estación Meteorológica Granja El Triunfo, 2020).

- **Zona de vida**

Según la clasificación climática mediante la metodología realizado por Holdrige L, el sitio es correspondiente para el bosque húmedo subtropical. (Holdridge, 1979).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- Plantas de cacao (Rehabilitadas con injerto)

- Fertilizantes foliares

3.2.2. Factores en estudio

Fertilizantes foliares

3.2.3. Tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Actimec (0,20 l/ha)
T2	Amingold (0,25 l/ha)
T3	Calciliq – A (0,50 l/ha)
T4	Testigo (Sin fertilización)

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

En el presente ensayo de establecimiento de fertilizantes foliares en cacao y guineo rehabilitado mediante injerto, se aplicó estadística descriptiva e inferencial.

3.2.5. Manejo del experimento en campo

- **Limpieza del ensayo**

Se llevó a cabo el control de malezas de forma manual con la ayuda de un machete y un azadón, con la finalidad de que las plantas no compitieran por agua, luz y nutrientes, además se procedió a eliminar hojas secas del cultivo asociado.

- **Identificación de plantas y parcelas**

Con ayuda de una barreta y caña guadua se procedió a delimitar cada tratamiento, se colocó etiquetas enumeradas en las 10 plantas seleccionadas de manera aleatoria para su posterior análisis y carteles con la identificación de cada tratamiento.

- **Poda fitosanitaria**

Se procedió a eliminar las hojas viejas, ramas secas, mal formadas y frutos enfermos con la ayuda de una tijera de podar. Esta labor se realizó en la fase lunar menguante, ya que en esta fase la mayor parte de la savia se encontraba en las raíces, y se evitó realizar las podas en días lluviosos.

- **Deschuponamiento**

Se eliminaron los chupones y brotes emergentes del tallo rehabilitado, dejando a la planta con la presencia de un solo eje principal.

- **Fertilización**

Con ayuda de una bomba de mochila se realizó la fertilización foliar que fue al inicio y cuatro meses después de acuerdo a la siguiente dosificación:

- Actimec: 0,20 l /ha
- Amingold: 0,25 l/ha
- Calciliq-A: 0,50 l/ha

- **Control de plagas**

Se realizó con la ayuda de una bomba de mochila la aplicación de insecticida con ingrediente activo cipermetrina en una dosis de 0,25 l/ha, cubriendo toda la planta.

- **Control de enfermedades**

La Monilla es una de las enfermedades más comunes en el cultivo de cacao. En caso de que las plantas presentaran incidencia, se procedió a controlarla con la ayuda de una bomba de mochila, aplicando polvo mojable mancozeb + oxicloruro de cobre en una dosis de 1 kg/ha.

- **Control de malezas**

Aplicando glifosato con la ayuda de una bomba de mochila, en dosis de 2 l/ha, se controló la maleza que se presentó en el área de investigación,

además se realizó control con la ayuda de una moto guadaña 2 veces durante la presente investigación.

3.2.6. Métodos de evaluación (Variables respuesta)

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

Se evaluó en 2 momentos: antes de la fertilización y 120 días después. Se seleccionaron al azar 10 plantas dentro de la parcela y se midió la distancia desde la superficie del suelo hasta la parte apical de la planta utilizando un flexómetro. Los datos se expresaron en centímetros.

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

Se registró mediante observación directa en dos momentos: antes de la aplicación foliar y 120 días después de la misma. Se seleccionaron al azar 10 plantas, y se contó el número de ramas principales que habían brotado del eje ya rehabilitado.

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

Se contó la cantidad de ramas secundarias en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la aplicación foliar y 120 días después, a través de observación directa.

- **Diámetro del tallo (DT)**

Se evaluó con la ayuda de un calibrador de Vernier en 10 plantas seleccionadas al azar, considerando la mitad del tallo principal brotado del eje ya rehabilitado, antes de la fertilización y 120 días posteriores. Los datos se expresaron en centímetros.

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

Se registraron los datos en centímetros considerando la mitad de las ramas principales en 10 plantas completas seleccionadas al azar, antes de la

aplicación foliar y 120 días después de la fertilización, utilizando un calibrador.

- **Número de frutos (NF)**

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

- **Diámetro de frutos (DF)**

Se evaluó el diámetro de los frutos presentes en 10 plantas completas seleccionadas al azar, con la ayuda de un calibrador de Vernier antes de la aplicación foliar y 120 días posteriores. Los datos se expresaron en centímetros

- **Longitud de frutos (LF)**

Se registró con la ayuda de un flexómetro, en 10 plantas completas seleccionadas al azar, antes de la fertilización y 120 días posteriores. Los datos se expresaron en centímetros.

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

Se contó el número de botones florales en 10 plantas seleccionadas al azar en cada uno de los tratamientos, antes de la aplicación foliar y 120 días después de la fertilización

- **Número de flores abiertas (NFA)**

Se contó el número de botones florales abiertos, considerando que sus 5 pétalos se encontraban totalmente abiertos y sus 10 filamentos eran visibles a simple vista, en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la fertilización y 120 días después de la aplicación.

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

Se evaluó mediante observación directa, determinando las flores semiabiertas, es decir, aquellas en las que no se encontraban abiertos sus 5 pétalos y en las que no se visualizaban sus filamentos, en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la fertilización y 120 días después de la aplicación.

3.2.7. Análisis de datos

En la presente investigación se aplicó lo siguiente:

- Prueba de Fisher al 5% y 1%
- Prueba de Tukey al 5%
- Max
- Min
- μ

CAPÍTULO IV

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Altura de la planta (AP)

Tabla 1

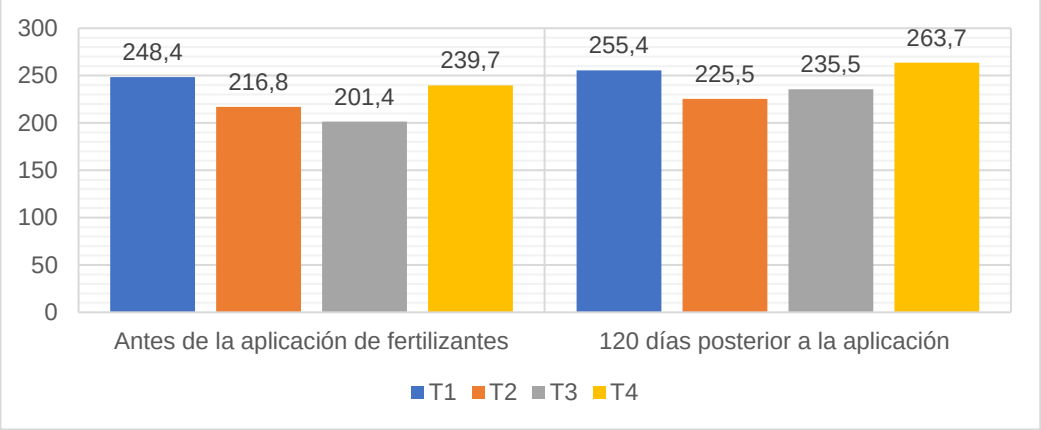
Resultados del análisis estadístico en la altura de planta (AP).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (*)		120 días posterior a la aplicación (NS)		% Incremento (**)	
N°	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**
1	248.40	A	255.40	A	2.81	C
2	216.80	AB	225.50	A	3.59	BC
3	201.40	B	235.50	A	14.60	A
4	239.70	AB	263.70	A	9.00	AB
Min	201.40		225.50		2.81	
Max	248.40		263.70		14.60	
μ	226.57		245.03		7.50	

Nota: **= altamente significativo; *= significativo; NS= no significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 1

Valores promedios para la altura de planta (AP).



En el análisis de AP, se determinaron diferencias significativas antes de la aplicación y no significativas a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un promedio general de 245.03 cm de altura antes de la aplicación y 226.57 cm después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de altura con 239.7 cm, mientras que el tratamiento T1 con 248.4 cm, seguido por los tratamientos T2 y T3, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo la mayor altura con 263.7 cm, seguido del tratamiento T1 con 255.4 cm, mientras que el tratamiento T3 con 235.5 cm, el menor promedio se registró en T2 con una altura de 225.5 cm.

Se puede deducir que existe una mejora considerable en los tratamientos evaluados, destacando el tratamiento T4, pero el T3 (Calciliq – A) destacó como el más eficiente para alargar los tejidos meristemáticos debido a su porcentaje de incremento del 14.60% en relación con su altura inicial.

Es importante mencionar que la formulación de fertilizante, factores ambientales, características genéticas y manejo del cultivo tales como la poda de ramas y hojas secas así mismo, la poda de las hojas del cultivo asociado realizada en el trascurso de la investigación estableció un entorno favorable para el desarrollo de la planta.

