



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao*) UTILIZANDO CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL CANTÓN CALUMA

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

Autores:

Fernando Gastón Erazo Zumba

Diana Nicol Shiguango Tapuy

Tutor:

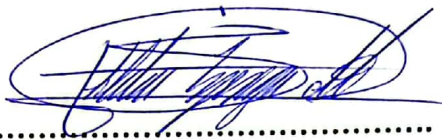
Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

Guaranda – Ecuador

2024

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE
CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao*) UTILIZANDO CUATRO
FERTILIZANTES FOLIARES EN EL CANTÓN CALUMA

REVISADO Y APROBADO POR:



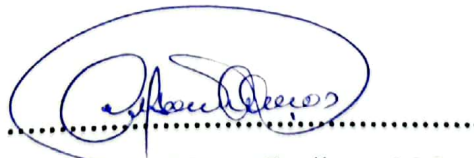
.....
Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR



.....
Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

DOCENTE LECTOR



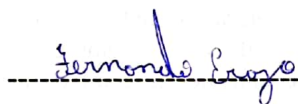
.....
Ing. Nelson Monar Gavilanez M.Sc.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Fernando Gastón Erazo Zumba con C.I 1207200344 y Diana Nicol Shiguango Tapuy con C.I 1207141563 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).

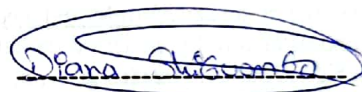
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Fernando Gastón Erazo Zumba

AUTOR

CI: 120720034-4



Diana Nicol Shiguango Tapuy

AUTORA

CI: 120714156-3



Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

C.I: 0200989630

TUTOR



ESCRITURA N°20240201004P01402

DECLARACIÓN JURAMENTADA

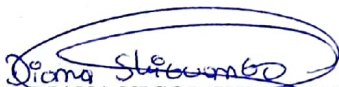
OTORGAN:

DIANA NICOL SHIGUANGO TAPUY Y
FERNANDO GASTON ERAZO ZUMBA

CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIA

P.A.

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy jueves a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, ante mi **DOCTORA MS. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, la señorita **DIANA NICOL SHIGUANGO TAPUY**, de estado civil soltera y el señor **FERNANDO GASTON ERAZO ZUMBA**, de estado civil soltero, ambas partes por sus propios y personales derechos en calidad de **COMPARECIENTES**. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil solteros ambas partes, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliados la primera en comparecer en la parroquia Ricaurte, cantón Urdaneta, provincia Los Ríos y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con número celular cero nueve ocho dos tres cero siete siete cinco dos; y, con correo electrónico dshiguango@gmail.com; y el segundo en comparecer domiciliado en la parroquia Montalvo, cantón Montalvo, provincia Los Ríos y de paso por este cantón Guaranda provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve ocho dos cero seis nueve nueve cinco; y, con correo electrónico ferazo@mailes.uebe.edu.ec; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, a petición de las comparecientes se adjunta sus documentos personales como cédulas y certificados de votación, como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada. Nosotros: **DIANA NICOL SHIGUANGO TAPUY Y FERNANDO GASTON ERAZO ZUMBA**, declaramos bajo juramento que: Los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: **DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE CACAO CCN-51 (Theobroma cacao) UTILIZANDO CUATRO FERTILIZANTES FOLIARES EN EL CANTÓN CALUMA**. 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. - Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad. - Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a las comparecientes por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.-----



SRTA. DIANA NICOL SHIGUANGO TAPUY.
C.C.



SR. FERNANDO GASTON ERAZO ZUMBA.
C.C. 120 72 00 344




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




Fernando Erazo Diana Shiguango

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE.pdf

 My Files

 My Files

 Universidad Estatal de Bolívar

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:417390817

108 Páginas

Fecha de entrega

18 dic 2024, 9:51 p.m. GMT-5

26,534 Palabras

133,870 Caracteres

Fecha de descarga

18 dic 2024, 10:06 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE.pdf

Tamaño de archivo

1.8 MB






6% Similitud general

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

Filtrado desde el informe


- ▶ Trabajos entregados
- ▶ Fuentes de Internet

Fuentes principales

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

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
26 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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.



DEDICATORIA

A mis padres, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido la base de todas mis aspiraciones y logros. Su esfuerzo incansable y confianza en mí han sido una fuente constante de inspiración. A mi abuela, por sus sabios consejos y su cariño incondicional que me han acompañado en cada paso del camino. A mi hermana, por su amistad, compañerismo y por ser siempre un ejemplo a seguir. A mis tías, por su afecto y apoyo constante, y por creer siempre en mí. A mis amigos, por estar siempre a mi lado, brindándome su aliento y compartiendo cada momento de este viaje.

Fernando

DEDICATORIA

A mi mami Herminia que con gran orgullo y esfuerzo supo criarme, ayudarme y guiarme. A mi mamá Teodosa que con gran valentía, esfuerzo y dedicación me apoyó en seguir mis estudios. Sus consejos fueron base sólida para mantenerme firme en cada momento de mi vida. También a mi Tía que confió en mí, me dio su apoyo incondicional su solidaridad y por ser un ejemplo en seguir adelante. Y a mis demás familiares por sus palabras de aliento en cada una de mis etapas de estudio. A mi pareja por su apoyo, ayuda y sus palabras de ánimos en esta larga travesía. A mis amigos por cada momento compartido.

Diana

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido al desarrollo de este proyecto investigativo y a mi formación como ingeniero (a) agrónomo. En primer lugar, agradezco a los miembros de nuestro tribunal, Ing. Kleber Espinoza Mora, Ing. Sonia Fierro Borja, Ing. Nelson Monar Gavilanez por su guía, paciencia y valiosos consejos durante todo el proceso de investigación. Su conocimiento y experiencia han sido fundamentales para la realización de este trabajo.

Agradecemos a la Universidad Estatal de Bolívar y a nuestros profesores quienes con su dedicación y enseñanza han proporcionado las herramientas necesarias para enfrentar los retos de esta carrera. Su compromiso con la educación y la investigación ha sido inspirador.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, comprensión y palabras de ánimo en los momentos difíciles. Su fe en mis capacidades ha sido mi mayor motivación para seguir adelante.

A nuestros compañeros de estudio, por los momentos compartidos, el apoyo mutuo y las innumerables horas de trabajo conjunto. Sin su camaradería, este camino habría sido mucho más difícil.

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas y entidades que, de una u otra manera, colaboraron y aportaron sus conocimientos y recursos para la realización de esta investigación. Su generosidad y disposición han sido invaluable para la culminación de este proyecto.

Fernando y Diana

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pag.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Origen del cacao	6
2.2. Clasificación taxonómica del cacao	6
2.3. Botánica del cacao.....	7
2.3.1. Raíz	7
2.3.2. Tallo	7
2.3.3. Hoja.....	8
2.3.4. Flores.....	8
2.3.5. Fruto.....	9
2.3.6. Semilla	9
2.4. Clasificación del cacao	9
2.4.1. Criollo	10
2.4.2. Forastero	10
2.4.3. Trinitario	10
2.5. Cacao CCN-51	11
2.5.1. Características del CCN-51.....	11
2.6. Condiciones del cultivo.....	12
2.6.1. Altitud	12
2.6.2. Humedad.....	12
2.6.3. Precipitación	12
2.6.4. Suelo	13

2.6.5. pH.....	13
2.6.6. Sombra	13
2.7. Manejo agronómico del cultivo.....	14
2.7.1. Material genético de siembra	14
2.7.2. Limpieza del terreno “roza”	14
2.7.3. Adecuación de la sombra y aprovechamiento de árboles	15
2.7.4. Repique de los restos vegetales.....	16
2.7.5. Drenajes	16
2.7.6. Trazado y balizado	16
2.7.7. Apertura de hoyos	17
2.7.8. Siembra	17
2.7.9. Riego	17
2.7.10. Fertilización	18
2.7.11. Podas.....	19
2.7.12. Manejo integrado de plagas y enfermedades de cacao.....	20
2.7.13. Cosecha.....	22
2.7.14. Quiebra	22
2.7.15. Fermentación	23
2.7.16. Secado.....	23
2.7.17. Limpieza y selección del grano	24
2.8. Fertilización foliar	24
2.8.1. Abono foliar Evergreen.....	25
2.8.2. Abono foliar Fertiquel.....	26
2.8.4. Abono foliar Florone.....	27
CAPÍTULO III	29
3. MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1. Ubicación de la investigación.....	29
• Localización de la investigación.....	29
• Situación geográfica y edafoclimáticas	29
• Zona de vida.....	29
3.2. Metodología.....	30
3.2.1. Material experimental	30

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
• Delimitación de la parcela	30
• Control de malezas.....	31
• Identificación de las plantas.....	31
• Aplicación de fertilizantes foliares	31
• Control de plagas	31
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)	31
• Número de botones florales por planta (NBFP)	31
• Número de flores abiertas por planta (NFAP)	32
• Número de flores semiabiertas por planta (NFSP)	32
• Número de flores cuajadas por planta (NFCP).....	32
• Número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP).....	32
• Número de mazorcas medianas por planta (NMMP)	32
• Número de mazorcas grandes por planta (NMGP).....	32
• Longitud de mazorcas pequeñas por planta (LMPP).....	32
• Longitud de mazorcas medianas por planta (LMMP)	33
• Longitud de mazorcas grandes por planta (LMGP).....	33
• Diámetro de mazorcas pequeñas por planta (DMPP).....	33
• Diámetro de mazorcas medianas por planta (DMMP)	33
• Diámetro de mazorcas grandes por planta (DMGP).....	33
• Número de ramas por planta (NRP).....	33
• Longitud de ramas por planta (LRP)	33
• Diámetro de ramas por planta (DRP).....	34
• Número de mazorca con monilla (NMM)	34
• Número de mazorca negras (NMN).....	34
• Número de frutos (NF).....	34
3.2.7. Tipo de análisis	34
CAPÍTULO IV.....	35

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1.1. Número de botones florales por planta (NBFP)	35
4.1.2. Número de flores abiertas por planta (NFAP)	36
4.1.3. Número de flores semiabiertas por planta (NFSP)	38
4.1.4. Número de flores cuajadas por planta (NFAP)	39
4.1.5. Número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP)	41
4.1.6. Número de mazorcas medianas por planta (NMMP)	42
4.1.7. Número de mazorcas grandes por planta (NMGP).....	44
4.1.8. Longitud de mazorcas pequeñas por planta (LMPP).....	46
4.1.9. Longitud de mazorcas medianas por planta (LMMP)	47
4.1.10. Longitud de mazorcas grandes por planta (LMGP)	49
4.1.11. Diámetro de mazorcas pequeñas por planta (DMPP).....	50
4.1.12. Diámetro de mazorcas medianas por planta (DMMP)	51
4.1.13. Diámetro de mazorcas grandes por planta (DMGP)	53
4.1.14. Número de ramas por planta (NRP)	54
4.1.15. Longitud de ramas por planta (LRP)	56
4.1.16. Diámetro de ramas por planta (DRP)	57
4.1.17. Número de mazorcas con monilla (NMMO).....	59
4.1.18. Número de mazorcas negras (NMN).....	60
4.1.19. Número de frutos (NF)	62
4.1.20. Análisis de correlación y regresión lineal.....	64
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	65
CAPÍTULO IV	66
5.1. CONCLUSIONES	66
5.2. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA.....	68
ANEXOS.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Resultados estadísticos para el número de botones florales por planta (NBFP)	36
2	Resultados estadísticos para el número de flores abiertas por planta (NFAP)	37
3	Resultados estadísticos para el número de flores semiabiertas por planta (NFSP)	39
4	Resultados estadísticos para el número de flores cuajadas por planta (NFCP)	40
5	Resultados estadísticos para el número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP)	42
6	Resultados estadísticos para el número de mazorcas medianas por planta (NMMP)	43
7	Resultados estadísticos para el número de mazorcas grandes por planta (NMGP)	45
8	Resultados estadísticos para la longitud de mazorcas pequeñas por plantas (LMPP)	47
9	Resultados estadísticos para la longitud de mazorcas medianas por plantas (LMMP)	48
10	Resultados estadísticos para la longitud de mazorcas grandes por plantas (LMGP)	50
11	Resultados estadísticos para el diámetro de mazorcas pequeñas por plantas (DMPP)	51
12	Resultados estadísticos para el diámetro de mazorcas medianas por plantas (DMMP)	52
13	Resultados estadísticos para el diámetro de mazorcas grandes por plantas (DMGP)	54
14	Resultados estadísticos para el número ramas por planta (NRP)	55
15	Resultados estadísticos para la longitud ramas por planta (LRP)	57

