UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EFICIENCIA DE LA APLICACIÓN DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN51.

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

Autores:

Keneth Ivan Chimbo Shiguango
Veronica Alicia Cunalata Chimbolema

Tutor:

Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano MSc.

Guaranda – Ecuador

2025

EFICIENCIA DE LA APLICACIÓN DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN51.

REVISADO Y APROBADO POR:



.....

Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano MSc.

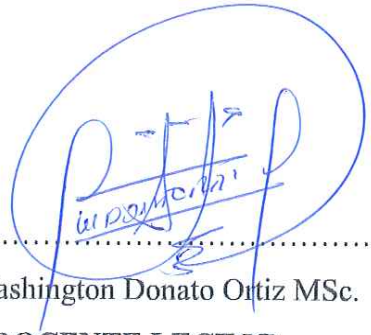
TUTOR



.....

Ing. Deysi Guanga Chunata MSc.

DOCENTE LECTOR



.....

Ing. Washington Donato Ortiz MSc.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Keneth Ivan Chimbo Shiguango, con cédula de ciudadanía 150095388-8 y Verónica Alicia Cunalata Chimbolema, con cédula de ciudadanía 025002209-2 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.

Keneth Ivan Chimbo Shiguango
Autor
Cl: 150095388-8

Verónica Alicia Cunalata Chimbolema
Autora
Cl: 025002209-2

Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano MSc.
Tutor
Cl:020089216-4

20250201002P01262 DECLARACION JURAMENTADA
OTORGAN: KENETH IVAN CHIMBO SHIGUANGO Y
VERÓNICA ALICIA CUNALATA CHIMBOLEMA
CUANTIA: INDETERMINADA
DI 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día lunes seis de octubre de dos mil veinticinco, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparecen los señores: Keneth Ivan Chimbo Shiguango y Verónica Alicia Cunalata Chimbolema, de estado civil solteros, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, domiciliados en esta ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, con celular número: cero nueve nueve dos cinco cuatro cinco dos siete dos y cero nueve siete nueve siete dos seis cinco uno seis, correo electrónico: kenethch2699@gmail.com y veronicacunalata2001@gmail.com, a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía en base a las que procedo a obtener sus certificados electrónicos de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documentos habilitantes; bien instruidos por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla proceden, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fueron en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran lo siguiente: "Que previo a la obtención del Título de Ingenieros Agrónomos, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de Investigación Titulado: **"EFICIENCIA DE LA APLICACIÓN DE CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL RENDIMIENTO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN51."**, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, además autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenece a parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tenemos que decir en honor a la verdad". Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que los comparecientes aceptan en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a los comparecientes por mí el Notario, se ratifican y firman conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

Keneth Ivan Chimbo Shiguango
C.C. 1500953888

Verónica Alicia Cunalata Chimbolema
C.C. 0250022092

DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA

Se otorgó ante mi y en fe de ello confiero ésta Primera copia certificada, firmada y sellada en 3 Fs.
Guaranda, 06 de octubre del 2025

Dr. Hernán Criollo Arcos
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA SEGUNDA DR. HERNÁN CRIOLLO ARCOS Guaranda - Ecuador

Keneth Chimbo Shiguango y Veronica Cunalata Chi...

TESIS_BA_IB_25.pdf

My Files
My Files
Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:507383111

Fecha de entrega
3 oct 2025, 8:52 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
3 oct 2025, 8:32 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_BA_IB_25.pdf

Tamaño del archivo
7.4 MB

85 páginas

18.127 palabras

102.078 caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

5% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Ing. Marcelo Remigio Rojas Arellano MSc.

TUTOR

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por bendecir la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza a en aquellos momentos de dificultad y de debilidad, así como de gloria y sabiduría.

A mis padres que en el transcurso de mi vida me supieron inculcar valores y confiaron en mi persona y en mis deseos de superación. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad

A mis hermanos, por su preocupación y consejos que día a día mostraron que si se puede lograr con esfuerzo y dedicación lo que se propone.

Keneth

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y la luz que ha iluminado mi camino en cada paso de este proceso, sin su gracia y sabiduría, este logro no habría sido posible.

A mis padres, por ser el pilar de mi vida, por su amor incondicional, sus sacrificios y su ejemplo constante de esfuerzo y perseverancia. Gracias por enseñarme el valor, humildad y a no rendirme nunca.

A mi hijo, mi motor y mi mayor inspiración, para seguir adelante, que este paso sea una muestra de que los sueños se alcanzan con trabajo y dedicación.

A mi pareja, por su apoyo inquebrantable, por estar a mi lado en cada momento, celebrando mis logros y dándome fuerza en las dificultades. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

Verónica

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, damos gracias a Dios por habernos permitido llegar a esta etapa de nuestra vida académica y por darnos la fortaleza para superar cada obstáculo.

Extendemos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad estatal de Bolívar por ser el pilar de nuestra formación, abriendo sus puertas para que pudiéramos crecer como profesionales.

A la facultad de ciencias Agropecuarias, Recursos naturales y del Ambiente, de la carrera de Agronomía, el lugar donde se nos inculco todos sus conocimientos desde el inicio, al final de nuestra aprendizaje para ser las personas que somos.

A nuestros ingenieros, un especial reconocimiento por haber compartido su sabiduría y experiencia, inspirándonos y guiándonos a través de cada asignatura con dedicación y paciencia.

A nuestro tutor, Ing Marcelo Rojas A, un profundo agradecimiento por su invaluable orientación, su confianza y su apoyo constante. Sus consejos y conocimientos fueron cruciales para la realización de este proyecto. Gracias por creer en nuestro potencial y por guiar con su experiencia y paciencia cada paso de este proceso. Su confianza fue el motor que nos impulsó a superar los obstáculos.

Finalmente, a nuestras familias, quienes han sido el motor de nuestras vidas. A nuestros padres, hermanos y demás seres queridos, gracias por su amor incondicional, su comprensión y su apoyo incansable. Este trabajo de investigación también es un logro de ustedes.

Keneth & Verónica

ÍNDICE DE CONTENIDO

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 6
2.2. Taxonomía 6
2.3. Cacao trinitario 6
2.4. Cacao forastero 7
2.5. Cacao nacional 7
2.6. Origen del cacao CCN51 8
2.7. Adaptación 8
2.8. Ficha técnica cacao CCN51 8
2.9. Descripción botánica 9
2.10. Fenología de la floración y formación de frutos 10
2.10.1 Botón floral 10
2.10.2 Floración 10
2.11. Requerimiento edafoclimático 11
2.11.1 Suelos 11
2.11.2 pH 11
2.11.3 Precipitación 11
2.11.4 Temperatura 11
2.11.5 Viento 12
2.11.6 Altitud 12
2.11.7 Luminosidad 12
2.12. Manejo del cultivo 12

2.12.1 Preparación de terreno....12
2.12.2 Trazado....13
2.12.3 Plantación....13
2.12.4 Control de malezas....13
2.12.5 Poda....13
- Poda de formación....14
- Poda de mantenimiento....14

2.13. Propagación del cacao....14
2.13.1 Reproducción sexual....14
2.13.2 Reproducción asexual....14
- Ventajas....15
- Desventajas....15

2.13.3 Técnica de propagación asexual....16
- Injerto....16

2.13.4 Métodos de injerto....16
- Injerto de púa lateral....16

2.14. Plagas y enfermedades....17
2.14.1 Plagas....17
- Hormigas arrieras (*Atta cephalotes*)....17
- Araña roja (*Tetranychus urticae*)....18
- Afidos (*Toxoptera auranti*)....18
- Esqueletizador de la hoja (*Cerconota dimorpha*)....18
- Barrenadores del fruto (*Xyleborus* spp)....18
- Escarabajo de las flores (*Steirastoma breve*)....19
- Chinche del cacao (*Monalonion dissimulatum*)....19

2.14.2 Enfermedades....19
- Escoba de bruja (*Moniliophtora perniciosa*)....19
- Mazorca negra (*Phytophtora palmivora*)....20
- Monilla (*Moniliophthora roreri*)....20
- Mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*)....20

2.15. Cosecha....21
2.16. Macronutrientes....21
2.17. Micronutrientes....22

2.18. Fertilización....22
2.19. Fertilización foliar....22
2.20.1 Azosol....22
- Composición y concentración....23
- Ventajas....23
- Dosis....23
2.20.2 Ferti - organ....23
- Composición y concentración....24
- Ventajas....24
- Dosis....24
2.20.3 Kristalon....24
- Ingredientes activos....24
- Beneficios....25
2.20.4 Yara vita....25
- Composición y concentración....25
- Ventajas....26
- Dosis....26
CAPÍTULO III....27
3. MARCO METODOLÓGICO....27
3.1. Ubicación de la investigación....27
- Localización de la investigación....27
- Situación geográfica y edafoclimática....27
- Zona de vida....27
3.2. Metodología....27
3.2.1 Material en estudio....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
- Distribución de las unidades experimentales....28
- Identificación de plantas....28
- Limpieza del ensayo....28
- Poda fitosanitaria....29

- Deschuponamiento....29
- Control de plagas....29
- Control de enfermedades....29
- Control químico de malezas....29
- Fertilización....29
- Cosecha....30
- Aplicación de los fertilizantes foliares....30

3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuestas)....30

- Número de cojinetes florales (NCF)....30
- Número de mazorcas por planta (NMP)....30
- Índice de almendras (IA)....30
- Índice de mazorcas (IM)....31
- Almendras por mazorca (AM)....31
- Peso de almendra seca (PAS)....31
- Rendimiento (R)....31

3.2.7 Tipos de análisis....31

CAPÍTULO IV....32

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....32

4.1.2 Número de mazorcas por planta....34

4.1.3 Índice de almendra....36

4.1.4 Índice de mazorca....38

4.1.5 Almendras por mazorca (AM)....40

4.1.6 Peso de almendra seca....42

4.1.7 Rendimiento....44

4.1.8. Análisis de correlación y regresión lineal....46

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS....48

CAPÍTULO V....49

5.1. CONCLUSIONES....49

5.2. RECOMENDACIONES....50

BIBLIOGRAFÍA....51

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.	32
2	Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.	34
3	Resultados de los análisis estadísticos en el índice de almendras antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación	36
4	Resultados de los análisis estadísticos en el índice de mazorcas antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.	39
5	Resultados de los análisis estadísticos para almendras por mazorcas antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.	41
6	Resultados de los análisis estadísticos para el peso de almendra seca antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.	43
7	Resultados de los análisis estadísticos para el rendimiento antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación	45
8	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el rendimiento (variable dependiente Y).	47

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Promedios para el número de cojinetes florales (NCF)	32
2	Promedios para el número de mazorcas por planta (NMP)	35
3	Promedios para el índice de almendra (IA)	37
4	Promedios para el índice de mazorca (IM)	39
5	Promedios para almendras por mazorca (IM)	41
6	Promedios para peso de almendra seca (PAS)	43
7	Promedios para el rendimiento (R)	45

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de la ubicación del ensayo
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos de las variables agronómicas evaluadas
4	Fotografías
5	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Ecuador es uno de los principales productores de cacao en el mundo. La falta de conocimientos sobre una fertilización adecuada limita el manejo agronómico eficiente del cultivo de cacao, afectando negativamente su productividad y reduciendo su rentabilidad. Durante las fases críticas de floración y cuajado de mazorcas existen, limitantes comunes para alcanzar altos niveles de productividad como la nutrición del suelo. En la investigación realizada se determinó la eficiencia de la aplicación de cuatro fertilizantes foliares en el rendimiento de cacao CCN51. Los objetivos planteados fueron: i) Evaluar las características agroproductivas del cultivo de cacao. ii) Establecer con cuál de los fertilizantes foliares se presenta las mejores características agroproductivas. En esta investigación se aplicó estadística descriptiva e inferencial. Se utilizó cinco tratamientos: T1 Azosol (4 l/ha), T2 Ferti organ (4 l/ha), T3 Kristalon (2.75 l /ha), T4 Yara vita (3 l/ha) y T5 testigo sin fertilización. La evaluación se desarrolló en dos etapas, antes y a los cuatro meses después de la aplicación. El tipo de análisis, prueba de Fisher al 5%, prueba de Tukey al 5%, máximos, mínimos, media general y análisis de correlación y regresión lineal. Se evaluaron diversas variables, como número de cojinetes florales, número de mazorcas por planta, índice de almendra, índice de mazorca, almendras por mazorca, peso almendra seca y rendimiento. Se determinó que el tratamiento T4, con la aplicación de Yara Vita (3 l/ha), mostró un aumento en el número de cojinetes florales, reflejando una respuesta positiva en el desarrollo de las plantas de cacao. Este incremento permitió obtener más número de mazorcas por planta, equivalente a un 93.55% es por ello que se alcanzó un mayor índice de almendras de 10.47% y una reducción en el índice de mazorcas 21.43 % dando una respuesta positiva es decir se requiere menos mazorcas para formar un kg de cacao seco. Este rendimiento se tradujo a mejorar el número de almendras por mazorca es decir un incremento de 8.89 % indicando que favoreció el desarrollo y llenado de las almendras, mejorando la productividad del cacao. Además del incremento del peso seco en un 11.09%, alcanzando una producción total de 1963 kg/ha, resaltando la efectividad del fertilizante debido a su contenido equilibrado de micro y macronutrientes, como zinc (Zn), boro (B), aminoácidos y magnesio (Mg), fundamentales para los procesos fisiológicos de la planta

Palabras claves: CCN51, eficciencia, fertilizantes, yara vita, rendimiento

SUMMARY

Ecuador is one of the world's leading cocoa producers. The lack of knowledge regarding proper fertilization limits efficient agronomic management of cocoa crops, negatively affecting their productivity and reducing their profitability. During the critical stages of flowering and pod setting, common limitations exist for achieving high levels of productivity, such as soil nutrition. This research determined the efficiency of applying four foliar fertilizers on the yield of CCN51 cocoa. The objectives were: i) To evaluate the agro-productive characteristics of the cocoa crop. ii) To establish which of the foliar fertilizers presents the best agro-productive characteristics. This research applied descriptive and inferential statistics. Five treatments were used: T1 Azosol (4 l/ha), T2 Ferti organ (4 l/ha), T3 Kristalon (2.75 l/ha), T4 Yara vita (3 l/ha), and T5, a control without fertilization. The evaluation was carried out in two stages, before and four months after application. The types of analysis included a 5% Fisher test, a 5% Tukey test, maximums, minimums, overall mean, and correlation and linear regression analysis. Various variables were evaluated, such as the number of flower pads, number of pods per plant, kernel index, pod index, pods per pod, dry pod weight, and yield. It was determined that the T4 treatment, with the application of Yara Vita (3 L/ha), showed an increase in the number of flower pads, reflecting a positive response in the development of the cocoa plants. This increase led to a higher number of pods per plant, equivalent to 93.55%. Therefore, a higher pod index of 10.47% was achieved and a reduction in the pod index of 21.43%, giving a positive response, meaning fewer pods are required to form one kg of dry cocoa. This yield translated into an increase in the number of kernels per ear, i.e., an increase of 8.89%, indicating that it favored the development and filling of the kernels, improving cocoa productivity. In addition, the dry weight increased by 11.09%, reaching a total production of 1963 kg/ha, highlighting the effectiveness of the fertilizer due to its balanced content of micro and macronutrients, such as zinc (Zn), boron (B), amino acids, and magnesium (Mg), essential for the plant's physiological processes.