4.1.2. Número de ramas principales (NRP)

Tabla 2

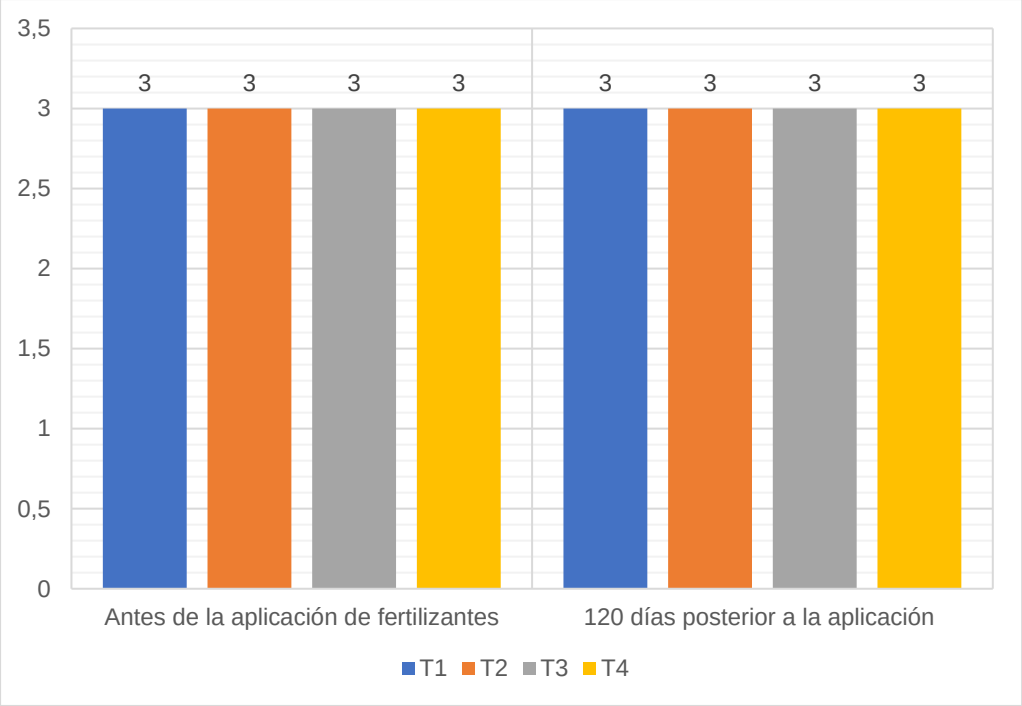
Resultados del análisis estadístico en el número de ramas principales (NRP).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (NS)		120 días posterior a la aplicación (NS)		% Incremento (NS)
N°	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**	
1	3	A	3	A	0
2	3	A	3	A	0
3	3	A	3	A	0
4	3	A	3	A	0
Min	3		3		0
Max	3		3		0
μ	3		3		0

Nota: NS =No significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 2

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



En el análisis de NRP, se determinaron diferencias no significativas antes y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un promedio general de 3 ramas principales.

En las dos etapas, se muestra una cantidad de 3 ramas principales en todos los tratamientos. No se observaron diferencias presentando un incremento del 0%.

Se conoce que los fertilizantes foliares utilizados tienen composiciones químicas únicas que impactan en el crecimiento y la ramificación del cacao, a dosis y la frecuencia de aplicación también son determinantes también se debe tomar en cuenta las características genéticas y su entorno además de la poda de formación que se realiza en los primeros años del cultivo.

4.1.3. Número de ramas secundarias (NRS)

Tabla 3

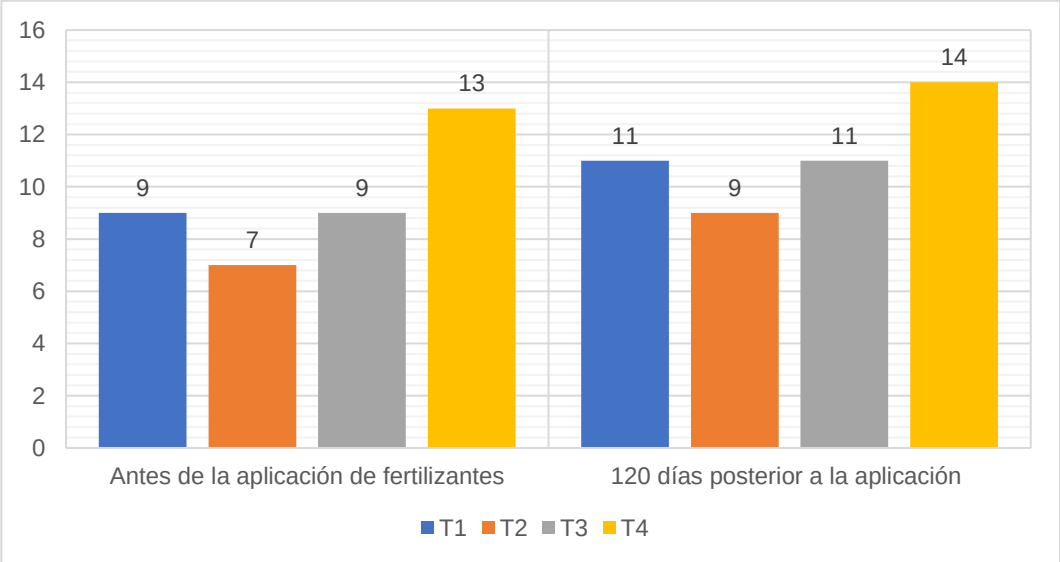
Resultados del análisis estadístico en el número de ramas secundarias (NRS).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (*)		120 días posterior a la aplicación (*)		% Incremento (NS)	
N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	9	B	11	AB	18.18	A
2	7	B	9	B	22.22	A
3	9	B	11	AB	18.18	A
4	13	A	14	A	7.14	A
Min	7		9		7.14	
Max	13		14		22.22	
μ	10		11		16.43	

Nota: *= significativo; NS= no significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 3

Valores promedios de variable número de ramas secundarias (NRS).



Según los resultados en base a la variable NRS, se determinaron diferencias significativas antes y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un promedio general de 10 ramas secundarias antes de la aplicación y 11 ramas después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de ramas secundarias con 13, mientras que los tratamientos T1 y T3 con 9, seguido por el tratamiento T2, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo la mayor cantidad de ramas secundarias con 14, seguido de los tratamientos T1 y T3 con 11, el menor promedio se registró en T2 con 9 ramas secundarias.

Se puede deducir que la mayor cantidad de ramas secundarias correspondió al T2 evidenciando una mayor eficiencia del fertilizante usado en este tratamiento presentando un incremento del 22.22%, las ramas secundarias del cacao se vieron estimuladas por este fertilizante en el tejido meristemático quien es el responsable del crecimiento en longitud y la formación de nuevas ramas. El número de ramas secundarias está relacionado a la forma de la copa de la planta, además del manejo de los tipos de podas ejecutadas.

4.1.4. Diámetro de tallo (DT)

Tabla 4

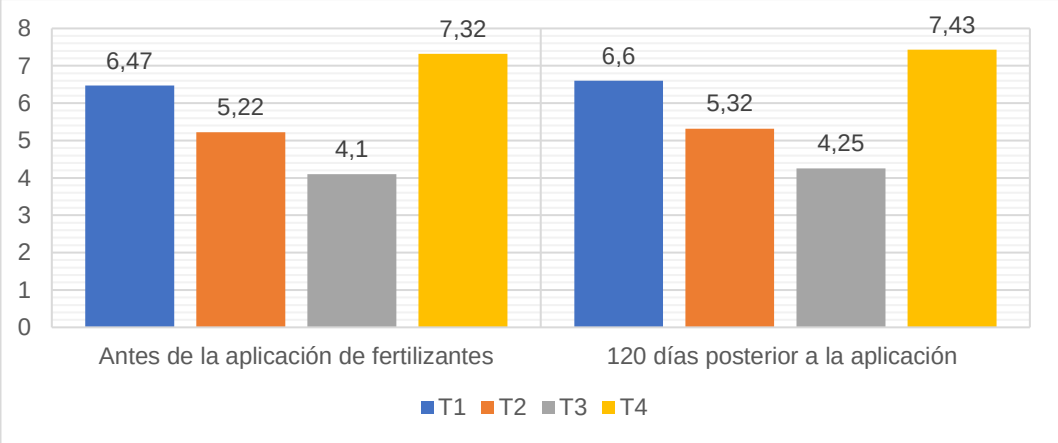
Resultados del análisis estadístico para el diámetro de tallo (DT).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (**)		120 días posterior a la aplicación (**)		% Incremento (*)	
N°	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**
1	6.47	AB	6.60	AB	1.97	A
2	5.22	BC	5.32	BC	1.88	A
3	4.10	C	4.25	C	3.53	B
4	7.32	A	7.43	A	1.48	A
Min	4.10		4.25		1.48	
Max	7.32		7.43		3.53	
μ	5.77		5.90		2.22	

Nota: **= altamente significativo; *= significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max= máximo; Min= mínimo.

Figura 4

Valores promedios para el diámetro de tallo (DT).