16	Resultados estadísticos para el diámetro ramas por planta (DRP)	58
17	Resultados estadísticos para el número de mazorca con monilla (NMMO)	60
18	Resultados estadísticos para el número de mazorcas negras (NMN)	61
19	Resultados estadísticos para el número de frutos (NF)	63
20	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el número de frutos (variable dependiente Y).	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pag.
1	Valores promedio para el número de botones florales por planta (NBFP)	36
2	Valores promedio para el número de flores abiertas por planta (NFAP)	38
3	Valores promedio para el número de flores semiabiertas por planta (NFSP)	39
4	Valores promedio para el número de flores cuajadas por planta (NFCP)	41
5	Valores promedio para el número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP)	42
6	Valores promedio para el número de mazorcas medianas por planta (NMMP)	44
7	Valores promedio para el número de mazorcas grandes por planta (NMGP)	45
8	Valores promedio para la longitud de mazorcas pequeñas por planta (LMPP)	47
9	Valores promedio para la longitud de mazorcas medianas por planta (LMMP)	48
10	Valores promedio para la longitud de mazorcas grandes por planta (LMGP)	50
11	Valores promedio para el diámetro de mazorcas pequeñas por planta (DMPP)	51
12	Valores promedio para el diámetro de mazorcas medianas por planta (DMMP)	53
13	Valores promedio para el diámetro de mazorcas grande por planta (DMGP)	54
14	Valores promedio para el número de ramas por planta (NRP)	56
15	Valores promedio para la longitud de ramas por planta (LRP)	57

16	Valores promedio para el diámetro de ramas por planta (DRP)	59
17	Valores promedio para el número de mazorca con monilla (NMMO)	60
18	Valores promedio para el número de mazorca negras (NMN)	62
19	Valores promedio para el número de frutos (NF)	63

ÍNDICE DE ANEXOS

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

RESUMEN

El estudio se enfocó en evaluar la eficiencia agronómica del cultivo de cacao CCN-51 mediante la aplicación de diferentes fertilizantes foliares. Los objetivos fueron: i) Establecer con cuál de los tratamientos utilizados, se presentan las mejores características agronómicas en el cultivo. ii) Identificar los efectos de la fertilización foliar en la floración y cuajado de frutos. iii) Generar una base de datos de los caracteres agronómicos, como base para continuidad en futuras investigaciones. El estudio se desarrolló durante un período de cuatro meses y utilizó análisis estadístico descriptivo e inferencial que incluyó pruebas de Fisher con niveles de significancia del 5% y 1%, así como la prueba de Tukey al 5% para comparaciones múltiples de medias, considerando valores máximos, mínimos y medias generales. Se llevó a cabo un experimento controlado con cinco tratamientos distintos: Evergreen, Fertiquel, Nektar, Florone y un grupo de control sin aplicación de fertilizante foliar. Se registraron datos antes y cuatro meses después de la aplicación. Las variables evaluadas fueron: número de botones florales por planta, número de flores abiertas por planta, número de flores semiabiertas por planta, número de flores cuajadas por planta, número de mazorcas pequeñas por planta, número de mazorcas medianas por planta, número de mazorcas grandes por planta, longitud de mazorcas pequeñas por planta, longitud de mazorcas medianas por planta, longitud de mazorcas grandes por planta, diámetro de mazorcas pequeñas por planta, diámetro de mazorcas medianas por planta, diámetro de mazorcas grandes por planta, número de ramas por planta, longitud de ramas por planta, diámetro de ramas por planta, número de mazorca con monilla, número de mazorca negras y número de frutos. Los resultados indicaron que la aplicación de fertilizantes foliares tuvo un efecto significativo en la producción de frutos del cacao CCN-51. El tratamiento Fertiquel mostró los valores más altos en lo que subrayan la importancia de seleccionar cuidadosamente el tipo de fertilizante foliar para optimizar el rendimiento y la salud del cultivo de cacao CCN-51. Se recomienda llevar a cabo estudios adicionales en diferentes ubicaciones geográficas para adaptar las prácticas agronómicas de manera más eficiente.

Palabras clave: CCN-51, fertilización foliar, Florone, eficiencia agronómica, enfermedades del cacao

SUMMARY

The study focused on evaluating the agronomic efficiency of the CCN-51 cocoa crop through the application of different foliar fertilizers. The objectives were: i) To establish which of the treatments used presented the best agronomic characteristics in the crop. ii) To identify the effects of foliar fertilization on flowering and fruit set. iii) To generate a database of agronomic traits, as a basis for continuity in future research. The study was developed over a period of four months and used descriptive and inferential statistical analysis that included Fisher tests with significance levels of 5% and 1%, as well as the Tukey test at 5% for multiple comparisons of means, considering maximum, minimum and general mean values. A controlled experiment was carried out with five different treatments: Evergreen, Fertiquel, Nektar, Florone and a control group without application of foliar fertilizer. Data were recorded before and four months after application. The variables evaluated were: number of flower buds per plant, number of open flowers per plant, number of semi-open flowers per plant, number of set flowers per plant, number of small ears per plant, number of medium ears per plant, number of large ears per plant, length of small ears per plant, length of medium ears per plant, length of large ears per plant, diameter of small ears per plant, diameter of medium ears per plant, diameter of large ears per plant, number of branches per plant, length of branches per plant, diameter of branches per plant, number of ears with monilla, number of black ears and number of fruits. The results indicated that foliar fertilizer application had a significant effect on fruit production of CCN-51 cacao. The Fertiquel treatment showed the highest values, which underscore the importance of carefully selecting the type of foliar fertilizer to optimize the yield and health of the CCN-51 cacao crop. It is recommended that additional studies be conducted in different geographical locations to adapt agronomic practices more efficiently.

Keywords: CCN-51, foliar fertilization, Florone, agronomic efficiency, cocoa diseases

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cacao se cultiva principalmente en África, América Central y del Sur, Asia y Oceanía. Aproximadamente el 68% de la producción mundial de cacao se produce en África, siendo el país líder, seguido de Ghana, Nigeria y Camerún. Los países de América Central y del Sur representan un 15% de la producción mundial de cacao, siendo los principales proveedores Brasil y Ecuador. El resto se cultiva en Asia y Oceanía, donde Indonesia y Malasia ocupan los primeros lugares como productores en esta región. Esta concentración de la producción corresponde a una franja estrecha que tiene como eje la línea ecuatorial, tomando en cuenta las exigencias de clima y físicas del cacaotero (Quintero & Díaz, 2019).

La industria cacaotera ejerce un impacto significativo en los países más destacados en términos de producción, dado que sustenta a más de 150000 agricultores y genera aproximadamente 1500000 empleos directos a lo largo de las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América ocupa una extensión de terreno que supera las 1700000 ha y genera flujos comerciales que superan los 900 millones de dólares anuales en exportaciones (Quiroz & Agama, 2019).

América Latina es ampliamente conocida como la cuna del cacao. Una investigación arqueológica recién sugirió que el lugar de origen del cacao es Ecuador. Se encontraron cerámicas con restos de cacao en la selva Amazónica que datan de 3300 años antes de Cristo, lo que significa que los granos de cacao se han cultivado en Ecuador por más de 5000 años (Quintero & Díaz, 2019).

Según estadísticas proporcionadas por la industria cacaotera, el sector actualmente aporta al país ingresos anuales que superan los \$1000 millones y ofrece empleo a más de 400000 personas. En el año 2022, se logró un hito al exportar un total de 414644 toneladas de cacao, lo que representó un incremento del 14.95% en comparación con el año anterior y generó una contribución de más de \$1080

millones a la economía nacional. Actualmente, el precio es elevado, lo cual es beneficioso para los pequeños productores que reciben \$150 por quintal y \$3500 por tonelada. Además, se ha establecido el ambicioso objetivo de alcanzar una producción promedio de una tonelada por hectárea para el año 2024. Cabe destacar que el sector ha experimentado un notable crecimiento, pasando de una producción promedio de media tonelada de cacao, que había sido el estándar durante muchos años, a alcanzar las ocho toneladas por hectárea en la actualidad. Este logro se ha atribuido en gran parte a una estrategia de colaboración entre empresas privadas y asociaciones de pequeños productores (Ramirez, 2023).

El cacao de la provincia de Bolívar posee un destacado potencial en los mercados, tanto a nivel nacional como internacional. Esto es especialmente cierto en el caso del cacao nacional fino de aroma, que sigue siendo producido en cantidades significativas a pesar de la proliferación del cacao CCN51. A nivel global, la comercialización de cacao fino de aroma constituye solamente el 7% del total, y de ese porcentaje, Ecuador abastece el 63% del mercado (Castillo, 2022).

En cuanto a la nutrición de las plantas de cacao, es importante reconocer que estas plantas dependen de aproximadamente 17 elementos esenciales para su desarrollo normal durante las etapas de crecimiento y producción. Estos elementos se obtienen del suelo y del entorno circundante. Esta gama de elementos se clasifica en tres categorías principales: mayores, secundarios y menores, cada uno de estos elementos desempeña funciones específicas en el proceso de crecimiento y desarrollo de la planta y debe estar disponible en cantidades adecuadas para garantizar un programa de nutrición eficiente (Valenzuela, 2021).

La fertilización foliar es una técnica agrícola que implica la aplicación de nutrientes directamente a través de las hojas de las plantas en forma de soluciones o suspensiones. Esto permite una absorción rápida y eficiente de nutrientes por parte de las plantas a través de sus hojas, en lugar de depender exclusivamente de la absorción radicular. Los nutrientes aplicados incluyen macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, así como micronutrientes como hierro y zinc (Sela, 2021).

1.2. PROBLEMA

En la provincia Bolívar, los agricultores dedicados al cultivo de cacao enfrentan un desafío considerable debido a la falta de acceso a conocimientos actualizados y avances tecnológicos en la optimización de la nutrición de sus plantas. Esta carencia impacta directamente la calidad y cantidad de la cosecha de cacao CCN-51, una variedad prevalente reconocida por su resistencia y alta productividad. La aplicación de fertilizantes foliares, es crucial para el desarrollo adecuado de los cacaotales, la cual se ve comprometida por la ausencia de métodos precisos y eficaces adaptados a las condiciones locales.

La baja producción en el cultivo de cacao CCN-51 es una problemática que impacta directamente la rentabilidad y sostenibilidad de los agricultores. Este fenómeno puede atribuirse a una serie de factores, entre los cuales destaca la insuficiente atención a las prácticas de fertilización. El cacao al ser un cultivo exigente en nutrientes, depende críticamente de un suministro adecuado de sustancias esenciales para su crecimiento y desarrollo. La falta de una fertilización óptima afecta negativamente la salud de las plantas y, en última instancia, la cantidad y calidad de los frutos cosechados.

La fertilización en el cultivo del cacao se presenta como un problema crítico para los agricultores. La necesidad de proporcionar a las plantas los nutrientes esenciales en las cantidades correctas y en el momento adecuado es fundamental para restaurar la salud del suelo y aumentar la productividad. La investigación en fertilización foliar no solo se centra en corregir las deficiencias nutricionales edáficas, sino también en optimizar la eficiencia de absorción de nutrientes por parte de las plantas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar la eficiencia agronómica del cultivo de cacao CCN-51 utilizando cuatro fertilizantes foliares.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer con cuál de los tratamientos utilizados, se presentan las mejores características agronómicas en el cultivo.
- Identificar los efectos de la fertilización foliar en la floración y cuajado de frutos.
- Generar una base de datos de los caracteres agronómicos, como base para continuidad en futuras investigaciones.

1.4. HIPÓTESIS

H₀: La eficiencia agronómica del cultivo de cacao no depende de los fertilizantes foliares utilizados.

H_a: La eficiencia agronómica del cultivo de cacao depende de los fertilizantes foliares utilizados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del cacao

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 (Velázquez, 2022).

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 (Castillo, 2022).

Con la llegada de los colonizadores europeos, el cacao fue llevado a Europa, donde su popularidad creció rápidamente. Desde entonces, su cultivo se ha expandido a muchas otras regiones tropicales del mundo (Quintero, 2019).

2.2. Clasificación taxonómica del cacao

La especie *Theobroma cacao* L ha sido relativamente clasificada e investigada.

