UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGROPRODUCTIVAS Y SENSORIALES DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.).

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:

Joselyn Mikaela Granda Encalada
Roberto Vicente Vega Carvajal

Tutor:

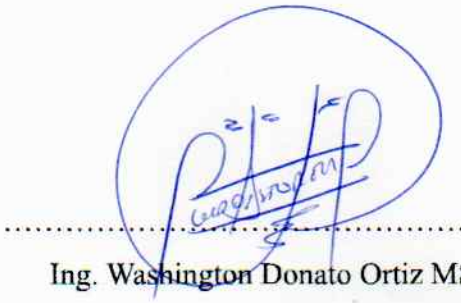
Ing. Jorge Washington Donato Ortiz. M.Sc.

Guaranda – Ecuador

2025

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGROPRODUCTIVAS Y SENSORIALES DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.).

REVISADO Y APROBADO POR:



.....

Ing. Washington Donato Ortiz MSc.

TUTOR



.....

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

DOCENTE LECTOR



.....

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Joselyn Mikaela Granda Encalada, con cédula de ciudadanía 0705997401 y Roberto Vicente Vega Carvajal, con cédula de ciudadanía 1207811629, 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.

Joselyn Mikaela Granda Encalada

Autora

Cl: 070599740-1

Roberto Vicente Vega Carvajal

Autor

Cl: 120781162-9

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Ing. Washington Donato Ortiz MSc.

Tutor

Cl:180196455-0

ESCRITURA Nº 20250201004P01173

DECLARACIÓN JURAMENTADA
OTORGAN:

JOSELYN MIKAELA GRANDA ENCALADA
Y
ROBERTO VICENTE VEGA CARVAJAL

CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIAS

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy martes a los dieciocho dias del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, la señorita **JOSELYN MIKAELA GRANDA ENCALADA,** de estado civil soltera; y, el señor **ROBERTO VICENTE VEGA CARVAJAL,** de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambas estudiantes, domiciliados la primera en la parroquia El Guabo, Cantón El Guabo, provincia El Oro y de paso por este Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve ocho uno cinco cinco uno seis seis uno; y, con correo electrónico jgranda@mailes.ueb.edu.ec; y, el segundo en la parroquia Echeandía, Cantón Echeandía, Provincia Bolívar y de paso por este Cantón Guaranda, con teléfono celular número cero nueve tres nueve ocho cinco siete uno nueve cero; y, con correo electrónico robevega@mailes.ueb.edu.ec, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificaciones, en base lo cual obtengo las certificaciónes biométricas del Registro Civil, ademas por petición expresa de los comparecientes adjunto sus documentos personales como son las cedulas y los certificados de votaciones, como habilitantes a esta escritura. Advertidos los compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de las obligaciónes que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertido sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros: **JOSELYN MIKAELA GRANDA ENCALADA,** de estado civil soltera; y, el señor **ROBERTO VICENTE VEGA CARVAJAL**, de estado civil soltero, declaramos que los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación es de nuestra absoluta autoría, titulado **"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES FERTILIZANTES FOLIARES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGROPRODUCTIVAS Y SENSORIALES DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.)"**, 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, carrera de Agronomía.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo cuanto doy Fe.-------

SRTA. JOSELYN MIKAELA GRANDA ENCALADA.
C.C. 0705997401

SR. ROBERTO VICENTE VEGA CARVAJAL.
C.C 12078-11629

DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

GLCC

Joselyn Granda y Roberto Vega

TESIS_MORF_S.docx

My Files
My Files
Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:530508075

Fecha de entrega
20 nov 2025, 5:50 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
20 nov 2025, 6:01 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_MORF_S.docx

Tamaño del archivo
7.1 MB

99 páginas
19.882 palabras
108.689 caracteres

8% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Exclusiones

- N.° de coincidencias excluidas

Fuentes principales

7% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° 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. Jorge Washington Donato Ortiz. M.Sc.

TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida, por darme sabiduría y nunca dejarme sola.

A mis padres, Elena Encalada y Kleber Granda, por ser el pilar más fuerte de mi vida, gracias por su amor incondicional, por sus sacrificios y por enseñarme el valor del esfuerzo y perseverancia, cada palabra de aliento, apoyo constante y cada consejo que me brindaron se ha convertido en la base sobre la cual se levanta este logro en esta nueva etapa profesional de mi vida.

A mis hermanos, por su apoyo, su compañía y por impulsarme a seguir adelante cumpliendo cada meta que me proponga.

A mi novio, quien desde el cielo me acompaña y cuya presencia marcó mi corazón y su ausencia me enseño el verdadero significado de fortaleza y amor.

Joselyn

DEDICATORIA

Primeramente, agradezco a Dios, fuente de toda sabiduría, por darme la fuerza, la fe y la perseverancia para no rendirme, incluso en los momentos más difíciles. A Él le debo cada paso de este camino. Dedico este logró a mis padres Marisol Carvajal Z y Roberto Vega O, por ser el pilar fundamental en mi vida; Gracias por su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos y por enseñarme que con esfuerzo y humildad todo es posible. Sin ustedes, este logro no tendría sentido.

A mi hermana, Hypatia León, y mi sobrina Beyonce León, por ser mis confidentes, mi apoyo incondicional y mi ejemplo de fuerza; Gracias por su cariño constante, sus palabras de aliento y por estar siempre, incluso en la distancia. Este logro también es de ustedes.

Roberto

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de culminar nuestra etapa universitaria, iluminando nuestro camino en los momentos de oscuridad, por brindarnos fortaleza para superar cada obstáculo presentado.

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar por abrirnos las puertas del conocimiento, brindarnos una formación integral y profesional. A todos sus docentes, por compartirnos su tiempo, experiencia y enseñanzas que marcaron nuestra formación académica.

A nuestro tutor el Ing. Washington Donato, por su orientación constante, su paciencia y compromiso durante todo el desarrollo de esta investigación. Gracias por sus valiosos aportes, por su dedicación y por guiarnos con respeto y sabiduría en cada etapa del proceso.

A nuestros pares lectores el Ing. Kleber Espinoza e Ing. Sonia Fierro, por el tiempo dedicado a revisar, observar y enriquecer este trabajo con sus comentarios y sugerencias que contribuyeron para su mejora.

A cada persona que, de una u otra forma, aportaron a la culminación de este proyecto, les expresamos nuestro más sincero agradecimiento.

Joselyn & Roberto

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 Objetivo Específicos 4

1.4. HIPÓTESIS..... 5

CAPÍTULO II 6

2. MARCO TEÓRICO..... 6

2.1. Origen..... 6

2.2. Taxonomía..... 6

2.3. Cacao Nacional 6

2.4. Descripción botánica..... 7

2.4.1 Raíz 7

2.4.2 Tronco y ramas..... 7

2.4.3 Hojas 7

2.4.4 Flores..... 8

2.4.5 Fruto 8

2.5. Fenología de la flor 8

2.5.1 Floración 8

2.5.2 Cuajado 9

2.5.3 Madurez..... 9

2.6. Requerimientos edafoclimáticos del cacao 9

2.7. Manejo del cultivo..... 10

2.7.1 Preparación de terreno..... 10

2.7.2 Trazado..... 11

2.7.3 Dimensiones del hoyo..... 11

2.7.4 Siembra 11

2.7.5 Control de malezas..... 12

2.7.7 Poda..... 12

2.8. Producción 13
2.9. Propagación del cacao 14
2.9.1 Propagación sexual 14
- Ventajas 14
2.10. Propagación asexual 14
- Ventajas 14
2.11. Técnica de propagación asexual 14
2.11.1 Injerto 14
2.12. Métodos de injertos 15
2.12.1 Injerto púa lateral 15
2.13. Plagas y enfermedades del cacao 15
2.13.1 Plagas 15
- Chinches (*Monalonion dissimulatum* Dist.) 15
- Barrenadores del fruto (*Xyleborus* spp) 16
- Hormigas arrieras (*Atta cephalote*s) 16
2.13.2 Enfermedades 17
- Escoba de bruja (*Moniliophtora perniciosa*) 17
- Mal del machete (*Ceratocystis fimbriata*) 18
- Mazorca Negra (*Phytophtora palmivora*) 18
- Monilla *(Moniliophthora roreri*) 19
2.13 Requerimiento nutricional del cultivo 20
2.14. Macronutrientes 21
- Deficiencia 21
- Exceso 21
2.15. Micronutrientes 21
- Deficiencia 22
- Exceso 22
2.16. Fertilización 22
2.17. Fertilización foliar 22
2.18. Fertilizantes a utilizar en la investigación 23
2.18.1 Magnet-B 23
- Ingredientes activos 23

- Beneficios 24
- Dosis 24

2.18.2 Yara Vita 24

- Ingredientes activos 24
- Beneficios 24
- Dosis 25

2.18.3 Trop UP 25

- Ingredientes activos 25
- Beneficios 25
- Dosis 25

2.19. Cosecha 25

2.21.1 Sensorial 26

2.21.2 Evaluación sensorial 27

2.21.3 Sabor y aroma 27

2.21.4 Sabores básicos 27

2.21.5 Sabores específicos 28

CAPÍTULO III 29

3. MARCO METODOLÓGICO 29

3.1. Ubicación de la investigación 29

- Localización de la investigación 29
- Situación geográfica y edafoclimática 29
- Zona de vida 29

3.2. Metodología 29

3.2.1 Material en estudio 29

3.2.2 Factores en estudio 30

3.2.3 Tratamientos 30

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico 30

3.2.5 Manejo del experimento 30

- Distribución de la unidades experimentales 30
- Identificación de plantas 30
- Control de malezas 30
- Poda fitosanitaria 31

- Poda de mantenimiento o deschuponamiento 31
- Control de plagas 31
- Control de enfermedades 31
- Fertilización edáfica 31
- Aplicación de los fertilizantes foliares 31
- Cosecha 32
- Fermentación 32
- Secado 32

3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuestas) 32

- Nivel de competencia de copas (NCC) 32
- Número de cojinetes florales por planta (NCF) 33
- Número de flores abiertas por planta (NFA) 33
- Número de mazorcas por planta por planta (NMP) 33
- Almendras por mazorca (SM) 33
- Índice de almendras (IA) 33
- Índice de mazorcas (IM) 34
- Peso de almendra seca (PAS) 34
- Análisis organoléptico 34

3.2.7 Análisis de datos 35

CAPÍTULO IV 36

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 36

4.1.1.Nivel de competencia de copas (NCC) 36

4.1.2.Número de cojinetes florales por planta (NCFP) 38

4.1.3.Número de flores abiertas por planta (NFAP) 40

4.1.4.Número de mazorcas por planta (NMP) 42

4.1.5.Almendras por mazorca (AM) 44

4.1.6.Índice de almendra (IA) 46

4.1.7.Índice de mazorca (IM) 48

4.1.8.Peso de almendra seca (PAS) 50

4.1.9.Análisis organoléptico (AO) 52

4.1.10.Análisis de correlación y regresión lineal 56

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 58

CAPÍTULO V 59
5.1. CONCLUSIONES 59
5.2. RECOMENDACIONES 60
BIBLIOGRAFÍA 61
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados de los análisis estadísticos en el nivel de competencia de copas, a los seis meses después de la aplicación.	36
2	Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por planta antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.	38
3	Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores abiertas por planta antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.	40
4	Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación	42
5	Resultados de los análisis estadísticos para almendras por mazorcas antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.	44
6	Resultados de los análisis estadísticos en el índice de almendras antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación	46
7	Resultados de los análisis estadísticos en el índice de mazorcas antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.	48
8	Resultados de los análisis estadísticos para el peso de almendra seca antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.	50
9	Resultados de los análisis estadísticos para el aroma, sabor y textura de almendra de cacao a los seis meses.	52
10	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el peso de almendra seca (variable dependiente Y).	56

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Promedios para el nivel de competencias de copas (NCC)	36
2	Promedios para el número de cojinetes florales por planta (NCFP).	38
3	Promedios para el número de flores abiertas por planta (NFAP).	40
4	Promedios para el número de mazorcas por planta (NMP)	42
5	Promedios para almendras por mazorca (IM)	44
6	Promedios para el índice de almendra (IA)	46
7	Promedios para el índice de mazorca (IM)	48
8	Promedios para peso de almendra seca (PAS)	50
9	Promedios para el aroma de almendra (A)	52
10	Promedios para el sabor de almendra (S)	53
11	Promedios para el textura (T)	54

ÍNDICE DE ANEXOS

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

RESUMEN

En Ecuador la producción de cacao enfrenta diversas limitaciones que afectan su rendimiento y calidad, entre ellas la insuficiente disponibilidad de nutrientes esenciales durante las fases críticas de desarrollo del cultivo. Además la evaluación sensorial es una de las herramientas más confiables y fundamentales para los fabricantes de chocolate. Es por ello que en la investigación realizada se determinó el efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares sobre las características agroproductivas y sensoriales de cacao nacional. Los objetivos planteados fueron: i) Establecer con cual de los tratamientos utilizados, se presentan las mejores características agroproductivas en el cultivo. ii) Identificar las características sensoriales en cada uno de los tratamientos. En esta investigación se aplicó estadística descriptiva e inferencial. Se utilizó cuatro tratamientos: T1 Magnet B (0.50 l/ha), T2 Yara Vita (1.50 l/ha), T3 Trop UP (1.50 l/ha), y T4 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 nivel de competencia de copa, número de cojinetes florales, número de flores abiertas, número de mazorcas por planta, almendras por mazorca, índice de almendra, índice de mazorca, peso almendra seca y análisis organoléptico. Se determinó que el T3, Trop UP (1.5 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, en un 53.33 % es por ello que se alcanzó un mayor índice de almendras 14.63% y una reducción en el índice de mazorcas de 35.29% dando una respuesta positiva es decir se requiere menos mazorcas para formar un kg de caca seco. Además, demostrado ser eficaz para mejorar el número de almendras por mazorca en un 19.05% de incremento indicando que favoreció el desarrollo y llenado de las almendras, con ello incremento el peso seco en un 14.72 %, resaltando la efectividad del fertilizante con un analisis sensorial, de textura cremosa, indicando un refinado eficiente y homogéneo, con una acidez moderada favorable, relacionada con una fermentación adecuada, con notas frutales típicas del cacao Nacional, lo que demuestra un proceso de fermentación homogéneo.

Palabras claves: sensorial, organoléptico, almendras, competencia, cojinetes

ABSTRACT

In Ecuador, cocoa production faces several limitations that affect its yield and quality, including the insufficient availability of essential nutrients during critical stages of crop development. Furthermore, sensory evaluation is one of the most reliable and fundamental tools for chocolate makers. Therefore, the research conducted determined the effect of applying three foliar fertilizers on the agricultural and sensory characteristics of domestic cocoa. The objectives were: i) To establish which of the treatments presented the best agricultural and sensory characteristics in the crop. ii) To identify the sensory characteristics of each of the treatments. This research applied descriptive and inferential statistics. Four treatments were used: T1 Magnet B (0.50 l/ha), T2 Yara Vita (1.50 l/ha), T3 Trop UP (1.50 l/ha), and T4, a control without fertilization. The evaluation was carried out in two stages, before and four months after application. The type of analysis, Fisher's test at 5%, Tukey's test at 5%, maximums, minimums, general mean and correlation analysis and linear regression. Various variables were evaluated, such as level of crown competition, number of flower pads, number of open flowers, number of pods per plant, almonds per pod, almond index, pod index, dry almond weight and organoleptic analysis. It was determined that T3, with the application of Trop UP (1.5 l / ha), showed an increase in the number of flower pads, reflecting a positive response in the development of cocoa plants. This increase allowed to obtain more pods per plant, by 53.33%, which is why a higher almond index was achieved 14.63% and a reduction in the pod index of 35.29% giving a positive response, i.e., fewer pods are required to form a kg of dry pod. Furthermore, it has proven effective in improving the number of almonds per ear by 19.05%, indicating that it favored the development and filling of the almonds, thereby increasing the dry weight by 14.72%. The fertilizer's effectiveness is highlighted by a sensory analysis of the creamy texture, indicating efficient and homogeneous refining, with a favorable moderate acidity, related to adequate fermentation, with fruity notes typical of Nacional cacao, demonstrating a homogeneous fermentation process.

Keywords: sensory, organoleptic, almonds, competition, bearings

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

En 2022, la producción mundial de cacao alcanzó aproximadamente 5.87 millones de toneladas, cultivadas en una superficie de alrededor de 11.9 millones de hectáreas, lo que da un rendimiento promedio de 492 kg/ha. Los principales países productores fueron Costa de Marfil (2.23), Ghana (1.11) e Indonesia (0.67 millones de. Toneladas métricas), representando conjuntamente cerca del 68% de la producción mundial. En América Latina, Brasil, Perú, Ecuador y República Dominicana emergen como los principales países productores, contribuyendo con un sólido 25% del total mundial (Alcivar, 2022).

Ecuador es reconocido por su cacao fino de aroma y ha mantenido una posición destacada en la producción mundial. En 2022, la producción anual de cacao en el país alcanzó las 200 000 tm, cultivadas en aproximadamente 350 028 ha. Para 2023, se registraron 573 832 ha dedicadas al cultivo de cacao, con una producción de 703 740 tm. Según datos aproximadamente el 80% de la producción nacional de cacao se concentra en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas, El Oro y Santa Elena (Ministerio de Agricultura y Ganadería - MAG, 2023).

En 2022, la provincia de Los Ríos consolidó su posición como líder en la producción cacaotera del Ecuador. Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), a nivel nacional Los Ríos aportó con el 22.2% de la superficie total y concentró el 30,9% de la producción nacional. En términos de rendimiento, Los Ríos alcanzó una productividad de 0.9 t/ha, superando a provincias como Guayas y Manabí, que registraron rendimientos de 0.8 t/ha y 0.5 t/ha (ESPAC, 2022)

Los fertilizantes foliares juegan un papel fundamental en el cultivo del cacao, ya que permiten una absorción rápida y eficiente de nutrientes esenciales a través de las hojas, optimizando el desarrollo y productividad de la planta. Este tipo de fertilización es especialmente útil en momentos críticos del ciclo de crecimiento,

como la floración y formación de frutos, cuando la demanda de nutrientes es elevada. Entre sus principales beneficios, es que ayudan a corregir deficiencias nutricionales de manera inmediata, mejorando la fotosíntesis, resistencia al estrés hídrico y tolerancia a enfermedades. Además, complementan la fertilización del suelo al proporcionar micronutrientes clave como zinc, boro, manganeso y magnesio, que influyen en la calidad y rendimiento del cacao (Verdezoto, 2022).