Para la evaluación del diámetro de tallo se presentaron diferencias altamente significativas en las dos evaluaciones con un promedio general de 5.77 cm antes y 5.90 cm después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de diámetro de tallo con 7.32 cm, mientras que el tratamiento T1 con 6.47, seguido por el tratamiento T2 con 5.22, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo el mayor diámetro de tallo con 7.43 cm, seguido del tratamiento T1 con 6.6 cm, el menor promedio se registró en T3 con 4.25 cm.

Se observó que el T4 exhibe el diámetro de tallo más amplio. Sin embargo, el tratamiento T3 experimentó el mayor porcentaje de incremento con 3.53%, destacando la influencia del fertilizante Calciliq - A en la estimulación del tejido vascular responsable de su expansión.

Los resultados reflejan una interacción compleja entre varios factores, incluyendo las características genéticas de las plantas, densidad de siembra, manejo del cultivo y su respuesta a la fertilización, destacando la composición del fertilizante activando el crecimiento y fortaleza del tallo.

4.1.5. Diámetro de ramas principales (DRP)

Tabla 5

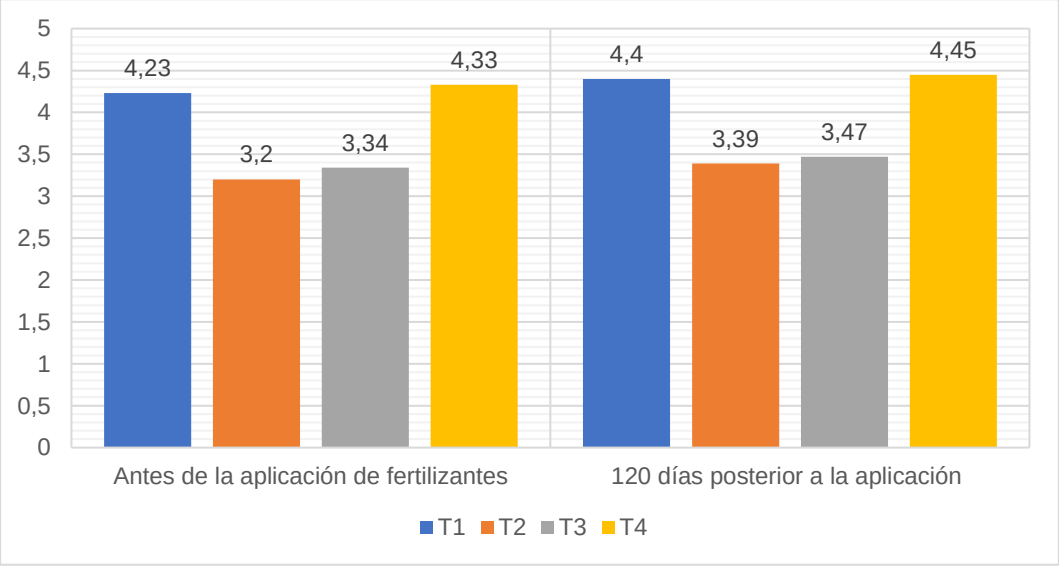
Resultados del análisis estadístico para el diámetro de ramas principales (DRP).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (*)		120 días posterior a la aplicación (NS)		% Incremento (NS)	
N°	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**
1	4.23	AB	4.40	A	3.86	A
2	3.20	B	3.39	A	5.60	A
3	3.34	AB	3.47	A	3.75	A
4	4.33	A	4.45	A	2.70	A
Min	3.20		3.39		2.70	
Max	4.33		4.45		5.60	
μ	3.77		3.92		3.98	

Nota: *= significativo; NS= no significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 5

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



Antes de la aplicación y posterior a la aplicación mostraron diferencia significativa, se registró un máximo de 4.33 cm, mínimo de 3.20 cm y media general de 3.77 cm antes de la aplicación foliar, después de los cuatros meses de aplicación un máximo de 4.45 cm, mínimo de 3.39 cm y media general de 3.92 cm.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de diámetro de ramas principales con 4.33 cm, mientras que el tratamiento T1 con 4.23 cm, seguido por el tratamiento T3 con 3.34 cm, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo el mayor diámetro de ramas principales con 4.45 cm, seguido del tratamiento T1 con 4.4 cm el menor promedio se registró en T2 con 3.39 cm de DRP.

El tratamiento que mostró el mayor aumento en el diámetro de las ramas principales, fue el T2, con un porcentaje de incremento de 5.60%.

Este resultado se atribuyó al fertilizante utilizado en este tratamiento Amingold, el cual proporcionó los nutrientes necesarios para promover el crecimiento de las ramas de manera más efectiva que los otros tratamientos.

4.1.6. Número de frutos (NF)

Tabla 6

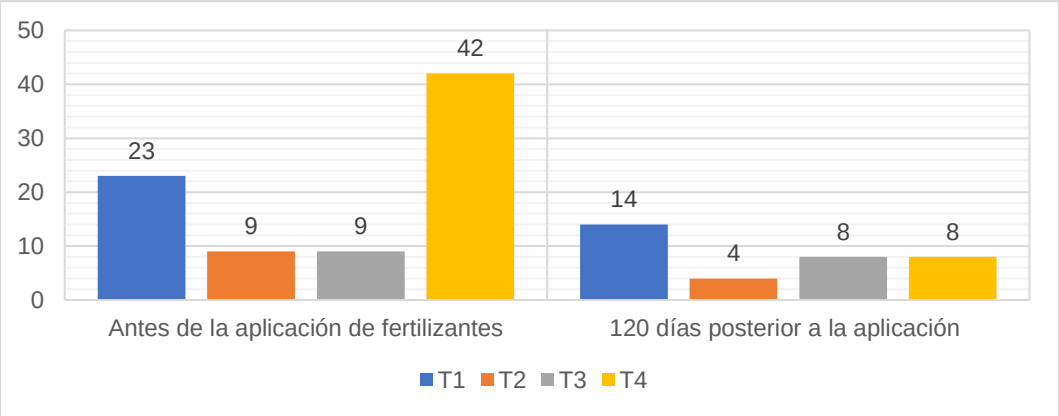
Resultados del análisis estadístico en el número de frutos (NF).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (*)		120 días posterior a la aplicación (*)		% Reducción (**)	
N°	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**
1	23	A	14	A	39.13	C
2	9	B	4	B	55.55	BC
3	9	B	8	AB	11.11	A
4	42	A	8	AB	80.95	AB
Min	9		4		11.11	
Max	42		14		80.95	
μ	21		9		46.68	

Nota: *= significativo; **: altamente significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 6

Valores promedios de variable número de frutos (NF).



En la variable en estudio se determinó diferencias significativas antes de la aplicación y a los 120 días después de la aplicación con un promedio general de 21 frutos antes de la aplicación y 9 frutos después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de número de frutos con 42, mientras que el tratamiento T1 con 23, seguido por los tratamientos T2 y T3 con solo 9 frutos, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T1 obtiene el mayor número de frutos con 14, seguido de los tratamientos T3 y T4 con 8, el menor promedio se registró en T2 con solo 4 frutos.

El tratamiento con mayor porcentaje de reducción fue el T4 con un 80.95%. El tratamiento con mayor número de frutos después de la aplicación corresponde al fertilizante Actimec con 14 frutos.

Se registra una disminución en la producción de frutos en todos los tratamientos, lo cual podría ser resultado de varios factores como la incidencia a enfermedades a lo largo del ciclo, destacando la afectación enfermedades fungosas como la monilla impulsada por factores ambientales como los periodos lluviosos y la amplia cobertura de sombra del cultivo asociado que genero un ambiente favorable para la enfermedad.