Keywords: CCN51, efficiency, fertilizers, Yara Vita, yield

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao se concentra principalmente en regiones de África, América Central y del Sur, la producción mundial fue de 4.9 millones de toneladas. Costa de Marfil lidera la producción mundial de cacao, con una producción anual de alrededor de 2 millones de toneladas, seguido de Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún (Moreno, 2020).

En Ecuador, el CCN-51 ha tenido un impacto significativo. Su adopción ha permitido aumentar la producción nacional de cacao, contribuyendo a que Ecuador se posicione como uno de los principales productores a nivel mundial, se cultiva en diversas provincias, con una mayor concentración en las regiones costeras y amazónicas (Vargas, 2021).

Las provincias productoras de cacao CCN51 son Guayas, Manabí, Esmeraldas, El Oro, Santa Elena, Sucumbíos, Orellana, Napo y Los Ríos que representa el 30.86% del total de la producción, el canton Babahoyo aporta el 54656 tm, en la parroquia Febres Cordero del cantón Babahoyo reveló que el 92% de los agricultores cultivan esta variedad con un rendimiento promedio de 945.76 kg/ha. (Guzman, 2024).

En la actualidad se cultiva el cacao CCN-51 a pesar de que tiene un sabor menos fino en comparación con el cacao Nacional, es ampliamente cultivado debido a su rentabilidad y altos rendimientos, lo que lo hace popular en la industria del chocolate de producción masiva (Carpio, 2022).

La eficiencia agronómica del cacao CCN-51 se destaca por su alta productividad, tolerancia a enfermedades y rápida entrada en producción, haciendose atractivo para los agricultores, puede producir entre 1 y 1.5 t/ha. Esto se debe a su capacidad de generar una mayor cantidad de mazorcas por árbol y su resistencia a factores ambientales adversos (Carpio, 2021).

Para garantizar una producción continua de cacao, la fertilización es esencial. Este proceso restaura la fertilidad del suelo al reponer los nutrientes que la planta ha absorbido, asegurando su vigor. Con el tiempo, la falta de fertilización provoca el agotamiento del suelo, reduciendo su capacidad de nutrición y afectando la productividad y rentabilidad (Kristalon, 2019).

La fertilización foliar es una técnica agronómica utilizada para suministrar nutrientes, especialmente micronutrientes, directamente a las hojas como complemento a la fertilización del suelo. Su uso permite corregir deficiencias nutricionales en el desarrollo de la planta, satisfacer requerimientos que no han sido cubiertos por la fertilización convencional, mejorar la calidad del producto, regular el ciclo fisiológico de la planta acelerando o retrasando ciertas etapas y reforzar la aplicación de fertilizantes en el suelo (Barrón, 2022).

1.2. PROBLEMA

La falta fertilización adecuada limita el manejo agronómico eficiente del cultivo de cacao, afectando negativamente su productividad y reduciendo su rentabilidad. Este cultivo requiere diversas prácticas culturales esenciales para su desarrollo, donde el manejo agronómico juega un papel clave en la productividad. Entre las labores fundamentales se encuentran el control de malezas, sanidad vegetal, fertilización, riego y poda. Sin embargo, la fertilización es especialmente relevante para lograr altos niveles de productividad.

Durante las fases críticas de floración y cuajado de mazorcas en el cultivo de cacao, una de las limitantes más comunes para alcanzar altos niveles de productividad es la ineficiente nutrición del suelo. Muchos productores desconocen el impacto de una fertilización específica para cada etapa fenológica, lo cual repercute directamente en el desarrollo de estructuras reproductivas y, por ende, en el volumen y calidad de la cosecha.

El cacao no responde favorablemente a esquemas de fertilización centrados en un solo nutriente. Mostrando que la demanda de macro y micro nutrientes son fundamentales para la inducción floral y formación de frutos.

Por esta razón, la presente investigación busca generar información valiosa para contribuir al avance del conocimiento científico sobre el cultivo de cacao. En particular, se evaluó la aplicación de cuatro tipos de fertilizantes foliares químicos con el objetivo de beneficiar a los productores, fortalecer el sector agrícola y promover prácticas sostenibles que preserven el medio ambiente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar la eficiencia de la aplicación de cuatro fertilizantes foliares en el rendimiento de cacao CCN51.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las características agroproductivas del cultivo de cacao.
- Establecer con cuál de los fertilizantes foliares presenta las mejores características agroproductivas.

1.4. HIPÓTESIS

Ho. La eficiencia agroproductiva del cultivo de caco CCN51, no depende de los tipos de fertilizantes foliares.

Ha. La eficiencia agroproductiva del cultivo de caco CCN51, depende de los tipos de fertilizantes foliares.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

El cacao CCN-51 (Colección Castro Naranjal - 51) fue desarrollado en Ecuador en la década de 1960 por el agrónomo Homero Castro Zurita. Su origen se encuentra en un programa de mejoramiento genético cuyo objetivo era obtener una variedad de cacao con alta productividad y resistencia a enfermedades como la monilla y la escoba de bruja, es un híbrido derivado de múltiples cruces entre variedades de cacao, incluyendo IMC-67, ICS-95, Scavina 6, y la serie Trinitario. Se obtuvo mediante selección en la región de Naranjal, provincia del Guayas, de ahí su nombre (Villena, 2021).

2.2. Taxonomía

Según Vargas (2021), la taxonomía del cacao es:

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

2.3. Cacao trinitario

Se originó en Trinidad y se cultiva en diversas regiones del mundo, incluyendo Ecuador, Venezuela, Colombia y el Caribe, híbrido que combina las mejores características del Criollo y el Forastero. Se cultiva en varias regiones del país debido a su buen equilibrio entre calidad y resistencia, este tipo de cacao se

distingue por su sabor complejo, con notas frutales y florales, así como una mayor resistencia a enfermedades en comparación con el Criollo (Requelme, 2020).

2.4. Cacao forastero

También conocido como cacao Amazónico o amargo, es originario de América del Sur. Su principal zona de origen se ubica en la parte alta de la cuenca del Amazonas, específicamente en la región comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Se trata de una variedad altamente diversa que crece de manera silvestre en las zonas altas de Perú, Ecuador y Colombia, así como en las regiones bajas de la Amazonía en Brasil, las Guayanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela, este tipo de cacao se caracteriza por sus estaminoides con tonalidades púrpuras, mazorcas de color verde que contienen más de 30 semillas de tono púrpura, alto nivel de astringencia y bajo contenido de grasa. Dentro de este grupo se incluyen todos los cacaos comerciales cultivados en Brasil, el oeste de África y el este de Asia, además del cacao Nacional de Ecuador y las variedades del bajo Amazonas de tipo amelonado, como Iquitos, Nanay, Parinari y Scavina. Proveniente de Trinidad, este tipo de cacao surge de la hibridación entre las variedades criollo y forastero en distintas proporciones. La mayoría de las variedades de cacao conocidas y cultivadas en todo el mundo pertenecen a este grupo, ya que combinan las características robustas de los forasteros, como la resistencia a enfermedades, con las cualidades destacadas de los criollos, como su calidad y aroma distintivos (Areas, 2021).

2.5. Cacao nacional

Originario de Ecuador, se desarrolla de forma natural en las laderas de la cordillera oriental de los Andes, dentro de la cuenca amazónica. Su exclusividad se mantuvo hasta 1890, cuando comenzó la incorporación de material genético de origen trinitario procedente de Venezuela. Este acontecimiento representó un punto de inflexión en la diversidad genética del cacao ecuatoriano, al combinar las características distintivas de la variedad Nacional con las del Trinitario, lo que contribuyó a enriquecer la historia y la calidad de la producción cacaotera en el país (Franco, 2020).

2.6. Origen del cacao CCN51

El CCN-51 es una variedad de cacao desarrollada en Costa Rica por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), bajo la dirección del Dr. César Castillo en la década de 1980. Este cacao es un híbrido entre las variedades criollo y forastero, creado con el objetivo de mejorar la resistencia a enfermedades como la monilla y la escoba de bruja, así como aumentar la productividad en las plantaciones de cacao. Aunque su sabor no es tan fino como el del criollo, el CCN-51 se destaca por su alta resistencia a plagas y su capacidad de ofrecer un rendimiento constante, lo que lo convierte en una opción popular para la producción comercial de cacao en diversas regiones del mundo (Rios, 2019).

2.7. Adaptación

El cacao CCN-51 se adapta bien a diversas condiciones climáticas y geográficas, destacándose por su resistencia a enfermedades y su alta productividad (Solórzano, 2019).

2.8. Ficha técnica cacao CCN51

Nombre científico:	*Theobroma cacao* L.
Familia:	Malvaceae
Clon	CCN 51
Origen	Ecuador
Pedigrí	ICS-95X IMC-67+Canelos
Precocidad:	24 meses de edad
Productividad:	1 441kg/ha
Compatibilidad:	Autoincompatible
Índice de grano:	1.6 gramos
Índice de mazorca:	15
Mazorcas por año:	26
Color de la mazorca:	Rojo
Almendras por mazorca:	48 (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, 2022).

2.9. Descripción botánica

Variable	Característica
Raíz	Posee una raíz pivotante principal que se adentra en el suelo, proporcionando estabilidad y acceso a agua y nutrientes, sus raíces secundarias se extienden lateralmente, favoreciendo la absorción de minerales esenciales, Se adapta a suelos arcillosos, arenosos y de baja fertilidad, aunque responde mejor en suelos bien drenados (Fertisa , 2022).
Tronco y ramas	Tronco robusto y de crecimiento acelerado, alcanza 10-15 cm de diámetro en árboles adultos, la altura varía entre 3 y 5 metros, dependiendo del manejo de la poda, las ramas principales emergen a partir del verticilo, generalmente entre 1 y 1.5 metros de altura, presentan floración y fructificación en cojinetes florales.
Hojas	Son de forma ovalada, con un color verde brillante en su etapa adulta y una tonalidad rojiza cuando son jóvenes.
Flores	Son pequeñas, de aproximadamente un centímetro de diámetro, y crecen directamente en el tronco y las ramas del árbol en un fenómeno conocido como caulifloria. Presentan cinco pétalos y cinco sépalos de tonos blancos, rosados o rojizos, con una estructura compleja (Carpio, 2021).
Frutos	es una baya grande y alargada que mide entre 15 y 30 centímetros de longitud y puede pesar hasta un kilogramo. Su cáscara es gruesa, rugosa y leñosa, con colores que varían entre verde, amarillo, naranja, rojo o morado según la variedad y el grado de maduración. En su interior contiene de 20 a 50 semillas, comúnmente llamadas granos de cacao, envueltas en una pulpa blanca, mucilaginosa (Castro, 2020).

2.10. Fenología de la floración y formación de frutos

La fenología del cacao comprende las diferentes fases de evolución biológica del cultivo, las cuales están influenciadas por factores climáticos y condiciones ambientales. El desarrollo del cultivo de cacao se divide en dos grandes ciclos: vegetativo y reproductivo. Durante la fase reproductiva, el árbol de cacao atraviesa varias etapas que incluyen la formación del botón floral, floración, fructificación y maduración de la mazorca. Estos procesos están estrechamente relacionados con la disponibilidad de nutrientes, humedad, temperatura y la radiación solar, factores que pueden afectar el rendimiento y calidad del cacao (Cerón, 2020).

2.10.1 Botón floral

Es la primera fase del proceso reproductivo del cacao y corresponde al estado inicial del desarrollo de la flor. En esta etapa, las estructuras florales comienzan a diferenciarse y formarse en las ramas y tronco del árbol. El botón floral se distingue por su tamaño reducido y forma globosa, indicando un desarrollo incompleto. A medida que crece, el botón alcanza aproximadamente 2 cm de diámetro, momento en el cual está listo para abrirse. Durante esta fase, la fertilización foliar con boro (B) y zinc (Zn) puede favorecer la inducción floral y viabilidad del polen, asegurando una floración más eficiente (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador - MAG, 2023).

2.10.2 Floración

Una vez que el botón floral ha completado su desarrollo, la flor se abre y se expone completamente. Este proceso ocurre en las ramas y el tronco del árbol, donde las flores aparecen agrupadas en cojinetes, un fenómeno conocido como caulifloria. La floración del cacao es continua durante todo el año, aunque la mayor intensidad ocurre en épocas húmedas y cálidas. La polinización es fundamental en esta etapa, y está mayormente a cargo de pequeñas moscas del género *Forcipomyia*. Sin una adecuada polinización, el porcentaje de cuajado de frutos es bajo, afectando directamente el rendimiento. El uso de fertilizantes ricos en (K) y (Ca) fortalece las flores y mejora su capacidad de retención en el árbol (Castillo, 2021).

2.11. Requerimiento edafoclimático

2.11.1 Suelos

Prefiere suelos franco-arenosos o franco-arcillosos, con buen drenaje, una profundidad superior a 1 metro para un adecuado desarrollo radicular, Es ideal un contenido de materia orgánica mayor al 3% para mejorar la fertilidad y retención de humedad (Jara, 2022).

2.11.2 pH

La producción de cacao no se ve influenciada de manera considerable por el pH del suelo, ya que la planta posee una gran capacidad de adaptación a diferentes niveles de acidez. Puede crecer tanto en suelos con alta alcalinidad, con un pH superior a 8, como en suelos muy ácidos, con un pH menor a 5 (Castro, 2020).

2.11.3 Precipitación

Requiere una precipitación anual óptima de entre 1500 y 2500 mm, distribuida de manera uniforme a lo largo del año para garantizar un adecuado crecimiento y desarrollo de los frutos. Aunque la planta tolera períodos secos cortos, es sensible a la sequía prolongada, lo que puede afectar la floración y la producción de mazorcas. En zonas con lluvias irregulares, es recomendable implementar sistemas de riego complementario para mantener la humedad del suelo. Un buen drenaje también es esencial para evitar el encharcamiento, ya que el exceso de agua puede provocar enfermedades radiculares y afectar la productividad del cacao. hojas son perennes, mide 20 cm (Carpio, 2022).

2.11.4 Temperatura

El cacao requiere de 22 a 28°C para su desarrollo, aunque puede tolerar valores ligeramente superiores o inferiores. Temperaturas por debajo de 15°C pueden afectar su crecimiento y floración, mientras que temperaturas excesivamente altas, superiores a 30°C, pueden provocar estrés hídrico y reducir la producción. Dado que el cacao es una planta tropical, necesita condiciones cálidas y estables, por lo

que su cultivo se concentra en regiones cercanas al ecuador, donde las variaciones térmicas son mínimas y favorecen su desarrollo óptimo (Carpio, 2022).