La caracterización agroproductiva es un método fundamental para la evaluación de cultivos, el cual comprende una fase crítica de recolección de datos basada en el uso de descriptores morfológicos, fisiológicos y productivos. Estos descriptores corresponden a atributos observables como las características del fruto, semilla, entre otrosque poseen alta heredabilidad y presentan baja variabilidad frente a las condiciones ambientales, lo que los convierte en herramientas confiables para la identificación de los cultivos (Instituto Internacional de Recursos Fitogenticos - IPGRI, 2021).

La evaluación sensorial es una de las herramientas más confiables y fundamentales para los fabricantes de chocolate, ya que les permite determinar si un tipo específico de cacao es adecuado para sus productos. A través de este análisis, se pueden medir, analizar e interpretar las reacciones sensoriales que generan las características organolépticas del cacao. Estas características son percibidas principalmente a través de los sentidos de la vista, olfato y gusto, cada uno desempeñando un papel clave en la experiencia sensorial. La vista permite evaluar la apariencia del chocolate, incluyendo su color, brillo y uniformidad. El olfato, por su parte, es esencial para identificar el perfil aromático del cacao, que puede incluir notas frutales, florales, especiadas, amaderadas o terrosas, dependiendo de su origen. Finalmente, el gusto permite detectar la complejidad del sabor, analizando su dulzura, acidez, amargor y astringencia, así como la presencia de matices que enriquecen la percepción del chocolate (Orellana, 2021).

1.2. PROBLEMA

La producción de cacao enfrenta diversas limitaciones que afectan su rendimiento y calidad, entre ellas la insuficiente disponibilidad de nutrientes esenciales durante las fases críticas de desarrollo del cultivo. A pesar de que la nutrición mineral juega un papel determinante en la fisiología de la planta, en muchas plantaciones se observa una fertilización deficiente o mal equilibrada, lo que repercute negativamente en el crecimiento, producción de mazorcas y características sensoriales del cacao nacional.

La escasa implementación de estrategias eficientes en el cultivo mediante fertilización foliar, puede ser variable y depende de la concentración, frecuencia de aplicación y condiciones climáticas. Sin datos concluyentes sobre qué tipo de fertilizante proporciona los mayores beneficios en términos de crecimiento, producción y calidad sensorial, los agricultores incurren en costos innecesarios sin obtener mejoras significativas en su producción.

Uno de los principales desafíos técnicos en el cultivo de cacao consiste en la realización de estudios rigurosos que evalúen con precisión el efecto de distintas formulaciones de fertilizantes aplicados vía foliar sobre el desarrollo vegetativo, reproductivo y calidad del grano. Es importante destacar que la calidad del cacao no está determinada únicamente por el rendimiento agronómico, sino también por sus atributos organolépticos como aroma, sabor y textura, los cuales inciden directamente en su aceptación comercial. No obstante, existe una limitada disponibilidad de investigaciones científicas orientadas al análisis sensorial del grano, lo cual restringe la capacidad de los productores para adoptar prácticas de manejo que optimicen simultáneamente la productividad y calidad final del producto.

Es por eso importante mencionar que la investigación, surge la necesidad de evaluar el efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares sobre las características agroproductivas y sensoriales del cacao, con el fin de generar información científica que optimice su manejo y mejore la rentabilidad del cultivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares sobre las características agroproductivas y sensoriales de cacao nacional.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Establecer con cual de los tratamientos utilizados, se presentan las mejores características agroproductivas en el cultivo.
- Identificar las características sensoriales en cada uno de los tratamientos.

1.4. HIPÓTESIS

Ho. Las características agroproductivas y sensoriales del cultivo de cacao nacional, no dependen de los tipos de fertilizantes foliares empleados.

Ha. Las características agroproductivas y sensoriales del cultivo de cacao nacional, dependen de los tipos de fertilizantes foliares empleados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

El cacao tiene su origen en la cuenca del Amazonas, en América del Sur. Se cree que las primeras plantas de cacao crecieron en la región amazónica de Ecuador y Perú. Posteriormente, su cultivo y uso se extendieron hacia América Central y México. Las antiguas civilizaciones mesoamericanas, como los mayas y los aztecas, fueron de las primeras en cultivar y utilizar el cacao. Lo empleaban para preparar una bebida llamada "xocolatl," que era amarga y se consumía en ceremonias religiosas y eventos especiales. El cacao también tenía un valor significativo como moneda y se utilizaba en transacciones comerciales. Con la llegada de los colonizadores, el cacao fue llevado a Europa (Velázquez, 2022)

2.2. Taxonomía

Según Quevedo (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 Nacional

Originario del Ecuador, tiene su hábitat natural en las laderas de la cordillera oriental de los Andes, ubicada en la cuenca amazónica. Mantuvo su exclusividad hasta 1890, año en el que se inició la introducción de material genético proveniente de Venezuela de origen trinitario. Este evento marcó un cambio en la diversidad

genética del cacao ecuatoriano, fusionando las características únicas de la variedad nacional con las del trinitario, enriqueciendo así la historia y la calidad de la producción cacaotera en el país (Borja, 2022).

2.4. Descripción botánica

2.4.1 Raíz

El cacao exhibe dos tipos de raíces que desempeñan funciones cruciales en su posición y distribución de nutrientes. La raíz principal, también conocida como raíz pivotante, cumple la función de proporcionar anclaje y sostenimiento a la planta. Por otro lado, la raíz secundaria, situada a una profundidad de aproximadamente 30 cm, desempeña un papel vital al revitalizar la planta al facilitar la absorción de nutrientes necesarios para su desarrollo (Chávez, 2019).

2.4.2 Tronco y ramas

Se origina cuando una planta es a partir de una semilla sexual, el tronco o tallo vital se desarrolla verticalmente hasta una altura de 0.8 a 1.5 m. de forma, dando comienzo a una especie de mesa, molinillo o verticilo (Dorantes, 2019).

2.4.3 Hojas

Se caracterizan por ser simples y enteras, y su pigmentación puede variar ampliamente, siendo la mayoría de un tono verde bastante variable. Sin embargo, algunas plantas de cacao presentan hojas jóvenes que están notoriamente pigmentadas en tonos que pueden incluir marrón claro, morado o rojizo. En contraste, también se encuentran hojas de cacao de un color verde pálido, prácticamente sin pigmentación. El pecíolo de las hojas que se encuentran en el tronco principal, que es ortotrópico, generalmente es largo y presenta un pulvinus bien definido. En cambio, el pecíolo de las hojas en las ramas laterales es más corto y su pulvinus está menos desarrollado. El tamaño de las hojas de cacao varía significativamente, a las condiciones del entorno; en condiciones de menor iluminación, las hojas tienden a ser más grandes, mientras que, en condiciones de mayor iluminación, suelen ser más pequeñas (León, 2020).

2.4.4 Flores

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

2.4.5 Fruto

Es el resultado de la maduración del ovario de la flor fecundada. En esta descripción es apropiado indicar que hay frutos que nunca maduran por falta de semillas y abortan; son llamados frutos paternocarpicas. Dentro de su clasificación botánica el fruto de cacao es una drupa, normalmente conocido como mazorca tanto el tamaño como la forma de los frutos varían ampliamente dependiendo de sus características genéticas, el medio ambiente donde crece y se desarrolla el árbol, así como el manejo de la plantación las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor variando según tipo y especie. Los jóvenes frutos son víctimas de una verdadera hecatombe: 20 a 90 % de los frutos tiernos mueren (Galud, 2021).

2.5. Fenología de la flor

2.5.1 Floración

Es un proceso continuo en condiciones tropicales, aunque suele intensificarse en ciertas épocas del año dependiendo de la humedad y temperatura. Las flores se

desarrollan directamente sobre el tronco y ramas principales, fenómeno conocido como caulifloria. Estas estructuras florales son pequeñas, hermafroditas y nacen en cojinetes florales los cuales contienen entre 4 y 8 flores. Para que ocurra la polinización, es fundamental la acción de pequeños insectos, especialmente dípteros del género Forcipomyia. Esta etapa es altamente sensible a factores climáticos, y una floración abundante no siempre garantiza alta producción si la polinización no es eficiente (Garcia, 2022).

2.5.2 Cuajado

Tras una polinización exitosa, solo un pequeño porcentaje de flores logra convertirse en fruto. El proceso de cuajado implica la fecundación del óvulo y el inicio del desarrollo del ovario, que se transforma en una pequeña mazorca. Esta fase es crítica y puede verse afectada por el estrés hídrico, deficiencias nutricionales o ataques de patógenos, lo que puede provocar aborto de frutos. Durante el cuajado, se requiere una adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente calcio y boro, que participan en la formación de tejidos y división celular (Orellana, 2019).

2.5.3 Madurez

La maduración del fruto de cacao toma 5 meses desde el cuajado hasta alcanzar su punto óptimo de cosecha. Durante este período, la mazorca experimenta un cambio progresivo en su coloración (verde a amarillo, o rojo a anaranjado, según la variedad) y una acumulación de azúcares, lípidos y compuestos aromáticos en las almendras. El desarrollo del fruto también está acompañado por un aumento en el tamaño y endurecimiento de la cáscara. Una cosecha realizada antes o después del momento ideal puede afectar seriamente la calidad del grano, el proceso de fermentación y, por ende, el perfil organoléptico del chocolate (Cordova, 2019).

2.6. Requerimientos edafoclimáticos del cacao

El cacao es cultivado en altitudes que van desde casi el nivel del mar hasta los 1,200 metros sobre el nivel del mar, con una altitud óptima situada entre 500 y 800 metros sobre el nivel del mar. Este cultivo demanda suelos con texturas que abarcan desde franca hasta franco-arcillosa y franco-arenosa, caracterizándose por contener un 30-

40% de arcilla, un 50% de arena y un 10-20% de limo. Es fundamental contar con un buen drenaje, ya que esta característica es esencial y altamente deseable para su desarrollo (Orellana, 2019).

Las zonas más propicias para el cultivo de cacao presentan una temperatura media anual entre 25 y 26 °C. Por debajo de esta temperatura, se observa una reducción del crecimiento vegetativo, la floración y el desarrollo de los frutos. La luminosidad también desempeña un papel crucial; se considera que una intensidad lumínica inferior al 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% los aumenta en plantaciones ya establecidas (Arévalo, 2019).

En términos de humedad, el cacao prospera con un rango de humedad relativa del 70 al 80%. Además, para obtener un rendimiento óptimo en la cosecha, el cacao requiere precipitaciones adecuadas, con un intervalo ideal de 1500 a 2000 mm. El pH del suelo también es un factor relevante, y el cacao se desarrolla de manera óptima cuando el pH se sitúa en el rango de 6.0 a 6.5, lo que favorece la obtención de buenos rendimientos (Baudilio, 2020).

2.7. Manejo del cultivo

2.7.1 Preparación de terreno

La limpieza del terreno, conocida como “roza” es una práctica crucial en el cultivo de cacao que consiste en la eliminación de malezas, arbustos y vegetación no deseada antes de la siembra. Esta actividad prepara el suelo para la plantación, mejorando las condiciones para el establecimiento de las plantas de cacao. La roza ayuda a reducir la competencia por nutrientes, luz y agua, y disminuye la incidencia de plagas y enfermedades al eliminar posibles hospederos. Además, facilita el manejo posterior del cultivo, como la aplicación de fertilizantes y el control de malezas. Realizada de manera cuidadosa y sostenible, la roza puede incluir el uso de herramientas manuales o mecánicas y debe evitar prácticas que provoquen la erosión del suelo o la pérdida de su fertilidad. Esta limpieza inicial es fundamental para asegurar un buen inicio del cultivo y promover un crecimiento saludable y vigoroso de las plantas de cacao (Orellana, 2019).

2.7.2 Trazado

El trazado y la balizada son pasos esenciales en la preparación del terreno para el cultivo de cacao, asegurando una plantación ordenada y eficiente. El trazado implica la planificación y marcación del terreno para definir la disposición de las plantas de cacao. Esto incluye establecer las líneas de siembra, las distancias entre plantas y entre filas, y las ubicaciones de los canales de drenaje y caminos de acceso. Un trazado adecuado considera factores como la topografía del terreno, la orientación del sol y la dirección del viento, optimizando el uso del espacio y los recursos naturales. La balizada garantiza que las plantas de cacao se siembren de manera uniforme y ordenada, lo que facilita su manejo y cuidado a lo largo del tiempo. Además, una correcta balizada permite un acceso fácil para las labores agrícolas, como el riego, la poda y la cosecha, y asegura que los sistemas de drenaje funcionen eficientemente, evitando problemas de encharcamiento (Paredes, 2021).

2.7.3 Dimensiones del hoyo

Una vez que se ha llevado a cabo el trazado y la demarcación de las ubicaciones destinadas para las futuras plantas de diversas especies en el sistema de producción de cacao, el siguiente paso implica abrir hoyos de dimensiones específicas: 0,3 metros de ancho, 0.3 metros de largo y 0.3 metros de profundidad. Estas dimensiones permiten el desarrollo de un sistema radicular saludable para las plantas. Durante la excavación de los hoyos, se debe separar la capa superior de suelo, que abarca los primeros 10 centímetros y contiene una mayor cantidad de materia orgánica, y colocarla en un lado, mientras que el suelo más profundo se ubica en el otro lado. De este modo, al momento de plantar las plántulas, el suelo de la capa superior se coloca en la parte inferior del hoyo y el suelo más profundo se sitúa en la parte superior del hoyo (Galud, 2021).

2.7.4 Siembra

La distancia de siembra recomendada para clones es de 3 x 3m para una densidad de 1111 plantas/hectárea; y, para híbridos de 3 x 4 m para una densidad de 833 plantas/hectárea (Riera, 2020).

2.7.5 Control de malezas

El control de las hierbas no deseadas que surgen en la plantación desempeña un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de los árboles, especialmente cuando son jóvenes. Este manejo eficaz es esencial, ya que las plantas de cacao pueden aprovechar los nutrientes y la humedad del suelo sin enfrentar competencia, lo que resulta en una menor incidencia de plagas (Sánchez, 2021).

2.7.6 Riego

El riego en el cultivo de cacao es un aspecto fundamental en el manejo agronómico, ya que influye significativamente en el desarrollo y rendimiento de los árboles. Este proceso se realiza para garantizar un suministro adecuado de agua, especialmente en épocas de sequía o en regiones con estaciones secas pronunciadas. El cacao requiere un régimen de riego bien planificado para mantener un equilibrio hídrico óptimo, ya que el estrés hídrico puede afectar negativamente la producción y calidad de los granos. La aplicación de riego debe adaptarse a las necesidades específicas de cada etapa fenológica del cacao, como la floración, el cuajado y el llenado de los frutos. Un suministro adecuado de agua favorece el desarrollo de las flores, la formación de mazorcas y la maduración de los granos. Además, el riego contribuye a prevenir la caída prematura de las flores y frutos, asegurando una mayor tasa de cuajado (Vargas, 2022).

2.7.7 Poda

La poda se lleva a cabo en las plantas de cacao que hayan cumplido el año y medio en campo, implicando la eliminación de chupones, ramas superfluas y secciones enfermas o muertas del árbol. Esta práctica impacta directamente en la evolución y producción de las plantas de cacao, al limitar la altura de la planta y reducir la probabilidad de enfermedades (Carrillo, 2021).

- **Poda de formación:** Se inicia al año de haber establecido la plantación y consiste en lograr un rápido desarrollo del área foliar del árbol, para lo cual se eliminan o cortan las puntas de las ramas que van hacia abajo (suelo). Se

debe propiciar un crecimiento erecto de la planta. La poda de formación tiene por objeto estructurar las plantas con ramas proporcionadas y bien orientadas, formadas a 21 una altura conveniente. Para eliminar brotes tiernos indeseables debe hacerse en forma manual (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, MPCEIP, 2022).

- **Poda de mantenimiento:** Se realiza a partir de los dos años de edad manteniéndose durante la vida útil de la planta. El objeto de esta poda es mantener la arquitectura de los árboles, disponer el follaje de modo tal que facilite la llegada de la luz solar a las hojas favoreciendo la fotosíntesis y controlar la altura de la plantación (Andrade, 2019).

- **Poda fitosanitaria:** Consiste en eliminar todas las partes de la planta defectuosas, enfermas, débiles y cruzadas así mismo se debe retirar todos los frutos enfermos para evitar la propagación de las enfermedades.

- **Poda de regeneración:** Se realiza en plantaciones viejas con el objetivo de renovar el área de producción (Anna, 2020).

2.8. Producción

La producción mundial de cacao alcanzó las 4700 toneladas durante el periodo 2019, experimentando un crecimiento anual compuesto del 3.7%. Costa de Marfil y Ghana son los principales contribuyentes, concentrando aproximadamente el 63% de la producción global. En Latinoamérica, Ecuador destaca como el principal productor de cacao, exportando 160800 toneladas en en comparación con las 101337 toneladas del año anterior, logrando un notable crecimiento anual, equivalente al 19.73% (Dorantes, 2019).

El cacao ecuatoriano, reconocido internacionalmente como "fino de aroma", desempeña un papel crucial en el mercado global. En 2020, Ecuador consolidó su posición como líder al comercializar más del 60% de la producción mundial de cacao de alta calidad. Este logro no solo refuerza la reputación del país como un proveedor confiable, sino que también lo posiciona como el principal abastecedor de materia prima para la elaboración de exquisitos chocolates finos en la industria

europea y norteamericana. El cacao "fino de aroma" de Ecuador se ha convertido en un elemento primario altamente codiciado en la industria chocolatera internacional (Gaibor, 2021).

2.9. Propagación del cacao

2.9.1 Propagación sexual

Una de las formas comunes de propagación en el sistema vegetativo surge al sembrar semillas en la capa superficial del suelo, lo que facilita la germinación de las yemas y desarrollo de las raíces (INIAP, 2022).

- **Ventajas**

Presenta una arquitectura fácil de manejar y su desarrollo o plantación son fáciles de producir (Moreno, 2020).

2.10. Propagación asexual

Este método se clasifica como un clon de la planta, esta característica se manifiesta a través de la unión de gametos, es decir, no involucra una relación entre una planta madre y padre; más bien, implica la extracción de estacas o ramas para su propagación (Ríos, 2023).

- **Ventajas**

En termino de producción es alta y muy precoz en la planta, su homogeneidad es igual y su tamaño (Sotomayor, 2019).