4.1.7. Diámetro de frutos (DF)

Tabla 7

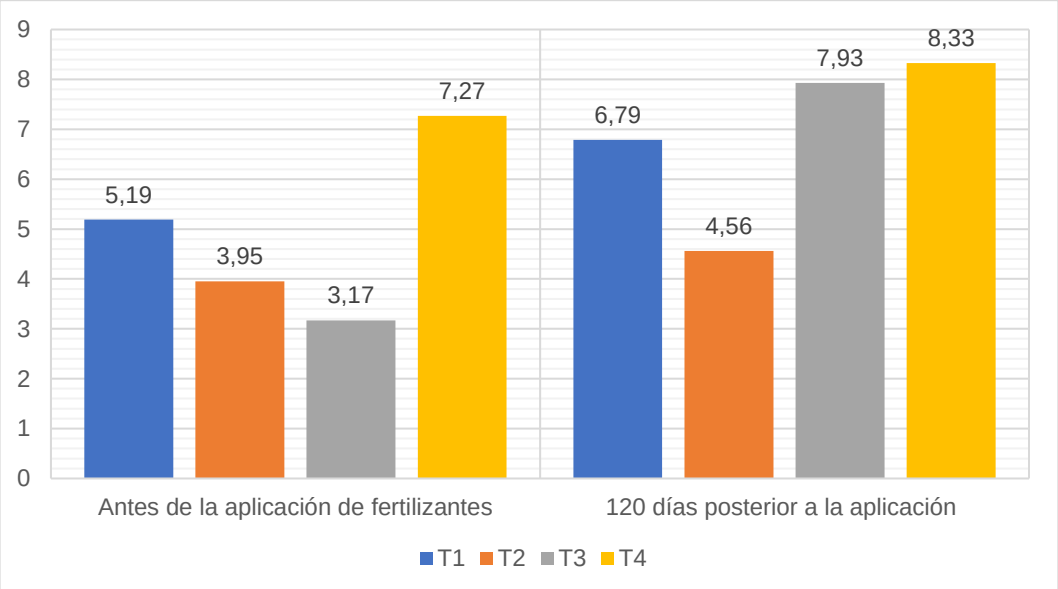
Resultados del análisis estadístico para el diámetro de frutos (DF).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (*)		120 días posterior a la aplicación (NS)		% Incremento (*)	
N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	5.19	AB	6.79	A	23.56	A
2	3.95	AB	4.56	A	13.37	A
3	3.17	B	7.93	A	60.02	B
4	7.27	A	8.33	A	12.72	A
Min	3.17		4.56		12.72	
Max	7.27		8.33		60.02	
μ	4.89		6.90		27.42	

Nota: *= significativo; NS= no significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 7

Valores promedios del diámetro de frutos (DF).



Se muestra diferencias significativas entre tratamientos antes de la aplicación foliar y no significativas después de la aplicación con un promedio general de 4.89 cm antes de la aplicación foliar y 6.90 cm después de la aplicación foliar.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de diámetro con 7.27 cm, mientras que el tratamiento T1 con 5.19 cm, seguido por el tratamiento T2 con 3.95 cm, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo el mayor diámetro con 8.33 cm, seguido del tratamiento T3 con 7.93 cm, el menor promedio se registró en T1 con 6.79 cm de DF.

Lo que permite deducir que el T4, que no recibió fertilización foliar, mostró un aumento en el diámetro de frutos, sin embargo, el T3 presentó el mayor crecimiento con una diferencia de 4.76 cm con respecto a su valor inicial representando un porcentaje de incremento de 60.03 %.

Es importante señalar la composición del fertilizante Calciliq – A, su alto contenido en calcio con aminoácidos mejora el cuajado, tamaño y peso del fruto lo que ayuda a incrementar la producción, además se debe tomar en cuenta las condiciones ambientales del sector de la investigación.

4.1.8. Longitud de frutos (LF)

Tabla 8

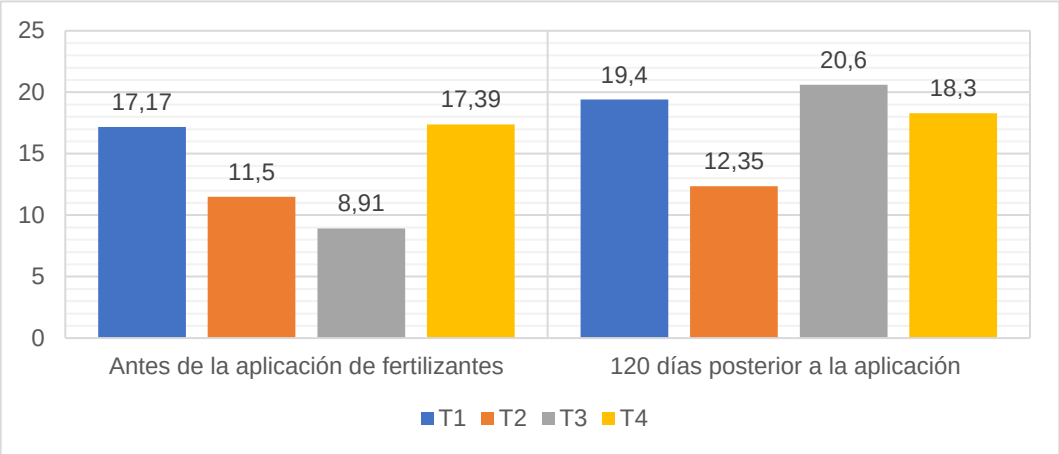
Resultados del análisis estadístico para la longitud de frutos (LF).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (NS)		120 días posterior a la aplicación (NS)		% Incremento (*)	
N°	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**
1	17.17	A	19.40	A	11.49	B
2	11.50	A	12.35	A	6.88	A
3	8.91	A	20.60	A	56.75	B
4	17.39	A	18.30	A	4.97	A
Min	8.91		12.35		4.97	
Max	17.39		20.60		56.75	
μ	13.74		17.66		20.02	

Nota: NS= significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min: mínimo.

Figura 8

Valores promedios de variable longitud de frutos (LF).



En el análisis de LF, se determinaron diferencias similares antes de la aplicación y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un promedio general de 13.74 cm de longitud antes de la aplicación y 17.66 cm después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor promedio de longitud con 17.39 cm, mientras que el tratamiento T1 con 17.17 cm, seguido por el tratamiento T2 con 11.5 cm, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T3 obtiene la mayor longitud de fruto con 20.6 cm, seguido del tratamiento T1 con 19.4 cm, el menor promedio se registró en T2 con 12.35 cm de LF.

Se puede inferir que el tratamiento a base del fertilizante Calciliq - A tuvo un porcentaje de incremento del 56.75% con respecto a su longitud inicial.

La composición del fertilizante, su alto contenido en calcio, nitrógeno, potasio, boro y aminoácidos mejora el cuajado, tamaño y peso del fruto lo que ayuda a incrementar la producción, además se debe tomar en cuenta las condiciones ambientales, resaltando la composición, su alto contenido mejora el cuajado, tamaño y peso del fruto.

4.1.9. Número de botones florales (NBF)

Tabla 9

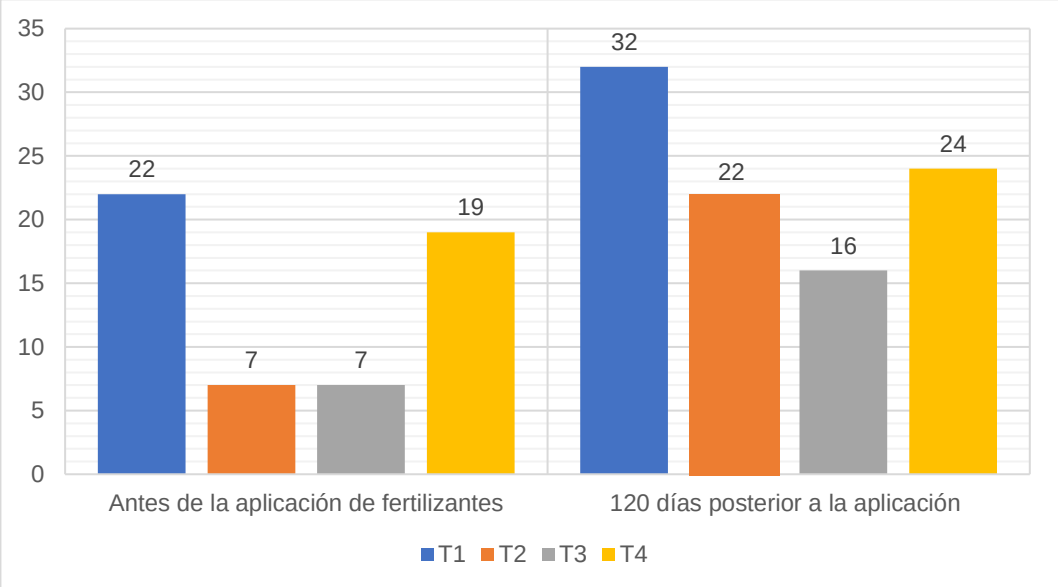
Resultados del análisis estadístico en el número de botones florales (NBF).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (NS)		120 días posterior a la aplicación (NS)		% Incremento (NS)	
N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	22	A	32	A	31.25	A
2	7	A	22	A	68.18	A
3	7	A	16	A	56.25	A
4	19	A	24	A	20.83	A
Min	7		16		20.83	
Max	22		32		68.18	
μ	14		24		44.13	

Nota: NS= no significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 9

Valores promedios del número de botones florales (NBF).



Para la variable en estudio, se determinaron diferencias similares antes de la aplicación y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un promedio general de 14 botones florales antes de la aplicación y 24 después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T1 alcanzó el mayor número de botones florales con 22, mientras que el tratamiento T4 con 19, seguido por los tratamientos T2 y T3 con 7, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T1 obtiene el mayor número de botones florales con 32, seguido del tratamiento T4 con 24, el menor promedio se registró en el T3 con 16.

El fertilizante Actimec tuvo más botones florales en ambas evaluaciones, pero el T2 mostró un mayor aumento de botones florales con respecto a la cantidad inicial, luego de los 4 meses con un incremento de 68.18% que corresponde a 15 botones florales. Esto se debe al fertilizante Amingold, diseñado para promover la floración, cuajado y llenado de frutos.