Reino:	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	Theobroma
Especie:	cacao.
Nombre científico:	<i>Theobroma cacao</i> L.

(Doster, 2019)

2.3. Botánica del cacao

2.3.1. Raíz

La raíz principal del cacao es de tipo pivotante, es decir, crece hacia abajo. Es común que, en los primeros meses de vida de la planta, esta raíz pueda extenderse a una profundidad de aproximadamente 120 a 150 cm, llegando incluso a alcanzar hasta 2 metros en suelos sueltos. Posteriormente, se desarrollan numerosas raíces secundarias que se extienden hacia los lados. La mayor parte de estas raíces secundarias, alrededor del 85% al 90%, se encuentran en los primeros 25 cm de profundidad del suelo, específicamente en la zona que rodea el árbol y coincide aproximadamente con la superficie proyectada de su sombra. No obstante, es posible encontrar árboles con raíces secundarias que se extienden considerablemente lejos del tronco principal. La mayoría de las raíces más funcionales del árbol están ubicadas cerca de la superficie del suelo, a menudo en contacto con la capa de mantillo que naturalmente cubre el suelo de un cacaotal en condiciones de cultivo óptimas (Velázquez, 2022).

2.3.2. Tallo

El tronco del cacao es recto y tiene la capacidad de asumir diversas formas, influenciado por factores ambientales y prácticas de cultivo, incluyendo la densidad de plantación (número de plantas por área). Por lo general, cuando se cultiva cacao a partir de semillas, el primer punto de bifurcación o "molinillo" suele formarse a una altura que oscila entre los 80 y 120 centímetros. En este punto, se originan tres a seis ramas principales que establecen la estructura básica del árbol. Por otro lado, existe la variante del cacao clonal, que se origina a partir de ramillas, acodos o injertos, y en este caso, la planta adquiere una forma distinta sin un tronco principal definido. Si se permite que el cacao crezca sin restricciones, la planta emite brotes llamados "chupones" cerca del molinillo o del primer punto de bifurcación, lo que conduce a un aumento en la altura y la formación de un segundo nivel. Con el tiempo, estos chupones asumen el rol de tronco principal y desplazan al molinillo original del nivel inferior (Rodríguez, 2023).

2.3.3. Hoja

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, y esto responde en gran medida 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. En términos generales, se observa que los cacaos amazónicos tienden a tener hojas más pequeñas (Furcal & Torres, 2020).

2.3.4. 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 (Zambrano, 2020).

2.3.5. 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, sin embargo, la naturaleza, pródiga, ha atribuido al cacao una floración continua durante todo el año (Duran, 2020).

2.3.6. Semilla

Las semillas de cacao tienen una forma oblonga y pueden presentar una amplia variabilidad en términos de tamaño. Algunas de estas semillas, en la parte más larga, tienen una forma redondeada, como es característico en el caso del cacao tipo Criollo y Nacional de Ecuador. Otras semillas tienden a ser bastante aplanadas, como se observa en los cacaos del tipo Forastero. Además, algunas semillas tienen un extremo más puntiagudo que el otro, lo que le confiere una forma parecida a un corazón. Cada semilla está cubierta por una capa protectora o cutícula que resguarda los cotiledones, y en la parte externa de esta cutícula se encuentra el mucílago o hilio. El sabor del mucílago también puede servir para distinguir algunos genotipos de cacao. Asimismo, el color de las semillas varía ampliamente, desde un blanco ceniciento y blanco puro hasta tonalidades de morado oscuro. Esta variación en el color de las semillas también se utiliza para identificar diferentes genotipos de cacao (Ordoñez, 2019).

2.4. Clasificación del cacao

Los tipos de cacao se clasifican tradicionalmente en tres grupos genéticos: criollo, forastero y trinitario.

2.4.1. Criollo

Es una variedad de cacao fino y de aroma, reconocida por su excepcional calidad y sabor. Los frutos del cacao criollo son de color amarillo o rojo, con una superficie rugosa y una forma alargada y puntiaguda. Sus semillas son grandes, redondas y varían en color desde el blanco hasta el violeta claro. Este cacao se distingue por su perfil de sabor complejo, que incluye notas frutales, florales y de nuez, con menor amargor y una acidez balanceada, además de un aroma delicado con toques de caramelo y vainilla. En Ecuador, el cacao criollo se cultiva principalmente en las regiones de la costa y la Amazonía, utilizando métodos tradicionales y sostenibles. Es una fuente importante de ingresos para los agricultores y tiene una gran relevancia cultural. Sin embargo, es más vulnerable a enfermedades y plagas, y su producción es limitada en comparación con otras variedades, lo que lo hace altamente valorado en el mercado global de chocolate (Montes, 2021).

2.4.2. Forastero

Conocidos también como cacaos Amazónicos y/o amargos son originarios de América del Sur. Su centro de origen es la parte alta de la cuenca del Amazonas en el área comprendida entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá. Esta población es la más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil y proporcionan más del 80% de la producción mundial. El cacao forastero es muy variable y se encuentra en forma silvestre en las zonas altas del Perú, Ecuador y Colombia y las zonas bajas Amazónicas como Brasil, Guayanas y a lo largo del río Orinoco en Venezuela, estaminoides con pigmentación púrpura, mazorcas verdes con más de 30 semillas, de color púrpura, con alta astringencia y bajo contenido de grasa (Carvallo, 2020).

2.4.3. Trinitario

Es un cruce exitoso entre el Criollo y el Forastero, conocido como cacao trinitario, que destaca por superar la producción del criollo y combinar las cualidades sensoriales de ambos tipos. Además, muestra una mayor resistencia a enfermedades, lo que garantiza su durabilidad. Este cacao trinitario presenta un perfil de sabor exquisito y sutil, con matices que incluyen heno, roble, miel,

manzana y melón. Su cultivo se extiende por diversas regiones como Trinidad, Java, Sri Lanka, Papua-Nueva Guinea, Camerún y Venezuela, bajo la denominación de Carenero Superior. Representando aproximadamente el 5% de la producción mundial, este híbrido se destaca por ofrecer una experiencia única al paladar (Solórzano et al, 2021).

2.5. Cacao CCN-51

El CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, lo cual fue ejecutado de forma acertada por el Agr. Homero Castro Zurita en la ciudad de Naranjal (Provincia del Guayas), por el año de 1965 es importante señalar que el origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) por ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva, en la actualidad, la cantidad de hectárea total de cacao en el Ecuador aproximadamente corresponde un 10% a CCN-51 (Montes, 2021).

2.5.1. Características del CCN-51

El cacao CCN-51, desarrollado en Ecuador, es una variedad híbrida conocida por su alto rendimiento y resistencia a enfermedades como la moniliasis y la escoba de bruja. Los frutos son grandes, alargados y de color rojo a naranja oscuro, mientras que las semillas son grandes y púrpuras, debido a su alto contenido de antocianinas. Aunque el CCN-51 tiene un sabor más amargo y astringente en comparación con otras variedades de cacao fino y de aroma, su alta productividad y adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y suelos lo hacen popular entre los agricultores. Esta variedad contribuye significativamente a la producción de cacao en Ecuador, ofreciendo una opción económicamente viable para maximizar el rendimiento, a pesar de su sabor más intenso (López et al, 2020).

2.6. Condiciones del cultivo

2.6.1. Altitud

El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm. La altitud no es un factor determinante como lo son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao. Observándose valores normales de fertilidad, temperatura, humedad, precipitación, viento y energía solar, la altitud constituye un factor secundario (Solórzano et al, 2021).

2.6.2. Humedad

La humedad es un factor crucial en el cultivo de cacao, ya que influye en el crecimiento, la salud y la productividad de las plantas. El cacao prospera en climas tropicales con una humedad relativa óptima entre el 70% y el 90%, lo cual es esencial para la transpiración, fotosíntesis, floración y polinización. Sin embargo, el exceso de humedad puede promover enfermedades fúngicas como la moniliasis y la escoba de bruja, por lo que es fundamental un manejo adecuado (López, 2021).

Esto incluye el uso de sistemas de riego eficientes, buen drenaje para evitar encharcamientos, coberturas vegetales para retener la humedad del suelo y el monitoreo regular de la humedad para hacer ajustes oportunos. Un equilibrio adecuado de la humedad contribuye al crecimiento saludable de las plantas y a una producción óptima y sostenible del cacao (López, 2021).

2.6.3. Precipitación

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo. La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm. distribuidos durante todo el año (Orozco et al, 2021).

2.6.4. Suelo

Es un componente fundamental en el cultivo de cacao, ya que debe ser profundo, bien drenado y rico en materia orgánica para asegurar un crecimiento óptimo de las plantas. Los suelos ideales para el cacao son ligeramente ácidos, con un pH entre 6 y 7, y deben tener buena estructura y capacidad de retención de agua, evitando encharcamientos que pueden dañar las raíces. La presencia de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, es crucial para el desarrollo saludable de las plantas. Además, la incorporación de materia orgánica y prácticas de manejo sostenible, como la rotación de cultivos y el uso de coberturas vegetales, ayuda a mantener la fertilidad y la estructura del suelo, promoviendo un cultivo de cacao productivo y sostenible (Campero, 2021).

2.6.5. pH

El pH del suelo es un factor crítico en el cultivo de cacao, ya que afecta la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. El cacao prospera en suelos ligeramente ácidos, con un pH óptimo entre 6 y 7. Un pH dentro de este rango facilita la absorción de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, y micronutrientes vitales para el crecimiento saludable del cacao. Si el pH del suelo es demasiado bajo (muy ácido) o demasiado alto (muy alcalino), la disponibilidad de estos nutrientes se ve afectada, lo que puede llevar a deficiencias nutricionales y afectar negativamente el desarrollo de las plantas. Por lo tanto, es fundamental monitorear y ajustar el pH del suelo, utilizando enmiendas como la cal para suelos ácidos o azufre para suelos alcalinos, para mantener un entorno de crecimiento óptimo para el cultivo de cacao (Procopio, 2021).

2.6.6. Sombra

La sombra en el cultivo de cacao ofrece numerosas ventajas, incluyendo la regulación de la temperatura, protegiendo las plantas del estrés térmico y manteniendo un entorno más fresco. Además, reduce la evaporación del agua del suelo, ayudando a mantener la humedad necesaria y disminuyendo la frecuencia de riego. La sombra también actúa como barrera contra vientos fuertes, protege las

plantas de daños físicos, y mejora la salud del suelo al aumentar la materia orgánica. Promueve la biodiversidad, creando hábitats para insectos y aves beneficiosos que controlan plagas de manera natural, y puede reducir la incidencia de enfermedades al disminuir la humedad en la superficie de las plantas. Estos beneficios hacen que la sombra sea una práctica esencial para una producción de cacao sostenible y de alta calidad (Untuña, 2021).

2.7. Manejo agronómico del cultivo

Para maximizar la producción de cacao y lograr la obtención de un producto de alta calidad, es esencial comenzar desde el proceso de siembra con la utilización de materiales que se adapten a las condiciones ambientales específicas de cada ubicación. Asimismo, es fundamental contar con un conocimiento sólido en cuanto al manejo agronómico apropiado, la identificación precisa de plagas y enfermedades, y la implementación de estrategias efectivas para su control (Paredes et al, 2022).

2.7.1. Material genético de siembra

Cuando se planea establecer nuevas plantaciones de cacao, es esencial considerar las recomendaciones técnicas que se ajusten al tipo de material genético, el clima y la interacción con el entorno. En este contexto, se pueden emplear plantas híbridas, que provienen de semillas sometidas a polinización controlada y tienen características del tipo "Nacional". Estas plantas híbridas pueden ser sembradas en combinación con plantas obtenidas a través de reproducción asexual, conocidas como "clones". Esta estrategia no solo busca aumentar la producción, sino también uniformizar la calidad de los granos de cacao (Enriquez, 2020).

2.7.2. Limpieza del terreno “roza”

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 (Arvelo, 2020).

2.7.3. Adecuación de la sombra y aprovechamiento de árboles

La adecuación de la sombra y el aprovechamiento de árboles en el cultivo de cacao son prácticas esenciales que contribuyen a la salud y productividad del cultivo. Ajustar la cantidad y calidad de sombra implica seleccionar y manejar árboles de sombra adecuados que proporcionen el microclima ideal para las plantas de cacao. Estos árboles deben ser podados regularmente para controlar la intensidad de la sombra y evitar que la competencia por luz y nutrientes sea excesiva (Motamayor, 2021).