2.11. Técnica de propagación asexual

2.11.1 Injerto

El injerto es un proceso mediante el cual se fusionan dos partes distintas de una planta con el fin de crear una nueva. Implica insertar los botones florales de una planta de alta calidad en otra, permitiendo que vivan en este nuevo huésped y produzcan frutos adicionales.

La importancia de obtener injertos de plántulas de cacao son las siguientes:

- Aguante a plagas y enfermedades
- Mayor adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas
- Mejorar la productividad (Muentes, 2021).

2.12. Métodos de injertos

Estos métodos son la base de la plantación de cacao, pudiendo simplificar su desarrollo y mejorar su producción siendo las más utilizadas (León, 2020).

2.12.1 Injerto púa lateral

Su principal característica es disponer de 3 yemas activas para su injertación, a diferencias del anterior esta técnica tiene un índice de adaptabilidad alto se deben seguir las siguientes actividades:

- Elegir el patrón.
- Prepara un segmento de bareta que contenga 3 a 4 yemas activas.
- Cortar al patrón por una lateral con profundidad de 3 a 4 cm.
- Enfundar el injerto y aproximadamente a los 30 días realizar su desatado.
- Permite copiar árboles frutales con alta producción y calidad de frutos.
- Aprueba unir a una planta (patrón), otra variedad (INIAP, 2022).

2.13. Plagas y enfermedades del cacao

2.13.1 Plagas

- **Chinches** (*Monalonion dissimulatum* Dist.)

Perteneciente a la familia Cimicidae, la chinche maloliente se destaca como una plaga primaria que se alimenta de las mazorcas tiernas del cacao, introduciendo un salivazo tóxico que origina protuberancias en la mazorca en desarrollo. Estas protuberancias, posteriormente, generan áreas necróticas en el fruto. En ocasiones, se ha observado que el veneno producido por este insecto puede incluso afectar las ramas del cacao (Chávez, 2019).

El ataque de las chinches malolientes perjudica la masa de cacao, y este tipo de chinche tiene la capacidad de transmitir esporas contaminantes de un cacao enfermo a uno sano. Este problema suele asociarse a la ausencia de sombra. Las ninfas y los adultos pueden atacar los frutos, dejando lesiones distintivas que son fácilmente identificables (Riera, 2020).

Control

Se debe emplear insecticidas de contacto y acción sistémica, como los formulados a base de imidacloprid, acetamiprid o tiametoxam en dosis de 0.75 l/ha, respetando siempre los períodos de carencia y rotación de ingredientes activos para evitar resistencia. Es fundamental realizar monitoreos constantes (Arévalo, 2019).

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

Las hembras ponen los huevos en los frutos inmaduros y las larvas hacen galerías dentro de ellos, provocando una coloración pardo oscuro o café oscuro que invade parcial o totalmente la mazorca (Bassantes, 2021).

Control

El uso de insecticidas sistémicos o acción translaminar como el fipronil, aplicado en fases tempranas de desarrollo del fruto en dosis de 0.75 l/ha,. También puede considerarse el uso de trampas cebadas con atrayentes (Carrillo, 2021).

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

Son insectos de cabeza grande y mandíbulas fuertes, se caracterizan por hacer cortes semicirculares desde el borde hasta llegar a la nervadura central de la hoja. También cortan botones florales, mazorcas pequeñas ocasionando pérdidas en la producción (Arévalo, 2019).

Control

Se emplean cebos granulados en dosis de 1kg/ha, formulados con sulfluramida o fipronil, que son transportados por las obreras al interior del nido, eliminando la

colonia desde su base. Es importante aplicar los cebos en las tardes o al anochecer, cuando hay mayor actividad forrajera (León, 2020).

2.13.2 Enfermedades

En el cultivo de cacao, los productores enfrentan a desafíos significativos, y uno de los problemas más comúnes es la presencia de enfermedades que pueden generar pérdidas de hasta un 80% en la producción de las plantaciones. Entre las afecciones más críticas se encuentran la Mazorca Negra, causada por *Phytophthora palmivora*, la Moniliasis, ocasionada por *Moniliophthora roreri*, la Escoba de Bruja, asociada con *Moniliophthora perniciosa*, y el Mal del Machete, provocado por *Ceratocystis fimbriata*. Estas enfermedades representan amenazas significativas para la productividad del cacao y requieren estrategias efectivas de manejo para preservar la salud y rendimiento de las plantaciones (Castillo, 2021)

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

Esta plaga ataca diversas partes de la planta de cacao, incluyendo brotes, cojines florales, ramas y frutos, afectando los tejidos en crecimiento y provocando el desarrollo de hipertrofias o "deformaciones". En los brotes, se generan hinchamientos que eventualmente se secan. Cuando el ataque es severo en los brotes de la copa de la planta, se produce un estrés que impacta negativamente en la producción. En los cojines florales, se observa la transformación de los pedúnculos florales en brotes, dando lugar a la formación de frutos con una apariencia similar a la chirimoya, los cuales también se momifican (Galud, 2021).

En los tejidos afectados, después de secarse, emergen las estructuras de propagación del hongo causante de la escoba de bruja. Estas estructuras adoptan la forma de paragüitas, presentando un tono rosado y teniendo la capacidad de producir hasta un millón de esporas (Moreno, 2020).

Control

El uso de fungicidas debe ser preventivo y complementario a las labores culturales, ya que la eficacia directa sobre tejidos infectados es limitada. Se recomiendan

aplicaciones dirigidas a cojines florales, brotes jóvenes y puntos de alta incidencia con productos como:

- Cobre (oxicloruro de cobre, hidróxido de cobre): tiene acción preventiva y ayuda a reducir la esporulación.
- Cymoxanil + propineb: fungicidas sistémicos de acción preventiva y curativa moderada.
- Aplicaciones foliares cada 15-21 días en época crítica, en dosis de 1.75 l/ha, especialmente en condiciones de alta humedad (Bassantes, 2021).

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

Esta enfermedad tiene un impacto devastador al destruir árboles completos, lo que conlleva a pérdidas potencialmente elevadas. El proceso de ataque se manifiesta a través de lesiones en los troncos y ramas principales, pudiendo llevar a la muerte rápida de un árbol. Los primeros sintomas incluyen marchitez y amarillamiento de las hojas, señales que indican que el árbol ya ha sucumbido. En un lapso de 2 a 4 semanas, la copa completa experimenta un secado, y las hojas muertas permanecen adheridas al árbol durante un tiempo (Borja, 2022).

Las lesiones pueden originarse de diversas maneras, como la caída de ramas, cortes realizados con instrumentos afilados, como machetes, durante actividades como poda, cosecha, deshierbe, y también por el ataque del *Xyleborus ferrugineus***,** considerado como un vector transmisor (Chávez, 2019).

Control

Se recomiendan fungicidas sistémicos de amplio espectro como el thiophanate-methyl, carbendazim o mezclas con benomyl, aplicados de forma localizada en heridas recientes (poda, y caída de ramas) en dosis de 1.75 l/ha, (ESPAC, 2022).

- **Mazorca Negra** (*Phytophtora palmivora*)

Esta enfermedad es causada por microorganismos del complejo *Phytophthora palmivora*, ataca a los tejidos de la mazorcas pintonas (próximas a madurar), las

almendras no llegan a afectarse, y se debe cosechar separando las mazorcas enfermas aprovechables de las sanas para no afectar la calidad del grano. Los frutos momificados (secos) pueden permanecer en el árbol por mucho tiempo. Las esporas (estructuras reproductivas del microorganismo) permanecen en la hojarasca y residuos de cosecha, así como en los frutos momificados adheridos al árbol, convirtiéndose en fuente de infección permanente. Estas zoosporas pueden ser diseminadas por el viento, la lluvia, insectos y otros animales que contribuyen a llevar la infección a los frutos sanos y a otras partes de la planta (Ríos, 2023).

Control

El control químico se basa en aplicaciones preventivas y curativas de fungicidas con acción sistémica o de contacto como el sulfato de cobre pentahidratado o cymoxanil + propineb en dosis de 0.75 l/ha: mezclas modernas con efecto sistémico y translaminar, eficaces para contener la infección en tejidos incipientes.

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

Esta enfermedad es causada por un hongo el síntoma más común se manifiesta como una mancha de color café, que puede extenderse hasta cubrir toda la superficie del fruto. En frutos infectados a mitad de su desarrollo, la enfermedad se manifiesta inicialmente como pequeños puntos aceitosos y translúcidos. En un corto periodo, estos puntos se fusionan para formar una mancha de color café. A los pocos días, sobre la mancha café, emerge el micelio y, posteriormente, se desarrollan abundantes esporas de color crema. Otro síntoma común es la apariencia de madurez prematura, donde las mazorcas cambian de color, dando la impresión de estar maduras aunque los frutos aún no han alcanzado el tamaño ni la edad de cosecha adecuados. El daño principal ocurre en los granos, llegando a causar la pérdida total de la producción (Sotomayor, 2019).

Control

El Fosetil-Al es uno de los fungicidas más utilizados en el manejo de enfermedades causadas por omicetos, como es el caso de la moniliasis del cacao para su control se emplea una dosis de 0.75 l/ha, (*Moniliophthora roreri*).

2.13 Requerimiento nutricional del cultivo

El cacao es particularmente exigente macronutrientes esenciales para el crecimiento vegetativo, la formación de flores y mazorcas, así como para el desarrollo general de la planta. Además, requiere micronutrientes, fundamentales para evitar problemas como el aborto floral, deformación de frutos y para mejorar la calidad del grano. Un adecuado manejo de la fertilización, basado en el análisis del suministro nutricional del suelo, permite mantener el equilibrio requerido por el cultivo y maximizar su rendimiento y calidad en cada ciclo productivo.

Nutriente	Cantidad (kg/ha)	Función
Nitrógeno (N)	150-200 kg	Promueve el crecimiento de hojas y formación de tallo.
Fósforo (P)	50-70 kg	Ayuda en el desarrollo de raíces y mejora la calidad de las mazorcas
Potasio (K)	100-150 kg	Aumenta la resistencia a enfermedades y calidad de las flores.
Calcio (Ca)	80-100 kg	Es esencial para la estructura celular y previene desórdenes fisiológicos.
Magnesio (Mg)	20-30 kg	Actúa en la fotosíntesis y en el transporte de nutrientes.
Azufre (S)	15-20 kg	Contribuye a la síntesis de aminoácidos y proteínas
Zinc (Zn)	0.5-1.5 kg	Apoya la producción de clorofila y desarrollo de la planta
Boro (B)	1-2 kg	Fundamental para la división celular y crecimiento de las cabezas.
Manganeso (Mn)	0.5-1.5 kg	Importante para la fotosíntesis y metabolismo del nitrógeno.
Cobre (Cu)	0.2-0.5 kg	Participa en la fotosíntesis y en la formación de proteínas.
Molibdeno (Mo)	0.05-0.1 kg	
Hierro (Fe)	2-3 kg	(ESPAC, 2022)

2.14. Macronutrientes

Son elementos esenciales que la planta requiere en grandes cantidades para llevar a cabo procesos fisiológicos fundamentales como la fotosíntesis, el crecimiento vegetativo y formación de frutos. Los principales macronutrientes incluyen nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). El nitrógeno es clave para el crecimiento vegetativo, favoreciendo la formación de hojas y ramas; el fósforo es vital para el desarrollo de raíces y floración; el potasio mejora la resistencia de la planta a enfermedades y regula el contenido de agua; mientras que el calcio y magnesio juegan roles cruciales en la estructura celular y en la activación de enzimas. Un balance adecuado de estos nutrientes es esencial para el rendimiento y calidad del cacao (Zhunaula, 2022).

- **Deficiencia**

Nitrógeno: hojas pequeñas y amarillentas, crecimiento lento, Fósforo: raíces débiles, escasa floración y cuajado deficiente; Potasio: bordes de hojas quemadas, frutos mal formados, menor tolerancia a enfermedades; Calcio: muerte de brotes jóvenes, deformaciones en hojas nuevas y frutos; Magnesio: clorosis internerval en hojas adultas, disminución en la fotosíntesis; Azufre: amarillamiento general de la planta, similar a la deficiencia de N, pero en hojas jóvenes (Baudilio, 2020).

- **Exceso**

Un exceso de nitrógeno puede estimular crecimiento vegetativo excesivo a costa de la producción de frutos y aumentar la susceptibilidad a enfermedades. Altas dosis de potasio pueden bloquear la absorción de magnesio y calcio. El exceso de calcio o magnesio puede alterar el equilibrio del suelo y antagonizar la absorción de otros cationes esenciales (Moreno, 2020).

2.15. Micronutrientes

Los micronutrientes son aquellos nutrientes esenciales requeridos por la planta en pequeñas cantidades, pero que son igualmente fundamentales para el crecimiento, desarrollo y producción de cacao. Entre los micronutrientes más importantes para

el cacao se encuentran el hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). Estos elementos desempeñan roles clave en procesos como la fotosíntesis, síntesis de proteínas, activación de enzimas y regulación hormonal (Pincay, 2020).

- **Deficiencia**

El hierro y el manganeso causan clorosis internerval, el zinc origina hojas pequeñas y entrenudos cortos, el cobre provoca marchitez apical, el boro afecta el cuajado y la formación de frutos, mientras que el molibdeno altera el metabolismo del nitrato y el cloro, aunque rara vez deficiente, puede limitar el crecimiento (Alcivar, 2022).

- **Exceso**

Las concentraciones elevadas de hierro, manganeso, zinc o cobre pueden generar toxicidad foliar, necrosis y antagonismos nutricionales, mientras que el exceso de boro es particularmente tóxico y se manifiesta con necrosis en bordes foliares y caída de órganos reproductivos. Por esta razón, el manejo adecuado de micronutrientes en cacao debe basarse en diagnósticos precisos de suelo y tejido foliar, para evitar desequilibrios que comprometan el rendimiento y la calidad del cultivo (Carrillo, 2021).

2.16. Fertilización

Para comprender la función del término "fertilizante", es esencial explorar su definición, que lo describe como "cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético, añadido al suelo con el propósito de suministrar elementos esenciales para el crecimiento de las plantas". De acuerdo con esta definición, los fertilizantes contribuyen al desarrollo de las plantas al estimular la disponibilidad de nutrientes, especialmente cuando estos son escasos (Alcivar, 2022).

2.17. Fertilización foliar

Se utiliza para proporcionar nutrientes esenciales a las plantas de cacao. Estos nutrientes son necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción de frutos de cacao de alta calidad. La fertilización foliar se realiza mediante la aplicación de una

solución nutritiva directamente sobre las hojas de las plantas de cacao. Se puede aplicar en diferentes etapas del ciclo de crecimiento de la planta, según las necesidades específicas de nutrientes. Sin embargo, generalmente se lleva a cabo en momentos críticos, como durante la floración y el desarrollo de las mazorcas, cuando la demanda de nutrientes es alta (Gaibor, 2021).

Este método favorece el crecimiento vegetativo, inducción floral, formación de cojinetes y llenado de las almendras, contribuyendo a una mayor productividad y calidad del grano. Además, la fertilización puede incluir formulaciones específicas que combinan macronutrientes (N, P, K) con micronutrientes esenciales (Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo), los cuales intervienen en procesos enzimáticos, fotosintéticos y hormonales fundamentales para el desarrollo del cacao (Barvo & Ruales, 2022).

Su aplicación se recomienda en momentos fisiológicos críticos, como floración, y desarrollo de mazorcas, etapas en las que la planta presenta una alta demanda metabólica. También es útil para corregir síntomas visibles de deficiencia nutricional y para mejorar la resistencia del cultivo frente a condiciones de estrés biótico y abiótico (Cevallos et al., 2022).

2.18. Fertilizantes a utilizar en la investigación

2.18.1 Magnet-B

Es un Fosfonato de Calcio sistémico, miscible en agua que contiene Fósforo, Calcio y Boro. Suplementa los requerimientos nutricionales de los cultivos tratados y estimula la producción de una mejor masa radicular. Además de ser una fuente rica en los nutrientes antes mencionados, proporciona un efecto fitotónico sobre las plantas tratadas por la presencia del fósforo en forma de ion fosfito (Alcivar, 2022).

- **Ingredientes activos**

Anhídrido fosfórico (P)…….19.00%
Oxido de Calcio……..16.00%
Boro……..…3.00%

- **Beneficios**

Tiene doble acción: fertilizante y fungistático; tiene doble sistema: acción apoplasticá y simplasticá; es soluble en agua, por lo que se desplaza dentro de la planta, movilizando también elementos insolubles como el fósforo y Calcio, que tradicionalmente son de lenta movilidad y de lenta absorción; promueve enraizamiento; reduce la caída de frutos; aumento de la producción; corregir carencias de Fósforo, Calcio y Boro; mejorar la calidad y consistencia de los frutos; reduce la producción de etileno; regulador de la asimilación de Potasio y Magnesio.

- **Dosis**

Hortalizas, cacao, aguacate, citricos 0.50 l/ha.

2.18.2 Yara Vita

Es un fertilizante foliar de alta calidad de formulación y es un complemento seguro y eficaz que aporta Magnesio, Zinc, Boro y Nitrógeno para una nutrición balanceada. Su alta concentración permite complementar las aplicaciones edáficas, especialmente cuando estas están limitadas por condiciones de suelo, clima o aquellas propias del cultivo. Al contener cantidades significativas de Magnesio, Boro y Zinc, contribuye a elevar los niveles de estos elementos en las etapas más críticas de la planta, como por ejemplo: prefloración, floración y llenado del fruto.

- **Ingredientes activos**

Magnesio (MgO) ..... 11.6% p/v
Boro (B) ..... 7% p/v
Zinc (Zn) ..... 14% p/v

- **Beneficios**

Formulado para una aplicación segura y eficiente de nutrientes requeridos en los picos de demanda del nutriente. De fácil manejo, dosificación y aplicación. Mezclable en el tanque con una amplia gama de productos fitosanitarios.

- **Dosis**

Arroz, cacao, aguacate, citricos 1.50 l/ha.

2.18.3 Trop UP

TROP UP es un fertilizante de aplicación foliar a base de nutrientes con quelación IDHA Debido a su Kow bajo y bajo peso molecular, es rápidamente absorbido por la cutícula y estomas de la hoja y transportado a los sitios donde se necesita el nutriente. La quelación y/o acomplejamiento a base de IDHA permite que al desdoblarse dentro de la planta en Carbono y Nitrógeno se produzca un efecto tónico y de ahorro energético. El producto es compatible con la mayoría de fertilizantes utilizados en la agricultura. Sin embargo se recomienda efectuar una prueba previa antes de efectuar

- **Ingredientes activos**

Calcio (CaO)	.....	7.0% p/v
Boro (B)	.....	0.2% p/v
Zinc (Zn)	.....	1 % p/v

- **Beneficios**

Abastecimiento inmediato a los sitios necesarios de Calcio, Boro y Zinc. Reducción de los niveles endógenos de etileno en la planta, lo cuál evita muerte prematura de tejido vegetal. Incrementa la tasa de producción de Auxinas por el efecto combinado de los 3 elementos (Zambrano, 2023).