Cabe recalcar que la aplicación de los fertilizantes parece haber estimulado la producción de botones florales en todas las plantas, lo que es fundamental para el proceso de polinización y posterior producción de frutos en el cultivo de cacao.

4.1.10. Número de flores abiertas (NFA)

Tabla 10

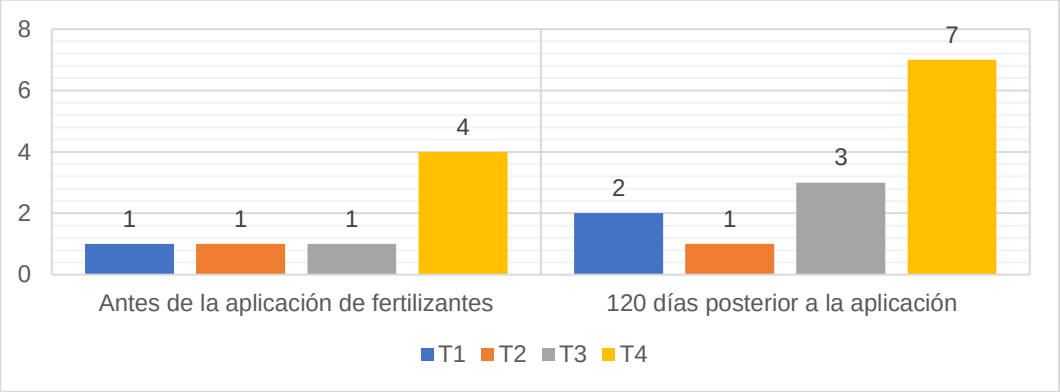
Resultados del análisis estadístico para el número de botones florales abiertas (NFA).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (*)		120 días posterior a la aplicación (*)		% Incremento (**)	
N°	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**	**Promedio**	**Rango**
1	1	B	2	B	50	AB
2	1	B	1	B	0	A
3	1	B	3	B	66.67	AB
4	4	A	7	A	42.86	B
Min	1		1		0	
Max	4		7		66.67	
μ	2		3		39.88	

Nota: *= significativo; **= altamente significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 10

Valores promedios para el número flores abiertas (NFA).



Para la variable en estudio, se determinaron diferencias significativas antes de la aplicación y a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un promedio general de 2 flores abiertas antes de la aplicación y 3 después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor número de flores abiertas con 4, mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 con 1, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantiene el mayor número de flores abiertas con 7, seguido del tratamiento T3 con 3, el menor promedio se registró en el T2 con 1.

Estos resultados permiten inferir que el T4 mostró la mayor cantidad de flores abiertas en ambas evaluaciones. Sin embargo, al analizar la eficacia de los fertilizantes, se observó que el T3 Calciliq - A, tuvo un aumento del 66.67% en el número de flores abiertas después de la aplicación.

Este resultado puede atribuirse al efecto del fertilizante el cual está diseñado para promover la floración y el desarrollo de flores en las plantas de cacao. Además de la fertilización foliar y la etapa fisiológica, los factores ambientales como la luz, humedad y temperatura también influyen en la floración de las plantas, contribuyendo a la variabilidad observada. La cantidad y calidad de las flores abiertas afectan directamente el rendimiento de la planta.

4.1.11. Número de flores semi abiertas (NSFA)

Tabla 11

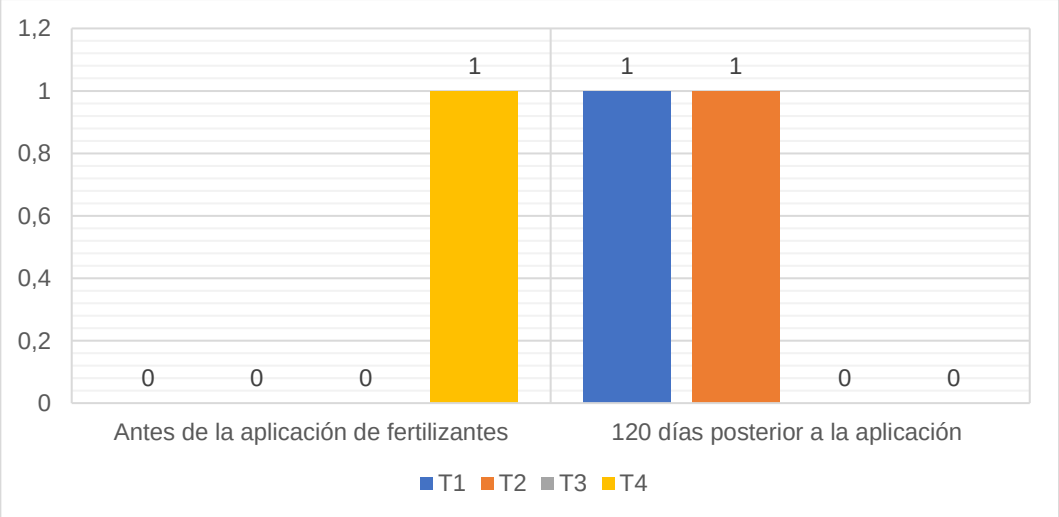
Resultados del análisis estadístico en la variable número de flores semi abiertas (NFSA).

TRA	Antes de la aplicación de fertilizantes (*)		120 días posterior a la aplicación (NS)		% Incremento (*)	
N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	0	B	1	A	100	A
2	0	B	1	A	100	A
3	0	B	0	A	0	B
4	1	A	0	A	0	B
Min	0		0		0	
Max	1		1		100	
μ	0		1		50	

Nota: *= significativo; NS= no significativo; (P>0.05); Letras iguales indican que las diferencias estadísticas no son significativas; μ = media general; Max = máximo; Min= mínimo.

Figura 11

Valores promedios de variable número flores semi abiertas (NFSA).



Para la variable NFSA, se determinaron diferencias significativas antes de la aplicación y no significativas a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes, con un promedio general de una flor semi abierta después de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 alcanzó el mayor número de flores abiertas con 1, mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 con 0, a los 120 días después de la aplicación de los fertilizantes el T1 y T2 obtuvieron el mayor número de flores semi abiertas con 1.

Se puede deducir que la cantidad de flores semiabiertas aumento gracias al efecto de los fertilizantes utilizados, donde el T1 y T2, recibieron los fertilizantes Actimec y Amingold respectivamente, pudieron estimular el desarrollo floral de las plantas en un incremento del 100%.

El proceso de apertura de las flores es crucial para la polinización y la formación de frutos en las plantas de cacao, por lo que entender los factores que lo afectan es fundamental para mejorar la producción.

4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL

Tabla 12

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

Variables independientes (Xs) componentes número de frutos/planta	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R ²) %
AP	0,35 *	2.75	41.60
NRS	0.60 **	0.15	15.69
NBF	0,31 *	1.12	48.63
NFA	0,95 **	0.02	1.18
NFSA	0.31 *	0.09	49.02

Coeficiente de correlación (r)

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

Coeficiente de regresión (b)

Las variables independientes que incrementaron el número de frutos de cacao después de la fertilización fueron; altura de planta con un coeficiente de regresión de 2.75; número de ramas secundarias con 0.15; número de botones florales con 1.12: número de flores abiertas con 0.02 y número de flores semi abiertas con 0.09.

Coeficiente de determinación (R^2)

El mayor incremento en el número de frutos de cacao, se obtuvo en la variable Número de flores semi abiertas (NFSA) con un valor de coeficiente de (R^2) de 48.63%; esto quiere decir que un 48.63%; incremento, el número de frutos de cacao, se debe al número de flores semi abiertas.

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Tras analizar detenidamente los resultados obtenidos en las distintas variables del estudio sobre el cultivo de cacao, podemos concluir que existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis alterna. Esta hipótesis planteaba que la respuesta agronómica del cultivo de cacao depende del tipo de fertilizante foliar y su relación con el genotipo-ambiente.

En líneas generales, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Además, las variaciones también respaldan la influencia del tipo de fertilizante en el crecimiento y desarrollo del cacao. Los datos sugieren que los tratamientos afectaron tanto a las características de las plantas, como se evidencia en el número de botones florales (NBF), flores abiertas (NFA) y semiabiertas (NFSA).

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos en el estudio del cultivo de cacao son las siguientes:

- Se observó que cada tratamiento de fertilización foliar tuvo un impacto diferente en las características agronómicas del cacao. Algunos tratamientos mostraron un mayor crecimiento en la altura de las plantas, mientras que otros influyeron más en el desarrollo de las ramas secundarias y la formación de flores y frutos.

- El fertilizante Calciliq - A demostró un aumento en el número de flores abiertas a pesar que el fertilizante Actimec presentó un mayor número de frutos, lo que indica la efectividad de los fertilizantes utilizados en estos tratamientos para estimular estos procesos.