2.11.5 Viento

Se desarrolla mejor en regiones donde la velocidad del viento es moderada, generalmente entre 1 y 3 m/s (3.6 a 10.8 km/h), Los vientos fuertes pueden causar daños mecánicos a la planta, como la caída de flores y frutos, la deshidratación excesiva y el quiebre de ramas. Sin embargo, una brisa ligera y constante favorece la polinización, reduce la humedad excesiva en el follaje y ayuda a prevenir enfermedades fúngicas (Areas, 2021).

2.11.6 Altitud

El cacao, por sus características, alcanza su máximo desarrollo y mayor productividad en regiones tropicales, desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. No obstante, también existen cultivos exitosos a mayores elevaciones, entre los 1000 y 1400 metros sobre el nivel del mar, donde la altitud deja de ser un factor determinante en el crecimiento y bienestar de la planta (Franco, 2020).

2.11.7 Luminosidad

Se estima que necesita recibir entre 60% y 80% de luz solar directa para favorecer su crecimiento y producción. Si la luminosidad es inferior al 50%, la productividad se verá afectada negativamente, ya que el cacao es una planta que, aunque se adapta a sombras parciales, también necesita una cantidad adecuada de luz para su fotosíntesis y desarrollo (Pintado, 2020).

2.12. Manejo del cultivo

2.12.1 Preparación de terreno

Primero, se debe limpiar el área de maleza, rocas y restos orgánicos, Posteriormente, se labra el terreno a una profundidad de 20 a 30 cm para aflojar el suelo y facilitar el desarrollo de las raíces, Finalmente, se debe establecer una

cobertura vegetal o árboles de sombra para proteger las plantas jóvenes de la radiación solar intensa (Franco, 2020).

2.12.2 Trazado

Generalmente, las plantaciones se organizan en filas rectas, con una distancia entre las plantas de aproximadamente 3 a 4 metros y entre las filas de unos 3 a 4 metros también, lo que permite un buen flujo de aire, evita la competencia por nutrientes y facilita el acceso para la cosecha. En terrenos más irregulares o en áreas con árboles de sombra, se puede optar por un trazado en curvas de nivel para evitar la erosión y mejorar el drenaje del agua de lluvia. Además, es importante considerar la orientación de las filas, que debe ser norte-sur para asegurar que las plantas reciban la máxima cantidad de luz solar sin sufrir un exceso de exposición (Lamilla, 2022).

2.12.3 Plantación

La distancia de siembra en plantaciones de cacao establecidas varía según el sistema de cultivo y las condiciones locales. Sin embargo, generalmente se recomienda una distancia de aproximadamente 2.5 a 3 y 4 metros entre plantas (Kristalon, 2019).

2.12.4 Control de malezas

Es fundamental para garantizar el crecimiento saludable de las plantas y maximizar la productividad. Las malezas compiten con las plantas de cacao por agua, nutrientes y luz solar, lo que puede limitar su desarrollo y reducir la cosecha. Además, las malezas pueden albergar plagas y enfermedades que afectan al cacao. El control debe ser constante, especialmente en las primeras etapas de crecimiento del cacao, y se recomienda realizar una limpieza regular cada 1 o 2 meses para mantener el terreno libre de competidores. El uso de métodos como la labranza, la cobertura vegetal o el uso de herbicidas selectivos, siempre de manera responsable, ayuda a controlar las malezas sin dañar el cultivo (Morante, 2018).

2.12.5 Poda

Es esencial para mejorar la productividad, la calidad del fruto y salud general de las plantas. Realizar una poda adecuada favorece la circulación de aire y

penetración de luz, lo que reduce la humedad excesiva en el follaje y previene enfermedades fúngicas (Requelme, 2020).

- **Poda de formación**

Se realiza en las primeras etapas del cacao para darle una estructura adecuada. Se eliminan las ramas bajas y se busca que la planta tenga una forma de árbol pequeño, con un tronco principal y ramas laterales bien distribuidas.

- **Poda de mantenimiento**

Se realiza para mantener la planta en buen estado de salud, favoreciendo el crecimiento y la calidad de los frutos. Esta poda se hace de manera periódica para evitar el crecimiento descontrolado y mejorar la eficiencia de la cosecha

2.13. Propagación del cacao

2.13.1 Reproducción sexual

Se realiza a través de semillas obtenidas de frutos maduros y saludables, lo que permite la variabilidad genética y la adaptación a diferentes condiciones ambientales. Para asegurar una buena germinación, las semillas deben sembrarse frescas, ya que pierden viabilidad rápidamente. Antes de la siembra, es recomendable extraerlas de la pulpa, lavarlas y secarlas ligeramente. Se pueden sembrar directamente en viveros o en bolsas con sustrato rico en materia orgánica, manteniendo una humedad adecuada para favorecer el desarrollo de la plántula. La germinación ocurre entre 8 y 15 días, y las plántulas permanecen en vivero entre 3 y 6 meses antes de ser trasplantadas al campo (Pintado, 2020).

2.13.2 Reproducción asexual

Permite obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre, garantizando uniformidad en la producción y resistencia a enfermedades. Los métodos más utilizados incluyen el injerto, donde se une una yema o vástago de una planta productiva a un portainjerto resistente, acelerando el crecimiento y la fructificación. También se emplea la propagación por estacas, que consiste en sembrar fragmentos

de ramas con yemas activas para que desarrollen raíces. Otra técnica es el acodo aéreo, que estimula la formación de raíces en una rama antes de separarla del árbol. Además, el cultivo de tejidos es un método avanzado que permite la multiplicación masiva de plantas en laboratorio. Estos métodos aseguran un cultivo más eficiente, reduciendo el tiempo de producción y manteniendo características genéticas deseables (Barrón, 2018).

- **Ventajas**

  - Se obtienen plantas con las mismas características de la planta madre, asegurando calidad y productividad.
  - Las plantas comienzan a dar frutos en menos tiempo que las obtenidas por semilla.
  - Se pueden propagar árboles con tolerancia a plagas y enfermedades, reduciendo pérdidas.
  - Se mantiene el tamaño, sabor y rendimiento deseado, esencial para la industria chocolatera.
  - Permite combinar variedades de alto rendimiento con raíces resistentes a condiciones adversas.
  - Se optimiza el uso del suelo con árboles más productivos y adaptados al entorno.

- **Desventajas**

  - Las plantas son genéticamente idénticas, lo que puede reducir la capacidad de adaptación a cambios ambientales o nuevas enfermedades
  - Requiere mano de obra calificada y técnicas especializadas como injertos o cultivo de tejidos.
  - Si la planta madre tiene defectos o enfermedades, estos se replicarán en todas las plantas clonadas.
  - Métodos como el injerto y el cultivo de tejidos requieren conocimientos técnicos avanzados.
  - En comparación con la propagación por semillas, se pueden obtener menos plantas en el mismo tiempo.

2.13.3 Técnica de propagación asexual

- **Injerto**

Es una técnica de propagación asexual que consiste en unir una parte de la planta madre (como una yema o un vástago) con un patrón o portainjerto, con el fin de obtener una planta que herede las características genéticas deseadas, como la calidad del fruto y la resistencia a enfermedades. El proceso implica seleccionar un patrón adecuado, realizar una incisión en el tronco del portainjerto y colocar en esa abertura una yema o un vástago de la planta madre. Luego, se asegura la unión con cinta o material adhesivo, y se protege la herida hasta que el injerto se fusiona correctamente con el portainjerto. El tiempo de fusión varía, pero generalmente dura entre 3 y 4 semanas, dependiendo de las condiciones ambientales y la técnica utilizada. Una vez que el injerto está bien fusionado, la planta comienza a crecer y a producir frutos en un tiempo más corto que las plantas propagadas por semilla. (Sanchez, 2019).

2.13.4 Métodos de injerto

- **Injerto de púa lateral**

Este tipo de injerto se realiza en una rama lateral del patrón (planta base) y es uno de los métodos más comunes en la producción comercial de cacao (Sanchez, 2019).

- Se elige una planta que servirá como base para el injerto. El portainjerto debe ser de una especie resistente y debe tener un crecimiento vigoroso. Es fundamental que el patrón tenga un buen sistema de raíces y que sea capaz de soportar la púa.
- Se realiza una incisión lateral en la corteza del patrón, generalmente a una altura de entre 30-45 cm del suelo, asegurándose de cortar con precisión para no dañar la estructura interna de la planta. El corte debe ser limpio y debe alcanzar la corteza (capa de células que produce el crecimiento), que es donde se produce la fusión del injerto.
- La púa es una ramita joven tomada de una planta madre de cacao que tenga características deseables, como buena productividad o resistencia a plagas

y enfermedades. La púa debe ser de tamaño adecuado, generalmente de unos 15-20 cm de largo, y tener al menos una yema activa.

- Se corta la púa en forma de cuña en un extremo para que pueda encajar perfectamente en la incisión realizada en el patrón. El corte de la púa debe ser limpio y de tal forma que el cambium de la púa y el patrón coincidan perfectamente, lo que facilitará la unión y el desarrollo posterior.
- La púa se inserta cuidadosamente en la incisión lateral del patrón. Asegúrese de que las capas más internas de las ramas de la púa y el patrón se alineen adecuadamente para asegurar que se produzca una fusión exitosa.
- Una vez que la púa está unida al patrón, se envuelve el injerto con cinta o material adecuado (como cinta plástica) para asegurar que se mantenga en su lugar. Además, la zona injertada debe protegerse de la desecación y los daños mediante una capa de plastificado o bolsas de plástico para mantener la humedad.
- Durante el proceso de cicatrización, el injerto debe mantenerse en condiciones de alta humedad, sombra parcial y calor moderado. En este tiempo, se debe controlar el injerto regularmente para asegurarse de que la unión se está llevando a cabo correctamente. Normalmente, el injerto se puede retirar de su cubierta de protección después de 3 a 4 semanas, cuando la púa y el patrón se han fusionado (Carpio, 2021)

2.14. Plagas y enfermedades

2.14.1 Plagas

- **Hormigas arrieras (*Atta cephalotes*)**

Causan un daño significativo en los cultivos de cacao al defoliar los árboles, cortando y transportando hojas para cultivar el hongo del que se alimentan. Esta pérdida de follaje reduce la capacidad fotosintética de la planta, debilitándola y afectando su crecimiento, floración y producción de frutos. Además, los árboles defoliados son más vulnerables a enfermedades como la monilla (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), lo que agrava la disminución del rendimiento y la calidad del cacao (INIAP, 2023).

- **Araña roja (***Tetranychus urticae***)**

Se alimentan de la savia de las hojas, perforando las células con sus estiletes y succionando su contenido. Esto provoca un aspecto amarillento o bronceado en las hojas, debilitando la planta y reduciendo su capacidad fotosintética. Con infestaciones severas, las hojas pueden secarse y caer, afectando el crecimiento y la producción de frutos. Además, este ácaro teje finas telarañas en el envés de las hojas, lo que facilita su dispersión y dificulta el control. En condiciones de sequía y altas temperaturas, su proliferación se incrementa, aumentando el riesgo de daño en el cultivo (Valarezo, 2021).

- **Afidos (***Toxoptera auranti***)**

Los brotes tiernos presentan necrosis debido a la presencia de estos pequeños insectos, que miden entre 0.5 y 1.0 mm de longitud. Su cuerpo es globoso y de color gris oscuro, y suelen agruparse en colonias con individuos en diversas fases de desarrollo. Se alimentan de la savia de las plantas y mantienen una relación simbiótica con las hormigas. Para su manejo, es posible utilizar trampas de captura, y en infestaciones severas, aplicar Pirimor (5 g/l de agua). También se puede recurrir al control biológico mediante mariquitas (Carpio, 2022)**.**

- **Esqueletizador de la hoja (***Cerconota dimorpha***)**

Se consideran una de las plagas más relevantes del cacao. En su fase adulta, presentan un color café con manchas y líneas marrón oscuro en las alas inferiores. Son insectos poco activos que suelen mantenerse ocultos en el envés de las hojas, donde la hembra deposita sus huevos de manera dispersa. (Ramirez, 2019).

- **Barrenadores del fruto (***Xyleborus spp***)**

Plaga de gran impacto en el cultivo de cacao, ya que perforan los frutos para depositar sus huevos en su interior. Las larvas se alimentan de la pulpa y las semillas, lo que provoca daños directos en la producción y reduce la calidad del grano. Estas perforaciones también favorecen la entrada de patógenos, acelerando la pudrición y caída prematura de los frutos (Moreno, 2020).

- **Escarabajo de las flores (*Steirastoma breve*)**

Insecto de la familia *Cerambycidae* que afecta la producción del cacao al alimentarse de brotes tiernos y flores. Sus larvas perforan los tejidos internos de las ramas y flores, provocando su caída prematura y reduciendo el rendimiento del cultivo. Los adultos, de color marrón oscuro y antenas largas, también pueden causar daños al alimentarse de hojas y estructuras jóvenes. Para su control, se recomienda el monitoreo constante, poda sanitaria de ramas infestadas, uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y, en casos severos, aplicación de insecticidas bajo supervisión técnica (Jara, 2022).

- **Chinche del cacao** (*Monalonion dissimulatum*)

Su ataque genera necrosis, deformaciones en las mazorcas y caída prematura de flores y frutos, lo que reduce la productividad. Los adultos son de color verde y miden entre 10 y 12 mm, mientras que las ninfas son de color marrón rojizo. Para su manejo, se recomienda el monitoreo constante, la poda de ramas infestadas, el control biológico con depredadores naturales y, en infestaciones severas, el uso de insecticidas selectivos bajo asesoría técnica (Manzaneda, 2019).

2.14.2 Enfermedades

- **Escoba de bruja (*Moniliophtora perniciosa*)**

Una de las enfermedades más destructivas del cacao, ya que afecta brotes, flores, frutos y ramas, causando deformaciones y reduciendo significativamente la productividad. Los brotes infectados desarrollan un crecimiento anormal con un aspecto similar a una "escoba", de donde proviene su nombre. En los frutos, la enfermedad provoca necrosis interna, endurecimiento y momificación, lo que impide el desarrollo de las semillas y reduce la calidad del grano. Además, la presencia del hongo debilita la planta y favorece la propagación de otras enfermedades, impactando gravemente la rentabilidad del cultivo (Guzman, 2024).

- **Mazorca negra (*Phytophtora palmivora*)**

Afecta diversas partes de la planta, como cojinetes florales, brotes tiernos, chupones y plántulas en vivero, causando manchas de color café tabaco en las hojas jóvenes. También es responsable del cáncer en el tronco y las raíces, aunque su mayor daño se observa en los frutos. La infección comienza con la aparición de manchas circulares de color café oscuro, las cuales se expanden rápidamente hasta cubrir toda la mazorca. Puede iniciarse en los extremos o en la parte media del fruto. Si el ataque ocurre en mazorcas pintonas (cercanas a la madurez), las almendras no suelen verse afectadas, por lo que se recomienda cosecharlas separando las sanas de las enfermas para evitar comprometer la calidad del grano. Los frutos afectados pueden secarse y permanecer en el árbol por largos periodos. Las zoosporas, que son estructuras reproductivas del hongo, sobreviven en la hojarasca, los residuos de cosecha y los frutos momificados adheridos al árbol, convirtiéndose en una fuente continua de infección (Cedeño, 2022).