- **Dosis**

Se utiliza una dosis de 1.50 l/ha en cultivos de café, arroz y cacao

2.19. Cosecha

Es una fase crucial en el cultivo, ya que determina la calidad de los granos. 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).

2.20. Caracterización agroproductiva

Es una herramienta esencial en la identificación, descripción y evaluación de materiales genéticos con fines de mejoramiento, conservación y selección. Este proceso se basa en el análisis de características cualitativas y cuantitativas que permiten describir la variabilidad presente dentro y entre individuos de la especie. La caracterización se centra principalmente en aquellos órganos vegetales que presentan baja sensibilidad al ambiente, ya que esto asegura una mayor estabilidad en la expresión de los rasgos evaluados. Entre los órganos más relevantes se encuentran las flores y frutos, seguidos por ramas y troncos. Para que la caracterización sea confiable, se recomienda evaluar un número representativo de plantas por clon o variedad (idealmente de 10 o mas) y aplicar protocolos estandarizados, como los propuestos por Bioversity International, CATIE, IPGRI o UPOV (INIAP, 2019).

2.21. Analisis organoléptico

El criterio principal para la calificación del cacao se centra en sus características organolépticas, especialmente sabor y aroma, donde destacan atributos como el amargor y astringencia, propios de las almendras de cacao. Para que un cacao sea considerado de primera calidad, debe desarrollar el característico aroma y sabor “arriba”, una expresión sensorial reconocida en cacaos finos de aroma. Estas cualidades emergen únicamente cuando las almendras han sido adecuadamente fermentadas y secadas, permitiendo que, durante el proceso de tostado, se liberen y potencien los compuestos responsables del perfil sensorial deseado (INIAP, 2019).

2.21.1 Sensorial

El análisis de las cualidades de las semillas en este caso del cacao nacional puro de aroma, mediante los sentidos se lo identifica aplicando una metodología científica

(Catación) obteniendo resultados con características organolépticas requeridas en las almendras, a través del gusto que determina el sabor, olfato que determina el aroma, y la vista que determina el color (Naula, 2023).

2.21.2 Evaluación sensorial

Disciplina de panelistas para medir analizar e interpretar reacciones de las características de los alimentos percibidos por los órganos de sentidos (vista, gusto y olfato) y permitan determinar el sabor, aroma (León, 2020).

2.21.3 Sabor y aroma

Es una sensación que se percibe con las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo (Chávez, 2019).

2.21.4 Sabores básicos

- **Acidez.-** Se la describe como un sabor acido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se lo percibe a los lados y al centro de la lengua se lo puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre.
- **Amargor.-** Sabor fuerte generalmente debido a la falta de fermentación, se percibe en la parte posterior del paladar o en la garganta, se lo relaciona con el café, cerveza caliente y la toronja.
- **Astringencia.-** Más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se perciben en toda la boca lengua y garganta y hasta en los dientes, la referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas de plátano.
- **Dulce.-** Este sabor es percibido en la punta de la lengua. Salado, se percibe a los lados de la lengua y produce salivación (INIAP, 2022).

2.21.5 Sabores específicos

- **Cacao.-** Describe el sabor típico a granos bien fermentados tostados y libres de efectos. Referencia barras de chocolate de cacao fermentado.
- **Floral.-** Son aquellos licores con sabor y aroma flores, casi perfumado referencia flores de cítricos.
- **Frutal.-** Caracterizan licores con sabor a fruta madura. Esto describe una nota de aroma dulce agradable. Referencia cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado.
- **Nuez.-** se describe como un sabor similar a la nuez, característica de los cacaos tipo criollos y trinitarios (Galud, 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 :	95 msnm
Latitud:	$1^0$56” 29” S
Longitud :	$79^0$13” 16” W
Temperatura máxima :	30^0C
Temperatura mínima :	20^0C
Temperatura media anual :	26.8^0C
Heliofanía promedio anual:	900 h/1/ año
Precipitación media anual :	800 mm
Humedad relativa media anual :	78%
Tipo de suelo	Franco arcilloso
pH	6.75

Fuente: Meteobox (2023).

- **Zona de vida**

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

3.2. Metodología

3.2.1 Material en estudio

Plantas de cacao y tres tipos de fertilizantes foliares

3.2.2 Factores en estudio

Tres fertilizantes foliares

3.2.3 Tratamientos

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

Nº. Tratamientos	**Código**
T1	Magnet B (0.50 l/ha)
T2	Yara Vita (1.50 l/ha)
T3	Trop UP (1.50 l/ha)
T4	Testigo (Sin fertilizante foliar)

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizó una estadística descriptiva e inferencial

3.2.5 Manejo del experimento

- **Distribución de la unidades experimentales**

Se realizó de acuerdo al mapa de campo, dividiendo las unidades experimentales con estacas en cuatro tratamientos, donde cada uno constó de 60 plantas.

- **Identificación de plantas**

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

- **Control de malezas**

Se realizó de forma manual utilizando una moto guadaña y aplicando Glifosato a una dosis de 150 cc por cada 20 litros de agua.

- **Poda fitosanitaria**

Se procedió a eliminar las escobas de brujas y frutos enfermos con la ayuda de una tijera de podar.

- **Poda de mantenimiento o deschuponamiento**

Se realizó cada mes cortando todos los brotes tiernos que salen en el tallo principal, para lo cual se utilizó una tijera de podar.

- **Control de plagas**

Labor que se efectuó, con la ayuda de una bomba a motor aplicando insecticida agrícola con Cypermethrin en una dosis de 0.4 l/ha, insecticida que controló hormigas y chinches, misma que fue aplicada de acuerdo al cálculo realizado 50 cc por cada 20 litros de agua en una superficie de 540 m^2.

- **Control de enfermedades**

En la incidencia de monilla, se procedió a controlarla aplicando sulfato de cobre pentahidratado + fosetil aluminiun en una dosis de 0.75 l/ha, misma que fue aplicada de acuerdo al cálculo realizado de 75 ml disuelto en 20 litros de agua, en una superficie de 540 m^2.

- **Fertilización edáfica**

Para cubrir las necesidades nutricionales del cultivo de 7 años de edad, se aplicó Nitro Plus Bon (N 21%, P 14%, K 19%, Ca 3%, Mg 4%, S 3%, B 2%, Si 3%) un mes después del inicio de la investigación como única dosis. 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, en una superficie de 540 m^2.

- **Aplicación de los fertilizantes foliares**

La aplicación de los tres 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 en seis aplicaciones según el siguiente detalle.

Producto	Dosis	Cantidad de aplicación
Magnet B	0.50 l/ha	25 ml/10 l agua
Yara Vita	1.50 l/ha	75 ml/10 l agua
Trop UP	1.50 l/ha	75 ml/10 l agua
Testigo	Sin fertilizante foliar	

- **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.

- **Fermentación**

Las almendras de cacao fueron fermentadas durante 4 días en cajones, con el objetivo de inducir la muerte del embrión y facilitar el desarrollo de compuestos precursores del aroma y sabor característicos del chocolate.

- **Secado**

Luego del fermentado se procedió a secar las almendras en un tendal mediante la exposición solar, para bajar el porcentaje de humedad al 5 %.

3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuestas)

- **Nivel de competencia de copas (NCC)**

Se evaluó a los 180 días después de la aplicación, en 10 plantas selecionadas en cada uno de los tratamientos considerando el grado en que la copa del árbol interfiere con las copas de otras plantas, evaluado de forma visual, en función del área de cobertura y grado de superposición con otras plantas.

Escala	Valoración
1	Alta (La copa cubre la mayor parte del espacio, contacto evidente con 2 o más plantas vecinas Alta densidad foliar.).

2 Media (La copa cubre solo la mitad del espacio disponible, sin mucho traslape con otras. Densidad foliar moderadamente alta).

3 Baja (Copa reducida, escaso desarrollo lateral, sin contacto con copas vecinas. Luz entra fácilmente entre plantas) (INIAP, 2022).

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

Se evaluó por conteo directo todas las inflorescencias, en 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, tanto al inicio como a los 180 días después de la aplicación.

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

Variable que fue registrada por conteo directo, considerando que sus 5 pétalos se encuentren totalmente abiertos y sus 10 filamentos en 10 plantas seleccionadas al azar, antes de la aplicación foliar y 180 días después de la aplicación.

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

Se registró antes de la aplicación y 180 días después de la aplicación, mediante conteo directo por cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Almendras por mazorca (SM)**

Esta variable fue registrada por conteo directo en 10 mazorcas maduras selecionadas de cada uno de los tratamientos, antes de la aplicación y a los 180 días después de la aplicación.

- **Índice de almendras (IA)**

Dato que se registró antes de la aplicación foliar y a los 180 días después de la aplicación de los fertilizantes, en base al peso de 100 semillas fermentadas y secas, se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IS} = \frac{\text{Peso en g de 100 almendras fermentadas y secas}}{100}$$

(ESPAC, 2022).

- **Índice de mazorcas (IM)**

La cantidad de mazorcas requeridas para formar un kilogramo de semilla fermentada y seca. El índice de mazorca se determinó a través de la siguiente fórmula antes de la aplicación foliar y a los 180 días después de la aplicación.

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

(INIAP, 2022).

- **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 fermentación y de la acción solar, se tomó el peso en gramos en una balanza de precisión, en cada uno de los tratamientos antes de la aplicación y a los 6 meses después de la aplicación.

- **Análisis organoléptico**

El análisis organoléptico de las almendras de cacao se llevó a cabo por un panel de catadores especializados del INIAP Litoral Sur, para evaluar las características sensoriales que determinan la calidad del grano a los 180 días para ello se enviaron tres muestras, es decir 30 mazorcas de toda las unidades experimentales. Este proceso se realizó en tres atributos principales: sabor, aroma y textura, los cuales son fundamentales para definir el perfil sensorial del cacao y su potencial de uso.

Aroma (A)

Este dato se evaluó de 10 mazorcas por árbol a los 180 días, de las que se obtuvó dos almendras por mazorca. Se utilizó la nariz (olfato) para percibir el aroma característico del cacao tipo nacional, y se determinó a través de la siguiente escala:

Escala		Criterio
0	=	Floral
2	=	Frutal

5 = Cítrico

10 = Madera

12 = Moho / humedad (Guevara, 2021).

Sabor (S)

Esta variable se evaluó a los 180 días, en 10 mazorcas por árbol de las que se obtuvó dos almendras por mazorca. Se utilizó la boca (gusto) para saborear la astringencia, característica del cacao nacional.

Escala		Criterio
0	=	Dulzor
1	=	Acidez
3	=	Amargor
6	=	Astringencia (Moreno, 2020).

Textura (T)

Este dato se tomó de 10 mazorcas por árbol a los 180 días. Se utilizó la boca (gusto) para saborear la textura durante el refinado.

Escala		Criterio
0	=	Cremoso
2	=	Arenoso / granulado
5	=	Seco / pastoso (INIAP, 2022).

3.2.7 Análisis de datos

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

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Nivel de competencia de copas (NCC)

Tabla 1

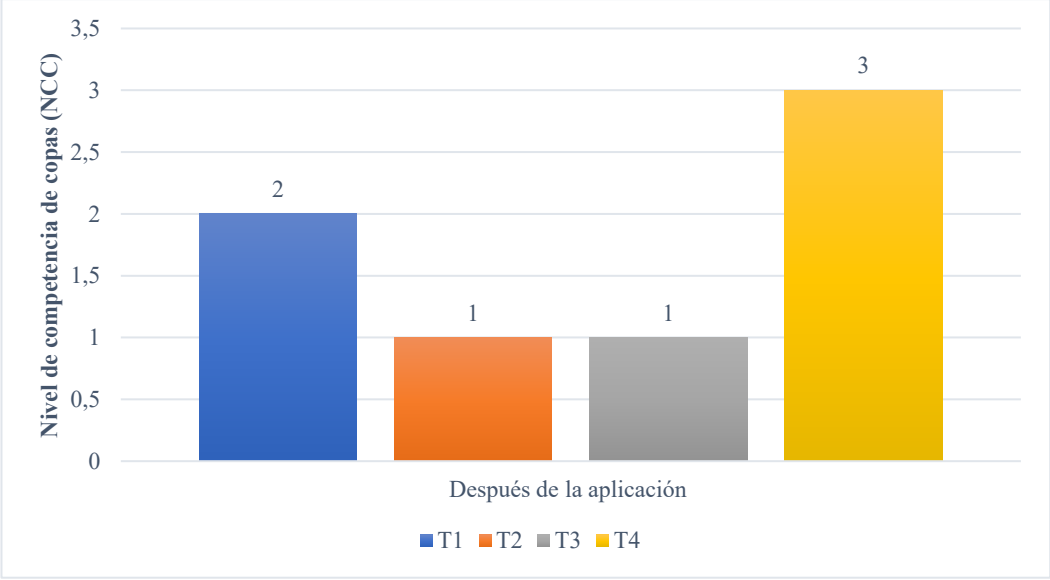
Resultados de los análisis estadísticos en el nivel de competencia de copas, a los seis meses después de la aplicación

Tra	A los seis meses de aplicación (*)	
No	**Promedios**	**Rango**
1	2	B
2	1	B
3	1	B
4	3	A
F	19.5	
MG	2	

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

Figura 1

Promedios para el nivel de competencias de copas (NCC)



Para el nivel de competencias de copas (NCC), se determinaron diferencias significativas después de la aplicación con una media general de 2 grados, lo que indica que las copas cubren aproximadamente la mitad del espacio disponible, con un traslape limitado entre plantas.

Después del tratamiento, el T2 y el T3 alcanzaron el mayor desarrollo de copa, correspondiente a 1 grado, caracterizado por una cobertura casi completa del espacio y un adecuado traslape entre plantas, reflejando vigor y uniformidad en el crecimiento del dosel del cacao. El T1 presentó 2 grados, con una copa intermedia que cubre parcialmente el espacio, mientras que el testigo T4, sin fertilización foliar, mostró el menor desarrollo con 3 grados, correspondiente a copas reducidas, con escaso crecimiento lateral y sin contacto entre plantas, permitiendo la entrada de luz entre ellas.

Al comparar entre tratamientos, se observó que T2 y T3 superaron al testigo en 66.67%, mientras que T1 lo hizo en 33.33%. Estos resultados evidencian que la aplicación de fertilizantes foliares mejoró la competencia de copas en el cacao, favoreciendo un crecimiento vegetativo más equilibrado y una mejor ocupación del espacio aéreo. La similitud en los resultados de T2 y T3 sugiere que ambos productos aportan una combinación adecuada de macro y micronutrientes que estimulan la fotosíntesis, expansión foliar, el tratamiento sin fertilización mostró una limitación evidente en el desarrollo de copa, consecuencia directa de la falta de nutrientes esenciales para el crecimiento vegetativo del cacao.

El T2 y T3 demostró ser el más eficiente al promover un mayor desarrollo y densidad de copa, lo que indica una respuesta positiva gracias al aporte de nitrógeno, potasio, boro, zinc y magnesio, que contribuyeron a mejorar la síntesis de clorofila, y la formación de tejido vegetativo.

Este incremento en el nivel de competencia de copas sugiere una mayor eficiencia en la intercepción de luz y en la generación de biomasa, factores que repercuten directamente en la productividad potencial del cacao (Borja, 2022).

4.1.2. Número de cojinetes florales por planta (NCFP)

Tabla 2

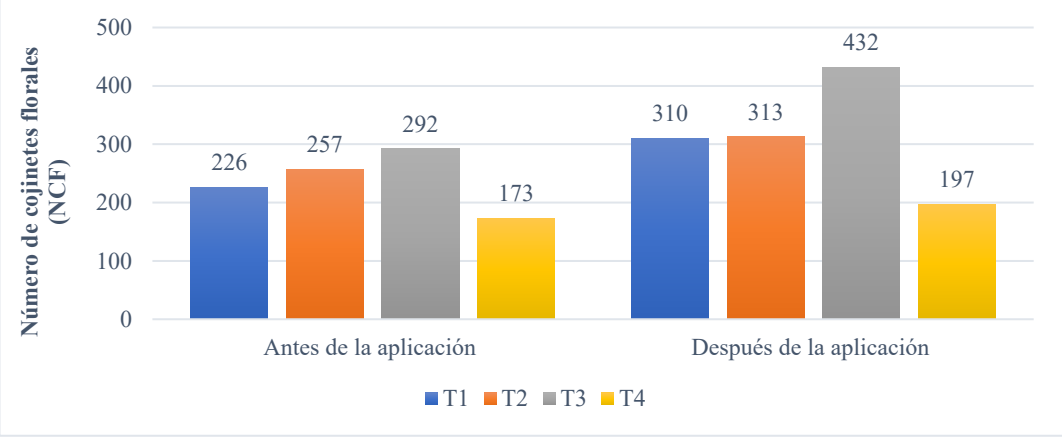
Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por planta antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	226	AB	310	AB	37.17	AB
2	257	AB	313	AB	21.79	AB
3	292	A	432	A	47.95	A
4	173	B	197	B	13.87	B
F	2.73		4.21			
MG:	237		313		32.07	

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

Figura 2

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



En cuanto al número de cojinetes florales por planta (NCFP), se determinaron diferencias altamente significativas antes y después de la aplicación, se registró una media general de 237 cojinetes antes de la aplicación. Después de la aplicación, la media general aumento de 237 a 313 cojinetes florales con un incremento promedio de 32.07 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T3 presentó el promedio más alto de cojinetes florales con 292, lo que evidencia un estado inicial favorable para la formación floral, seguido del T2 con 257, mientras que el T1 alcanzó 226, y el testigo T5 fue el más bajo con 173 cojinetes florales. Después de la aplicación, el T3 alcanzó el mayor número de cojinetes con 432, lo que representa un incremento del 47.95%, seguido de T2 con 313, aumentando un 21.79%, mientras que T1 llegó a 310, con un incremento del 37.17%. El testigo T4 presentó el menor número de cojinetes por planta, con 197, equivalente a un aumento del 13.87%.