- El tratamiento T3 mostró un mayor incremento en la altura de las plantas destacando que el fertilizante utilizado fue eficiente para alargar los tejidos con relación a su altura inicial.

- Se pudo establecer una relación entre la aplicación de fertilizantes foliares y el aumento en el número de flores y frutos cuajados. Los tratamientos correspondientes a los fertilizantes Actimec y Calciliq-A mostraron un mayor efecto en la estimulación de la floración también presentaron un incremento correspondiente al número de frutos cuajados.

5.2. RECOMENDACIONES

Basándonos en los resultados obtenidos en este estudio, se formulan las siguientes recomendaciones:

- Implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el crecimiento de las plantas durante un tiempo determinado. Esto permitirá ajustar las prácticas de manejo de manera oportuna y responder a cualquier variabilidad en las respuestas agronómicas.
- Tener en cuenta las condiciones climáticas locales al seleccionar y aplicar fertilizantes. Las variaciones en la temperatura, humedad y precipitación pueden influir en la eficacia de los tratamientos, por lo que es esencial adaptar las prácticas agronómicas a estos factores.
- Fomentar la investigación continua en el cultivo de cacao tomando la constante evolución de las interacciones entre genotipo, ambiente y prácticas de manejo agronómico que contribuirá a mejorar la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Agrizon. (2023). *Amingold 1 l*. Obtenido de https://www.e-agrizon.com/p rod ucto/amingold-1-lt/

Agrizon. (2023). *Calciliq-A 1L*. Obtenido de https://www.e-agrizon.com/prod ucto/calciliq-a-1l/

Alonso, J. (2021). *Cacao: el precio necesario para una vida digna*. DWHech o para las mentes. Obtenido de https://www.dw.com/es/cacao-elprec io-necesario-para-una-vida-digna/a56908232.

ANECACAO. (2020). *Boletín técnico, sombra y podas en cacao.* Obtenido de http://www.anecacao.com/es/estadisticas/estadisticas-actuales.h tml

Arpide, J. (2019). *Los tipos de cacao.* Obtenido de https://www. afuegolento .com/articulo/los-tipos-cacao/17/

Arvelo, M. (2019). *Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoam ericanas*. Investigativa. Obtenido de http://repositorio.iica. int/bitstrea m/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf.

Azángaro, J. (2018). *Curso práctico de injertos*. RIPALME.

Bravo, E. (2022). *Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad*. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_ agricultura/article/download/14569/12417

Cacao movil. (2021). *¿Qué nutrientes necesita el árbol de cacao según su etapa de desarrollo?* Obtenido de https://cacaomovil.com/site/guide/ manejo-de-fertilidad-de-suelos-cacaoteros/23/los-nutrientes-y-el-desarrollo-de-las-plantas-del-cacao#:~:text=En%20general%2C%20el%20potasio%20(K,del%20estado%20nutricional%20del%20%C3%A1rbol.

Cacao movil. (2023). *La poda de cacao.* Obtenido de https://cacaomovil. com/site/guide/poda-del-cacao-y-el-manejo-de-arboles-acompanantes/25/la-poda-de-cacao#:~:text=Poda%20de%20mantenimiento&text=En%20esta%20poda%2C%20se%20debe,se%20conoce%20como%20el%20entresaque.

Cadena cacao. (2018). *Cadena del cacao, provincia de Bolívar*. Obtenido de http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Clones_de_cacao.pdf

Campero, J. (2021). *Recuperación de suelos degradados*. Retrieved 2013 from Proyecto cacao: Obtenido de http://www.monografias.com/trabajos96/proyecto-cacaorecuperación-suelos-degradados-coca/proyecto-cacao-recuperación-suelosdegradados-coca.shtml

Canacacao. (2018). *Cultivo de cacao en sombra.* Obtenido de http://www.canacacao.org/cultivo/sombra/

Carvallo, J. (2020). *Cacao criollo, trinitario y forastero ¿Conoces la diferencia?*

Castañeda, E. (2017). *Control de plagas y enfermedades del cacao.* Obtenido de https://elproductor.com/2017/04/control-de-plagas-y-enfermedades-del-cacao/

CATIE. (2020). *Programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación, caracterización de árboles superiores de cacao* ***(Theobroma cacao).*** Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del catie.

Charris, E. (2021). *Manejo agronómico de un sistema productivo de cacao* ***(Theobroma cacao L.)*** *en el corregimiento de villa germania municipio de valledupar cesar .* Ciencia Unisalle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1205&context=ingenieria_agronomica

De Cebra, J. (2018). *Manejo y producción del cacao CCN-51.* La Unión, Ecuador: Tesis Agrícola.

Delgado, J. (2019). *Moniliasis del cacao.* Documento Técnico N° 10. EET Pichilingue, INIAP. FUNDAGRO. Quito, Ecuador.

Dirección General de Sanidad Vegetal - DGSV. (2022). *Escoba de bruja del cacao* ***(Moniliophthora perniciosa).*** Obtenido de https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Escoba%20bruja%20del%20cacao.pdf

Duran, F. (2020). *Cultivo y explotación del cacao.* México: Grupo Latino.

FEDECACAO. (2018). *Fundamentos para el estabecimiento de cultivos de cacao de alta productivdad.* Obtenido de http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Fundamentos_para_el_Establecimiento_de_cultivos_de_cacao_de_alta_productividad.pdf

FEDECACAO. (2019). *Guía técnica para el cultivo del cacao.* Obtenido de https://www.yumpu.com/es/document/view/65743285/guia-tecnica-fedecacao-2015

FONTAGRO. (2020). *La cadena de valor del cacao en América Latina y El Caribe.* Quito: Banco Interamericano de Desarrollo (FONTAGRO); ESPOL; INIAP.

Gildardo, P. (2018). *Preguntas frecuentes sobre el sistema productivo de cacao.*

Gómez, A. (2019). *Insectos que afectan la planta de cacao y su control*. Obtenido de https://vivaelcacao.com/insectos-que-afectan-la-planta-de-cacao-y-su-control/

González, P. (2019). *Fertilizantes foliares, generalidades*. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27247/1/Fertilizantes_Foliares.pdf

Guerrero, L. (2020). *Áfidos.* Obtenido de http://npic.orst.edu/pest/aphid.es.html

Hernández, A. (2018). *El mito de las 3 variedades de cacao.* Obtenido de https://perfectdailygrind.com/es/2018/09/27/el-mito-de-las-3-variedades-de-cacao/

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

INEC. (2018). *Resultados nacionales censo nacional agropecuario.* Quito, Ecuador: INEC. Proyecto SICA.

Infocacao. (2019). *Poda de formación en el cultivo de cacao.* Obtenido de http://www.fhia.org.hn/descargas/proyecto_procacao/infocacao/InfoCacao_No3_Octu_2015.pdf

Infocacao. (2022). *Control de la moniliasis del cacao a través de prácticas culturales.* Obtenido de http://www.fhia.org.hn/descargas/proyecto_procacao/infocacao/InfoCacao_No12_Jul_2017.pdf

Infocacao. (2022). *Mal de machete, una enfermedad del cacao.* Obtenido de http://www.fhia.org.hn/dowloads/cacao_pdfs/infocacao/infocacao_no11_dic_2016.pdf

INIAP. (2019). *Tecnologías recomendadas para el manejo integrado de plagas en los principales cultivos de Manabí.* Manabí, Ecuador.

INIAP. (2020). *Programa nacional de cacao del INIAP desarrolla clones de cacao de alta productividad.* Obtenido de https://www.iniap.gob.ec/programa-nacional-de-cacao-del-iniap-desarrolla-clones-de-cacao-de-alta-productividad/

INIAP. (2021). *Establecimiento y manejo de una plantación de cacao.* Obtenido de http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/12/boletin_146_establecimiento_y_manejo__de_una_plantaci%C3%B3n_de_cacao.pdf

INIAP. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la amazonía ecuatoriana.* Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5833/1/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20CACA%20SOSTENIBLE%20PARA%20LA%20AMAZONIA%20ECUATORIA%20N%C2%B0125.pdf

Jijón, P. (2017). *Modos organizativos para promover innovaciones en la agricultura.* Obtenido de http://www.monografias.com/trabajos57/innovaciones-Agricultura/innovaciones-agricultura2

López, P. (2018). *Paquete tecnológico cacao*. ***(Theobroma cacao L.)*** *Producción de planta.*

MAG. (2021). *Informe de rendimientos de cacao almendra seca.* Obtenido de http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/rendimientos-de-cacao-2021

Mena, E. (2019). *Rentabilidad en la asociación cacao - plátano - frutales de fincas tradicionales en el área de influencia del cantón Quevedo.*

Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4507/1/T-UTEQ-0116.pdf

Monar, B. (2022). *Gestión administrativa y sistema de calidad: caso exportadora de cacao joerbry, cantón Quinindé, año 2021* (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum). Obtenido de https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4638

Montalvan, C. (2019). *Funcion del nitrógeno*.