- **Monilla (*Moniliophthora roreri*)**

Es una de las más destructivas en el cultivo de cacao, principalmente afectando los frutos. Se caracteriza por la aparición de manchas de color marrón claro a oscuro en las mazorcas, que se expanden rápidamente, causando deformaciones y necrosis en los frutos. A medida que la infección avanza, se desarrolla una capa de esporas de color blanco o beige sobre la superficie del fruto, lo que indica la presencia del hongo. Con el tiempo, los frutos afectados se pudren internamente y se momifican, permaneciendo adheridos al árbol y sirviendo como fuente de infección. La monilia se propaga rápidamente, especialmente en condiciones de alta humedad, por medio del viento, la lluvia y los insectos, lo que dificulta su control

- **Mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*)**

También conocida como muerte o marchitez súbita, afecta a árboles de cualquier edad, causando inicialmente marchitez y, con el tiempo, la muerte rápida de las plantas. Las pérdidas pueden ser significativas, especialmente cuando el material sembrado es genéticamente homogéneo y susceptible. Aunque su presencia está

confirmada en Honduras, no ha sido un factor limitante importante en la producción de cacao, aunque se registran casos aislados de pérdida de árboles en algunas fincas, atribuidos al mal de machete. El control de la enfermedad mediante el uso de fungicidas no ha tenido éxito, y no se conocen experiencias con control biológico. Sin embargo, se puede gestionar eficazmente eliminando rápidamente los árboles infectados. Todo el tejido de estos árboles (tronco, ramas y raíces) debe ser retirado de la plantación y, preferiblemente, quemado para evitar la propagación del patógeno (Areas, 2021).

2.15. Cosecha

Es una fase crucial en el cultivo, ya que determina la calidad de los granos y, por ende, la producción de chocolate. La cosecha se inicia cuando los frutos alcanzan la madurez. La madurez de la mazorca se aprecia por el cambio de pigmentación, generalmente de verde a amarillo o de rojo a un tono amarillo anaranjado fuerte o pálido, aunque en frutos de coloración roja puede ser menos aparente. La cosecha debe realizarse frecuentemente; en temporada de mayor producción, de manera semanal, en épocas lluviosas cada quincena, y en períodos secos, cada treinta días (Laupa & Ariza, 2022).

2.16. Macronutrientes

El cultivo requiere de varios macronutrientes esenciales para su crecimiento y producción óptima. El nitrógeno es crucial para el desarrollo de hojas y la fotosíntesis, mientras que el fósforo favorece el crecimiento de raíces y la formación de flores y frutos. El potasio regula el equilibrio hídrico, mejora la resistencia a enfermedades y optimiza la producción de frutos. El calcio fortalece las paredes celulares y participa en la división celular, mientras que el magnesio es fundamental para la fotosíntesis y el metabolismo energético. Finalmente, el azufre es importante para la síntesis de aminoácidos y proteínas, esenciales para el metabolismo de la planta. Un adecuado suministro de estos nutrientes es esencial para garantizar un buen rendimiento y calidad en la producción de cacao (Grasso, 2021).

2.17. Micronutrientes

Son elementos esenciales en pequeñas cantidades para el desarrollo del cacao. Entre ellos, el hierro es fundamental para la formación de clorofila y fotosíntesis, mientras que el manganeso participa en la actividad enzimática y formación de proteínas. El cobre está involucrado en la fotosíntesis y resistencia a enfermedades, el zinc es esencial para la síntesis de proteínas y regulación hormonal (Carpio, 2021).

2.18. Fertilización

Proceso mediante el cual se aportan nutrientes esenciales al suelo o directamente a las plantas para optimizar su crecimiento, desarrollo y producción. Se puede realizar de manera química, utilizando fertilizantes sintéticos ricos en macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), o de manera orgánica, mediante compost, estiércol o biofertilizantes que mejoran la fertilidad del suelo de forma natural. Una fertilización adecuada garantiza un equilibrio nutricional, mejora la calidad de los cultivos y contribuye a la sostenibilidad agrícola (Grasso, 2021).

2.19. Fertilización foliar

Una práctica utilizada para corregir deficiencias nutricionales de manera rápida y eficiente, aplicando fertilizantes directamente sobre las hojas. Este método permite una absorción más inmediata de los nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo, potasio, micronutrientes y otros elementos necesarios para el desarrollo del cacao. Se utiliza principalmente en situaciones donde los nutrientes no están siendo absorbidos adecuadamente desde el suelo, ya sea por deficiencia de fertilización o problemas de disponibilidad. La aplicación foliar ayuda a estimular el crecimiento, mejorar la floración y aumentar la producción de frutos (INIAP, 2022).

2.20. Fertilizantes a utilizar

2.20.1 Azosol

Diseñado para mejorar la absorción de nutrientes y promover el crecimiento saludable de las plantas. Este producto se utiliza en diversos cultivos, incluyendo

cacao, para optimizar el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados al suelo y estimular el desarrollo de raíces, hojas y frutos (Rios, 2019).

- **Composición y concentración**

  - Ácidos Húmicos……....20-25%
  - Extractos Orgánicos…….10-15%
  - Nitrógeno (N)…….....5-7%
  - Fósforo (P)…….2-4%
  - Potasio (K)…….4-6%
  - Micronutrientes (Fe, Cu, Zn)….0.5-1%
  - pH……..4.5 - 6.0

- **Ventajas**

Estimulan el crecimiento de las raíces y mejoran la estructura del suelo, mejoran la absorción de nutrientes y fortalecen la planta, fomenta el crecimiento vegetativo y la formación de proteínas y clorofila, mejora el desarrollo de las raíces y la formación de flores y frutos, regula el equilibrio hídrico y fortalece la planta contra enfermedades, contribuyen a diversas funciones metabólicas, como la fotosíntesis y la resistencia a enfermedades, el pH ligeramente ácido favorece la absorción de nutrientes por las hojas (Carpio, 2021).

- **Dosis**

Cacao (*Theobroma cacao* L) 4 l/ha (Barrón, 2018).

2.20.2 Ferti - organ

Es un fertilizante orgánico mineral de concentrado soluble con una fórmula optimizada que ofrece una amplia gama de nutrientes, favoreciendo un excelente crecimiento vegetativo, la floración y la mejora en la fructificación. Contribuye a regular las funciones metabólicas, lo que resulta en cultivos más resistentes a ataques de insectos y hongos, generando altos rendimientos y mejorando la calidad de los frutos al momento de la cosecha (Sanchez, 2019).

- **Composición y concentración**

Nitrógeno (N).....1.06%
Azufre (S).....9.08%
Calcio (Ca O).....3.92%
Magnesio (MgO).....0.36%
Silicio (Si).....0.23%
Materia orgánica (Mo).....16.49%
Carbono orgánico (CO).....5.16%

- **Ventajas**

Su aplicación favorece el fortalecimiento de las plantas, manteniéndolas más vigorosas frente a problemas de plagas. Gracias a su elevado contenido de azufre y calcio, proporciona la energía necesaria para un crecimiento óptimo. Además, rejuvenece el follaje, otorgando mayor consistencia y brillo tanto a las hojas como a los frutos. Estimula un desarrollo más intenso y una mayor fertilidad de las flores, mejorando la cuajada y favoreciendo la precocidad en las plantas (Lamilla, 2022)**.**

- **Dosis**

Cacao (*Theobroma cacao* L) 4 l/ha y Banano (*Musa acuminata*) 4 l/ha

2.20.3 Kristalon

Es una serie de fertilizantes especiales, en forma de sólidos cristalinos de alta solubilidad, diseñados para fertiirrigación. Son adecuados para todo tipo de cultivos, como frutales, hortícolas e industriales, tanto en exteriores como en invernaderos (Kristalon, 2019).

- **Ingredientes activos**

Nitrógeno (N)……20-30%
Fósforo (P)……10-15%
Potasio (K)…….20-30%
Magnesio (Mg)……..2-5%

Azufre (S)……..5-10%
Calcio (Ca)……1-5%
Hierro (Fe)…….0.05-0.1%
Manganeso (Mn)……...0.05-0.1%
Cobre (Cu)……0.005-0.05%
Boro (B)……0.01-0.05%
Molibdeno (Mo)……...0.001-0.01%

- **Beneficios**

- Al ser un fertilizante foliar, Kristalon es absorbido rápidamente por las hojas, lo que permite que las plantas reciban nutrientes de forma más eficiente y directa.
- U alto contenido de nitrógeno favorece el desarrollo de una vegetación fuerte y saludable, promoviendo un crecimiento robusto de las plantas.
- Gracias a su contenido de fósforo y potasio, Kristalon favorece una buena floración y mejora la calidad y cantidad de los frutos, contribuyendo a una mayor productividad. El fósforo presente en Kristalon favorece el desarrollo y la fortaleza de las raíces, lo que mejora la absorción de nutrientes y agua (Kristalon, 2019).

2.20.4 Yara vita

Diseñada específicamente para aplicar nutrientes directamente a las hojas de las plantas, lo que permite una absorción rápida y eficiente de los nutrientes, especialmente cuando las plantas enfrentan deficiencias nutricionales o condiciones que dificultan la absorción de nutrientes desde el suelo (Kristalon, 2019).

- **Composición y concentración**

  - Zinc (Zn) ……..18%
  - Nitrógeno (N)……2%
  - Magnesio (Mg)……..1%
  - Boro (B)…….0.05%
  - Manganeso (Mn)……0.05%

- **Ventajas**

- Ideal para corregir deficiencias de nutrientes específicos como zinc, hierro o boro.
- Estimula la fotosíntesis, lo que se traduce en un crecimiento más vigoroso.
- Al mejorar la salud de las plantas, Yara vita puede ayudar a incrementar la productividad y calidad de los cultivos.
- Adecuado para diversos tipos de cultivos (frutales, hortícolas, industriales) y puede ser utilizado en diferentes fases de desarrollo (Fertisa , 2022).

- **Dosis**

Cacao (*Theobroma cacao* L) 3 l/ha (Valarezo, 2021).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

Se realizó en la provincia Los Ríos, cantón Babahoyo, parroquia Febres Cordero, recinto Tigrillo Bajo.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Descripción	**Valor**
Altitud:	175 msnm
Latitud:	1^0 57´ 19” S
Longitud:	79^0 14´ 17” W
Temperatura máxima:	30^0C
Temperatura mínima:	21^0C
Temperatura media anual:	25^0C
Heliofanía promedio anual:	900 hora/1uz/ año
Precipitación media anual:	850 mm
pH:	6.7
Tipo de suelo:	Franco arcilloso
Humedad relativa media anual:	77 %

Fuente: (Meteobox, 2022)

- **Zona de vida**

La localidad de acuerdo a la zona de vida de Holdridge, L, se encuentra ubicada en el bosque seco montano bajo (bs-MB) (Holdridge, 1979).

3.2. Metodología

3.2.1 Material en estudio

Se utilizó plantas de cacao y fertilizantes foliares

3.2.2 Factores en estudio

Fertilizantes foliares

3.2.3 Tratamientos

Se consideró un tratamiento a cada uno de los fertilizantes, según el siguiente detalle.

Nº. Tratamientos	**Código**
T1	Azosol (4 l/ha)
T2	Ferti organ (4 l/ha)
T3	Kristalon (2.75 l /ha)
T4	Yara vita (3 l/ha)
T5	Testigo

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizó una estadística descriptiva e inferencial

3.2.5 Manejo del experimento en campo

- **Distribución de las unidades experimentales**

La labor se realizó de acuerdo al mapa de campo, dividiendo la unidad experimental por medio de estacas en cuatro tratamientos, donde cada uno de los tratamientos constó de 40 plantas con un distanciamiento de 3 x 3 m entre planta.

- **Identificación de plantas**

Se colocó etiquetas enumeradas en las 10 plantas seleccionadas de manera aleatoria para los análisis.

- **Limpieza del ensayo**

Actividad que se efectuó de forma manual con ayuda de un machete y guadaña, con la finalidad de que las plantas no compitan por agua, luz y nutrientes.

- **Poda fitosanitaria**

Se procedió a eliminar los 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 encuentra en las raíces.

- **Deschuponamiento**

Se realizó el deschuponamiento cada mes de todos los brotes tiernos que salen en el tallo principal, para lo cual se utilizó una tijera de podar la misma que fue desinfectada con alcohol al pasar de planta a planta.

- **Control de plagas**

Se realizó, utilizando un insecticida con ingrediente activo Thiamethoxam + Lambda cyhalothrin en una dosis de 50 ml/20 l de agua con la ayuda de una bomba de aspersión, cubriendo toda la planta, de esta manera se controló las plagas que afectaron al cultivo como larvas y chinches.

- **Control de enfermedades**

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

- **Control químico de malezas**

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

- **Fertilización**

Para cubrir las necesidades nutricionales del cultivo, se aplicó Ferticacao Plus (N 12%, P 4%, K 19%, Ca 5%, Mg 4%, S 3%, Si 3%) un mes después del inicio de la investigación. La dosis utilizada fue de 150 kg/ha, calculando la cantidad que se aplicó en un marco de 3 × 3 m, resulto 140 g/ planta.

- **Cosecha**

Se efectuó cuando las mazorcas alcanzaron su madurez fisiológica, para lo cual se desprendió el fruto del tallo con una tijera de podar previamente desinfectada, con un corte realizado en el pedúnculo al ras de la mazorca.

- **Aplicación de los fertilizantes foliares**

Para la aplicación de los cuatro fertilizantes foliares se efectuó mediante la utilización de una bomba de aspersión y se procedió a realizar una aplicación, cada 30 días en base a las dosis de cada tratamiento detallado.

Producto	**Dosis**	**Cantidad de aplicación**
Azosol	4 l/ha	180 cc/20 l agua
Ferti organ	4 l/ha	180 cc/20 l agua
Kristalon	2.75 l/ha	125 cc/20 l agua
Yara vita	3 l/ha	135 cc/20 l agua
Testigo	Sin fertilizante foliar	Sin dosis

3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuestas)

- **Número de cojinetes florales (NCF)**

Se evaluó por conteo directo todas las inflorescencias, en 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, antes de la aplicación foliar y a los cuatro meses despues de la aplicación.