El uso estratégico de árboles de sombra ayuda a mantener temperaturas más bajas y constantes, reducir la evaporación del agua del suelo y proteger las plantas del viento. Además, los árboles de sombra mejoran la biodiversidad del agroecosistema, proporcionando hábitats para insectos beneficiosos y aves que actúan como controladores naturales de plagas. La caída de hojas y ramas de los árboles de sombra también añade materia orgánica al suelo, mejorando su estructura y fertilidad. Para maximizar los beneficios, es importante seleccionar especies de árboles que sean compatibles con el cacao, no solo por la sombra que ofrecen, sino también por su capacidad de fijar nitrógeno y otros nutrientes en el suelo. La integración de estos árboles de sombra debe ser planificada de manera que se distribuya equitativamente en el área de cultivo, creando un ambiente equilibrado que favorezca el crecimiento saludable y sostenible del cacao. Los árboles destinados a proporcionar sombra al cacao deben estar distribuidos en todo el terreno, de modo que generen una sombra que oscile entre el 30% y el 50%. Esto garantiza un equilibrio adecuado para el desarrollo de las plantas de cacao (Enriquez, 2020).

2.7.4. Repique de los restos vegetales

Este procedimiento involucra la fragmentación en pedazos de dimensiones reducidas de los troncos, ramas y malezas que se encuentren en la zona. Además, es esencial recolectar los restos de los árboles y depositarlos en los senderos de la plantación con el propósito de que sean sometidos a procesos de descomposición (Monsalve, 2022).

2.7.5. Drenajes

Es de mucha importancia seleccionar áreas que no presenten problemas de encharcamiento. Si se detectan estos problemas, será necesario construir canales de drenaje para resolverlos. También se debe asegurar la disponibilidad de agua para riego, especialmente en períodos de sequía. La viabilidad de esta actividad depende de varios factores, como las condiciones edafoclimáticas del lugar, la topografía, la vulnerabilidad de la zona a inundaciones y la capacidad del suelo para retener adecuadamente la humedad y asegurar una buena aireación (Untuña, 2021).

2.7.6. Trazado y balizado

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 (Flores, 2021).

2.7.7. Apertura de hoyos

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 (Paredes et al, 2022).

2.7.8. Siembra

La siembra en el cultivo de cacao es un proceso crucial que determina el éxito y la productividad de la plantación. Consiste en la colocación de plántulas de cacao en el terreno previamente preparado, siguiendo el trazado y la balizada para asegurar una disposición ordenada y eficiente. Es importante seleccionar plántulas sanas y vigorosas, preferentemente de variedades resistentes a enfermedades. La siembra debe realizarse en hoyos adecuadamente fertilizados y en condiciones óptimas de humedad, asegurando que las raíces queden bien cubiertas y en contacto con el suelo. Mantener la distancia correcta entre plantas y filas es esencial para permitir un adecuado crecimiento y facilitar las labores de manejo, como el riego, la poda y la cosecha. Un buen inicio en la siembra establece las bases para un cultivo de cacao saludable y productivo, optimizando el uso de los recursos y garantizando un desarrollo sostenible de la plantación (Enriquez, 2020).

2.7.9. 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).

2.7.10. Fertilización

La fertilización en el cultivo de cacao es esencial para proporcionar a las plantas los nutrientes necesarios que no siempre están disponibles en el suelo en cantidades suficientes. Este proceso promueve el crecimiento vegetativo y la producción de frutos, asegurando una mayor cantidad y calidad de granos de cacao. Además, corrige deficiencias nutricionales del suelo, fortalece las defensas naturales de las plantas, haciéndolas más resistentes a enfermedades y plagas, y mejora la estructura y fertilidad del suelo a largo plazo. En definitiva, una fertilización adecuada optimiza la fotosíntesis, incrementa la sostenibilidad del cultivo y asegura que las plantas de cacao se mantengan saludables y productivas a lo largo del tiempo (Castillo, 2022).

En el transplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico. 100 gramos de un fertilizante como 20-10-6-5- alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente. Durante el primer y segundo año las necesidades por planta son de 60 gramos de nitrógeno, 30 g de P_2O_5 , 24 g de K_2O y 82 g de SO_4 . Del tercer año en adelante, el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo. En general se aconseja aplicar los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento (Montalvan, 2021).

2.7.11. Podas

Es una técnica que consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol. La poda ejerce un efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacaotero ya que se limita la altura de los árboles y se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades (Velázquez, 2022).

- **Poda de formación**

Se efectúa durante el primer año de edad del árbol, y consiste en dejar un solo tallo y observar la formación de la horqueta o verticilo, el cual debe formarse aproximadamente entre los 10 y 16 meses de edad de la planta, con el objeto de dejar cuatro o más ramas principales o primarias para que formen el armazón y la futura copa del árbol. Estas ramas principales serán la futura madera donde se formará la mayoría de las mazorcas, lo mismo que en el tronco principal. Cuanto más tierno sea el material podado, mejores resultados se obtienen. En el segundo y tercer año se eligen las ramas secundarias y así sucesivamente, hasta formar la copa del árbol (Infocacao, 2021).

- **Poda de mantenimiento**

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

- **Poda sanitaria**

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

- **Poda de rehabilitación**

La poda de rehabilitación en el cultivo de cacao es una práctica crucial para revitalizar y restaurar la productividad de plantaciones viejas o descuidadas. Este

tipo de poda implica la eliminación de ramas viejas, enfermas o dañadas, permitiendo que la planta concentre sus recursos en el crecimiento de nuevas ramas vigorosas y productivas. Al cortar las ramas que no son productivas, se mejora la circulación del aire y la penetración de la luz solar en el interior del árbol, lo que reduce la humedad y el riesgo de enfermedades fúngicas (Zambrano, 2020).

Además, la poda de rehabilitación fomenta el desarrollo de brotes nuevos y sanos que eventualmente reemplazarán las partes viejas de la planta. Esto no solo mejora la salud general del árbol, sino que también aumenta su capacidad para producir frutos de alta calidad. Es importante realizar esta poda de manera cuidadosa y planificada, utilizando herramientas limpias y afiladas para evitar daños innecesarios y minimizar el riesgo de infecciones (Castillo, 2022).

2.7.12. Manejo integrado de plagas y enfermedades de cacao

El cultivo de cacao enfrenta numerosos desafíos, tanto bióticos como abióticos, siendo las enfermedades una de las principales preocupaciones. Sin embargo, la baja productividad en las plantaciones de cacao también se atribuye a factores genéticos y a la falta de una gestión integral de plagas y enfermedades en tiempo y forma. En este contexto, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) emerge como una estrategia destinada a minimizar los daños provocados por plagas y enfermedades al combinar diversas medidas de control. Estas medidas abarcan desde la preparación del suelo, la fertilización, el riego y el drenaje, el uso de coberturas, la introducción de sombra permanente y temporal, así como la realización de podas adecuadas. Además, el MIP implica un monitoreo constante del estado del cultivo y la detección temprana de enfermedades y plagas para tomar medidas oportunas (Paredes et al, 2022).

- **Moniliasis** (*Moniliophthora roreri*)

La *moniliasis* puede ocasionar pérdidas de hasta el 80% en la producción de cacao. Sus síntomas se manifiestan inicialmente como puntos aceitosos que, con el tiempo, adquieren un color café, y sobre esta mancha se forma una pelusa blanca que, a

medida que madura, se convierte en una sustancia cremosa. Cuando la temperatura aumenta, se liberan pequeñas esporas en forma de polvo.

El control de la moniliasis en el cultivo de cacao requiere un enfoque integral que combine prácticas culturales, biológicas y químicas para minimizar su impacto. La moniliasis, causada por el hongo (*Moniliophthora roreri*), afecta los frutos del cacao, provocando pérdidas significativas en la producción. Una de las principales estrategias de control es la poda regular de los árboles para mejorar la circulación del aire y reducir la humedad, condiciones que favorecen el desarrollo del hongo. Es esencial eliminar y destruir los frutos infectados para evitar la propagación de esporas (Pilaloo, 2021).

- **Mazorca negra** (*Phytophthora palmivora*)

La moniliasis puede afectar diversas partes de la planta de cacao, pero sus mayores estragos los causa en los frutos, especialmente en aquellos que se encuentran cerca de la madurez. Los síntomas se caracterizan por la presencia de manchas de color café con hilos delgados de micelio de color blanco y no muy densos. En condiciones de temperatura y humedad óptimas, se forman esporas que se propagan a través de las gotas de lluvia, el viento, las corrientes de agua y la actividad de las hormigas, afectando tanto los frutos como los tejidos de la planta. Para controlar la moniliasis, es esencial eliminar las mazorcas enfermas antes de que se produzcan las esporas, lo que ayuda a prevenir su propagación (Cedeño et al, 2020).

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

Es una enfermedad del cacao causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa*. Se manifiesta principalmente como un crecimiento anormal de brotes en forma de escoba, de ahí su nombre, afectando los tejidos jóvenes de las ramas, flores y frutos del cacao. Esta enfermedad es altamente destructiva y puede ocasionar pérdidas significativas en la producción. La infección de la escoba de bruja comienza cuando las esporas del hongo entran en contacto con tejidos susceptibles del cacao. Los síntomas incluyen la formación de estructuras densas y retorcidas en lugar de brotes normales, lo que da la apariencia de una "escoba" (Vélez & Almeida, 2023).

- **Barrenador o talador del tronco** (*Xyleborus* spp)

El barrenador o talador del tronco, representado por diferentes especies del género (*Xyleborus*), es un insecto que puede causar daños significativos en las plantaciones de cacao. Estos escarabajos pertenecen a la familia Curculionidae y son conocidos por perforar galerías en la madera de los árboles, incluyendo los cacaotales. La hembra del barrenador del tronco excava túneles en el tejido vascular del cacao, creando galerías para depositar sus huevos. Durante este proceso, introduce esporas de hongos simbiotes que colonizan la madera, y estas esporas pueden causar infecciones adicionales. Las larvas se alimentan de la madera, lo que debilita la estructura interna del árbol y puede llevar a la muerte de las ramas o incluso del árbol completo (Calle, 2021).

Para controlar esta plaga, los árboles de cacao afectados por el hongo deben ser retirados y quemados fuera de la plantación. Los árboles restantes en las cercanías deben ser tratados con fungicidas. Se recomienda retirar la tierra del hoyo, exponiéndola a la luz solar y aplicando cal (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, 2020).

2.7.13. Cosecha

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

2.7.14. Quiebra

Es una fase crucial del proceso de cosecha. Esta operación consiste en partir la mazorca y extraer las almendras, que, una vez separadas de la placenta, serán sometidas al proceso de fermentación. La quiebra se lleva a cabo después de

amontonar las mazorcas en puntos específicos dentro de la plantación (Troya & Iglesias, 2021).

Para llevar a cabo la quiebra, se pueden emplear machetes especialmente preparados para esta tarea. Durante este proceso, se realiza un corte longitudinal en las mazorcas con mucho cuidado para no dañar las almendras que permanecen unidas a la placenta. La separación de los granos se efectúa manualmente (Abad & Naranjo, 2020).

2.7.15. Fermentación

Es un proceso bioquímico interno y externo de la semilla que implica cambios notables en su estructura y características. Durante este proceso, se llevan a cabo varias transformaciones esenciales que contribuyen a desarrollar el sabor y aroma característicos del chocolate (García et al, 2021).

Durante la fermentación, los azúcares contenidos en las almendras del cacao son transformados en alcoholes por las levaduras presentes. Posteriormente, estos alcoholes son convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas. Durante este proceso de fermentación, se genera una cantidad considerable de calor a medida que la pulpa se descompone. Este aumento de temperatura es lo que causa la inactivación del embrión y, al mismo tiempo, da inicio a los cambios bioquímicos internos de la semilla, incluyendo el cambio de color de violeta a marrón claro, la disminución del sabor amargo y el desarrollo de los sabores que caracterizan al chocolate (Ríos, 2022).