Montero, M. (2018). *La pequeña y la gran producción en la agricultura.* Obtenido de http://www.monografias.com/trabajos89/agricultura-y-economia-agricola/agricultura-y-economia-agricola2.shtml

Montes, M. (2021). *Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao* ***(Theobroma cacao L)*** *CCN-51, en la zona de Babahoyo.*

Ortega, H. (2015). *Cuantificación y logística de la biomasa disponible en el cultivo de cacao* ***(Theobroma cacao L.)*** (Bachelor's thesis). Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/8545/3/Tesis-90%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20307.pdf

Osorio, M. (2017). *Los costos y las decisiones en agricultura una actividad olvidada.* Obtenido de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Sy-2rq784jIJ:www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/%3Fdown%3D97+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec

Paredes, N. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la amazonía ecuatoriana.* N°125 (1era ed.). INIAP. Obtenido de http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5833

Pérez, M. (2020). *Podas en cacao.* Obtenido de http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Podas_en_cacao.pdf

Polymerscrop. (2023). *Actimec, activador metabólico–antiestresante.* Obtenido de https://polymerscrop.co/productos/actimec/

Procopio, L. (2021). *Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México.* Obtenido de www.inifap.gob.mx%2FDocuments%2inicio%2Fpaquetes%2Fcacao_produ

ccion.pdf&ei=M1AhUvjLCOO5sQSWh4CADw&usg=AFQjCNGC1nNOch4BJ9eE2jUDs4Vj576LjA&bvm=bv.51495398,d .cW

Quintero, M. (2019). *El mercado mundial del cacao.* SciElo. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004#:~:text=Aproximadamente%20el%2068%25%20de%20la,principales%20proveedores%20Brasil%20y%20Ecuador.

Reyna, M. (2018). *Talleres pedagógicos en educación secundaria sobre la alimentación en la salud, la sociedad y el medioambiente.* Obtenido de https://repositori.uib.es/xmlui/handle/11201/147044

Rodriguez, P. (2019). "*Estudio de la fertilización edáfica en el cultivo de cacao* ***(Theobroma cacao L.)*** *en la hacienda San José, cantón Babahoyo.* Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6844/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000050.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20la%20etapa%20de%20desarrollo,y%20azufre(Cacaomovil%20s.f.).

Rosas, G. (2019). *Efecto del encalado en el uso eficiente de macronutrientes para cacao* ***(Theobroma cacao L.)*** *en la amazonia colombiana.* Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 5-28. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062019000100005&script=sci_rttext

Salinas, Y. (2022). *Compatibilidad sexual de nueve genotipos de cacao* ***(Theobroma cacao L.)***. Instituto de cultivos tropicales (ICT), Tarapoto-San Martin. Obtenido de http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6950

Sarango, C. (2019). *Efecto de tres niveles de fertilizacion queimica en el cultivo de cacao* ***Theobroma cacao L****, la variedad ramilla CCN–51, Parroquia San Jacinto.*

Sullca, J. (2019). *Paquete tecnológico de manejo integrado del cacao.* Obtenido de http://www.inia.gob.pe/cacao/paquete%20tecnol%c3%93gico%20%20cacao.pdf

Untuña, J. (2021). *Niveles de fertilización empleando SUMICOAT II en la producción de clones de cacao* ***(Theobroma cacao L.)*** *asociados con Fernansánchez*. Quevedo: Tesis de grado.

Valenzuela, J. (2021). *Modelo productivo para el cultivo de cacao* ***(Theobroma cacao L).*** Obtenido de https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/PDF-WEB-FOLLETO-NUTRICION-Y-FERTILIZACION.pdf

Vargas, et al. (2021). *Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo.* Ecociencia, 255-260. Obtenido de https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/download/603/399/1701#:~:text=El%20cacao%2C%20considerado%20un%20rubro,conocer%20por%20su%20notable%20calidad.

Vélez, J. (2018). *Evaluación de la respuesta de cacao CCN-51 a plena exposición solar a las aplicaciones de azufre (S) y magnesio (Mg) en la zona de Zapotal, provincia de Los Ríos.* Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/items /5cbaae4f-6019-444e-b358-5c700d7f3834

Venegas, F. (2019). *Control de malezas en cacao*. Santa Catalina, Quito: INIAP.

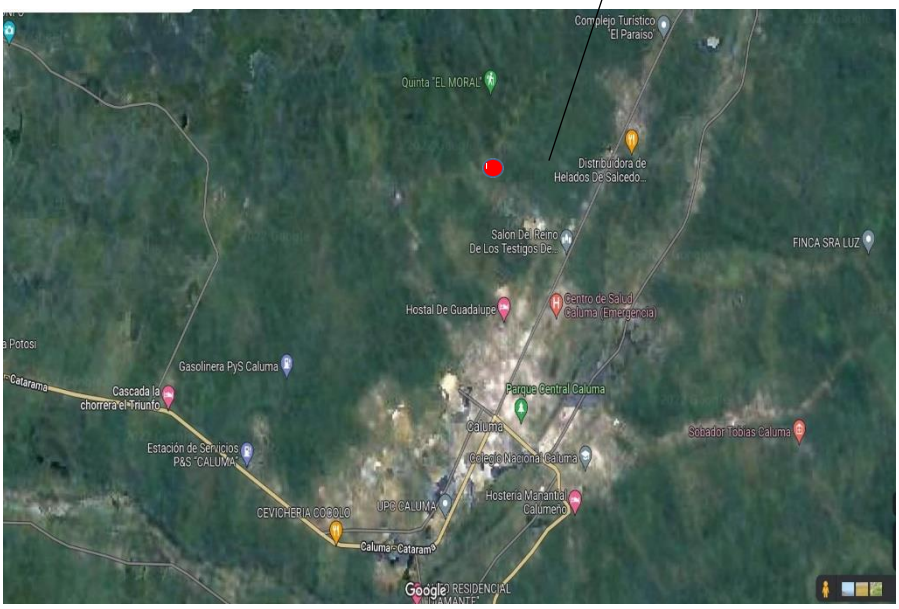
Zambrano, M. (2020). *Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao* ***(Theobroma cacao L.)*** *genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los Tsáchilas.* Santo Domingo de los Tsachilas: Tesis de grado.

ANEXOS

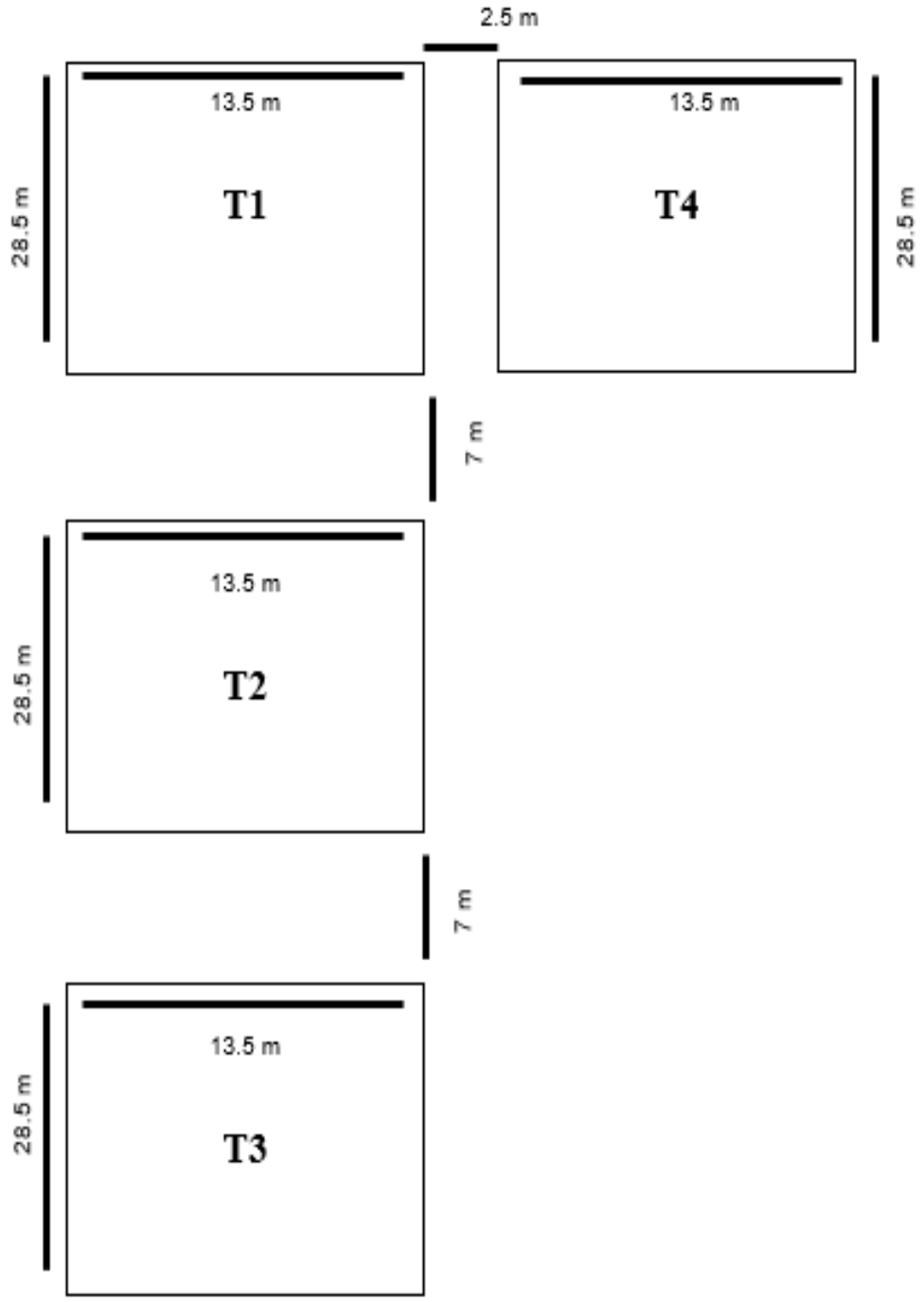
Anexo 1 Mapa de ubicación de la investigación