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

En las 10 plantas seleccionadas al azar por cada uno de los tratamientos se evaluó el número de mazorcas por conteo directo antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

- **Índice de almendras (IA)**

Dato que se registró a los cuatro meses después de la aplicación de los fertilizantes, en base al peso de 100 semillas fermentadas y secas, y se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IA} = \frac{\text{Peso en g de 100 almendra fermentadas y secas}}{100}$$

- **Índice de mazorcas (IM)**

La cantidad de mazorcas requeridas para formar un kilogramo de semilla fermentada y secas. El índice de mazorca se determinó a través de la siguiente fórmula a los cuatro meses después de la aplicación de los fertilizantes.

$$IM = \frac{1000 \text{ Constante de plantas en campo}}{\text{Indice de semillas} * \text{semillas por mazorcas}}$$

- **Almendras por mazorca (AM)**

Esta variable fue registrada por conteo directo observando y palpando que tenga formación de embrión en 10 mazorcas maduras selecionadas de cada uno de los tratamientos, antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

- **Peso de almendra seca (PAS)**

Dato que fue evaluado en cada uno de los tratamientos, en base al peso de 100 semillas secas, que se obtuvieron a través de la acción solar y se tomó el peso en gramos en una balanza de precisión, en cada uno de los tratamientos antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

- **Rendimiento (R)**

El rendimiento en Kg/ha se calculó con la siguiente ecuación matemática antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

$$\frac{Kg}{ha} = \frac{Peso\ de\ semilla * (0{,}40\ \ humedad\ perdida\ en\ seco) * 1\ constante}{\text{número de plantas seleccionada por tratamiento}} * 1000$$

3.2.7 Tipos de análisis

- Prueba de Fisher al 5% y 1%
- Prueba del Tukey al 5%
- Análisis de correlación y regresión lineal simples

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Número de cojinetes florales

Tabla 1

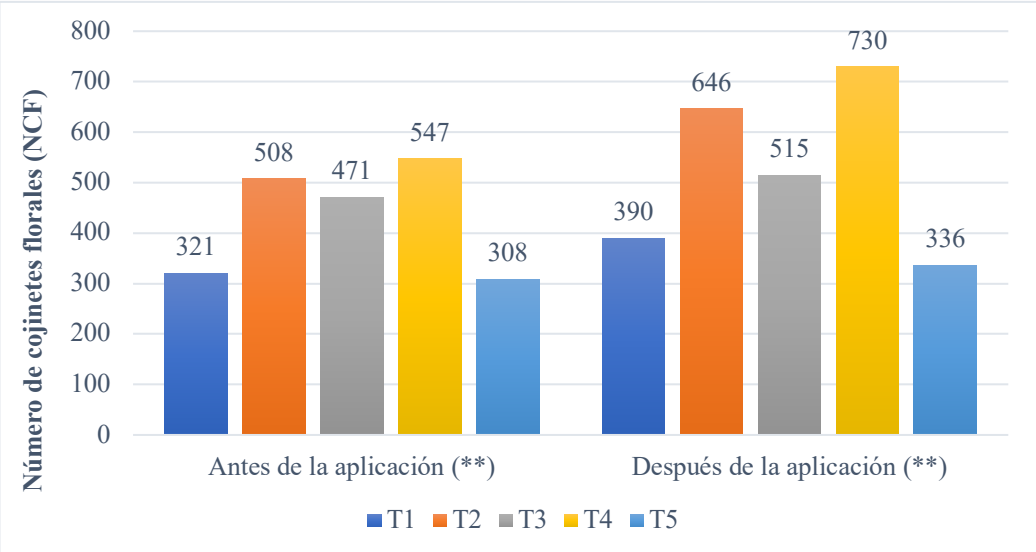
Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	321	AB	390	BC	21.50	AB
2	508	AB	646	AB	27.17	AB
3	471	AB	515	ABC	9.34	AB
4	547	A	730	A	33.46	A
5	308	B	336	C	9.09	B
F	3.41		10.1			
MG:	431		522		21.11	

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

Figura 1

Promedios para el número de cojinetes florales (NCF)



Para el número de cojinetes florales (NCF), se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 547 cojinetes y mínimo de 308 antes de la aplicación. Después de la aplicación de los fertilizantes los valores oscilaron entre un máximo de 730 y un mínimo de 336 cojinetes florales, a pesar de estas variaciones, la media general aumento de 431 a 522 cojinetes florales con un incremento promedio de 21.11 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T4 presentó el promedio más alto de cojinetes florales con 547, lo que evidencia un estado inicial favorable para la formación floral, seguido del T2 con 508, mientras que el T3 alcanzó 471, en cambio que, el T1 registró un promedio inicial de 321, y el testigo T5 fue el más bajo con 308 cojinetes florales. Después de la aplicación de los fertilizantes, se evidenció un incremento en todos los tratamientos, con una respuesta marcada en el T4, que alcanzó 730 cojinetes florales, consolidándose como el más eficiente. Le siguió el T2 con 646, mientras que el T3 con 515 y T1 con 390. El testigo se mantuvo con un promedio bajo de 336 cojinetes florales, demostrando que, sin fertilización, el aumento en estructuras reproductivas es limitado.

Al analizar el incremento, se evidencia que el T4 tuvo el mayor efecto, con un 33.46%, lo que representa un beneficio adicional de 24.36% frente al testigo, que solo incremento en 9.09%. El T2 también mostró una respuesta significativa con un incremento de 27.17%, destacando su eficiencia como fertilizante orgánico. El T1 incrementó en 21.50%, siendo una mejora moderada frente al testigo, mientras que el T3 apenas con un incremento de 9.34%, prácticamente casi igual al tratamiento sin fertilización.

Estos resultados sugieren que T4 Yara Vita es el fertilizante más efectivo para estimular la floración en cacao, debido a su formulación balanceada y su rápida disponibilidad de nutrientes clave como potasio, fósforo, calcio y micronutrientes, fundamentales para el desarrollo reproductivo del cultivo. Ferti Organ (T2) también mostró resultados favorables. En cambio, Kristalon (T3) no presentó una respuesta marcada, posiblemente debido a que su dosis o formulación no se ajusta de forma óptima a las necesidades del cacao durante la etapa de floración.

Estos resultados concuerdan con estudio realizado en plantaciones de cacao en Ecuador, señalan que la aplicación de fertilizantes con alta disponibilidad de potasio y fósforo promueve la floración y formación de cherelles, incrementando el potencial productivo del cultivo (Rosero et al., 2022).

4.1.2 Número de mazorcas por planta

Tabla 2

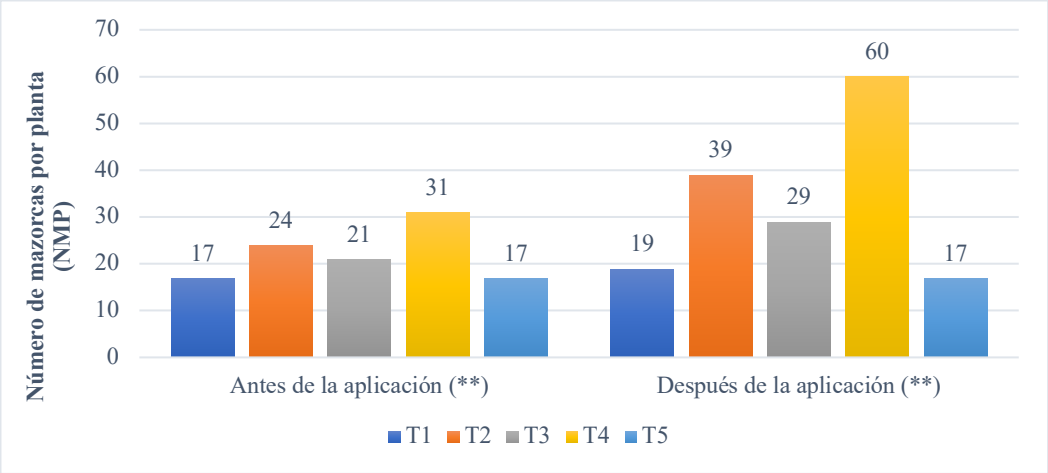
Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	17	B	19	C	11.76	AB
2	24	AB	39	B	62.50	AB
3	21	AB	29	BC	38.10	AB
4	31	A	60	A	93.55	A
5	17	B	17	C	0.00	B
F	5.54		43.2			
MG:	22		32		45.45	

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

Figura 2

Promedios para el número de mazorcas por planta (NMP)



En cuanto al número de mazorcas por planta (NMP), se determinaron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 31 mazorcas y un mínimo de 17 antes de la aplicación. Después de la aplicación los valores oscilaron entre un máximo de 60 y un mínimo de 17 mazorcas, con una media general 32 tras la aplicación con un incremento promedio de 45.45%.

Antes de la aplicación, el T4 mostró el promedio más alto en el número de mazorcas con 31, seguido del T2 con 24, mientras que T3 con 21, el promedio más bajo se registró en T1 y T5 testigo con 17 mazorcas, después de la aplicación se evidenció un incremento notable, el T4, que alcanzó 60 mazorcas, lo que representa un incremento de 93.55 %. El T2 mostró un aumento, llegando a 39 mazorcas, con un 62.50 %, Mientras que T3 presentó 29 mazorcas con un 38.09 %, mientras que T1 tuvo un incremento mínimo del 11.76 %, registrando únicamente 19 mazorcas. El testigo (T5) no mostró variación, permaneciendo en 17 mazorcas, lo que evidencia que sin fertilización no se logra aumentar la productividad.

Estos resultados confirman la eficacia del T4, cuyo alto contenido en nutrientes de rápida asimilación, y micronutrientes esenciales, favoreció procesos fisiológicos claves como la polinización, cuajado de mazorcas. En comparación al T2, al ser un fertilizante orgánico, tuvo un impacto positivo pero de menor valor debido a la liberación lenta de nutrientes, lo que explica por qué su efecto fue menor. Mientras que T3 y T1 mostraron respuestas más bajas, lo que sugiere que sus formulaciones o las dosis aplicadas no se ajustaron de manera óptima a las necesidades del cacao durante la fase productiva.

Estos hallazgos concuerdan con la investigación realizada, quienes reportaron que la aplicación de fertilizantes en potasio y fósforo incrementa significativamente la fructificación del cacao, generando mayores rendimientos en mazorcas. En Ghana, encontraron que los sistemas bajo manejo orgánico presentan mayor biomasa microbiana, mejorando la calidad del suelo, aunque con menor productividad. Esto coincide con el desempeño observado en Ferti Organ (T2), que si bien no alcanzó la eficacia de Yara Vita (T4), tiene el potencial de mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo(Owusu et al., 2021).

4.1.3 Índice de almendra

Tabla 3

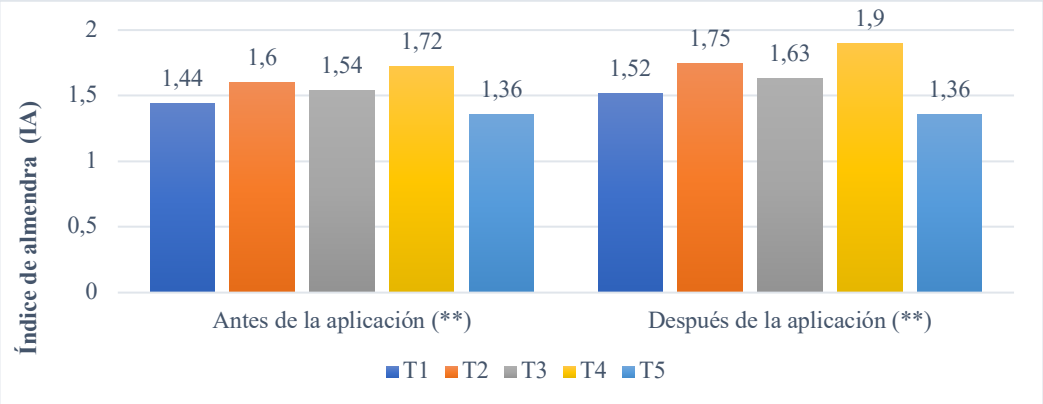
Resultados de los análisis estadísticos en el índice de almendras antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	1.44	AB	1.52	BC	5.56	AB
2	1.60	AB	1.75	AB	9.37	AB
3	1.54	AB	1.63	ABC	5.84	AB
4	1.72	A	1.90	A	10.47	A
5	1.36	B	1.36	C	0.00	B
F	2.53		7.19			
MG:	1.53		1.63		6.54	

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

Figura 3

Promedios para el índice de almendra (IA)



En cuanto al índice de almendra (IA), se determinaron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 1.72 g y un mínimo de 1.36 g antes de la aplicación. Después de la aplicación los valores oscilaron entre un máximo de 1.90 g y un mínimo de 1.36 g, con una media general 1.63 g tras la aplicación con un incremento promedio de 6.54%.

Antes de la aplicación, el T4 presentó el mayor valor con 1.72 g, lo que indica un mejor llenado de grano y potencial calidad de la almendra desde la etapa inicial. Le siguió el T2 con 1.60 g, mientras que el T3 alcanzó 1.54 g. El T1 registró 1.44 g, y el testigo (T5) obtuvo el promedio más bajo con 1.36 g, evidenciando la importancia de la fertilización para mejorar la calidad de la almendra de cacao. Después de la aplicación, se observó un incremento general en el índice de almendra, destacando nuevamente el T4, que alcanzó 1.90 g, lo que representa un 10.47 % de incremento. El T2 mostró un aumento de 1.75 g, con una mejora de 9.38 %, mientras que el T3 subió a 1.63 g, incrementando 5.84 %, en cambio T1 alcanzó 1.52 g, con una mejora del 5.56%, en tanto que el testigo (T5) permaneció sin cambios en 1.36 g, lo cual confirma que la ausencia de fertilización limita significativamente el desarrollo del grano.

En comparación con el tratamiento testigo después de la aplicación, T4 (Yara Vita) mostró el mayor beneficio relativo, superándolo en 39.71 %, seguido por Ferti Organ (T2) con 28.68 %, Kristalon (T3) con 19.85 %, y Azosol (T1) con 11.76 %. Estos resultados demuestran que el uso de fertilizantes, especialmente aquellos de rápida disponibilidad como Yara Vita, tiene un impacto en mejorar el llenado y peso de la almendra, factores clave para la calidad y rendimiento del cacao.

Desde un punto de vista fisiológico, este efecto se atribuye principalmente a la acción del potasio (K) y fósforo (P), nutrientes presentes en mayor concentración en Yara Vita. El K juega un papel fundamental en la translocación de carbohidratos hacia los frutos, mejorando el llenado y tamaño de la semilla, mientras que el P favorece el desarrollo radicular y energía metabólica para la formación de compuestos estructurales en la almendra. Esto explica por qué T4 presentó un incremento mucho mayor en comparación con tratamientos como T2, que, al ser un fertilizante orgánico, libera nutrientes de manera más lenta y progresiva.

El índice de almendra (IA) es un indicador de la calidad, ya que refleja la proporción y peso de las semillas respecto a la mazorca. Estos resultados confirman que la calidad del cacao está estrechamente relacionada con la proporción de semillas en la mazorca. Las mazorcas con un alto índice de semilla tienden a producir semillas

de mayor calidad, que son más grandes, más uniformes con mejor sabor y aroma (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador - Anecacao, 2021).