2.7.16. Secado

El secado en el cultivo de cacao es un proceso crucial que sigue a la fermentación de las habas y es esencial para desarrollar los sabores característicos del cacao y asegurar su conservación. Durante el secado, las habas de cacao se extienden en capas delgadas sobre plataformas de secado, que pueden ser de madera, bambú o cemento, y se exponen al sol. Este proceso puede durar entre cinco y siete días, dependiendo de las condiciones climáticas. Es importante remover las habas regularmente para asegurar un secado uniforme y evitar la fermentación adicional

o el crecimiento de moho. En algunas regiones, se utilizan secadores mecánicos, especialmente durante períodos de alta humedad o lluvia, para complementar el secado al sol. Un secado adecuado reduce el contenido de humedad de las habas al 7% u 8%, lo que previene el deterioro durante el almacenamiento y transporte, y preserva la calidad del cacao para su posterior procesamiento en productos como el chocolate (Paredes et al, 2022).

2.7.17. Limpieza y selección del grano

La limpieza y selección del grano en el cultivo de cacao son etapas fundamentales para asegurar la calidad del producto final. Tras el secado, las habas de cacao pasan por un proceso de limpieza que elimina impurezas como restos de cáscara, polvo y otros materiales extraños. Esto se realiza utilizando tamices, sopladores de aire y mesas de gravedad que separan los granos por tamaño y peso. Posteriormente, se lleva a cabo la selección manual o mecánica de los granos, donde se descartan aquellos que estén dañados, fermentados de manera inadecuada o que presenten defectos visibles. Esta cuidadosa selección garantiza que solo los granos de alta calidad lleguen a las etapas posteriores de procesamiento, asegurando un producto final superior en sabor y textura. La limpieza y selección meticulosa de los granos de cacao son esenciales para mantener los estándares de calidad exigidos en la industria del chocolate y otros productos derivados del cacao (Arevalo, 2022).

2.8. Fertilización foliar

Se utiliza para proporcionar nutrientes esenciales a las plantas de cacao, como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes como hierro, zinc y manganeso. 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 (Palma et al, 2022).

La fertilización foliar no debe considerarse un reemplazo de la fertilización del suelo, que sigue siendo esencial para el cultivo de cacao. En cambio, la fertilización foliar se emplea como un complemento para corregir deficiencias específicas o para abordar situaciones particulares (Arevalo, 2022).

2.8.1. Abono foliar Evergreen

Un componente adicional del Evergreen es el ácido húmico de alta calidad, obtenido de la leonardita. Este ácido húmico actúa como un eficaz acondicionador de suelos y agente quelante natural. Por esta razón, el Evergreen se puede mezclar fácilmente con otros productos agrícolas comúnmente utilizados. En conjunto, los elementos de esta fórmula buscan promover el desarrollo y la productividad de los tejidos y cultivos tratados (Agripac, 2023).

Evergreen no es simplemente un fertilizante foliar convencional; más bien, es una fórmula nutricional compleja, equilibrada y de acción sistémica que abarca 22 nutrientes, incluyendo macronutrientes, reguladores del crecimiento vegetal, micronutrientes y vitaminas, todos extraídos de plantas de rápida absorción por los tejidos vegetales. Además, contiene ácido húmico de alta calidad derivado de la leonardita, lo que lo convierte en un eficaz acondicionador de suelos y un agente quelante natural. Por lo tanto, Evergreen TM se mezcla fácilmente con otros productos comúnmente utilizados en la agricultura. Los componentes de Evergreen estimulan el desarrollo y la productividad de los tejidos y cultivos tratados. Algunos de los beneficios clave de Evergreen incluyen la promoción de la salud general de las plantas, el aumento de la tolerancia a condiciones adversas, el fortalecimiento de las raíces, la mejora de la emisión foliar y la estimulación de la precocidad, lo que reduce el ciclo de crecimiento del cultivo. Esto se traduce en mayores rendimientos, así como en una mejora en la calidad de los cultivos cosechados y una relación costo-beneficio significativa (Excel, 2023).

- **Composición química (frasco x 1000 cc)**

Es un componente nutricional y regulador de 7 macroelementos y fitohormonas. Actúa como promotores del crecimiento y de la maduración de los cultivos.

Nitrógeno nítrico 7,0%;
Fósforo asimilable 7,0%;
Potasio soluble 7,0%;
Boro 0,024%;
Cobre 0,013%;
Hierro EDTA 0.05%;
Manganeso EDTA 0,018%;
Magnesio 0,036%;
Molibdeno 0,0003%;
Pack x 0.5 l;
Dosis: 1000 cc/ha (Agrizon, 2023).

2.8.2. Abono foliar Fertiquel

Es un fertilizante líquido que posee elevadas concentraciones de macro y micronutrientes quelatados, que incluyen nitrógeno (N), potasio (K), hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn) y cobre (Cu). Está diseñado específicamente para su utilización en sistemas de riego por goteo a través de la técnica de fertirrigación.

La aplicación en el sistema de riego contribuye a la disolución de precipitados, la limpieza de los goteros obstruidos y la eliminación de bacterias y algas, gracias a sus propiedades ácidas. Es un fertilizante eficaz en la activación de autodefensa contra enfermedades. Estimula el desarrollo de raíces y follaje (Agrizon, 2023).

- **Propiedades físicas y químicas (frasco x 1000 cc)**

Composición: Hierro 65 + Zinc 23 + Manganeso 7 + Cobre 4 g/l

Apariencia: líquido sin olor

Formulación: Concentrado soluble - SL

Densidad: aprox. 1.3 g/ml

pH: aprox. 1 (ácido)

Solubilidad en agua: Totalmente soluble

Estabilidad: Estable bajo condiciones medioambientales extremas.

Explosividad: No Explosivo

Corrosividad: Corrosivo a los metales en general

Dosis: 750 cc/ha (Drokasa, 2023).

2.8.3. Abono foliar Nektar

Se trata de un fertilizante foliar líquido de vanguardia que fomenta el desarrollo energético de los brotes y las raíces de la planta. Asimismo, promueve la generación de fitoalexinas en el organismo vegetal, reforzando de esta manera su capacidad natural para defenderse contra distintas enfermedades (Novagro, 2023).

- **Composición química (frasco x 1000 cc)**

Azufre (S) 2.8% p/v

Cobre (Cu) 4.7% p/v

Dosis: 500 cc/ha (ARTAL, 2023).

2.8.4. Abono foliar Florone

Se trata de un bioestimulante elaborado a partir de proteínas vegetales hidrolizadas. Su aplicación tiene la capacidad de regular el crecimiento de las plantas, estimulando la floración, el cuaje y el engorde de los frutos. Este bioestimulante posee una alta especificidad y puede ser empleado para dirigir la distribución de los fotoasimilados en las diferentes etapas del cultivo. De acuerdo al estado fenológico, puede controlar el desarrollo vegetativo, promoviendo la floración, un cuajado homogéneo, y mejorando el llenado de los frutos. También, en las etapas finales del ciclo, puede facilitar la translocación de nutrientes hacia los órganos de almacenamiento. Su fórmula incluye proteínas vegetales hidrolizadas, así como nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos. La aplicación de este bioestimulante puede llevarse a cabo mediante pulverización foliar o riego localizado, dependiendo de la etapa del cultivo (Agrizon, 2023).

- **Composición química (frasco x 1000 cc)**

Aminoácidos libres	4% p/p
Nitrógeno (N) total	1% p/p
Nitrógeno (N) orgánico	1% p/p
Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅) soluble en agua	10% p/p
Óxido de potasio (K ₂ O) soluble en agua	10% p/p
Boro (B) soluble en agua	0,25% p/p
Molibdeno (Mo) soluble en agua	0,20 % p/p

Dosis: 1000 cc/ha (Atlántica, 2023).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

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

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud promedio	350 msnm
Latitud	01° 37' 40'' S
Longitud	79° 15' 25'' O
Temperatura media anual	22.2°C
Temperatura máxima	24°C
Temperatura mínima	19°C
Humedad relativa	83%
Precipitación media anual	1100 mm
Tipo de suelo	Franco arcilloso
pH	6.75
Heliofanía promedio	720/horas/luz/año

(PDOT Caluma, 2022).

- **Zona de vida**

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge la zona corresponde al bosque húmedo tropical (Holdridge, 1979).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- Plantas de cacao CNN-51
- Fertilizantes foliares

3.2.2. Factores en estudio

4 fertilizantes foliares

3.2.3. Tratamientos

Para la presente investigación, se consideró los tratamientos según la siguiente descripción:

Tratamientos	Descripción
T1	Evergreen (1000 cc/ha)
T2	Fertiquel (750 cc/ha)
T3	Nektar (500 cc/ha)
T4	Florone (1000 cc/ha)
T5	Testigo

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

La presente investigación se apoyó en análisis estadísticos descriptivos e inferenciales.

3.2.5. Manejo del experimento

- **Delimitación de la parcela**

Para llevar a cabo esta investigación, se marcaron las áreas específicas que se utilizaron como parcelas de estudio. Esto se hizo utilizando cañas de guadua con una longitud de aproximadamente 1,30 metros.

- **Control de malezas**

Se controló las malezas que se presentó en el área de investigación utilizando una moto guadaña y aplicando Glufosinate a una dosis de 200 cc por cada 20 litros de agua.

- **Identificación de las plantas**

Cada planta que se sometió a evaluación fue etiquetada para llevar un registro preciso.

- **Aplicación de fertilizantes foliares**

Los cuatro tipos de fertilizantes foliares se aplicaron mediante el uso de una bomba de mochila. Esto permitió una distribución controlada y uniforme de los fertilizantes en las plantas.

Producto	Dosis	Dos aplicaciones
Evergreen	1000 cc/ha	17 cc/11 l agua
Fertiquel	750 cc/ha	13 cc/11 l agua
Netkar	500 cc/ha	9 cc/11 l agua
Florone	1000 cc/ha	17 cc/11 l agua

- **Control de plagas**

Se llevaron a cabo monitoreos y evaluaciones para determinar el nivel de infestación de plagas en las plantas. Cuando fue necesario, se aplicó Cipermetrina a una dosis de 250 cc por cada 20 litros de agua específicamente para controlar las hormigas.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

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

Se contabilizó el número de botones florales en 10 plantas seleccionadas al azar en cada tratamiento, tanto al inicio como 4 meses después, mediante un conteo directo.

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

Se registró el número de flores abiertas en 10 plantas seleccionadas al azar. Se consideró como flor abierta aquella con pétalos completamente desplegados y estructuras reproductivas visibles.

- **Número de flores semiabiertas por planta (NFSP)**

El conteo incluyó flores cuyos pétalos estaban parcialmente desplegados, pero sin exposición de sus filamentos. La evaluación se realizó en 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Número de flores cuajadas por planta (NFCP)**

Se contabilizó el número de flores que, con pétalos abiertos, presentaban un pequeño fruto en formación, en 10 plantas al azar.

- **Número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP)**

Se registraron mazorcas de entre 0 y 15 cm de longitud, midiendo con flexómetro desde la base hasta el ápice en 10 plantas seleccionadas por tratamiento.

- **Número de mazorcas medianas por planta (NMMP)**

Incluyó las mazorcas de tamaño intermedio de 0 a 25 cm, usando flexómetro para su medición desde la base hasta el ápice, evaluadas antes y 4 meses después de la aplicación, en 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Número de mazorcas grandes por planta (NMGP)**

Se contabilizaron las mazorcas con una longitud superior a 25 cm, usando flexómetro para su medición desde la base hasta el ápice en 10 plantas al azar por tratamiento.

- **Longitud de mazorcas pequeñas por planta (LMPP)**

Con ayuda de un flexómetro, se midió desde la base hasta el ápice de las mazorcas pequeñas en 10 plantas al azar, expresando el resultado en cm.

- **Longitud de mazorcas medianas por planta (LMMP)**

Fue registrada la longitud de las mazorcas medianas con un flexómetro desde la base hasta el ápice de las mazorcas en 10 plantas seleccionadas al azar, reportando los resultados en cm.

- **Longitud de mazorcas grandes por planta (LMGP)**

Se determinó la longitud de mazorcas grandes midiendo con flexómetro desde la base hasta el ápice de las mazorcas en 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Diámetro de mazorcas pequeñas por planta (DMPP)**

Se evaluó el diámetro en la línea ecuatorial de mazorcas pequeñas, utilizando un calibrador de vernier en 10 plantas seleccionadas al azar, expresándolo en cm.

- **Diámetro de mazorcas medianas por planta (DMMP)**

Con un calibrador de vernier, se midió el diámetro en la parte media de las mazorcas medianas en 10 plantas seleccionadas por tratamiento.