Estos resultados evidencian un efecto directo y positivo de los fertilizantes foliares sobre el desarrollo de los cojinetes en el cacao. Al comparar entre tratamientos, se observó que el T3 superó al T1 en 39.35%, al T2 en 37.70% y al testigo T4 en 119.29%. A su vez, el T2 presentó un leve incremento del 0.97% respecto al T1, mientras que T1 en 57.36% y T2 58.88% superaron al testigo. Estas diferencias confirman que los fertilizantes foliares generaron una respuesta fisiológica significativa, promoviendo una mayor formación de cojinetes florales.

Se infiere que el T3 contiene una combinación de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, boro y zinc que favorecen el desarrollo de los cojinetes, lo que explica su notable efecto en comparación con los demás tratamientos. El T1 y T2 también mostraron resultados positivos, aunque de menor magnitud, lo que indica que las formulaciones de macro y micronutrientes solubles contribuyen a una rápida absorción foliar y a la estimulación del metabolismo reproductivo.

La aplicación de fertilizantes foliares se consolida como una estrategia eficiente dentro del manejo agronómico del cacao, ya que permite suministrar nutrientes directamente a las hojas, acelerando su absorción y generando una respuesta fisiológica inmediata en la formación de flores y cojinetes.

Este manejo no solo mejora el potencial reproductivo de las plantas, sino que también contribuye a la sostenibilidad productiva del cultivo al optimizar el uso de nutrientes y mejorar la eficiencia del proceso de floración (Alcivar, 2022).

4.1.3. Número de flores abiertas por planta (NFAP)

Tabla 3

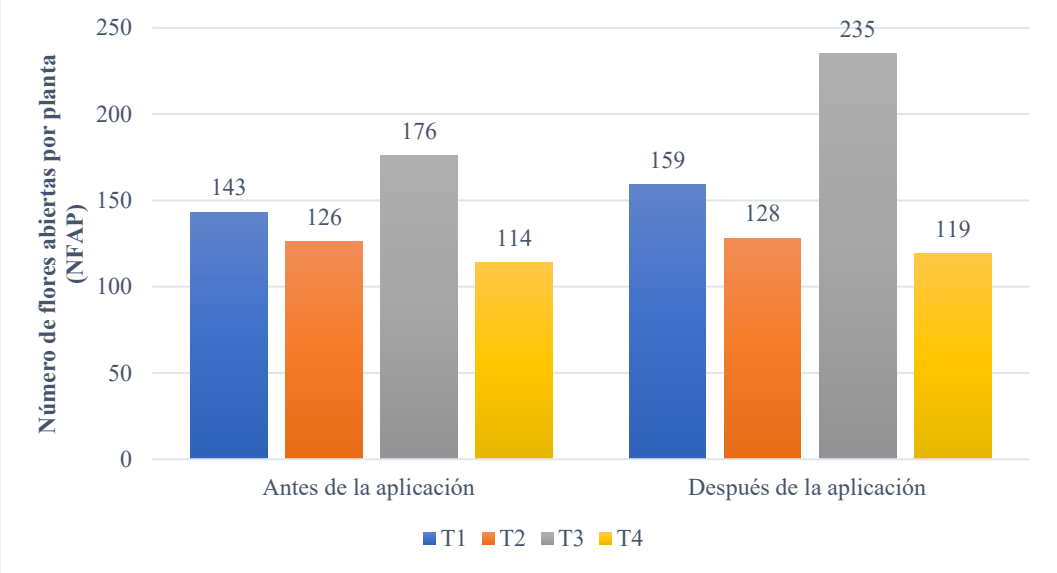
Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores abiertas por planta antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	143	AB	159	AB	11.19	AB
2	126	AB	128	AB	1.59	B
3	176	A	235	A	33.52	A
4	114	B	119	B	4.39	AB
F	5.46		3			
MG:	140		160		14.29	

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

Figura 3

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



Para el número de flores abiertas por planta (NFAP*),* se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 176 flores abiertas por planta y mínimo de 114 antes de la

aplicación. Después de la aplicación los valores oscilaron entre un máximo de 235 y un mínimo de 119 flores abiertas, la media general incremento en un 14.29 %.

Antes de la aplicación, el T3 presentó el promedio más alto con 176 flores abiertas, evidenciando una mayor actividad floral inicial y un mejor estado fisiológico de las plantas. Le siguió el T1 con 143 flores, el T2 con 126 y, finalmente, el testigo T4 con 114 flores abiertas, reflejando un menor potencial reproductivo. Después de la aplicación de los fertilizantes, se observó un incremento en el número de flores abiertas por planta, destacándose nuevamente el tratamiento T3 con 235 flores, lo que representa un aumento del 33.52%. El T1 alcanzó 159 flores con un incremento del 11.19%, el T2 llegó a 128 con aumento del 1.59%, mientras que el testigo T4 apenas alcanzó 119 flores, con un 4.39%. Estos resultados reflejan que los fertilizantes foliares promovieron la apertura floral en el cacao, evidenciando su efecto estimulante sobre la actividad reproductiva.

Al comparar los tratamientos después de la aplicación, el T3 superó al T1 en 47.79%, al T2 en 83.59% y al testigo T4 en 97.48%. De igual forma, el T1 superó al T2 en 24.22% y al testigo en 33.61%, mientras que el T2 también mantuvo una ligera ventaja sobre el T4 de 7.56%. Estas diferencias demuestran que la respuesta del cacao ante la fertilización foliar depende directamente de la formulación y disponibilidad de nutrientes presentes en cada producto.

El T3 fue, el más eficiente en estimular la floración del cacao, promoviendo una mayor apertura floral y evidenciando una mejor respuesta fisiológica de las plantas. Este comportamiento se atribuye a su formulación, que mejora la fotosíntesis y el transporte de asimilados hacia los órganos reproductivos. Los T1 y T2 también mostraron efectos positivos, aunque en menor medida, el testigo T4 presentó el menor incremento, reafirmando que la ausencia de nutrición foliar limita el desarrollo y apertura de flores.

La cantidad y calidad de flores abiertas está estrechamente relacionada con la disponibilidad de nutrientes, ya que elementos como el fósforo (P), potasio (K), boro (B) y aminoácidos influyen en la división celular, la síntesis de carbohidratos y el transporte de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos (León, 2020).

4.1.4. Número de mazorcas por planta (NMP)

Tabla 4

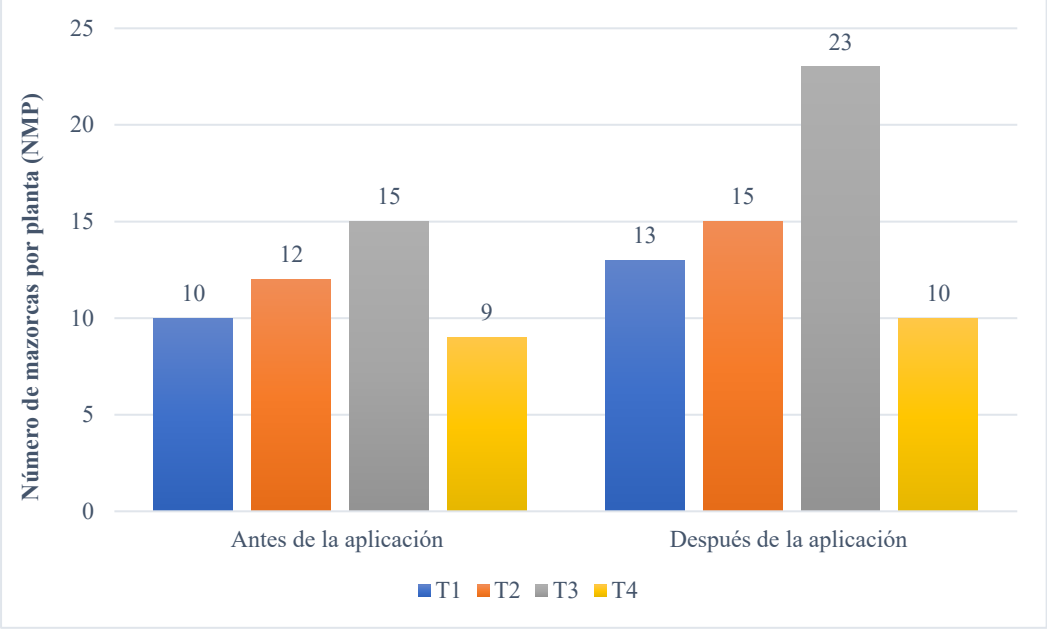
Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	10	AB	13	B	30	AB
2	12	AB	15	AB	25	AB
3	15	A	23	A	53.33	A
4	9	B	10	B	11.11	B
F	4.90		8.36			
MG:	12		15		25	

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

Figura 4

Promedios para el número de 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 15 mazorcas y un mínimo de 9 antes de la

aplicación. Después de la aplicación los valores oscilaron entre un máximo de 23 y un mínimo de 10 mazorcas, con una media general 15 tras la aplicación con un incremento promedio de 25%.

Antes de la aplicación, el T3 mostró el promedio más alto en el número de mazorcas con 15, seguido del T2 con 12, mientras que T1 con 10, el promedio más bajo se registró en T4 testigo con 9 mazorcas, después de la aplicación se evidenció un incremento notable, el T3, alcanzó 23 mazorcas, lo que representa un incremento de 53.33 %. El T2 mostró un aumento, llegando a 15 mazorcas, con un 25 %, Mientras que T1 presentó 13 mazorcas con un 30 %. El testigo (T4) mostró variación minima, en 10 mazorcas, lo que evidencia que sin fertilización no se logra aumentar la productividad.

Estos resultados confirman la eficacia del T3, cuyo alto contenido en nutrientes de rápida asimilación, y micronutrientes esenciales, favoreció procesos fisiológicos claves como la polinización, cuajado de mazorcas. Además, superó al T1 en 76.92%, al T2 en 53.33% y al testigo T4 en 130%. A su vez, el T1 presentó un incremento del 30% sobre el testigo, y el T2 lo superó en 50%. En comparación al T2, que, tuvo un impacto positivo pero de menor valor, lo que explica por qué su efecto fue menor en la cantidad de mazorcas. Mientras que T1 mostró 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. Esto coincide con el desempeño observado en Trop UP, que tiene el potencial de mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo (ESPAC, 2022).

4.1.5. Almendras por mazorca (AM)

Tabla 5

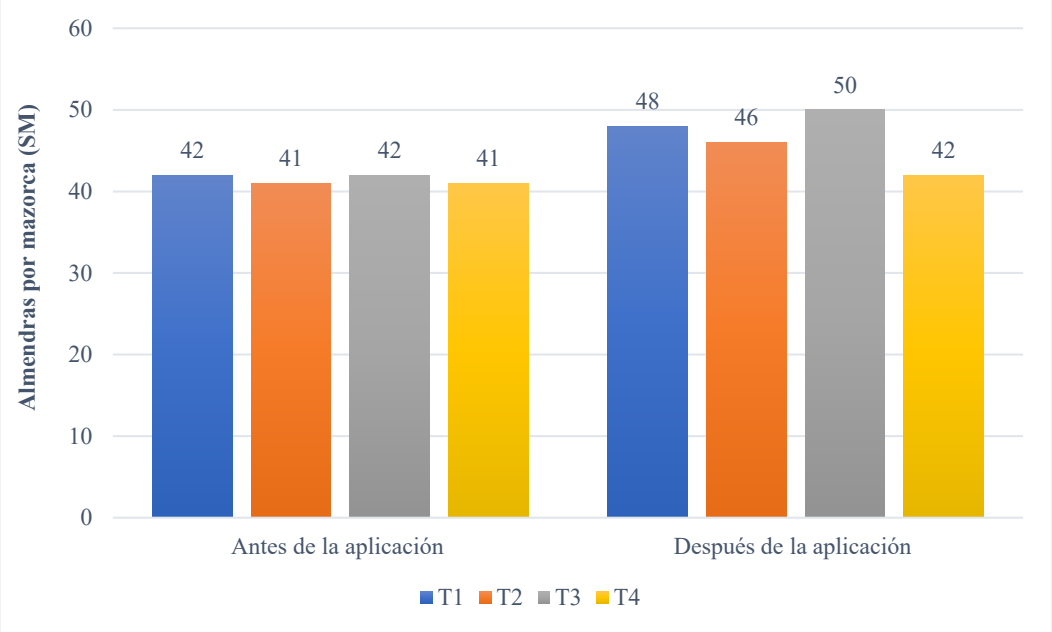
Resultados de los análisis estadísticos para almendras por mazorcas antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	42	A	48	AB	14.29	AB
2	41	A	46	BC	12.20	BC
3	42	A	50	A	19.05	A
4	41	A	42	C	2.44	C
F	0.04		10.1			
MG:	41		47		14.63	

Nota: ** =Altamente 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 42 almendras y un mínimo de 41. Después de la aplicación de los

fertilizantes se determinaron diferencias altamente significativas los valores oscilaron entre un máximo de 50 y un mínimo de 42 con un incremento promedio de 14.63%.

Antes de la aplicación, se observó que los tratamientos T1, y T3 registraron un promedio de 42 cojinetes almendras por mazorca de cacao, mientras que T2 y T4 con 41 almendras. Después de la aplicación de los fertilizantes foliares, se evidenció un incremento en el número de almendras por mazorca, demostrando el efecto positivo de la fertilización foliar en el cultivo de cacao. El T3 alcanzó el promedio más alto con 50 almendras por mazorca, lo que representa un incremento del 19.05%. El T1 aumentó a 48 almendras, con un incremento del 14.29%, mientras que T2 llegó a 46 almendras, equivalente a un aumento del 12.82%. El testigo T4 no presentó variaciones significativas, manteniéndose en 42 almendras por mazorca, lo que evidencia que sin la aplicación foliar no se logran mejoras notables en el rendimiento.

Al comparar entre tratamientos, el T3 superó al T1 en 4.17%, al T2 en 8.70% y al testigo T4 en 19.05%, consolidándose como el tratamiento más eficiente en el incremento del número de almendras por mazorca. Asimismo, el T1 mostró una ventaja del 14.29% sobre el testigo, y el T2 lo superó en 9.52%, lo que confirma que todos los tratamientos con fertilización foliar generaron una respuesta productiva positiva, aunque con distinta magnitud de impacto.

El T3 se consolidó como el más eficaz, debido a su mayor aporte de nutrientes como potasio, zinc y boro, elementos directamente relacionados con la fecundación y llenado de almendras.

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. Índice de almendra (IA)

Tabla 6

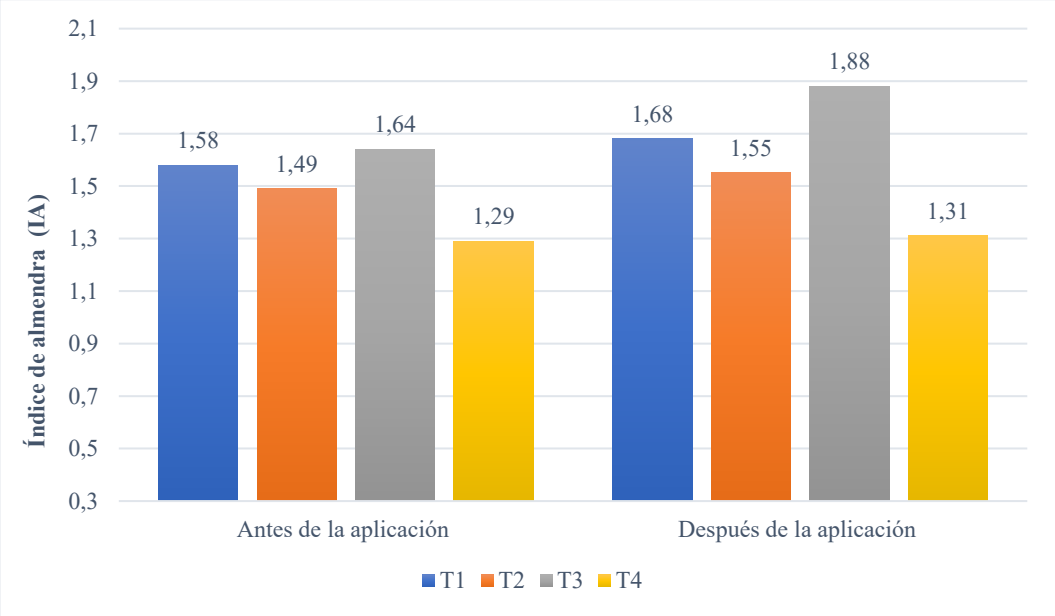
Resultados de los análisis estadísticos en el índice de almendras antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	1.58	AB	1.68	AB	6.33	AB
2	1.49	AB	1.55	B	4.03	B
3	1.64	A	1.88	A	14.63	A
4	1.29	B	1.31	C	1.55	C
F	3.59		15.3			
MG:	1.5		1.6		6.67	

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

Figura 6

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 1.64 g y un mínimo de 1.29 g antes de la aplicación. Después

de la aplicación los valores oscilaron entre un máximo de 1.88 g y un mínimo de 1.31 g, con una media general 1.60 g tras la aplicación con un incremento promedio de 6.67%.

Antes de la aplicación, el T3 presentó el mayor valor con 1.64 g, lo que indica un mejor llenado de grano desde la etapa inicial, Seguido del T1 con 1.58 g, mientras que el T2 alcanzó 1.49 g. El testigo (T4) obtuvo el promedio más bajo con 1.29 g, evidenciando la importancia de la fertilización para mejorar la calidad de la almendra de cacao. Después de la aplicación, se observó que el T4, que alcanzó 1.88 g, lo que representa un 14.63 % de incremento. El T1 mostró un aumento de 1.68 g, con una mejora de 6.33 %, mientras que el T2 subió a 1.55 g, incrementando en 4.03 %, en tanto que el testigo (T4) en 1.31 g, lo cual confirma que la ausencia de fertilización limita significativamente el desarrollo del grano.

La comparación entre tratamientos evidencia que T3 superó a T1 en 11.90 %, a T2 en 21.29 % y al testigo T4 en 43.51 %, consolidándose como la opción más eficiente para optimizar el índice de almendra, debido al aporte de macronutrientes y micronutrientes esenciales, que intervienen en la regulación osmótica, la síntesis de proteínas y enzimas, y la movilización de carbohidratos hacia los granos. T1 y T2 también mostraron mejoras importantes frente al testigo, lo que confirma que la fertilización foliar induce una respuesta fisiológica positiva, aunque con distinta magnitud.