4.1.4 Índice de mazorca

Tabla 8

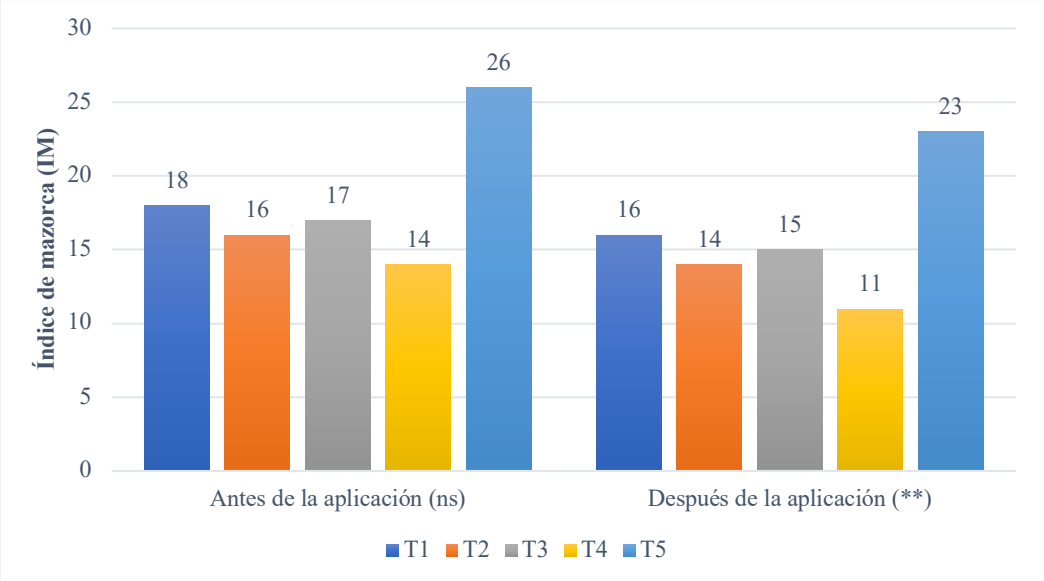
Resultados de los análisis estadísticos en el índice de mazorcas antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Reducción (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	18	A	16	B	-11.11	AB
2	16	A	14	BC	-12.50	B
3	17	A	15	BC	-11.76	AB
4	14	A	11	C	-21.43	A
5	26	A	23	A	-11.54	AB
F	1.53		19.2			
MG:	18		16		-11.11	

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

Figura 4

Promedios para el índice de mazorca (IM)



En cuanto al índice de mazorca (IM), fue similar antes de la aplicación, se registró un máximo de 26 y un mínimo de 14. Después de la aplicación de los fertilizantes se determinaron diferencias altamente significativas los valores oscilaron entre un máximo de 23 y un mínimo de 11 con una reducción promedio de 11.11 %.

Antes de la aplicación, T5 testigo obtuvó el mayor índice de mazorca con 26, seguido del T1 con 18, en cambio que T3 con 17, mientras que T2 con 16, el menor índice de mazorca se registró en el T4 con 14. Después de la aplicación, todos los tratamientos mostraron disminuciones en el índice de mazorca. El T5 testigo pasó a 23, con una reducción de 11.54%, mientras que T1 disminuyó a 16 mazorcas con 11.11%, T3 a 15 con una reducción 11.76% y T2 de 14 a un 12.5%, mientras que T4 registró el menor promedio con 11, presentando una reducción del 21.43%, indicando mayor estabilidad y rendimiento. Estos resultados muestran que este tratamiento logró mantener un índice de mazorca más estable, lo que refleja un efecto positivo del fertilizante en el llenado y número de mazorcas.

El T4, sugiere que el fertilizante aplicado en este tratamiento favorece al desarrollo de las almendras en relación con la mazorca, optimizando el rendimiento productivo mismo que de índice de mazorca indicando que se necesitan menos mazorcas para producir un kilogramo de cacao seco en comparación con otros tratamientos. Esto sugiere una mayor eficiencia en la productividad de cacao seco en términos de la cantidad de mazorcas necesarias para alcanzar el mismo peso seco. El tratamiento T5 mantuvo tanto antes y después de la aplicación la misma cantidad de mazorcas para formar un kilogramo de cacao seco, lo que indica que, la relación entre la mazorca y semillas fue desfavorable. Sin embargo, esta situación puede estar asociada con una menor transferencia de biomasa hacia las almendras, reflejando un desarrollo limitado de las semillas.

Un índice de mazorca más bajo indica una mayor eficiencia en la producción, ya que menos mazorcas son necesarias para producir la misma cantidad de cacao seco. Esto puede ser beneficioso en términos de reducción de costos de producción, mano de obra y recursos (INIAP, 2021).

4.1.5 Almendras por mazorca (AM)

Tabla 5

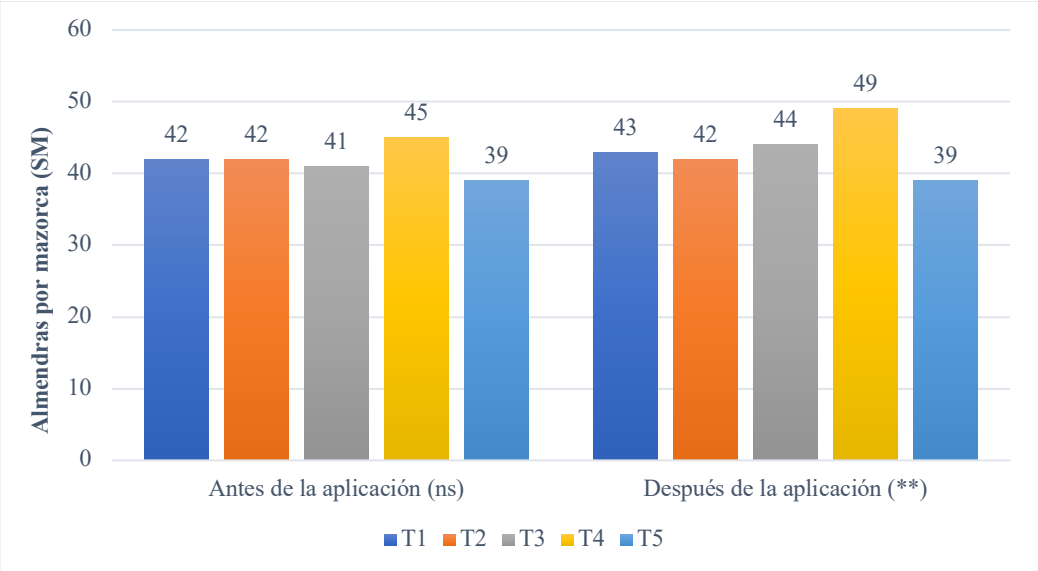
Resultados de los análisis estadísticos para almendras por mazorcas antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (*)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	42	A	43	AB	2.38	B
2	42	A	42	AB	0.00	A
3	41	A	44	AB	7.32	B
4	45	A	49	A	8.89	B
5	39	A	39	B	0.00	A
F	0.69		4.15			
MG:	42		43		2.38	

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

Figura 5

Promedios para almendras por mazorca (IM)



Para almendras por mazorca, fue similar antes de la aplicación, se registró un máximo de 45 almendras y un mínimo de 39. Después de la aplicación de los

fertilizantes se determinaron diferencias altamente significativas los valores oscilaron entre un máximo de 49 y un mínimo de 39 con un incremento promedio de 2.38 %.

Antes de la aplicación, el T4 obtuvo el mayor número promedio de almendras por mazorca con 45, seguido por T2 y T1, ambos con 42, mientras que T3 registró 41. El valor más bajo se presentó en el testigo (T5) con 39 almendras por mazorca, lo que refleja el potencial inicial de cada tratamiento antes de la fertilización. Después de la aplicación de los fertilizantes, se observó un incremento en el número de almendras por mazorca, evidenciando el efecto positivo de la fertilización foliar en el cultivo de cacao. El T4 mantuvo el promedio más alto con 49 almendras por mazorca, lo que representa un incremento del 8.89 % y un 25.64 % más que el tratamiento testigo. El T3 alcanzó 44 almendras, con un aumento del 7.32 %, y mejor en 12.82 % más que el testigo. En T1 llegó a 43 almendras, equivalente a un 2.38 % de incremento y 10.26 % más que el testigo, mientras que el T2 se mantuvo en 42 almendras, sin variación, pero aun así 7.69 % superior al testigo. En cambio que el T5 testigo no presentó cambios, manteniéndose en 39 almendras por mazorca.

Estos resultados reflejan que Yara Vita (T4), aportan nutrientes esenciales que favorecieron el desarrollo y llenado de las almendras, mejorando la productividad del cacao, al presentar la mayor respuesta, se asocia con su contenido equilibrado de micro y macronutrientes, fundamentales para los procesos fisiológicos de la planta. Esto explica el mayor incremento en el número de almendras por mazorca. Por su parte, (T3) mostró un efecto positivo considerable, debido a su aporte de nutrientes solubles de rápida absorción, mientras que Azosol (T1) y Ferti Organ (T2) tuvieron incrementos moderados.

El número de almendras por mazorca también influye en la calidad del cacao producido. Las almendras de cacao más numerosos tienden a ser más pequeños y presentan una mayor proporción de pulpa, lo que contribuye a una mejor fermentación y un sabor más rico y complejo en el producto final, como el chocolate (Carrillo, 2021).

4.1.6 Peso de almendra seca

Tabla 6

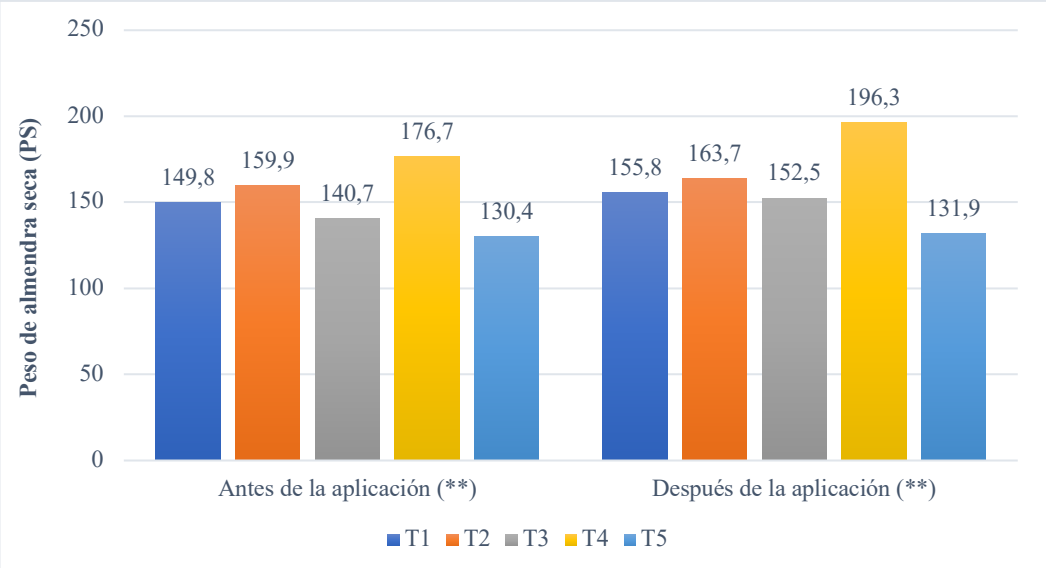
Resultados de los análisis estadísticos para el peso de almendra seca antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	149.8	BC	155.8	B	4.01	AB
2	159.9	AB	163.7	B	2.38	BC
3	140.7	BC	152.5	BC	8.39	C
4	176.7	A	196.3	A	11.09	A
5	130.4	C	131.9	C	1.15	B
F	7.35		15.6			
MG:	152		160		5.26	

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

Figura 6

Promedios para peso de almendra seca (PAS)



Efecto de la aplicación de cuatro fertilizantes foliares en el cultivo de cacao CCN51, para el peso de almendra seca, se determinaron diferencias altamente significativas

antes y depúes de la aplicación, se registró un máximo de 176.7 g y un mínimo de 130.4 g antes de la aplicación. Mientras que después de la aplicación de los fertilizantes foliares los valores oscilaron entre un máximo de 196.3 g y un mínimo de 131.9 g con un incremento promedio de 5.26%.

Antes de la aplicación, el T4 presentó el mayor peso seco promedio de almendras con 176.7 g, seguido de T2 con 159.9 g, mientras que T1 alcanzó 149.8 g. El T3 registró 140.7 g, y el valor más bajo se observó en el T5 testigo con 130.4 g. Esto indica que, antes de la fertilización, ya existía una diferencia marcada, posiblemente por, la disponibilidad de nutrientes inicial del suelo. Después de la aplicación de los fertilizantes, se evidenció un incremento en el peso seco de las almendras, reflejando una mejor acumulación de materia seca. El T4 mantuvo el promedio más alto con 196.3 g, lo que representa un incremento del 11.09 % y una diferencia del 48.8 % frente al tratamiento testigo, que solo alcanzó 131.9 g. El T2 aumentó a 163.7 g, logrando un incremento del 2.38 % y 24.1 % superior al testigo. El T1 alcanzó 155.8 g, con un crecimiento del 4.01 % frente a su estado inicial y 18.1 % más que el testigo, mientras que el T3 presentó 152.5 g, evidenciando un aumento del 8.39 % y 15.6 % superior al testigo. Estos resultados muestran que, todos los tratamientos con fertilizantes superaron al testigo, la magnitud del efecto varió según la composición nutricional de cada producto aplicado.

Se puede inferir que, el mayor efecto observado en T4 (Yara Vita) puede atribuirse a su formulación balanceada de micro y macronutrientes. Estos nutrientes juegan un papel clave en procesos metabólicos relacionados con el transporte de carbohidratos, síntesis de proteínas y formación de compuestos estructurales, lo que promueve una mejor llenado y endurecimiento de las almendras, incrementando así su peso seco. El comportamiento del T2 (Ferti Organ) muestra que los fertilizantes de origen orgánico pueden mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad gradual de nutrientes. Aunque su incremento fue moderado, su 24.1 % superior al testigo refleja un efecto positivo en la producción sostenible a mediano plazo.

Las semillas más grandes y pesadas suelen estar asociadas con una mejor calidad, ya que pueden contener más nutrientes y tienen el potencial de producir plántulas más vigorosas (Freire, 2021).