- **Diámetro de mazorcas grandes por planta (DMGP)**

Se registró el diámetro ecuatorial de las mazorcas grandes utilizando un calibrador vernier en 10 plantas elegidas al azar dentro del área tratada.

- **Número de ramas por planta (NRP)**

El conteo de ramas se realizó en 10 plantas al azar de cada tratamiento, tanto antes como 4 meses después de la aplicación.

- **Longitud de ramas por planta (LRP)**

Se midió desde la inserción de la rama en el tallo hasta su extremo terminal con un flexómetro, registrando el resultado en m.

- **Diámetro de ramas por planta (DRP)**

El diámetro de las ramas se midió en su parte media con un calibrador de vernier en 10 plantas al azar, expresándose en cm.

- **Número de mazorca con monilla (NMM)**

Se contabilizaron mazorcas con más del 30% de su superficie afectada por manchas marrones, lesiones o decoloración atribuibles al hongo (*Moniliophthora roreri*).

- **Número de mazorca negras (NMN)**

Se evaluó el número mazorcas con más del 30% de su superficie oscurecida, presentando necrosis o decoloración asociada a infecciones fúngicas.

- **Número de frutos (NF)**

Se contó el total de frutos presentes en 10 plantas seleccionadas al azar, tanto antes como 4 meses después de la aplicación del tratamiento.

3.2.7. Tipo de análisis

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

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Número de botones florales por planta (NBFP)

Tabla 1

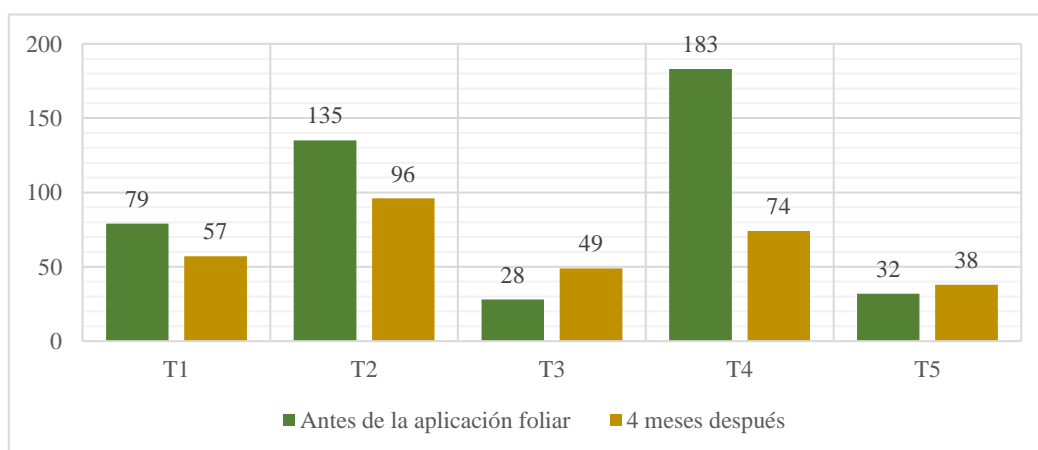
Resultados estadísticos en el número de botones florales por planta (NBFP).

Trat	Antes de la aplicación foliar (*)		4 meses después (*)		% Incremento	
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio
1	79	AB	57	AB	-27.85	A
2	135	AB	96	A	-28.89	AB
3	28	B	49	AB	75.00	AB
4	183	A	74	AB	-59.56	AB
5	32	B	38	B	18.75	B
Máximo	183		96			
Mínimo	28		38		-31.52	
Media G	92		63			

Nota: * = Significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas.

Figura 1

Valores promedio para el número de botones florales por planta (NBFP)



Para el número de botones florales por planta (NBFP), se determinaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos antes de la aplicación, se registró un máximo de 183 botones florales y un mínimo de 28. Después de la aplicación de los fertilizantes los valores oscilaron entre un máximo de 96 y un mínimo de 38

botones florales, y una media general de 63 a 92 botones florales, presentando una reducción del 31.52 %.

Antes de la aplicación, el T4 mostró el promedio más alto en el número de botones florales con 183, mientras que el T2 con 135, el promedio más bajo se registró en tratamiento T3 con 28. Después de la aplicación de los fertilizantes el T2 alcanzó el promedio más alto con 96 botones florales por planta, seguido del tratamiento T4 con 74, mientras que el T1 con 57, que destacaron en comparación del tratamiento testigo que registró el promedio más bajo con 38 botones florales.

Este análisis muestra que el tratamiento T3, que consistió en la aplicación de Nektar, experimentó un incremento significativo del 75% en el número de botones florales. Este resultado sugiere que este fertilizante, rico en aminoácidos libres y micronutrientes como boro, tiene un efecto positivo en la estimulación de la producción de botones florales, a diferencia del T4 que presentó una reducción de -59.56 % esta respuesta negativa está asociada a las condiciones ambientales y variabilidad genética.

4.1.2. Número de flores abiertas por planta (NFAP)

Tabla 2

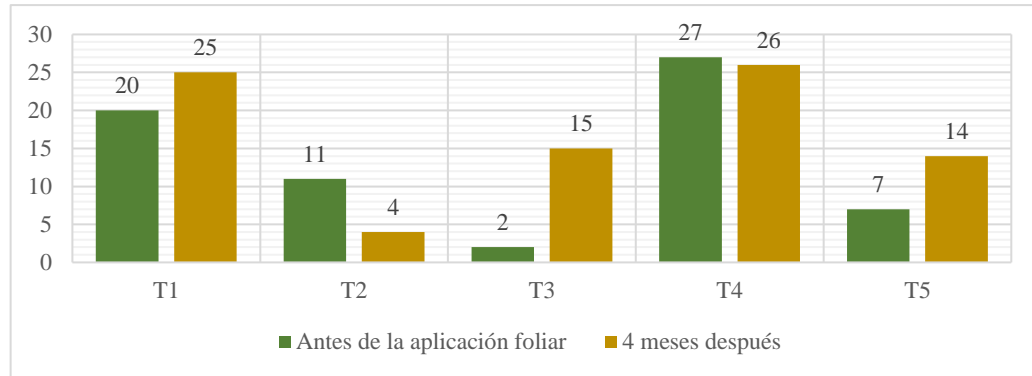
Resultados estadísticos para el número de flores abiertas por planta (NFAP).

Trat	Antes de la aplicación foliar (*)		4 meses después (ns)		% Incremento	
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio
1	20	AB	25	A	25.00	AB
2	11	AB	24	A	118.18	BC
3	2	B	15	A	650	A
4	27	A	26	A	-3.70	C
5	7	AB	14	A	100	B
Máximo		27		26		
Mínimo		2		14		50.00
Media G		14		21		

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 2

Valores promedio para el número de flores abiertas por planta (NFAP)



Para el número de flores abiertas por planta (NFAP), se determinaron diferencias significativas antes de la aplicación, se registró un máximo de 27 flores abiertas y un mínimo de 2. Después de la aplicación de los fertilizantes no se determinaron diferencias entre tratamientos, los valores oscilaron entre un máximo de 26 y un mínimo de 14 flores abiertas, a pesar de estas variaciones significativas, la media general aumento de 14 a 21 flores abiertas por planta con un incremento de 50 %.

Antes de la aplicación, el T4 mostró el promedio más alto en el número de flores abiertas con 27, mientras que el T1 con 20 el promedio más bajo se registró en tratamiento T3 con 2. Después de la aplicación de los fertilizantes el T4 mantuvo un alto promedio con 26 flores abiertas por planta, seguido del tratamiento T1 con 25, mientras que el T3 con 15, que destacaron en comparación del tratamiento testigo que registró nuevamente el promedio más bajo con 14 flores abiertas/planta.

La aplicación de estos fertilizantes ha demostrado ser efectiva en incrementar el número de flores abiertas por planta en el cacao, con respuestas variables según el tratamiento aplicado. El tratamiento T3 (Nektar) mostró la mayor mejora, con un incremento del 650%, lo que evidencia la alta eficacia de este fertilizante en aumentar la productividad de las plantas de cacao. Este resultado se atribuye a la capacidad del calcio, un nutriente clave que fortalece los tejidos vegetales y contribuye a la estabilidad estructural, reduciendo la caída de flores, mientras que el T4 presentó una reducción de -3.70% esta respuesta negativa está asociada a las condiciones ambientales.

4.1.3. Número de flores semiabiertas por planta (NFSP)

Tabla 3

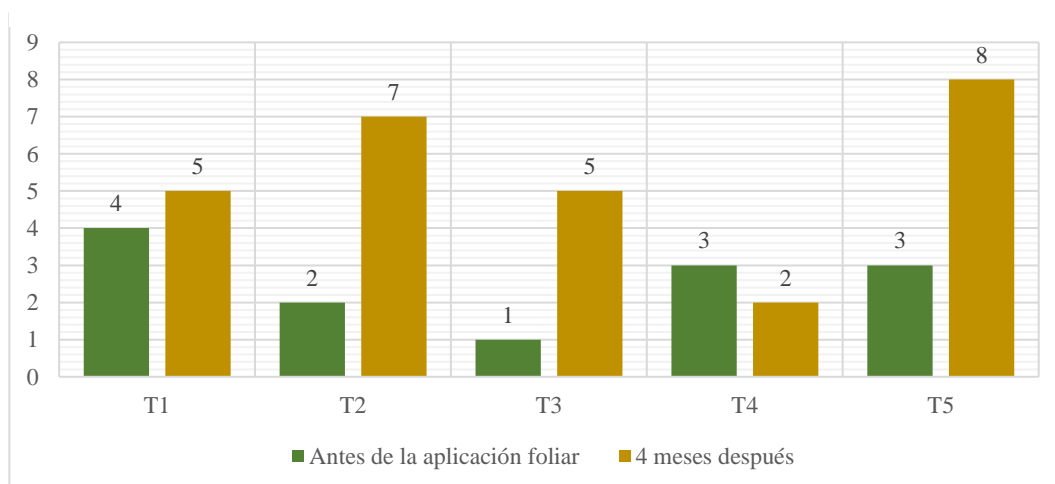
Resultados estadísticos para el número de flores semiabiertas por planta (NFSP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (*)		% Incremento	
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio
1	4	A	5	AB	25.00	
2	2	A	7	A	250.00	
3	1	A	5	AB	400.00	
4	3	A	2	B	-33.33	
5	3	A	8	A	166.67	
Máximo	4		8			
Mínimo	1		2			
Media G	3		5		66.67	

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 3

Valores promedio para el número de flores semiabiertas por planta (NFSP)



En cuanto al número de flores semiabiertas por planta (NFAP), fue similar antes de la aplicación, se registró un máximo de 4 flores semiabiertas y un mínimo de 1. Después de la aplicación de los fertilizantes se determinaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, los valores oscilaron entre un máximo de 8 y un mínimo de 2 flores semiabiertas y una media general en aumento de 3 a 5 flores semiabiertas por planta con un incremento de 66.67 %.

Antes de la aplicación foliar, el T1 mostró el promedio más alto en el número de flores semiabiertas con 4, mientras que los tratamientos T4 y T5 con 3 el promedio más bajo se registró en tratamiento T3 con 1. Después de la aplicación de los fertilizantes el T5 alcanzó un alto promedio con 8 flores semiabiertas por planta, seguido del tratamiento T2 con 8, mientras que el T3 con 5, que destacaron en comparación del tratamiento T4 que registró el promedio más bajo con 4 flores semiabiertas/planta.

El tratamiento T3, con la aplicación de Nektar, mostró una mejora notable al pasar de 1 a 5 flores semiabiertas por planta, lo que representa un incremento significativo del 400 %. Estos resultados sugieren que este fertilizante contribuye de manera efectiva a optimizar las condiciones para una mayor floración, destacando el papel del boro, que facilita el desarrollo reproductivo de las flores y las prepara adecuadamente para el proceso de polinización. Sin embargo, la respuesta varía entre los diferentes tratamientos, como el T4 que presentó una reducción del -33.33%, lo que indica que la elección del fertilizante y sus componentes específicos desempeñan un papel fundamental en la floración.