El índice de almendra es un parámetro clave para evaluar la calidad del cacao, ya que indica la proporción y el peso de las semillas respecto a la mazorca. Los resultados obtenidos respaldan que la calidad del cacao está directamente relacionada con la cantidad de semillas presentes en cada mazorca. Aquellas mazorcas con un IA elevado tienden a generar semillas de mayor calidad, caracterizadas por su tamaño uniforme, consistencia óptima y mejores atributos sensoriales, como sabor y aroma (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador, Anecacao, 2021).

4.1.7. Índice de mazorca (IM)

Tabla 7

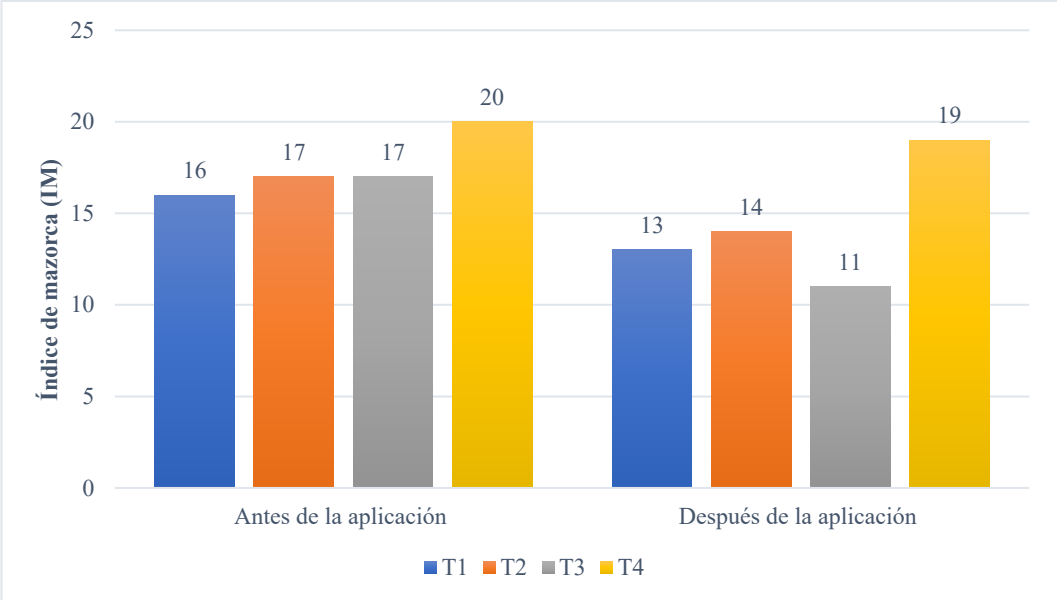
Resultados de los análisis estadísticos en el índice de mazorcas antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Redución (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	16	A	13	BC	18.75	BC
2	17	A	14	B	17.65	B
3	17	A	11	C	35.29	A
4	20	A	19	A	5.00	C
F	1.01		25			
MG:	18		14		22.22	

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

Figura 7

Promedios para el índice de mazorca (IM)



En el índice de mazorca (IM), fue similar antes de la aplicación, se registró un máximo de 20 y un mínimo de 16. Después de la aplicación de los fertilizantes se

determinaron diferencias altamente significativas los valores oscilaron entre un máximo de 19 y un mínimo de 11 con una reducción de 22.22 %.

Antes de la aplicación, T4 testigo obtuvó el mayor índice de mazorca con 20, seguido del T2 y T3 con 17, el menor índice de mazorca se registró en el T1 con 16. Después de la aplicación, el T4 testigo mantuvo alto índice con 19, con una reducción de 5%, mientras que T1 disminuyó a 13 mazorcas con 18.75 %, T2 a 14 con una reducción 17.65%, mientras que T3 registró el menor promedio con 11, presentando una reducción del 35.29%, 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.

El T3 (Trop UP) indica que la aplicación de este fertilizante favorece de manera significativa el desarrollo de las almendras en relación con la mazorca, optimizando el rendimiento productivo. Esto se refleja en el índice de mazorca, ya que se requiere un menor número de mazorcas para obtener un kilogramo de cacao seco en comparación con los demás tratamientos, evidenciando una mayor eficiencia en la conversión de biomasa en cacao utilizable.

En contraste, el testigo T4 presentó un comportamiento estable, manteniendo la misma cantidad de mazorcas necesarias para producir un kilogramo de cacao seco antes y después del ensayo. Esta relación desfavorable entre mazorca y semillas sugiere una limitada transferencia de biomasa hacia las almendras, reflejando un desarrollo subóptimo de los granos y, por ende, menor eficiencia productiva.

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).

4.1.8. Peso de almendra seca (PAS)

Tabla 8

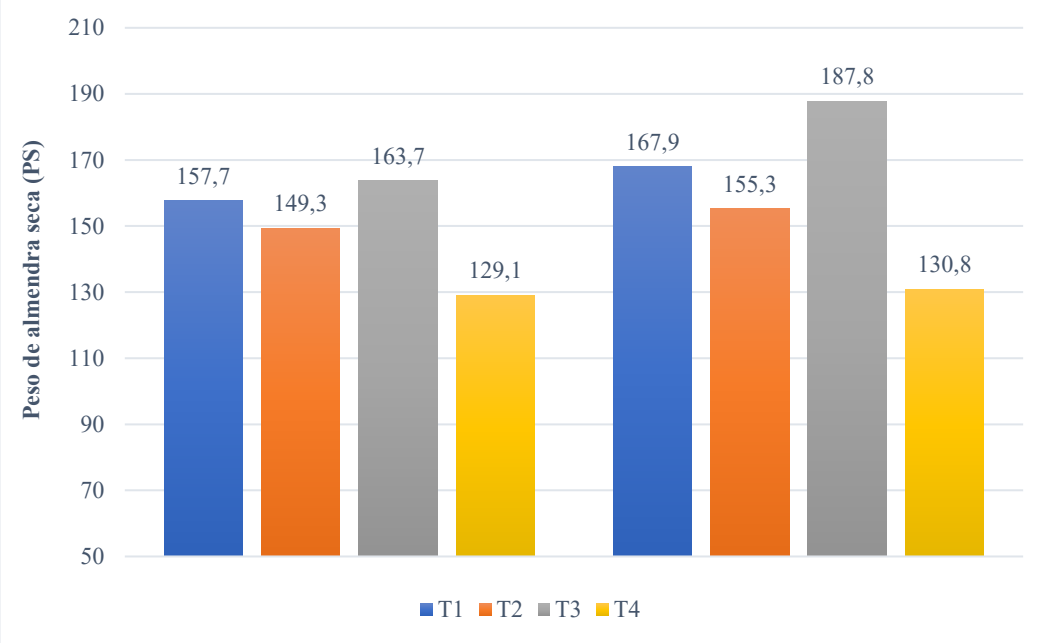
Resultados de los análisis estadísticos para el peso de almendra seca antes de la aplicación y a los seis meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No,	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	157.7	AB	167.9	AB	6.47	AB
2	149.3	AB	155.3	B	4.02	B
3	163.7	A	187.8	A	14.72	A
4	129.1	B	130.8	C	1.32	C
F	3.59		15.3			
MG:	149.95		160.45		7	

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

Figura 8

Promedios para peso de almendra seca (PAS)



Efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares sobre las características agro productivas en el cultivo de cacao, para el peso de almendra seca, se determinaron diferencias altamente significativas antes y después de la aplicación, se registró un

máximo de 163.7 g y un mínimo de 129.1 g antes de la aplicación. Mientras que después de la aplicación de los fertilizantes foliares los valores oscilaron entre un máximo de 187.8 g y un mínimo de 130.8 g con un incremento promedio de 7 %.

Antes de la aplicación, el T3 presentó el mayor peso seco promedio de almendras con 163.7 g, seguido de T1 con 157.7 g, mientras que T2 alcanzó 149.3 g. El valor más bajo se observó en el T4 testigo con 129.1 g. Después de la aplicación de los fertilizantes, se reflejando una mejor acumulación de materia seca. El T3 mantuvo el promedio más alto con 187.8 g, lo que representa un incremento del 14.72 % y una diferencia del 43.58 % frente al tratamiento testigo, que solo alcanzó 130.8 g. El T2 aumentó a 155.3 g, logrando un incremento del 4.02 % y 18.73 % superior al testigo. El T1 alcanzó 167.9 g, con un crecimiento del 6.47 % frente a su estado inicial y 28.36 % más que el 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 T3 (Trop UP) se debe a su formulación de macro y micronutrientes, los cuales desempeñan un papel fundamental en procesos metabólicos. Estos mecanismos favorecen un llenado más completo y un endurecimiento óptimo de las almendras, incrementando su peso seco y mejorando la calidad final del cacao.

Por su parte, el comportamiento de T1 (Magnet B) el incremento en el peso seco de las almendras fue moderado, su 28,36 % superior al testigo refleja un efecto positivo en la productividad, al mismo tiempo que promueve prácticas de manejo sostenible y resiliencia del cultivo 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).

4.1.9. Análisis organoléptico (AO)

Tabla 9

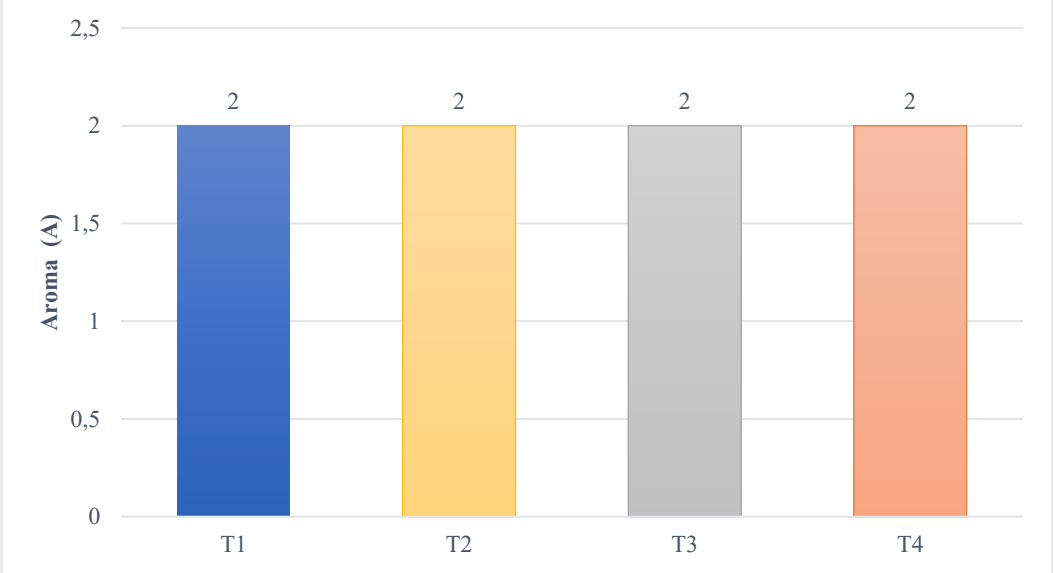
Resultados de los análisis estadísticos para el aroma, sabor y textura de almendra de cacao a los seis meses.

Variables	T1	R	T2	R	T3	R	T4	R	MG
A	2	A	2	A	2	A	2	A	2
S	1	A	1	A	0	A	0	A	1
T	0	A	2	A	5	A	2	A	2

Nota: ns=No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas o altamente significativas; MG = Media general

Figura 9

Promedios para el aroma de almendra (A)



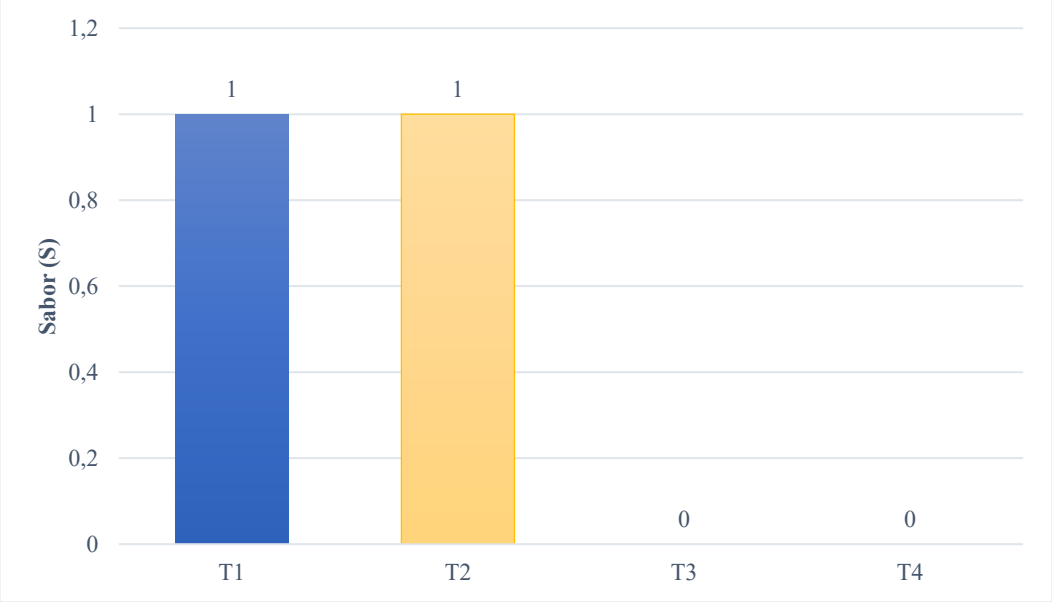
El análisis organoléptico del atributo aroma en las almendras de cacao Nacional fue similar, mostró que todos los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) obtuvieron una valoración promedio de 2. Según la escala de evaluación aplicada, este valor corresponde a un olor frutal, característica positiva y representativa de granos bien fermentados y adecuadamente secados. Este perfil aromático es típico del cacao Nacional, reconocido por su complejidad sensorial y su potencial.

La uniformidad observada entre los tratamientos indica que las condiciones de manejo en los diferentes tratamientos aplicados no generaron variaciones en el atributo aroma. Este resultado sugiere que el proceso de fermentación se desarrolló de manera homogénea, garantizando la expresión de compuestos volátiles agradables que realzan la calidad intrínseca del cacao Nacional.

Los resultados obtenidos muestran coincidencias parciales en su estudio sobre la comparación sensorial del cacao fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador, reportaron que los atributos predominantes fueron floral, acidez y nuez. Asimismo, estudios del INIAP han señalado que la presencia de compuestos volátiles como el linalool, responsable del aroma floral, es típica del cacao "Arriba", aunque su predominio depende de factores ambientales y tecnológicos. (INIAP, 2022).

Figura 10

Promedios para el sabor de almendra (S)



En el análisis sensorial del cacao nacional fue similar en el atributo sabor, evaluado mediante una escala estructurada con base en la intensidad de notas sensoriales específicas.

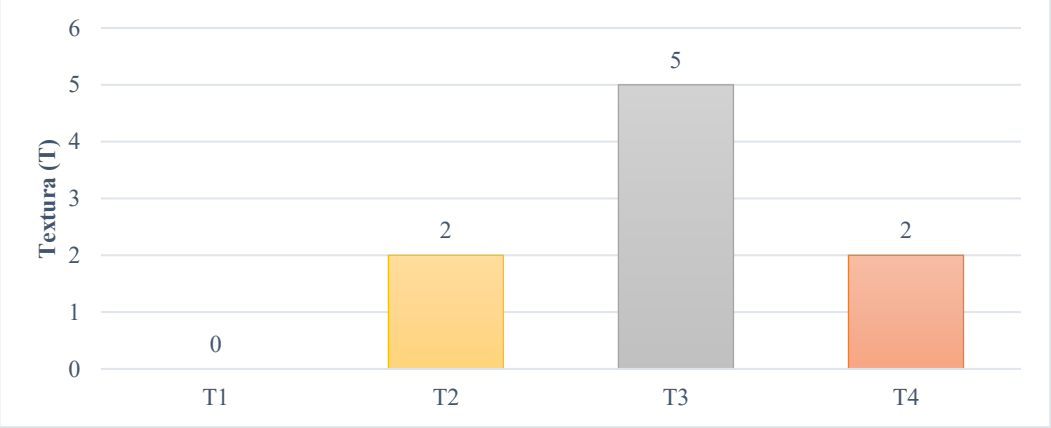
Los T1 y T2 obtuvieron una puntuación de 1 en la escala, lo cual indica la presencia predominante de notas ácidas en el perfil sensorial del grano. Esta acidez esta asociada a procesos de fermentación y condiciones ambientales que favorecen la formación de compuestos volátiles ácidos, los cuales son típicos en cacaos de calidad fina y de aroma. La presencia de acidez, en niveles adecuados, es considerada una característica positiva que contribuye a la complejidad del perfil organoléptico del cacao.Mientras que T3 y T4 obtuvieron una puntuación de 0, lo que representa un perfil sensorial dominado por el dulzor natural del grano, con notas ácidas, detectables.

Cabe destacar que ninguno de los tratamientos evaluados presentó registros en los niveles correspondientes a amargor (3) ni astringencia (6), lo cual sugiere una buena calidad sensorial del cacao, libre de defectos intensos o sabores indeseables. Estos resultados son indicativos de un adecuado manejo postcosecha, especialmente en las etapas de fermentación y secado, que son determinantes en la formación del perfil de sabor del cacao.

El cacao nacional fino de aroma cultivado en distintas regiones del Ecuador presenta una amplia gama de atributos sensoriales, destacando notas, florales, de nuez, acidez moderada y bajo amargor, lo que refleja una alta calidad organoléptica (Laupa & Ariza, 2022).

Figura 11

Promedios para el textura (T)



La evaluación de la textura de la almendra de cacao se realizó mediante análisis sensorial el proceso de refinado donde fue similar.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el T1 registró un valor de 0, indicando una textura cremosa. Este comportamiento refleja un refinado eficiente y una adecuada dispersión de los sólidos en la fase grasa, lo que favorece la obtención de una masa homogénea y con buenas propiedades reológicas. En cambio que T2 y T4 presentaron valores de 2, correspondientes a una textura arenosa o granulada. Este tipo de textura sugiere una molienda insuficiente o una distribución irregular de partículas sólidas dificultando la liberación uniforme de los compuestos aromáticos durante la degustación.

Diversos estudios han señalado que la textura de la masa de cacao está directamente influenciada por el grado de refinado, el contenido de manteca de cacao y la distribución del tamaño de partícula. Una textura cremosa se obtiene cuando las partículas sólidas (cacao, azúcar y sólidos lácteos) alcanzan tamaños inferiores a 30 µm, permitiendo una dispersión uniforme en la fase grasa. Por el contrario, una molienda insuficiente genera partículas grandes y perceptibles al paladar, dando lugar a una textura arenosa o granulada.