4.1.7 Rendimiento

Tabla 7

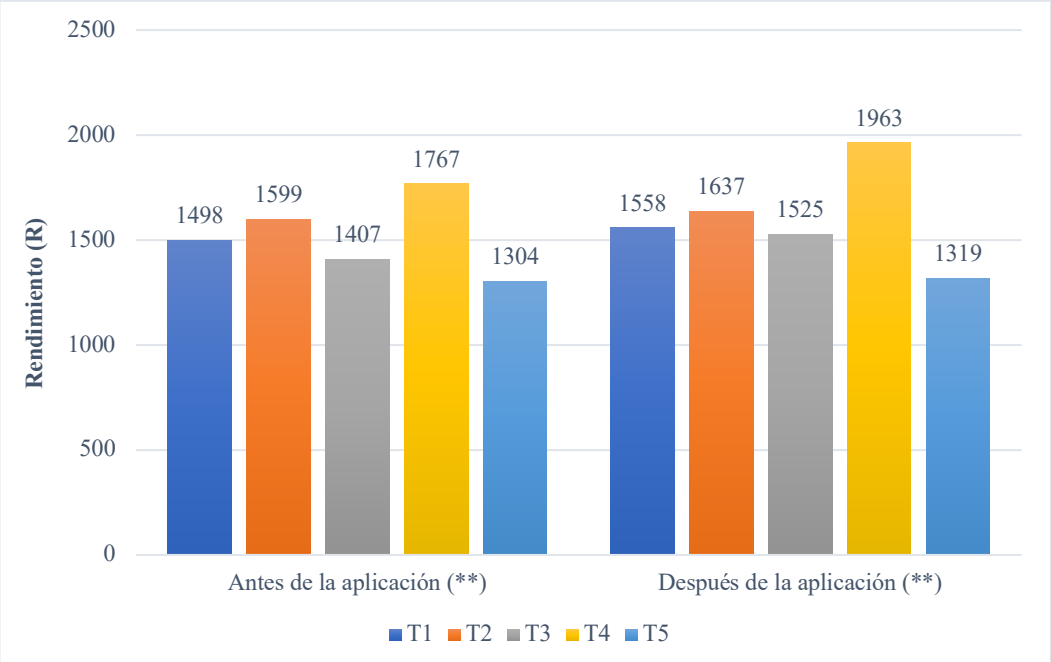
Resultados de los análisis estadísticos para el rendimiento antes de la aplicación y a los cuatro meses después de la aplicación

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	1498	BC	1558	B	4.01	AB
2	1599	AB	1637	B	2.38	BC
3	1407	BC	1525	BC	8.39	C
4	1767	A	1963	A	11.09	A
5	1304	C	1319	C	1.15	B
F	7.35		15.6			
MG:	1515		1600.4		5.64	

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

Figura 7

Promedios para el rendimiento (R)



Efecto de la aplicación de cuatro fertilizantes foliares en el cultivo de cacao CCN51, para el rendimiento, se determinaron diferencias altamente significativas antes y depúes de la aplicación, se registró un máximo de 1963 kg/ha y un mínimo de 1319 kg/ha con un incremento promedio de 5.64% despues de la aplicación.

Antes de la aplicación, el T4 registró el mayor rendimiento con 1 767 kg/ha, seguido de T2 con 1 599 kg/ha, mientras que T1 alcanzó 1 498 kg/ha. El T3 obtuvo 1 407 kg/ha, y el promedio más bajo se registró en el T5 (testigo) con 1 304 kg/ha, lo que evidencia que desde la etapa inicial existían diferencias en la disponibilidad de nutrientes y en la capacidad productiva de cada tratamiento. Después de la aplicación, nuevamente T4 es el más destacado con 1 963 kg/ha, lo que representa un 11.09 % . El T2 incrementó su rendimiento a 1 637 kg/ha, equivale a un 2.38 %, mientras que T1 alcanzó 1 558 kg/ha, con un 4.01 % superior al testigo, en cambio que el T3 con 1 525 kg/ha, representando un aumento de 8.38% y finalmente, el T5 (testigo) mostró un aumento del 1.15 %, lo que confirma que los incrementos logrados se deben principalmente al efecto de los fertilizantes aplicados.

Estos resultados demuestran que la fertilización foliar es una herramienta clave para mejorar la productividad del cacao. El T4 mostró el mayor impacto, con una diferencia absoluta más que el testigo, lo que evidencia su alta eficiencia para mejorar los procesos fisiológicos de la planta. Este comportamiento se relaciona directamente con la composición balanceada de macro y micronutrientes de Yara Vita, entre los que destacan el potasio (K), magnesio (Mg), zinc (Zn) y boro (B).

Comparando estos resultados con investigaciones en Ecuador, se observa una tendencia similar, que el tratamiento con Ferticacao alcanzó un peso seco total de 1345 kg/ha, lo que demuestra que la nutrición balanceada es determinante para incrementar la producción de almendras secas (Flores Anchundia, 2023).

4.1.8. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 8

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

Variables independientes (Xs) componente rendimiento (R).	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2) %
(NCF)	0.67 **	0.72	44.89
(NMP)	0.65 **	0.71	42.25
(IA)	0.64 **	0.76	40.96
(IM)	0.73 *	0.77	53.29
(AM)	0.93 **	0.83	86.49
(PAS)	0.98 **	1	96.04

Nota descripción de la nomenclatura: **= Altamente significativo: *= Significativo

Coeficiente de correlación (r)

En esta investigación, se observó que, dentro de los componentes rendimiento, existieron correlaciones significativas, altamente significativas y positivas despúes de la aplicación de los fertilizantes foliares en las variables: número de cojinetes florales (NCF). número de mazorcas por planta (NMP), índice de almendra (IA), índice de mazorca (IM), almendras por mazorca (AM), y peso almendra seco (PS)

Coeficiente de regresión (b)

Las variables que incrementaron el rendimiento fueron: número de cojinetes florales con un coeficiente de regresión de 0.72, número de mazorcas por planta con 0.71, índice de almendra con 0.76, índice de mazorca con 0.77, almendras por mazorca 0.83, y peso almendra seco 1.

Coeficiente de determinación (R^2)

El mayor incremento en el rendimiento, se obtuvo en las variables indice de mazorca y peso almendra seco con un valor de coeficiente de (R^2) de 96.04%, esto quiere decir que en un 96.04% de incremento, en el rendimiento se debe, al peso de almendra seca.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en la presente investigación, se pudo evidenciar que existió en el mayor número de variables diferencias estadísticas altamente significativas a nivel de tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que la eficiencia agroproductiva del cultivo de caco CCN51, depende de los tipos de fertilizantes foliares.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que el T4, con la aplicación de Yara Vita (3 l/ha), mostró un aumento en el número de cojinetes florales, reflejando una respuesta positiva en el desarrollo de las plantas de cacao. Este incremento permitió obtener más número de mazorcas por planta, equivalente a un 93.55% es por ello que se alcanzó un mayor índice de almendras de 10.47% y una reducción en el índice de mazorcas de 21.43 % dando una respuesta positiva es decir se requiere menos mazorcas para formar un kg de caca seco.

- De acuerdo a los resultados obtenidos el T4 ha demostrado ser eficaz para mejorar el número de almendras por mazorca es decir un incremento de 8.89% indicando que favoreció el desarrollo y llenado de las almendras, mejorando la productividad del cacao. Además incremento el peso seco en un 11.09%, alcanzando una producción total de 1963 kg/ha, resaltando la efectividad del fertilizante debido a su contenido equilibrado de micro y macronutrientes, como zinc (Zn), boro (B), aminoácidos y magnesio (Mg), fundamentales para los procesos fisiológicos de la planta

- Los resultados indican que dentro de los componentes del rendimiento, existieron correlaciones, altamente significativas y positivas despúes de la aplicación de los fertilizantes foliares en las variables: número de cojinetes florales (NCF). número de mazorcas por planta (NMP), índice de almendra (IA), índice de mazorca (IM), almendras por mazorca (AM), y peso almendra seco (PS).

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de Yara Vita a una dosis de 3 l/ha dentro del plan de fertilización del cultivo de cacao, debido a su impacto positivo en el incremento del número de cojinetes florales y almendras por mazorca, así como en la reducción del índice de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco. La aplicación debe realizarse en el desarrollo fenológico del cultivo, como en la etapa de floración, con el objetivo de asegurar una adecuada disponibilidad de micronutrientes como zinc (Zn), boro (B) y magnesio (Mg), los cuales son fundamentales para los procesos fisiológicos de la planta.

- Además implementar un manejo integral del cultivo que complemente la fertilización y permita mantener la eficiencia productiva a largo plazo. Este manejo debe incluir podas sanitarias, que favorezcan la aireación y entrada de luz dentro de la plantación, lo que estimula la floración y reduce la incidencia de plagas y enfermedades. Asi mismo, se debe establecer un programa de control fitosanitario preventivo, especialmente durante las etapas de floración y desarrollo de mazorcas, para prevenir afectaciones por enfermedades como moniliasis y escoba de bruja, que suelen intensificarse en plantaciones con alta carga productiva.

BIBLIOGRAFÍA

Areas, A. (2021). Manejo integrado cultivo de cacao (*Theobroma Cacao* L.): enmiendas edáficas, efecto en la floración y cuajado de fruto. Obtenido de Universidad Tecnica de Machala.

Ayón, M., & Hernández, L. (2021). Efecto de la fertilización mineral en la productividad de cultivos perennes: caso del cacao. Revista Agroecología Tropical, 15(2), 45-56.

Barrón, Y. (2018). INIFAP. Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco Obtenido de : https://ciencia sagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/900

Chicaiza, V., Pérez, J., & Villacrés, M. (2023). Evaluación de compost y biofertilizantes en la floración y producción de cacao en Guayaquil, Ecuador. Journal of Sustainable Agriculture, 8(3), 112-120.

Carpio, J. (2022). MAG. Obtenido de Boletín situacional cultivo de cacao.: https://fliphtml5.com/ijia/conp/Bolet%C3%ADn_Situacional_Cacao_2022

Castro, S. (2020). "Inter-compatilidad genética de seis genotipos seleccionados como parentales en un programa de Mejoramiento Genético de cacao (*Theobroma cacao* L.)". Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5344/1/T-UTEQ-0254.pdf

Cedeño, A. (2022). aracterización de Phytophthora spp. y aplicación de rizobacterias con potencial en biocontrol de la enfermedad de la mazorca negra en *Theobroma cacao* variedad CCN-51. Scientia Agropecuaria. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000400503

Carpio, A. (2021). Preferencia y daño, relacionado al crecimiento del fruto de *Theobroma cacao* L. CCN-51 en dos épocas de producción, Pichari, Cusco,

2015. Obtenido de Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3528/1/TESIS%20AF05_Cce.pdf

Cunin, C., & García, E. (2022). Universidad Estatal de Bolívar. Obtenido de Evaluación de la floracion y formación de frutos en el cultivo de cacao clonal (*Teobroma cacao* L) Aplicando dos tipos de fertilizantes foliares con tres dosis, en el Cantón Ventanas. Obtenido de: https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4545/1/proyecto%20de%20investigacion%20garcia%20adrian-cunin%20carmen.pdf

Flores Anchundia, J. (2023). Efecto de la fertilización en el rendimiento y peso seco de almendras de cacao. Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/

Fertisa . (2022). Portafolio de cacao. Obtenido de MAG impulsa proyecto de reactivación del Cacao Fino y de Aroma.: https://fertisa.com /pdf/portafolio_ 7.pdf

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

Grasso, A. (2021). Manual de buenas prácticas de manejo de fertilización. Asociacion civil Fertizar. Obtenido de https://www.fertilizar.org.ar/subida/BMPN/BPMN_Fertilizar102018.pdf

Guzman, G. (2024). Influencia de estrategias de manejo para escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) patogeno foliar en cacao (*Theobroma cacao* L.), Naranjal Guayas. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de : https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUZMAN%20GUERRERO%20GENESIS%20DE%20LOURDES.pdf

INIAP. (2022). Estación Experimental Litoral Sur. Obtenido de Potencial genético de los materiales de cacao del INIAP.: https://www.worldcocoafoundation.org/wp-content/uploads/files_mf/1473869418FieldTripJ.Quiros.pdf

INIAP. (2023). Cultivo de cacao. Obtenido de Ministerio de agricultura y silvicultura.:https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/plagas1.pdf

Jara, J. (2022). Efecto de alternativas Agroécologicas en el control de chinches plaga en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Milagro. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARA%20GOMEZ%20JOHAN%20EMANUEL.pdf

Kristalon. (2019). Fertilizante foliar. Costa Rica: IICA, San José (Ecuador). Obtenido de Evaluación de cuatro métodos de polinización artificial en cacao (*Theobroma cacao* L.).: https://www.cadubal.com/wp-content/uploads/2016/02/kristalon.pdf

Lamilla. (2022). Control químico de Monilia (Moniliophthora roreri) en el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.),. Obtenido de: http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13087/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON000409.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y: Universidad Técnica De Babahoyo.

Manzaneda, F. (2019). Control del chinche de cacao (*Monaloniondis simulatum* Dist.) con aplicación de Bioinsecticidas en la Región de los Yungas de Bolivia. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 4(1), 31-39. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v4n1/v4n1_a05.pdf

Meteobox. (2022). Meteobox. Obtenido de Tiempo San Carlos, Los Ríos: https://meteobox.es/ecuador/san-carlos-3/

Morante, J. (2021). Importancia de la mosquilla forcipomyia spp. En la polinización y producción del cultivo de cacao (Vol. 11). Colombia: Dialnet.

Moreno, D. (2020). Universidad de Investigación Avaladora. Obtenido de "Determinación de la habilidad combinatoria de 11 materiales de cacao (*Theobroma cacao* L.) de tipo criollo.: https://digi.usac.edu.gt /bvirtual/informes/puirna/INF-2016-44.pdf

Owusu, A., Boateng, R., & Mensah, J. (2021). Soil fertility indices in cocoa agroforests under organic and conventional management. Experimental Agriculture, 57(5), 739-754. Obtenido de https://doi.org/10.1017/S0014479721000024

Pintado, M. (2020). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Caracterización morfológica de la flor de cacao CCN -51(*Theobroma cacao* L.) en la finca "La Chavelita" del Cantón Valencia. Obtenido de: https://es.scribd.com/document/380191829/Caracterizacion-Morfologica-de-La-Flor-de-Cacao-Ccn-51-Theobroma-Cacao-1

Quevedo, L. (2020). Clasificacion taxonomica del cacao. Obtenido de UTB: http://repositorio.utmachala. edu.ec/bitstream/48 000/16142/1/ttuaca-2020-ia-de00025.pdf

Ramirez, O. (2019). "Compatibilidad sexual de Cultivares de cacao para desarrollar propuestas de plantaciones con arreglos polinacionales". Obtenido de FHIA: http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Frutales%20y%20Cafe/Lunes%2029%20abril/7-%20Compatibilidad%20Sexual%20en%20Cacao.pdf

Rosero, P., García, E., & Torres, A. (2022). Influencia del potasio y fósforo en la floración y fructificación del cacao. Revista Ciencia y Producción Agropecuaria, 10(1), 77-85.

Requelme, E. (2020). Evaluación de los parámetros de calidad mediante la identificación de las características organolépticas del cacao de exportación en el Ecuador. Machala, El Oro. Obtenido de: http://repositori o.utmachala. edu.ec/bitstream/48000/16312/1/E-11740_DIAZ%20REQUE LME%20 DENIS%20ES TEFANY.pdf.

Ríos, D. (2018). Universidad Católica del Ecuador. Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de *Theobroma cacao*. Obtenido de: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8660/MONOGRAFIA%20POLINIZADORES%20DEL%20CACAO.pdf;sequence=1

Rios, L. (2019). La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura . Scielo, 18. Obtenido de La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura : https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000300008

Rivera, J. (2021). Universidad de Guayaquil. Análisis dialético incompleto con materiales de Cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional centenario de alta poroducción. Obtenido de: http://repositorio.ug.edu.ec/bi tstream/r edu g/56318/1/Rivera%20Gonzalez%20Jamilex%20Juleisi.pdf

Sari, R., Utami, S., & Yuliani, T. (2023). Effect of liquid organic fertilizer and NPK combination on growth and quality of cocoa seedlings. Journal of Tropical Plant Science, 14(4), 201-210.