4.1.4. Número de flores cuajadas por planta (NFCP)

Tabla 4

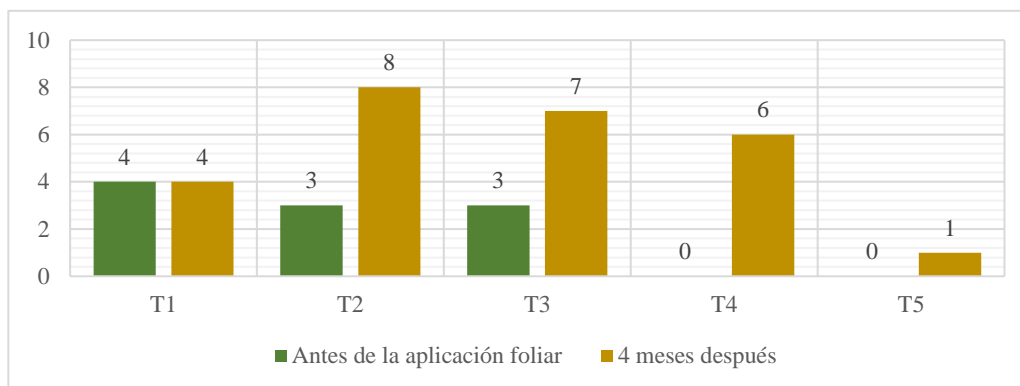
Resultados estadísticos para el número de flores cuajadas por planta (NFCP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (*)		4 meses después (**)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	4		A	4	AB	0	A
2	3		A	8	A	166.67	AB
3	3		B	7	A	133.33	AB
4	0		B	6	AB	100	BC
5	0		B	1	B	100	C
Máximo		4		8			
Mínimo		0		1		150	
Media G		2		5			

*Nota: **=Altamente significativo; * = Significativo; Letras indican las diferencias estadísticas*

Figura 4

Valores promedio para el número de flores cuajadas por planta (NFCP)



Basado en los datos obtenidos para la variable número de flores cuajadas por planta (NFCP), se observa una diferencia estadísticamente significativa antes y altamente significativa después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización, se registró un máximo de 4 y un mínimo de 0. Tras cuatro meses de la fertilización foliar, se alcanzó un máximo de 8 y un mínimo de 0, con una media general que va de 2 a 5 flores por planta presentando un incremento de 150 %.

Antes de la aplicación foliar, el T1 mostró el promedio más alto en el número de flores cuajadas con 4, mientras que los tratamientos T2 y T3 con 3 el promedio más bajo se registró en los tratamientos T4 y T5 con 0. Después de la aplicación de los fertilizantes el T2 alcanzó un alto promedio con 8 flores cuajadas por planta, seguido del tratamiento T3 con 7, mientras que el T4 con 6, que destacaron en comparación del tratamiento testigo que registró el promedio más bajo con 1 flor cuajada por planta.

El tratamiento T2 Fertiquel mostró los resultados más altos, con un incremento significativo del 166.67%. Esto se debe a su contenido de boro, que facilita la movilización de calcio y azúcares, elementos claves para la formación de proteínas. Estos sugieren que la selección del fertilizante foliar influye considerablemente en el cuajado de las flores y la calidad del fruto, mejorando su firmeza y concentración de sólidos. Las diferencias observadas entre los tratamientos podrían atribuirse a la variación en la composición de los fertilizantes y a factores ambientales como el clima y las prácticas agronómicas aplicadas.

4.1.5. Número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP)

Tabla 5

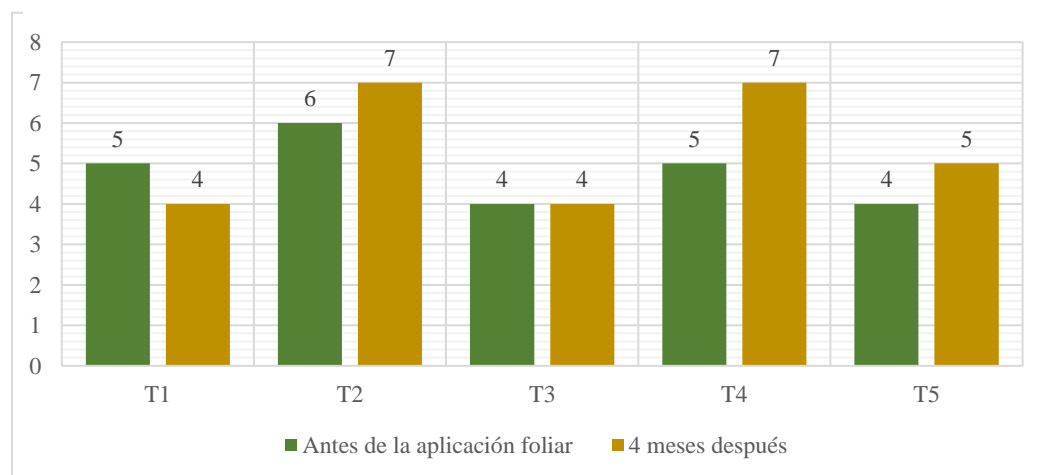
Resultados estadísticos para el número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (*)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	5		A	4	A	20	A
2	6		A	7	A	16.67	AB
3	4		A	4	A	0	B
4	5		A	7	A	40	AB
5	4		A	5	A	25	AB
Máximo		6		7			
Mínimo		4		4		0	
Media G		5		5			

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 5

Valores promedio para el número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP)



En cuanto al número de mazorcas pequeñas por planta (NMPP), fue similar antes de la aplicación foliar con un máximo de 6 mazorcas, un mínimo de 4, y una media general de 5. Al cuarto mes, se determinaron diferencias significativas entre tratamientos se registró un máximo de 7 mazorcas, un mínimo de 4, y una media general de 5 mazorcas pequeñas por planta. Se consideraron como mazorcas pequeñas a las que presentaron un tamaño de 0 a 15 cm.

Antes de la aplicación foliar, el T2 mostró el promedio más alto en el número de mazorcas pequeñas con 6, mientras que los tratamientos T1 y T4 con 5 el promedio más bajo se registró en los tratamientos T3 y T5 con 4. Después de la aplicación de los fertilizantes el T2 y T5 alcanzaron un alto promedio con 7 mazorcas pequeñas por planta, seguido del tratamiento T5 con 5, que destacaron en comparación del tratamiento T1 y T3 que registraron el promedio más bajo con 4 mazorca pequeña por planta.

El tratamiento T4 Florone presentó un incremento del 40% en la cantidad de mazorcas pequeñas esto se debe a la capacidad de este fertilizante para proporcionar una nutrición más equilibrada y eficiente debido a sus nutrientes como el nitrógeno, promoviendo el desarrollo de la mazorca además se tiene en cuenta algunos aspectos como la genética y la variabilidad del cultivo en campo.

4.1.6. Número de mazorcas medianas por planta (NMMP)

Tabla 6

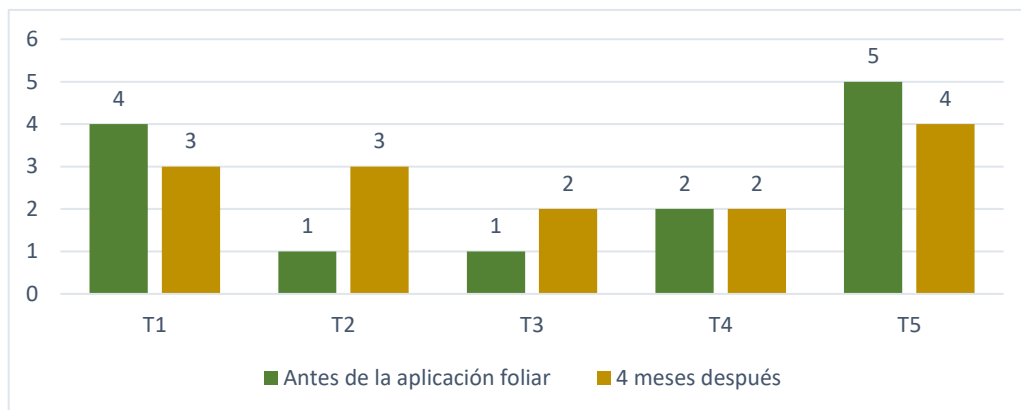
Resultados estadísticos para el número de mazorcas medianas por planta (NMMP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (**)		4 meses después (ns)		% Incremento	
	Nº	Promedio Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	4	BC	3	A	-25	A
2	1	C	3	A	200	AB
3	1	C	2	A	100	AB
4	2	BC	2	A	0	B
5	5	A	4	A	-20	AB
Máximo		5		4		
Mínimo		1		2	0	
Media G		3		3		

Nota: ** = Altamente significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 6

Valores promedio para el número de mazorcas medianas por planta (NMMP)



En cuanto al número de mazorcas mediana por planta (NMPP), se determinaron diferencias altamente significativas antes de la fertilización foliar, registrando un máximo de 5 mazorcas medianas y un mínimo de 1, con una media general de 3. Al cuarto mes, fue similar, se registró un máximo de 4 mazorcas, un mínimo de 2, y una media general de 3 mazorcas medianas por planta. Se consideró como mazorcas medianas a las que presentaron un tamaño de 0 a 25 cm.

La respuesta de los tratamientos varía en función de múltiples factores agronómicos, pero los resultados observados en el tratamiento T1 muestran la mayor reducción en la cantidad de mazorcas medianas, con una disminución del 25%. El T2 (Fertiquel) experimentó un incremento del 200%, lo que resalta la importancia de aplicar el fertilizante, que contiene ácido algínico. Este compuesto favorece el desarrollo de raíces y hojas, contribuyendo a una mejor producción de frutos. Es esencial aplicar el fertilizante en el momento adecuado y con la dosificación correcta para maximizar los beneficios en la producción de cacao.

Es relevante destacar que el tratamiento T5, que actuó como testigo sin aplicación de fertilizante foliar, también mostró una reducción del 20%, menor que la registrada en T1. A pesar de no recibir fertilización foliar, T5 arrojó resultados significativos, lo que sugiere que las condiciones ambientales desempeñan un papel importante en la producción de mazorcas. Estas interacciones complejas entre los nutrientes, los bioestimulantes y los factores ambientales podrían explicar las

diferencias observadas entre los tratamientos en cuanto al desarrollo de mazorcas medianas.

Las variaciones en la producción de mazorcas medianas pueden atribuirse a las particularidades de cada fertilizante y su influencia en el crecimiento del cultivo. Esto resalta la importancia de seleccionar fertilizantes que incluyan componentes clave para favorecer el rendimiento del cultivo en diferentes etapas de su desarrollo.

4.1.7. Número de mazorcas grandes por planta (NMGP)

Tabla 7

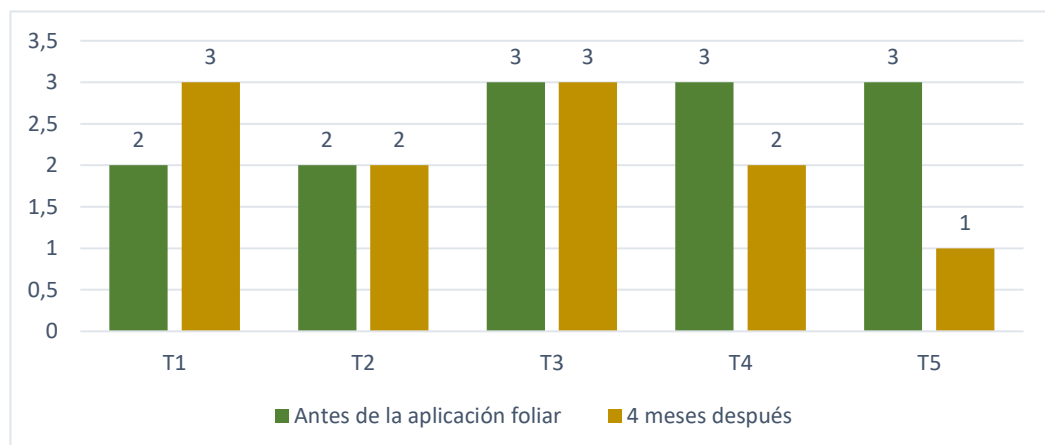
Resultados estadísticos para el número de mazorcas grandes por planta (NMGP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (*)		% Incremento		
	Nº	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	2	2	A	3	AB	50	B
2	2	2	A	2	AB	0	AB
3	3	3	A	3	A	0	AB
4	3	3	A	2	AB	-33.33	A
5	3	3	A	1	B	-66.66	AB
Máximo		3		3			
Mínimo		2		1		0	
Media G		2		2			

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 7

Valores promedio para el número de mazorcas grandes por planta (NMGP)



Para la variable en estudio, se observaron variaciones entre los tratamientos antes y después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización foliar, se registró un promedio de 2 a 3 mazorcas grandes por planta, con un mínimo de 2 y un máximo de 3. A los cuatro meses de la aplicación, se mantuvo una tendencia similar, con un promedio entre 1 y 3 mazorcas grandes por planta, y un mínimo de 1 y un máximo de 3. Se consideró como mazorca grande aquellas que midieron desde 0 a 30cm de longitud.