Granja el Triunfo



Anexo 2 Croquis del experimento



Anexo 3 Base de datos

TRAT	AP		NRP		NRS		DT		DRP		NF		DF		LF		NBF		NFA		NFSA	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
1	254	254	3	3	11	11	7.3	7.7	3	4.8	26	34	8.2	6.9	24	22	9	26	2	4	0	0
1	235	240	4	4	8	10	5.2	5.2	3.8	3.8	48	4	6.3	6.7	21	22	23	17	4	5	0	0
1	280	284	3	3	8	10	6.6	6.8	4	4.4	32	17	8.5	9	25	26	26	24	1	2	0	0
1	270	275	3	3	9	11	7.8	9	4.6	5	37	25	4.7	7.6	18.5	24	18	13	0	1	1	1
1	250	250	3	3	13	13	7.1	7.5	4.4	4.6	14	5	9.9	4.1	25	15	3	50	1	4	0	0
1	250	250	3	3	9	12	7.3	7.4	6.1	6.3	26	2	1.6	8.6	21	20	14	21	0	0	0	2
1	267	285	3	3	7	8	6.2	6.3	4.7	5.1	21	12	4.5	10.1	14.5	25	11	29	1	2	0	1
1	180	196	2	2	8	10	5.8	6.5	4.2	3.9	17	6	7.1	4	19	12	20	30	1	2	0	1
1	233	240	3	3	8	13	6.2	7.2	4.2	3.9	5	34	1.1	10.9	3.8	28	86	58	0	1	0	0
1	265	280	2	2	9	9	5.2	5.6	3.3	5.7	0	0	0	0	0	0	7	51	0	2	0	0
2	126	126	2	2	8	8	2.9	3.7	2.5	2.9	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
2	238	255	5	5	9	11	6.1	6.2	3	3.4	31	11	7	8	23	23	7	17	0	0	0	2
2	244	250	3	3	7	10	8.7	8.9	4.3	4.9	11	8	5.8	10	14	22	3	68	0	4	0	0
2	187	200	2	2	6	6	4.8	4.8	2.6	3.6	3	2	1.3	1.3	4.5	4.5	2	56	0	4	0	1
2	255	285	3	3	8	9	4.8	6	3.2	4.1	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
2	205	210	3	3	9	10	5	5.5	3.5	3.6	20	8	5.8	9.6	19	24	18	22	5	2	0	0
2	234	245	2	2	5	10	5.8	5.8	4.6	4.6	16	7	9.7	7.9	26	21	19	23	0	1	0	0
2	270	270	3	3	9	13	6.4	6.4	3.2	4.3	13	8	9.9	8.8	28.5	25	22	18	2	3	0	0
2	244	244	2	2	6	7	4.4	4.7	2.8	3.8	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0
2	165	170	3	3	7	9	3.3	4.9	2.3	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	206	240	3	3	10	14	6.3	6.9	4.5	4.6	14	16	8.7	8.5	22	25	14	15	0	1	0	0
3	206	227	2	2	6	8	5.1	5.7	4.2	4.2	3	11	1.1	11	4.3	28	8	24	1	3	0	0

3	197	220	2	2	11	11	6.4	6.4	3.5	4.1	16	4	2.2	8.8	8.1	24	18	6	2	0	1	0
3	150	180	3	3	10	12	4.9	4.7	2.9	3	5	7	8	9.5	19.5	28	1	30	1	6	0	0
3	205	250	4	4	13	13	1.9	5.7	1.9	3.8	0	4	0	12.6	0	25	0	53	0	6	0	0
3	213	238	2	2	5	11	4.7	6.5	4.7	4.7	31	8	8.8	8.4	24.5	21	9	3	0	1	0	0
3	230	270	2	2	8	10	3.7	6.3	3.7	4.5	18	10	1.8	9.5	6.9	26	9	10	1	2	0	0
3	175	220	2	2	6	7	3.4	5.1	3.4	3.4	7	8	1.1	9	3.8	22	6	15	1	0	0	0
3	256	290	5	5	12	11	1.8	4	1.8	2.5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
3	176	220	3	3	9	12	2.8	5.8	2.8	4.4	0	7	0	2	0	7	0	0	0	8	0	0
4	193	260	3	3	11	17	4.5	4.5	2.1	4.9	11	10	9.5	5.3	21	17	12	33	3	9	1	1
4	235	240	4	4	13	13	9.4	9.4	4.6	4.5	64	8	7.4	8.9	17	20	16	12	7	8	1	1
4	255	260	4	4	17	11	7.1	7.3	5.9	5.9	45	3	5.1	9.5	12.5	17	12	23	3	10	0	1
4	250	280	4	4	14	19	10.1	11	4.5	4.7	68	4	6.1	9.2	18	21	24	80	8	19	2	4
4	243	255	3	3	12	12	7	7	3.4	4.5	38	14	7.2	8.5	18	20	17	16	3	0	0	0
4	265	300	2	3	13	13	6.9	7	3.6	6	49	10	7.4	4	17	13	9	8	1	8	0	1
4	225	260	3	3	15	13	8.3	8.7	4.9	5	42	2	7.6	7.9	19	9	65	0	3	0	1	0
4	230	260	2	2	10	10	6	6	4.3	4.3	39	4	6.5	8.6	15.3	22	10	22	1	7	0	0
4	236	250	2	2	9	9	6.6	7.1	4.6	4.8	31	17	8.3	13	19.6	24	7	44	5	10	1	1
4	265	272	2	2	12	16	7.3	7.5	5.4	5.5	31	12	7.6	8.4	16.5	20	16	6	3	0	1	0

Anexo 4 Fotografías



Identificación de área experimental



Limpieza del ensayo



Toma de variable diámetro de mazorca



Toma de variable



Toma de variable altura de planta



Toma de variable diámetro del tallo



Preparación de fertilizante



Aplicación de fertilizante foliar



Variable altura de planta



Registro de variable



Visita de campo

Anexo 5 Glosario de términos técnicos

Antófilo: Se aplica a alguien que muestra un gran interés o afecto por las flores, disfrutando de su belleza y fragancia, y dedicando tiempo a cultivarlas o estudiarlas.

Theobromina: Sustancia de sabor amargo que se encuentra en las semillas de cacao.

Ovario súpero: Hace referencia a la posición en que se encuentra el ovario con relación a los demás órganos de la flor, es considera asi cuando está ubicado por encima de los otros órganos.

Entomófila: Es un tipo de polinización por medio de los insectos que transportan el polen de una flor a otra.

Estaminodio: Se refiere al estame de tamaño reducido, sin antera, y no cumple la función original de producir polen, en fin, es estéril.

Autolisis: Se conoce como un proceso biológico en el cual la célula se destruye dependiendo de la acción de las enzimas.

Quelatado: Se conoce como el proceso químico para unir moléculas orgánicas con un metal y asi ser usados especialmente para mejorar la absorción de minerales esenciales.

Intercambio catiónico: Es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener.

Injerto: Técnica que es utilizada para unir los tejidos de plantas de distintas especies o variedades con el fin de aprovechar las características deseables de cada una.

Regulación osmótica: Se refiere a la capacidad de equilibrio entre el agua y la sales, para el correcto funcionamiento de sus mecanismos evitando la disminución de la fotosíntesis.

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

Paternocarpicos: Es una forma natural o artificial de producir frutos sin fertilización de los óvulos y por consiguiente sin semillas.

Resiliencia: Se refiere a la capacidad que tiene un sistema, ya sea biológico, social o ambiental, para adaptarse y recuperarse de perturbaciones, dificultades o cambios adversos.

Cundeamor: Es una forma de mazorca que es alargada de base angosta, además tiene la cáscara suave y finaliza en una punta fina

Basidiocarpos: Se refiere a un hongo de cuerpo con forma de bastón común mente denominados trufas o falsas trufas.