Sanchez, H. (2019). Ferti - organ. Obtenido de https://www.horacio-sanchez.com/wp-content/uploads/2020/11/FERTI-ORGANFICHA-TECNICA.pdf

Scheltema, T. (2022). La auto-incompatibilidad en los híbridos de cacao del CATIE : un estudio en la finca "La Lola", Zona Atlántica de Costa Rica. Costa Rica: CATIE. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2646

Solórzano, G. (2019). Hibridación en cacao . Obtenido de INIAP: https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3404

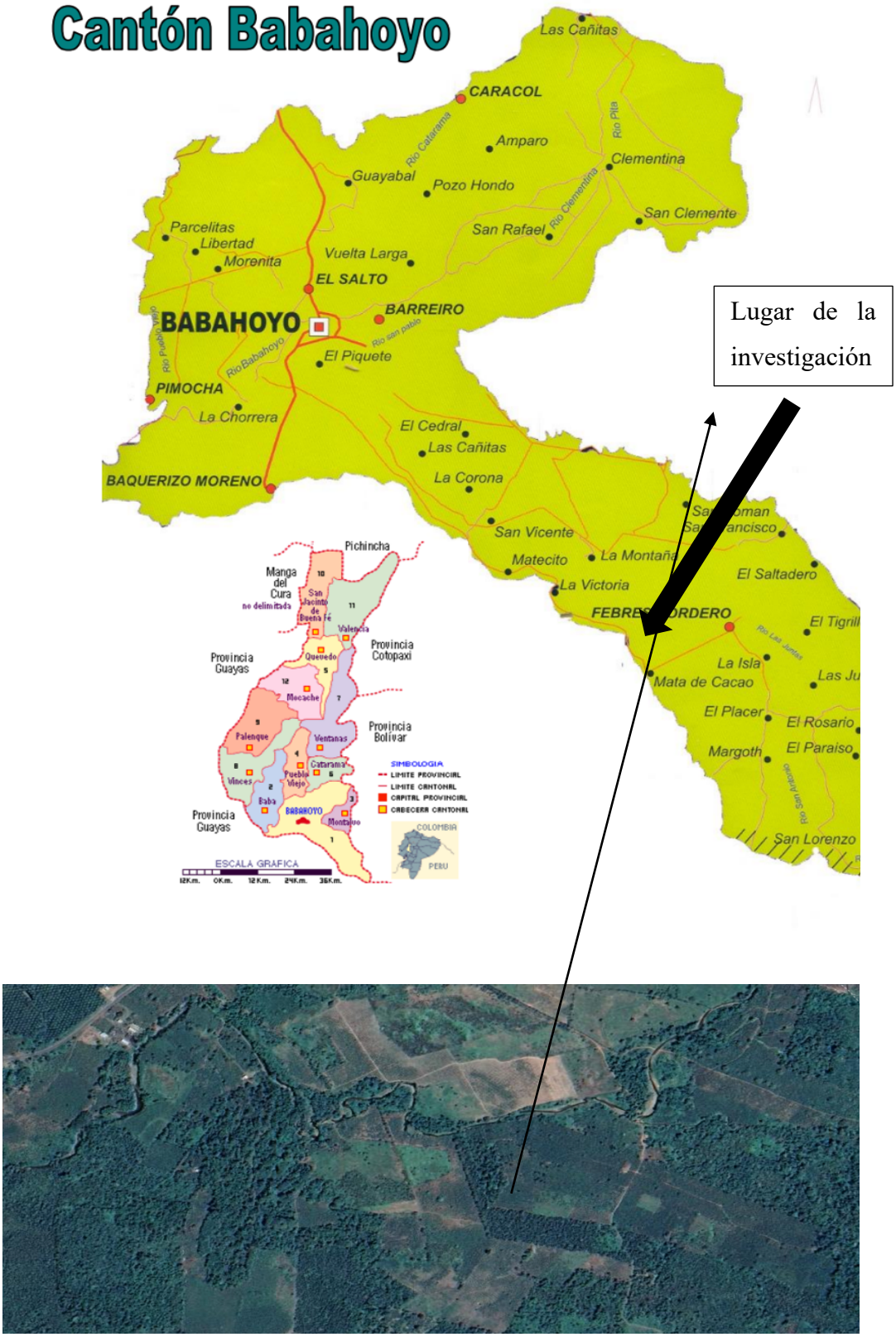
Valarezo, O. (2021). Asociados al cultivo de Cacao en Manabí. Artropodos, 12. Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4798/4/INIAPEEPR2012n7p34.pdf

Vargas, E. (2021). Impacto socieconómico de la producción y comercialización del cacao CCN51 de los pequeños productores del cantón Quevedo. Revista Científica ECOCIENCIA, 2-18.

Villena, O. (2021). Origen del cacao. Obtenido de Cacao móvil.: https://cacaomovil.com/site/guide/el-cacao-en-sistemas-agroforestales-df638640-b491-4be2 -a0e0-479d7b616e5f/9/cual-es-el-origen-del-cacao

Anexos

Anexo 1. Mapa de la ubicación del ensayo.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Babahoyo. (2020). Mapa del cantón Babahoyo

Anexo 2. Croquis del ensayo

TRATAMIENTOS

T2 Ferti organ (4 l/ha)
T1 Azosol (4 l/ha)
T4 Yara vita (3 l /ha)
T3 Kristalon (2.75 l /ha)
T5 Testigo

Anexo 3. Base de datos de las variables evaluadas

Número de cojinetes florales (NCF)										
Antes de la aplicación						Después de la aplicación				
N	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
1	342	315	415	289	289	234	465	456	484	178
2	233	457	321	293	293	102	563	345	654	145
3	337	630	267	231	324	479	609	678	979	134
4	601	645	208	713	428	342	553	556	874	233
5	345	345	373	672	235	273	512	569	743	223
6	231	283	842	423	255	594	494	364	562	541
7	235	782	614	356	374	358	848	273	745	645
8	267	569	984	883	272	350	946	515	563	427
9	409	455	342	878	383	604	790	587	909	453
10	213	597	345	731	223	567	678	802	789	379
∑	3212,10	5078,50	4710,50	5469,00	3076,00	3901,60	6457,60	5144,20	7301,60	3358,00
∪	321	508	471	547	308	390	646	514	730	336

Número de mazorcas por planta (NMP)										
Antes de la aplicación						Después de la aplicación				
N	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
1	30	22	28	34	8	27	30	38	56	12
2	19	36	23	29	12	12	25	39	65	12
3	20	34	30	34	18	30	29	19	58	14
4	23	17	14	27	28	18	45	56	68	21
5	15	30	18	50	13	17	46	23	56	12
6	14	22	20	13	13	12	39	20	53	13
7	12	12	28	22	21	28	42	23	54	15
8	12	13	12	35	23	23	45	23	56	18
9	19	25	20	41	12	14	48	21	68	21
10	7	31	14	22	18	10	38	25	67	30
∑	170,52	242,00	207,00	307,00	166,46	191,57	386,91	287,67	601	168
∪	17	24	21	31	17	19	39	29	60	17

Índice de almendra (IA)										
Antes de la aplicación						Después de la aplicación				
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
1	1,91	1,34	1,8	1,93	1,1	1,23	1,9	1,86	1,98	1,7
2	1,67	1,32	1,9	1,98	1,4	1,56	1,8	1,88	1,78	1,2
3	1,45	1,93	1,5	1,38	1,3	1,32	1,75	1,34	1,89	1,3
4	1,19	1,88	1,5	1,78	1,5	1,45	1,75	1,32	1,78	1,6
5	1,89	1,8	1,4	1,89	1,6	1,16	1,6	1,19	1,98	0,9
6	1,68	1,67	1,6	1,98	1,8	1,45	1,9	1,36	1,89	1,8
7	1,23	1,56	1,45	1,67	1,5	1,56	1,7	1,78	1,89	0,8
8	1,23	1,86	1,1	1,98	1,1	1,91	1,8	1,86	1,93	1,1
9	1,03	1,1	1,45	1,23	1,2	1,8	1,65	1,78	1,98	1,4
10	1,08	1,56	1,7	1,34	1,1	1,8	1,67	1,98	1,89	1,8
Σ	14,36	16,02	15,4	17,16	13,6	15,24	17,52	16,35	18,99	13,6
∪	1,44	1,60	1,54	1,72	1,36	1,52	1,75	1,64	1,90	1,36

Índice de mazorca (IM)										
Antes de la aplicación						Después de la aplicación				
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
1	12	20	11	14	26	17	11	11	10	15
2	12	19	11	11	16	14	15	12	13	23
3	17	13	16	16	96	26	15	17	11	22
4	22	14	15	11	17	16	13	16	11	27
5	12	14	14	13	13	22	13	20	10	24
6	13	15	17	10	15	15	15	19	11	22
7	18	15	18	18	18	15	13	14	11	22
8	21	13	19	10	21	12	12	12	10	23
9	26	18	23	19	17	13	12	13	11	28
10	23	14	29	16	19	10	21	12	11	28
Σ	177	155	174	137	258	160	140	146	109	234
∪	18	15	17	14	26	16	14	15	11	23

Almendras por mazorca (SM)										
Antes de la aplicación						Después de la aplicación				
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
1	44	38	49	38	35	48	47	47	52	38
2	48	40	47	45	45	45	36	43	44	37
3	41	39	43	44	8	29	38	45	49	39
4	38	39	45	50	39	42	44	48	50	41
5	44	40	50	42	47	40	49	43	49	46
6	45	41	37	50	36	45	35	39	48	34
7	44	43	38	34	38	44	45	40	49	39
8	38	40	48	51	44	43	48	45	53	39
9	38	50	30	43	49	42	52	43	44	38
10	41	45	20	48	49	56	28	42	47	43
Σ	421,00	415,00	407,00	445,00	390,00	434,00	422,00	435,00	485,00	394,00
∪	42	42	41	45	39	43	42	44	49	39

Peso de almendra seca (PS)										
Antes de la aplicación						Después de la aplicación				
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
1	150	137	150	189	138	128	178	163	178	112
2	170	130	184	178	110	123	178	197	198	125
3	150	167	135	130	116	152	139	148	189	129
4	128	145	115	160	100	143	167	128	178	121
5	158	178	146	189	165	154	168	143	189	178
6	132	156	143	198	125	156	157	153	199	138
7	168	156	169	167	116	181	168	167	215	129
8	156	190	113	178	135	159	146	141	218	121
9	143	165	123	189	184	202	189	143	198	153
10	143	175	129	189	115	160	147	142	201	113
Σ	1498	1599	1407	1767	1304	1558	1637	1525	1963	1319
U	149,80	159,90	140,70	176,70	130,40	155,80	163,70	152,50	196,30	131,90

Rendimiento (R)										
Antes de la aplicación						Después de la aplicación				
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
1	1500	1370	1500	1890	1380	1280	1780	1630	1780	1120
2	1700	1300	1840	1780	1100	1230	1780	1970	1980	1250
3	1500	1670	1350	1300	1160	1520	1390	1480	1890	1290
4	1280	1450	1150	1600	1000	1430	1670	1280	1780	1210
5	1580	1780	1460	1890	1650	1540	1680	1430	1890	1780
6	1320	1560	1430	1980	1250	1560	1570	1530	1990	1380
7	1680	1560	1690	1670	1160	1810	1680	1670	2150	1290
8	1560	1900	1130	1780	1350	1590	1460	1410	2180	1210
9	1430	1650	1230	1890	1840	2020	1890	1430	1980	1530
10	1430	1750	1290	1890	1150	1600	1470	1420	2010	1130
Σ	14980	15990	14070	17670	13040	15580	16370	15250	19630	13190
∪	1498	1599	1407	1767	1304	1558	1637	1525	1963	1319

Anexo 4.- Fotografías

Distribución de las unidades experimentales




Identificación de plantas




Limpieza del ensayo




Deschuponamiento





Aplicación de los fertilizantes foliares





Métodos de evaluación (Variables respuestas)

Número de cojinetes florales





Número de marca por planta





Indice de almendra y mazorca



Rendimiento



Calidad de semilla para el indice de almendra



Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Cherelles: Cojinetes florales, que pueden marchitarse durante sus primeros desarrollos fenológicos.

Cojinetes florales: Es el conjunto de inflorecencias, anatomicas, morfologicas y fisiologicas en una planta, de cacao, que da origen a un individuo.

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

Híbrido: Cruce de dos variedades o especies con características genéticas distintas para mejorar rendimiento, resistencia o calidad.

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

Intercambio catiónico: Es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH_4 etc.).

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

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

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

Muestreo aleatorio: Selección de muestras de manera no sesgada para obtener datos representativos.

NPK: Es una abreviatura que representa los tres macronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estos elementos

son fundamentales en la composición de fertilizantes y son necesarios para el desarrollo saludable de los cultivos.

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

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

Patógeno del cacao: Hongo que causa la enfermedad conocida como moniliasis, afectando los frutos del cacao y reduciendo la calidad de la cosecha.

Patógeno: Organismo que causa enfermedades, en este contexto, el hongo Moniliophthora roreri

Podas: Son el proceso de recorte o eliminación de partes de las plantas, como ramas, hojas o flores, con el objetivo de controlar su crecimiento, mejorar la estructura, promover la salud de la planta y aumentar la producción de frutos o flores.

Postcosecha: Actividades y procesos que ocurren después de la recolección de cultivos. Esto incluye el almacenamiento, la limpieza, el procesamiento y la distribución de los productos agrícolas con el objetivo de preservar su calidad y maximizar su vida útil.

Producción: Cantidad total de biomasa o cosecha obtenida en un cultivo en un periodo determinado.

Productividad: Es la medida de la eficiencia con la que se utilizan los recursos (como el tiempo, la energía o los insumos) para obtener resultados, generalmente relacionados con la producción de bienes o servicios. En la agricultura, la productividad se refiere a la cantidad de cultivos o alimentos que se producen en relación con los recursos utilizados.

Propagación: Proceso de multiplicar o expandir plantas, ya sea a través de semillas, esquejes, injertos u otros métodos, con el fin de producir nuevas plantas idénticas o similares a la planta madre.

Pulpa: Parte carnosa y comestible de una fruta, generalmente encontrada bajo la piel o cáscara. Contiene los jugos y la mayor parte de la masa de la fruta, y se consume en diversas preparaciones culinarias.

Rendimiento del cacao: Medida de la cantidad y calidad de los granos de cacao producidos por las plantas.

Resistencia fúngica: Capacidad de un hongo para resistir los efectos de un fungicida.

Sensibilidad: Grado de respuesta de la Monilia a las sustancias fungicidas utilizadas.

Sinergia fungicida: Interacción positiva entre dos o más fungicidas que resulta en un efecto conjunto mayor que la suma de los efectos individuales.

Sostenibilidad: Enfoque integral que equilibra la producción agrícola con la conservación ecológica, el bienestar social y la viabilidad económica.

Sustentabilidad: Prácticas agrícolas que conservan los recursos naturales y mantienen la producción a largo plazo sin comprometer el ambiente.

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