Cuando existe deficiencia de fase grasa o sobrecalentamiento durante el refinado, la masa tiende a volverse seca y pastosa debido a la pérdida de fluidez y plasticidad (León, 2020).

4.1.10. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 10

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

Variables independientes (Xs) componente peso de almendra seca (R).	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2) %
(NCF)	0.77 **	0.72	59.29
(NMP)	0.75 **	0.71	56.25
(IA)	0.84 **	0.76	70.56
(IM)	0.83 **	0.77	68.89
(AM)	0.97 **	0.83	94.09

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

Coeficiente de correlación (r)

En esta investigación se determinó que, dentro de los componentes asociados al peso de la almendra seca, se presentaron correlaciones altamente significativas y positivas después de la aplicación de los fertilizantes foliares. Estas correlaciones se evidenciaron en las variables número de cojinetes florales (NCF), número de mazorcas por planta (NMP), índice de almendra (IA), índice de mazorca (IM) y almendras por mazorca (AM). Estos resultados indican que el uso de fertilización foliar favoreció directamente los procesos reproductivos y estructurales del cultivo, reflejándose en un incremento de los componentes.

Coeficiente de regresión (b)

Las variables que incrementaron el peso de almendra seca fueron: el número de cojinetes florales, con un coeficiente de regresión de 0.72; el número de mazorcas por planta, con 0.71; el índice de almendra, con 0.76; el índice de mazorca, con 0.77; y almendras por mazorca, que presentó el coeficiente más alto, con 0.83. Estos

valores evidencian que todas las variables evaluadas mantienen una relación positiva y significativa con el peso de la almendra seca.

Coeficiente de determinación (R^2)

El mayor incremento en el peso de almendra seca estuvo influenciado por dos variables: índice de almendra, que presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 70.56%, y número de almendras por mazorca, que alcanzó un (R^2) de 94.09%. Este último representa la mayor capacidad explicativa del modelo, indicando que el número de almendras por mazorca es la variable que más contribuye a la variación del peso de almendra seca. En conjunto, estos resultados evidencian que ambas variables mantienen una relación positiva y altamente significativa. Esto significa que tanto la cantidad de almendras que desarrolla cada mazorca como la proporción efectiva de almendra dentro de la mazorca son factores determinantes para el peso del grano seco. Un incremento en estas variables producto de una adecuada fecundación, suficiente disponibilidad de nutrientes, y condiciones fisiológicas óptimas.

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 las características agro productivas del cultivo de cacao nacional, dependen de los tipos de fertilizantes foliares empleados.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que el T3, con la aplicación de Trop UP (1.5 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, en un 53.33 % es por ello que se alcanzó un mayor índice de almendras 14.63% y una reducción en el índice de mazorcas de 35.29% dando una respuesta positiva es decir se requiere menos mazorcas para formar un kg de caca seco.

- De acuerdo a los resultados obtenidos el T3 ha demostrado ser eficaz en el número de almendras por mazorca, mejorando la productividad del cacao. Además incremento el peso seco en un 14.72 %, resaltando la efectividad del fertilizante debido a su contenido de micro y macronutrientes, como potasio, zinc y boro.

- Se identificó en el análisis organoléptico realizado por INIAP que el cacao Nacional presentó un aroma, sabor y textura característicos de un producto de buena calidad, es decir presentó una textura cremosa, indicando un refinado eficiente y homogéneo, con una acidez moderada favorable, relacionada con una fermentación adecuada, con notas frutales típicas del cacao Nacional, lo que demuestra un proceso de fermentación homogéneo.

- Los resultados indican que dentro de los componentes del peso almendra seca, 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) y almendras por mazorca (AM).

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de Trop UP a una dosis de 1.5 L/ha, debido a su efecto positivo en el incremento del número de cojinetes florales, mazorcas por planta, así como en la reducción del índice de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco. La aplicación debe realizarse en momentos claves del manejo agronómico, con el objetivo de garantizar una adecuada disponibilidad de micronutrientes como potasio (K), zinc (Zn) y boro (B), mejorando así la productividad y eficiencia del cultivo.

- Se recomienda implementar un manejo integral del cultivo basado en Buenas Prácticas Agrícolas que incluya: la realización periódica de podas regulares de mantenimiento y sanidad para mejorar la entrada de luz, aireación del cultivo y reducir la presencia de enfermedades, renovando ramas envejecidas para mantener una estructura productiva activa.

BIBLIOGRAFÍA

Alcivar, J. (2022). Respuesta del cultivo de cacao *(Theobroma cacao L.)* a la poda y fertilización orgánica y química. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix Lopez: Obtenido de: https://reposito rio.espam.ed u.ec/bitstream/42000/461/1/TA57.pdf

Arévalo, A. (2019). Evaluación de cuatro métodos de polinización artificial en cacao (*Theobroma cacao* L.). Costa Rica: IICA, San José (Costa Rica). Evaluación de cuatro métodos de polinización artificial en cacao (*Theobroma cacao* L.). Obtenido de: https://repositorio.catie.ac.cr/handle/1 1554/1922

Anecacao. (2021). Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador, cacao (*Theobroma cacao* L.). Obtenido de: https://anecacao.com/

Andrade. (2019). Diversidad genética de cacao *Theobroma cacao* L. con marcadores moleculares microsatélites. Universidad Nacional de Colombia: Obtenido de: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/ unal/7526 8/7211504.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bassantes, J. (2021). Manejo integrado del barrenador del cacao *(Theobroma Cacao)*. Alianza cacao Salvador: Obtenido de: https://sicacao.info/wp-content/uploads/2019/08/Manual-del-manejo-del-barrenador-final.pdf

Baudilio, D. (2020). Universidad de Investigación Avaladora. Acta Botánica Venezuelica: Obtenido de: https://www.redalyc.org/pdf/862/86228107.pdf

Bravo Palma, E. H.; Cedeño García, G.; Castro Olaya, J. R.; Cedeño-García, G. (2022). Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad y rentabilidad del cacao en agroecosistemas de secano. Rev. Ciencia y Agricultura, Vol.19(3), 17-31. Disponible en Obtenido de: https://ag ris.fao.org/search/en/providers/122436/records/675981d9c7a957febdf9aca

Barrón, Y. (2018). INIFAP. Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco Obtenido de: https://cienciasa gricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/a rticle/view /90 0

Borja, J. (2022). Universidad Estatal de Bolívar. Evaluación de la floración y formación de frutos en el cultivo de cacao clonal (*Theobroma cacao* L) aplicando dos tipos de fertilizantes foliares con tres dosis, en el Cantón Ventanas: Obtenido de: https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/12 3456789/ 4545/1/proyecto%20de%20investigacion%20garcia%20adriancunin%20ca rmen.pdf

Cevallos Carvajal, C.; Cedeño García, G.; Arteaga Alcívar, F.; Velásquez Cedeño, S. (2022). Efectividad de momentos y fuentes de aplicaciones foliares de calcio, boro y zinc en el rendimiento y rentabilidad del cacao nacional. Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, 38(3), 304-317. Obtenido de: https://doi.org/10.29393/CHJAA38-29PVAR10029

Cente, F. (2019). Preferencia y daño del *Carmenta* spp, relacionado al crecimiento del fruto de *Theobroma cacao* L. CCN-51 en dos épocas de producción, Pichari, Cusco, 2015. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga: Obtenido de: http://repositorio.unsch.edu. pe/bitstream/UNSCH/3528/ 1/TESIS%20AF05_Cce.pdf

Carrillo, A. (2021). Tipos de podas en cultivo de cacao . Boletín INIAP: Obtenido de: https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1349

Chávez, J. (2019). Caracterización cultural, patogénica y sensibilidad in vitro de *Phytophthora* spp. asociado a enfermedades de mazorca de cacao (*Theobroma cacao* L). ESPAMMFL: Obtenido de: https://repositorio.es pam .edu.ec/bitstream/42000/1337/1/TTA10D.pdf

Cordova, F. (2019). Preferencia y daño del *Carmenta* spp, relacionado al crecimiento del fruto de *Theobroma cacao* L. CCN-51 en dos épocas de producción, Pichari, Cusco, 2015. Universidad Nacional de San Cristóbal

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

Castillo, E. (2021). Relacion del nivel de competencia del crecimiento del fruto de *Theobroma cacao* Universidad Nacional Autonóma de Nicaragua, Managua Facultad Regional Multidisciplinaria. Conozca y combata monilla: Obtenido de: https://canacacao.org/wp-content/uploads/Moniliasis-IPADE-Nicaragua.pd

Dorantes. (2019). Diversidad genética de cacao *Theobroma cacao* L. con marcadores moleculares microsatélites. Universidad Nacional de Colombia: Obtenido de: https://repositorio.unal.edu.co/ bitstream/handle/ unal/75268/7211504.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

Elizalde, K. (2023). Repositorios UEB. Determinación de la eficiencia agronómica del cultivo de cacao ccn 51 (*Theobroma cacao*), bajo la aplicación de cuatro fertilizantes foliares en el cantón Caluma, Provincia Bolívar.: Obtenido de: https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6298/1/17-10-2023%20tesis%20lista.pdf

Freire, M. (2021). Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica: Obtenido de: https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Escoba%20bruja%20del%20cacao.pdf

Garcia, M. (2022). Polinización artificial en Pistacho *(Pistacia vera L.)* y su efecto en el desarrollo del fruto. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro: Obtenido de: http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42184

Gaibor, A. (2021). El cultivo del cacao . Obtenido de http://canales.hoy.es/canalagro/datos/herbaceos/industriales/cacao.htm

Guevara, A. (2021). El cultivo del cacao. Obtenido de Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco: https://www.researchgate.net/publication/273261750_Metodologia_adaptada_para_la_formacion_de_hibridos_F1_de_cacao_Theobroma_cacao_L_en_Tabasco

Galud, A. (2021). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de Sistema de reproducción sexual y morfología floral de cinclo clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional y dos Trinitarios en la finca experimental la represa: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4674/1/T-UTEQ-210.PDF

Huaycho, H. (2019). Control del chinche del cacao *(Monaloniondis simulatum Dist.)* con aplicación de bioinsecticidas en la región de los yungas de bolivia. Obtenido de Scielo: http://www.scielo .org.bo/pdf/riiarn/v4n1/v4n1_a05.pdf

Holdridge, L. R. (1979). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA).

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/14 73869418FieldTripJ.Quiros.pdf

INIAP. (2019). Podemos combatir la escoba de bruja del cacao. 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

IPGRI. (2021) Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos: Obtenido de https://www.cgiar.org/research/publication/directrices-tecnicas-movimien

to-seguro-germoplasma-cacao-version-revisada-directrices-tecnicas-fao-ipgri-no-20-quinta-actualizacion-2024/

Lamilla, A. (2022). Universidad Técnica de Babahoyo. Control químico de Monilia (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en Ecuador: Obtenido de: http://dspace.utb.edu.ec /bitstream/handle/49000/13087/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000409.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

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

MAG. (2023). Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador. Producción de cacao apunta a romper récord este año: Obtenido de: https://www.agricultura.gob.ec/produccion-de-cacao-apunta-a-romper-record-este-ano/

Muentes, C. (2021). Resumen de certificación fitosanitaria y de calidad de cacao en grano. Agrocalidad Obtenido de: https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Informe-cacao.pdf

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

Moreno, D. (2020). Monilla del cacao. Universidad de Investigación Avaladora. Obtenido de: https://agrota.com.ec/monilia-del-cacao-en-ecuador/#:~:text=La%20MONILIA%20es%20una%20enfermedad,zonas%20tropicales%20h%C3%BAmedas%20del%20Ecuador.

MPCEIP. (2022). Boletín Productivo Zona 6. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca: Obtenido de: https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2022/11/Boletin-Productivo-Zona-6.pdf

NEDEAGRO. (2023). KUPPER. Ficha ténica: Obtenido de: https://nederagro.com/wp-content/uploads/2020/03/Kupper.pdf

Naula, A. (2023). Universidad Agraria del Ecuador. Manejo de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) con aceite ionizado en el cultivo de cacao(*Theobroma cacao* L.) Cantón Milagro, Guayas. Obtenido de: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NAULA%20PARRA%20ANGEL%20GERARDO.pdf

Orellana, E. (2021). MAG. Requerimientos hídricos del cultivo: Obtenido de: https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cacao.pdf

Paredes, M. (2021). Ministerio de agricultura. manual de cultivo del cacao: Obtenido de https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/37 2/1/cacao%20-%20copia.pdf

Pallazhco, R. (2021). Universidad Agraria del Ecuador. análisis espacial de la moniliasis en el cultivo de cacao en tres zonas de la provincia del Guayas: Obtenido de: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PALLAZHCO%20MONT A%C3%91O%20RUBEN%20DARIO.pdf

Pincay, L. (2020). Universidad de las Fuerzas Armadas . Efecto de las fases lunares y promotores de crecimiento en la propagación por injerto de púa lateral de cacao nacional PMA-12 (*Theobroma cacao* L.). : Obtenido de: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22281/1/T-ESPESD-003054.pdf

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

Ríos, D. (2023). 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

Riera, C. (2020). Contribución al conocimiento de plagas del cacao: Situación actual y mecanismos de Antixenosis sobre Monalonion dissimulatum Distant. Escuela Politecnica Nacional Litoral: Obtenido de: https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/39d1c576-9329-4b3e-84dc-29383d540fff/D-79721.pdf

Sanchéz, L. (2021). Control químico y cultural de la moniliasis (*Moniliophthora roreri Cif & Par*) del cacao (*Theobroma cacao* L) en el estado Barinas. . Obtenido de Scielo: https://ve.scielo.org/scielo.php? script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000200007

Orellana, V. (2021). Análisis de la producción y exportación de cacao en Ecuador. Ciencias Agropecuarias, 2(1), 152-170.: Obtenido de: https:// scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-26542021000200152&script=sci_arttext

Orellana, E. (2019). *MAG*. Requerimientos hidricos del cultivo: Obtenido de: https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cacao.pdf

Sotomayor, H. (2019). INIAP. Efecto de fungicidas sistémicos en el control de la moniliasis del cacao: Obtenido de: https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3816

Tapia, L. (2021). Universidad Nacional. Estudio del proceso de infección de *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao (*Theobroma cacao*), En La Provincia De Utcubamba - Región Amazonas: Obtenido de: https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.140772514/Alejandria%20Tapia% 20Lisseth.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Verdezoto, V. (2022). Conozca y combata la monilla en cacao. Manejo de la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 9(2), 37-43. Epub 00 de agosto de 2022.

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

Vargas, D. (2022). Sistemas de riego por aspersión subfoliar en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021). Obtenido de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11330

Velázquez, N. (2022). El cultivo del cacao, sus características y su asociación con microorganismos durante la fermentación. Obtenido de https://www.aytb uap.mx/aytbuap-725/el-cultivo-del-cacao-sus-caracter%C3%ADsticas-y-su-asociaci%C3%B3n-con-microorganism

Zhunaula, W. (2022). Universidad Nacional de Loja. Macro y micro nutrientes : Obtenido de:https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/12345 6789/10313/1/ tesis%20Wilmer%20Geovanny%20Zhunaula%20Angamarca.pdf

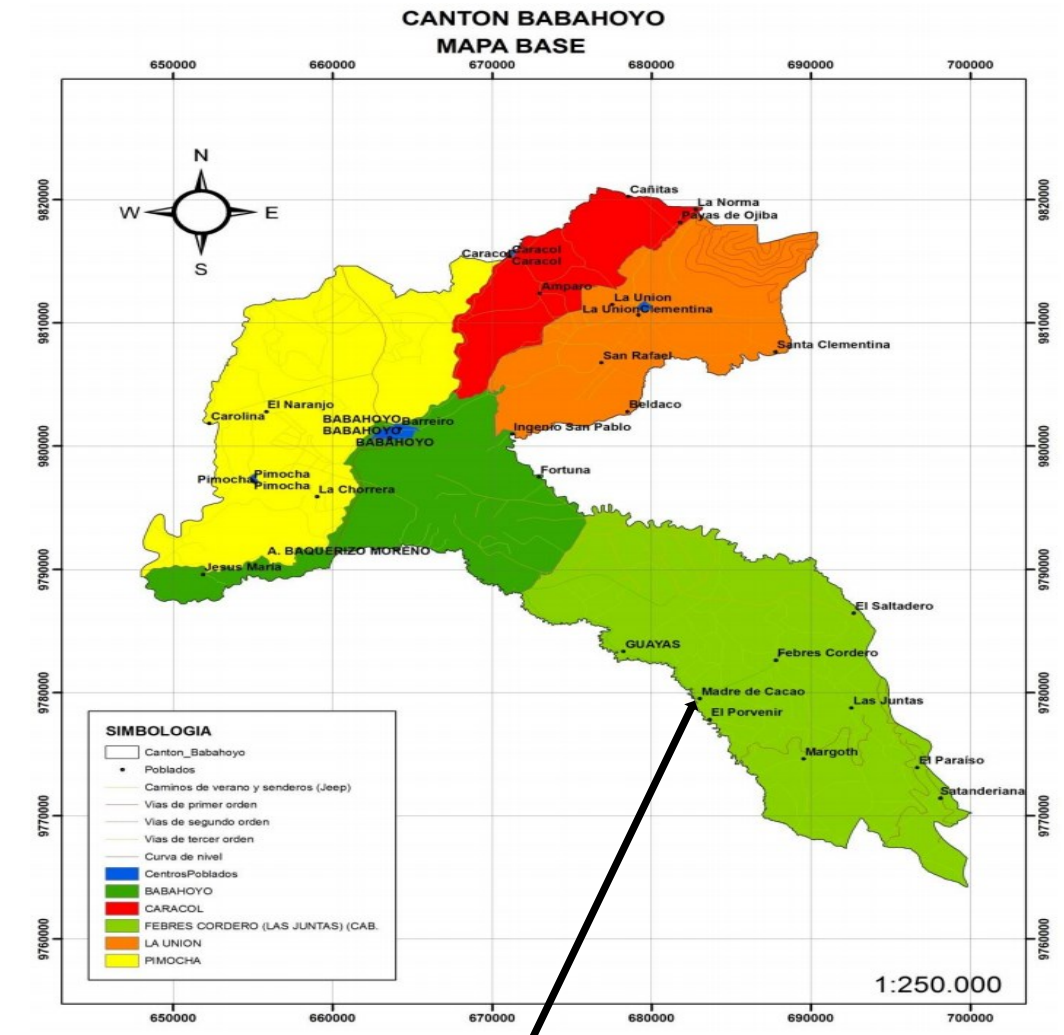
Zambrano, M. (2020). Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica de escoba bruja del cacao: Obtenido de: https://prod.senas ica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C 3%A9cnica%20de%20Escoba%20bruja%20del%20cacao.pdf

Zambrano, J. (2023). Ficha técnica del producto formulado. Obtenido de: https://agripac.com.ec/wp-content/u ploads/2020/11/PH OS-AL_FT.pdf

Zafeagro. (2021). Fitocap-wp-ficha-técnica. Chlorothalonil: Obtenido de: http://w ww.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/bravo-_ficha_tecnic

Anexos

Anexo 1. Mapa de la ubicación del ensayo.

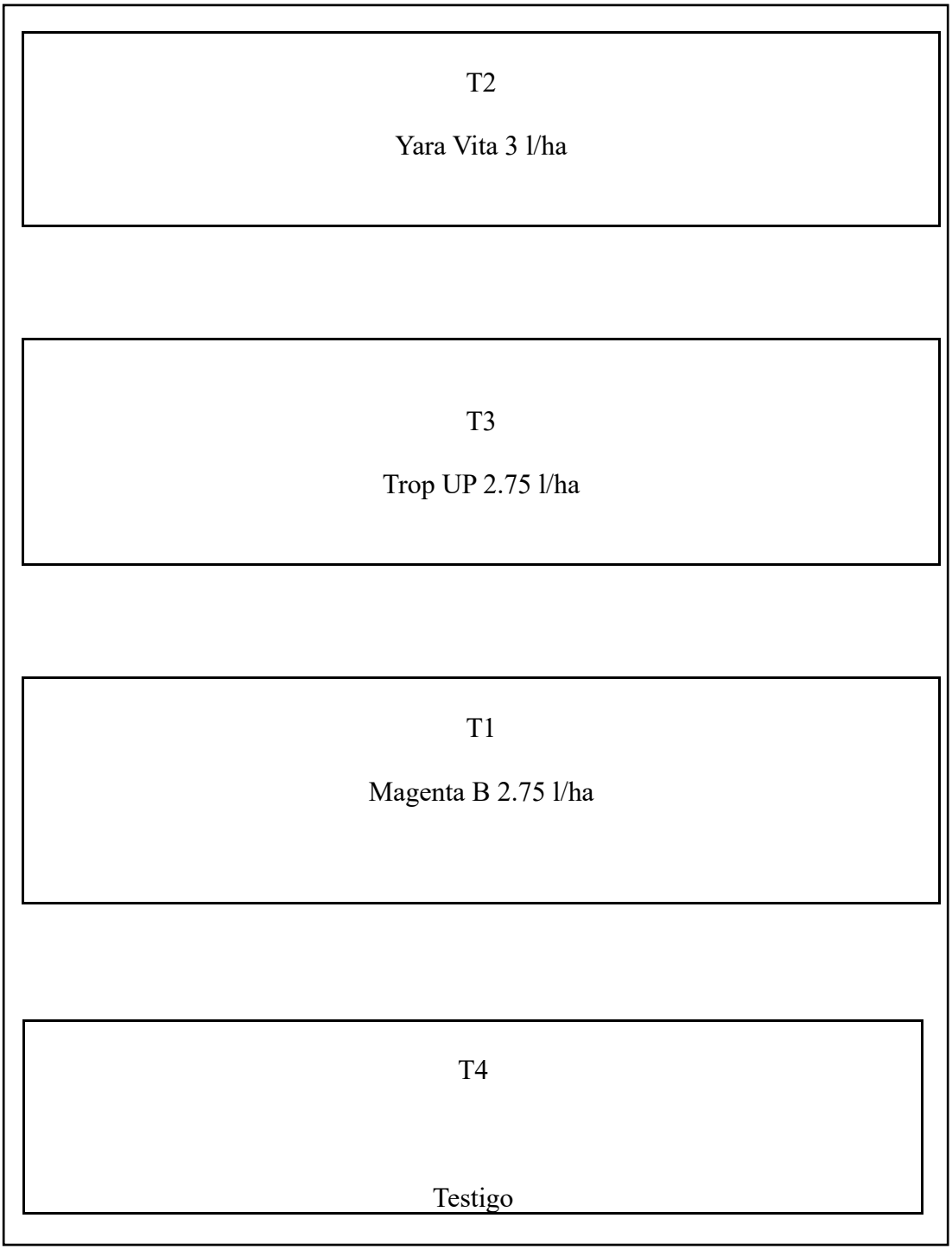


Lugar del ensayo



Anexo 2. Croquis del ensayo

TRATAMIENTOS



Anexo 3. Base de datos de las variables evaluadas

Nivel de competencia de copas (NCC)				
Después de la aplicación				
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	2	1	1	3
2	2	1	1	5
3	1	2	1	3
4	2	2	1	2
5	3	1	1	3
6	2	2	2	3
7	1	1	1	3
8	2	1	1	3
9	2	1	2	2
10	2	1	1	3
Σ	19	13	12	30
∪	2	1	1	3

Número de cojinetes florales (NCF)								
Antes de la aplicación					**Después de la aplicación**			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	210	355	315	234	134	484	465	289
2	191	145	457	102	233	383	293	293
3	267	134	324	182	376	270	884	140
4	208	233	351	145	415	360	398	180
5	110	415	270	177	316	345	494	255
6	255	205	360	180	278	293	848	177
7	258	91	134	80	169	246	229	138
8	137	157	153	123	303	305	228	130
9	342	453	280	152	480	319	200	145
10	280	379	278	356	393	129	280	223
Σ	2258	2567	2921	1731	3097	3134	4320	1969
∪	226	257	292	173	310	313	432	197

Número de flores abiertas (NFA)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	107	81	256	57	134	120	169	169
2	139	119	180	150	63	19	40	53
3	150	175	182	102	216	155	509	196
4	117	131	197	144	239	107	229	161
5	209	69	168	131	118	115	253	63
6	62	133	151	99	182	105	284	147
7	157	120	130	80	38	155	51	31
8	192	154	157	154	276	184	115	120
9	143	115	202	101	160	169	488	102
10	155	158	133	125	159	154	207	145
Σ	1431	1255	1756	1143	1585	1283	2345	1187
∪	143	126	176	114	158	128	235	119

Número de mazorcas por planta (NMP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	6	12	18	12	12	12	22	21
2	10	11	19	10	13	15	18	6
3	14	12	12	9	14	13	22	13
4	8	14	11	9	9	14	13	3
5	17	11	17	13	18	10	18	12
6	9	17	10	6	29	28	18	8
7	9	10	16	7	9	12	23	4
8	3	15	19	16	3	12	34	7
9	7	6	9	7	13	11	33	9
10	15	16	23	5	11	19	27	13
Σ	98	124	154	94	131	146	228	96
∪	10	12	15	9	13	15	23	10

Almendras por mazorca (SM)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	35	48	52	33	48	47	52	44
2	39	43	44	48	48	49	46	39
3	39	45	50	39	47	45	49	40
4	40	50	42	47	47	48	50	41
5	41	37	50	36	45	43	51	46
6	43	38	34	38	49	51	48	34
7	40	48	51	44	48	40	49	45
8	50	30	43	49	45	44	50	47
9	38	39	30	39	49	39	52	46
10	50	28	20	40	50	49	48	39
Σ	415	406	416	413	476	455	495	421
∪	42	41	42	41	48	46	50	42

Índice de almendra (IA)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	1.30	1.84	1.78	1.10	1.57	1.53	1.99	1.38
2	1.67	1.35	1.30	1.16	1.68	1.67	2.15	1.29
3	1.45	1.15	1.60	1.00	1.46	1.41	2.18	1.21
4	1.78	1.46	1.89	1.65	1.89	1.43	1.98	1.53
5	1.56	1.43	1.98	1.25	1.47	1.42	2.01	1.13
6	1.32	1.10	1.79	1.25	1.70	1.57	1.92	1.38
7	1.68	1.30	1.69	1.16	1.81	1.68	1.82	1.29
8	1.90	1.90	1.28	1.35	1.59	1.46	1.41	1.21
9	1.68	1.65	1.77	1.84	2.02	1.89	1.90	1.53
10	1.43	1.75	1.29	1.15	1.60	1.47	1.42	1.13
Σ	15.77	14.93	16.37	12.91	16.79	15.53	18.78	13.08
∪	1.58	1.49	1.64	1.29	1.68	1.55	1.88	1.31

Índice de mazorca (IM)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	22	11	11	28	13	14	10	16
2	15	17	17	18	12	12	10	20
3	18	19	13	26	15	16	9	21
4	14	14	13	13	11	15	10	16
5	16	19	10	22	15	16	10	19
6	18	24	16	21	12	12	11	21
7	15	16	12	20	12	15	11	17
8	11	18	18	15	14	16	14	18
9	16	16	19	14	10	14	10	14
10	14	20	39	22	13	14	15	23
Σ	157	174	167	198	127	143	110	185
∪	16	17	17	20	13	14	11	19

Peso de almendra seca (PS)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	130	184	178	110	157	153	199	138
2	167	135	130	116	168	167	215	129
3	145	115	160	100	146	141	218	121
4	178	146	189	165	189	143	198	153
5	156	143	198	125	147	142	201	113
6	132	110	179	125	170	157	192	138
7	168	130	169	116	181	168	182	129
8	190	190	128	135	159	146	141	121
9	168	165	177	184	202	189	190	153
10	143	175	129	115	160	147	142	113
Σ	1577	1493	1637	1291	1679	1553	1878	1308
∪	157.70	149.30	163.70	129.10	167.90	155.30	187.80	130.80

Nº	Aroma (A)	Sabor (S)	Textura (T)
1	2	0	0
2	5	1	2
3	2	0	5
4	5	1	5
5	2	3	0
6	5	3	0
7	0	0	2
8	5	0	5
9	2	1	0
10	0	1	5

Anexo 4.- Fotografías

Distribución de las unidades experimentales





Poda





Limpieza del cuello de la planta





Colocación de las etiquetas





Fumigación





Toma de las variables (Variables respuestas)

Número de cojinetes florales y flores abiertas





Número de mazorcas por planta





Almendras por mazorca



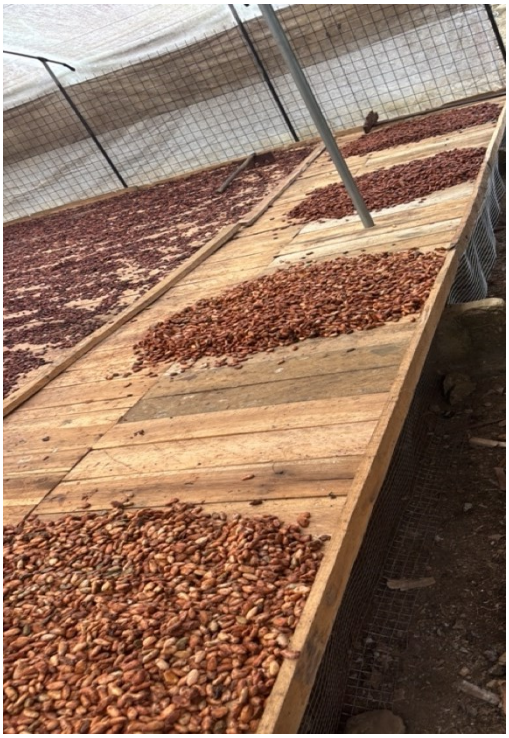
Empaquetado de las semillas



Fermentación



Almendra seca por tratamiento





Análisis organoléptico

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Estacion Experimental Litoral Sur "Dr Enrique Ampuero" – INIAP
Programa Cacao Litoral Sur
Km 26 Vía Durán-Tambo, al Oeste de Guayaquil, Cantón Yaguachi, Guayas
593 4 2724-260 / 593 4 2724-261

NOMBRE DEL CLIENTE: Joselyn Mikaela Granda Encalada
PETICIONARIO: Joselyn Mikaela Granda Encalada
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Joselyn Mikaela Granda Encalada
DIRECCIÓN : Babahoyo

FECHA DE MUESTRAS: 15/09/2025
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15:25
FECHA DE ANÁLISIS: 25/09/2025
FECHA DE EMISIÓN: 06/10/2025

Análisis organoléptico

Identificación	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
O-M1-15	2	5	2	5	2	5	0	5	2	0
S – M1-15	0	1	0	1	3	3	0	0	1	1
T - M1-15	0	2	5	5	0	0	2	5	0	5





Escala de valoración sabor (s)		
1	0	Dulzor
2	1	Acidez
3	3	Amargor
4	6	Astringencia

Escala de valoración olor (o)		
1	0	Floral
2	2	Frutal
3	5	Cítrico
4	10	Madera
5	12	Moho / humedad

Escala de valoración textura (T)		
1	0	Cremoso
2	2	Arenoso / granulado
3	5	Seco / pastoso

☐ **Sabores Atípicos / Defectos**
☐ Sucio / Empolvado ☐ Humedad
☐ Mohoso ☐ Carnoso/ Animal/ Cuero
☐ Sobre-fermentado / Fruta podrida
☐ Podrido / Estiércol ☐ Humo
☐ Otros sabores atípicos
Descripción

OBSERVACIONES

FRANKLIN ALFREDO ATIENCIA BAZAN

TÉCNICO RESPONSABLE DEL PROGRAMA

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

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Agromorfología: Estudio de las características morfológicas de los cultivos, incluyendo la forma, tamaño, estructura y disposición de los órganos de la planta, como hojas, flores y frutos.

Astringencia: En cacao, la astringencia está asociada a la presencia de polifenoles, especialmente taninos, que provocan contracción de los tejidos bucales. Es un atributo relacionado tanto con la genética como con el proceso de fermentación y secado.

Auxinas: Fitohormonas que, en concentraciones elevadas, pueden inhibir la inducción floral al favorecer el crecimiento vegetativo.

Brix: Escala de medida que indica la cantidad de sólidos solubles, principalmente azúcares, en un líquido. En el cacao, es un indicador de la madurez y calidad del grano.

Cacao Nacional: Variedad de cacao originaria de Ecuador, conocida por sus características finas y aromáticas. Se distingue por su alta calidad y sabor superior.

Sensoriales: Propiedades del cacao que afectan su sabor, aroma, textura y color, las cuales son evaluadas a través de pruebas sensoriales por paneles de cata.

Ciclo de crecimiento: Secuencia de etapas que experimenta una planta desde su germinación hasta la madurez y cosecha de los frutos, pasando por fases vegetativas y reproductivas.

Citoquininas: Hormonas que promueven la división celular y favorecen la diferenciación floral cuando actúan en equilibrio con las giberelinas.

Competencia por recursos: Situación en la que distintas partes de la planta (hojas, brotes, flores, frutos) demandan simultáneamente nutrientes y fotoasimilados, afectando la floración si los recursos son limitados.

Estado fenológico: Conjunto de fases de desarrollo de una planta, desde la germinación hasta la maduración del fruto. La floración es uno de estos estados.

Estrés abiótico: Factores del ambiente como la sequía o temperaturas extremas que, en ciertos casos moderados, pueden actuar como inductores florales al modificar el balance hormonal.

Fermentación: Proceso microbiológico clave en el postcosecha del cacao, donde los granos fermentan en cajas o montones durante varios días, lo que mejora las características sensoriales del cacao.

Fertilización foliar: Técnica de aplicación de fertilizantes directamente sobre las hojas de la planta, para corregir deficiencias nutricionales de manera rápida y eficiente.

Fitotónico: Producto o compuesto que estimula el vigor general de la planta, promoviendo crecimiento, resistencia a estrés y mejor desempeño fisiológico. Generalmente mejora procesos como fotosíntesis, absorción de nutrientes y regeneración de tejidos.

Floración: Etapa fenológica en la que se desarrollan y emergen las flores a partir de yemas previamente inducidas, influenciada por factores internos y ambientales.

Fotoasimilados: Productos de la fotosíntesis, como los azúcares, que sirven como fuente de energía y señal metabólica para la inducción floral.

Fungistático: Sustancia que inhibe el crecimiento y desarrollo de hongos patógenos sin destruirlos completamente. Su función es detener la proliferación del hongo, permitiendo que la planta o el manejo integrado completen el control.

Giberelinas (GA): Hormonas promotoras de la floración que estimulan la transición de yemas vegetativas a florales, especialmente en condiciones favorables de luz y nutrición.

Hormonas vegetales (fitohormonas): Compuestos orgánicos naturales que regulan el crecimiento y desarrollo vegetal. En la floración, destacan las giberelinas, auxinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno.

Inducción floral: Proceso fisiológico mediante el cual una yema vegetativa se convierte en una yema floral, marcando el inicio del ciclo reproductivo de la planta.

Nutrición vegetal: Suministro adecuado de macro y micronutrientes esenciales. En el cacao, el fósforo, boro y nitrógeno en niveles óptimos son clave para una inducción floral eficiente.

Omicetos: Grupo de organismos similares a los hongos, pero taxonómicamente distintos. Incluyen patógenos importantes como Phytophthora y Pythium, que afectan a numerosos cultivos. Se caracterizan por formar hifas no tabicadas, reproducirse por esporas móviles (zoósporas) y prosperar en ambientes húmedos.

Poder antioxidante: Capacidad de los compuestos presentes en los granos de cacao para neutralizar los radicales libres y prevenir el daño celular, contribuyendo a la salud humana.

Protuberancias: En el cacao se deben principalmente a la moniliasis, una enfermedad fúngica donde aparecen bultos brillantes en los frutos jóvenes que luego se vuelven manchas de color chocolate.

Quelación: Proceso químico mediante el cual un micronutriente es unido a una molécula orgánica (quelante) para mejorar su estabilidad y disponibilidad. Los nutrientes quelados son mejor absorbidos por las plantas, evitando precipitación o fijación en el suelo.

Rendimiento: Medida de la producción obtenida por unidad de área cultivada, generalmente expresada en kilogramos por hectárea.

Salinidad: Concentración de sales solubles en el suelo o solución nutritiva, que puede afectar la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes.

Tónico: Sustancia que fortalece y estimula el metabolismo de la planta, incrementando su vitalidad. Suele contener vitaminas, extractos vegetales, aminoácidos o minerales que mejoran la respuesta fisiológica general.

Zoósporas: Son esporas móviles capaces de desplazarse mediante flagelos. Se presentan en algunos hongos y organismos similares (como los oomircetos) y cumplen la función de dispersión e infección, ya que pueden nadar en películas de agua del suelo y colonizar tejidos vegetales.