Antes de la aplicación foliar, los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron el promedio más alto en el número de mazorcas grandes con 3, el promedio más bajo se registró en los tratamientos T1 y T2 con 2. Después de la aplicación de los fertilizantes el T1 y T3 alcanzaron un alto promedio con 3 mazorcas pequeñas por planta, seguido de los tratamientos T2 y T4 con 2, que destacaron en comparación del tratamiento testigo que registró el promedio más bajo con 1 mazorcas grande por planta.

La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser eficaz para mejorar la producción de mazorcas grandes, con variaciones en la respuesta según el tratamiento. El T1 mostró el mayor incremento tras su aplicación, con un aumento del 50%, lo que destaca la alta eficiencia de estos fertilizantes. El potasio, en particular, juega un papel clave en la formación de frutos grandes y saludables, ya que mejora la resistencia al estrés y favorece el transporte de nutrientes, contribuyendo al desarrollo óptimo de las mazorcas. Los tratamientos T4 (Florone) y T5 (testigo) presentaron una ligera reducción en el tamaño de las mazorcas por planta, lo que resalta la importancia de seleccionar fertilizantes adecuados que favorezcan el crecimiento y tamaño de las mazorcas.

4.1.8. Longitud de mazorcas pequeñas por planta (LMPP)

Tabla 8

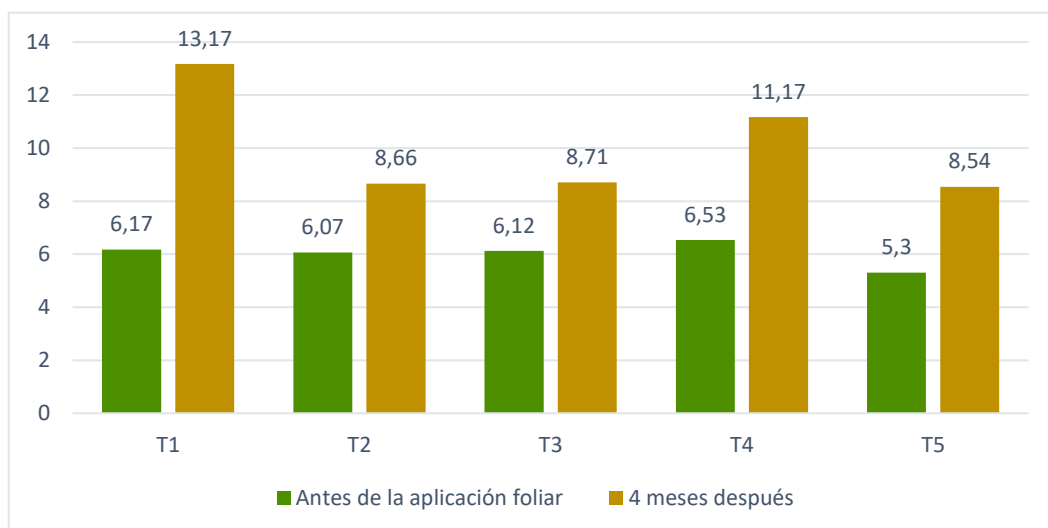
Resultados estadísticos para la longitud de mazorcas pequeñas por plantas (LMPP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (*)		4 meses después (ns)		% Incremento		
	Nº	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1		6.17	AB	13.17	A	113.52	AB
2		6.07	AB	8.66	A	42.63	A
3		6.12	AB	8.71	A	42.32	AB
4		6.53	A	11.17	A	71.1	A
5		5.30	B	8.54	A	61.13	B
Máximo		6.53		13.17			
Mínimo		5.30		8.54		66.39	
Media G		6.04		10.05			

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 8

Valores promedio para la longitud de mazorcas pequeñas por planta (LMPP)



Para la variable de longitud de mazorcas pequeñas por planta (LMPP), se observaron diferencias estadísticas antes de la aplicación, mientras que fue similar después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización foliar, los valores fueron entre un mínimo de 5.30 cm y un máximo de 6.53 cm, con una media general de

6.04 cm. Cuatro meses después de la aplicación foliar, se registraron longitudes mayores, con un rango de 8.54 cm a 13.17 cm y una media general de 10.05 cm.

El tratamiento que mostró el mayor incremento en la longitud de las mazorcas pequeñas fue el T1 con 113.52%, con un incremento notable, alcanzando una longitud máxima de 13.17 cm después de la aplicación foliar. Esta mejora podría estar asociada al nitrógeno ya que es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo la formación y desarrollo de las mazorcas.

Estas diferencias en los resultados podrían atribuirse a las características específicas de cada fertilizante y su impacto en el desarrollo del cultivo. El contenido de nutrientes y bioestimulantes en los tratamientos pudo haber favorecido el crecimiento de las mazorcas pequeñas. Además, las interacciones con las condiciones ambientales también influyen en los resultados.

4.1.9. Longitud de mazorcas medianas por planta (LMMP)

Tabla 9

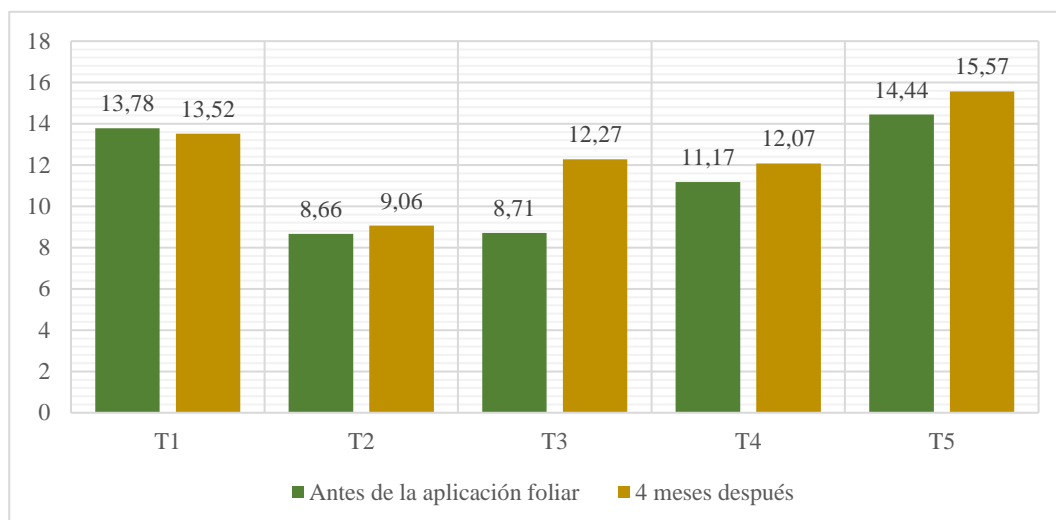
Resultados estadísticos para la longitud de mazorcas medianas por plantas (LMMP)

Trat N°	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (ns)		% Incremento	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	13.78	A	13.52	A	-1.89	A
2	8.66	A	9.06	A	4.62	B
3	8.71	A	12.27	A	40.88	AB
4	11.17	A	12.07	A	8.06	AB
5	14.44	A	15.57	A	7.82	AB
Máximo	14.44		15.57			
Mínimo	8.66		9.06		10.12	
Media G	11.35		12.50			

Nota: ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas

Figura 9

Valores promedio para la longitud de mazorcas medianas por planta (LMMP)



Para la variable de longitud de mazorcas medianas por planta (LMMP), los datos no muestran diferencias significativas antes y después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización foliar, las longitudes de las mazorcas medianas variaban entre 8.66 cm y 14.44 cm, con una media general de 11.35 cm. Cuatro meses después de la aplicación foliar, los valores oscilaron entre 9.06 cm y 15.57 cm, con una media general de 12.50 cm.

El tratamiento con el mayor porcentaje de incremento fue el T3, con un 40.88%, tras la aplicación del fertilizante foliar Nektar. Este aumento puede atribuirse a las condiciones favorables para el crecimiento que proporcionó el tratamiento, que incluía nutrientes y bioestimulantes específicos. El calcio, en particular, favorece el desarrollo celular y la estructura de la planta, promoviendo un crecimiento óptimo de las mazorcas medianas.

Cabe destacar que el T3 presentó una longitud superior entre los tratamientos evaluados. Esta diferencia podría atribuirse a diversos factores, como la asimilación de nutrientes, respuesta diferencial de las plantas a los tratamientos, y condiciones ambientales durante el periodo de evaluación. Además, las plantas de cacao pueden mostrar variabilidad natural en su crecimiento y desarrollo. Las plantas del T5, sin fertilizante foliar, podrían tener características genéticas que las hacen desarrollar mazorcas más largas, aunque no se haya aplicado fertilizante en este tratamiento.

4.1.10. Longitud de mazorcas grandes por planta (LMGP)

Tabla 10

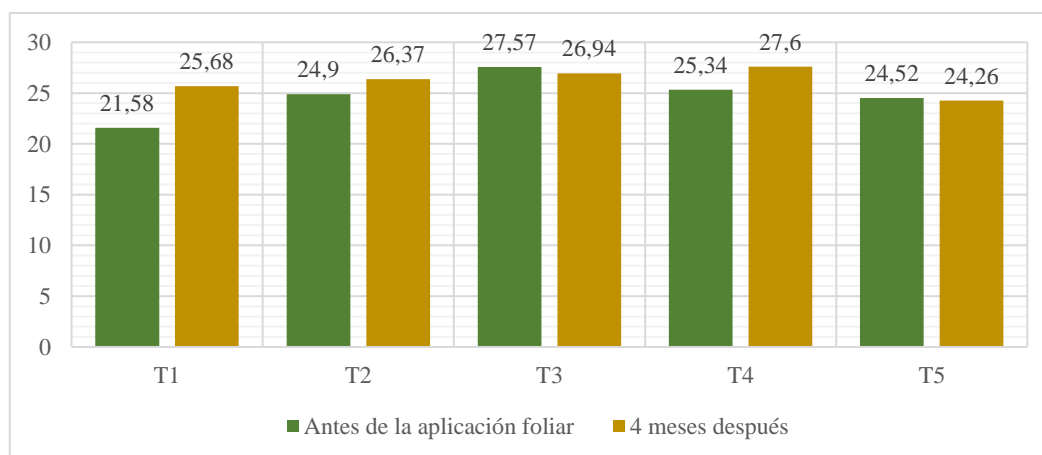
Resultados estadísticos para la longitud de mazorcas grandes por plantas (LMGP)

Longitud de mazorcas grandes por planta (LMGP)						
Trat	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (ns)		% Incremento	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
N°						
1	21.58	A	25.68	A	18.79	B
2	24.90	A	26.37	A	5.91	A
3	27.57	A	26.94	A	-2.29	A
4	25.34	A	27.60	A	8.91	AB
5	24.52	A	24.26	A	-1.06	AB
Máximo	27.57		27.60			
Mínimo	21.58		24.26		5.62	
Media G	24.78		26.17			

Nota: ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas

Figura 10

Valores promedio para la longitud de mazorcas grandes por planta (LMGP)



No se observaron diferencias estadísticas en la longitud de mazorcas grandes antes y después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización, la longitud máxima registrada fue de 27.57 cm y la mínima de 21.58 cm, con una media general de 24.78 cm. Cuatro meses después de la fertilización foliar, se obtuvo una longitud máxima de 27.60 cm y una mínima de 24.26 cm, con una media general de 26.17 cm.

El tratamiento que tuvo el mayor efecto en la longitud de las mazorcas grandes fue el T1 (Evergreen), con un incremento del 18.79%. Este tratamiento evidenció un aumento significativo en el tamaño de las mazorcas grandes. Evergreen un bioestimulante que contiene NPK y microelementos. Su composición puede haber favorecido la homogeneidad del cuajado y el llenado de los frutos, lo que resultó en mazorcas más grandes y de mayor calidad. El tratamiento T4 (Florone) mostró un incremento moderado de 8.91%, pasando de una longitud de mazorcas de 25.34 cm antes de la aplicación a 27.60 cm después de cuatro meses.

4.1.11. Diámetro de mazorcas pequeñas por planta (DMPP)

Tabla 11

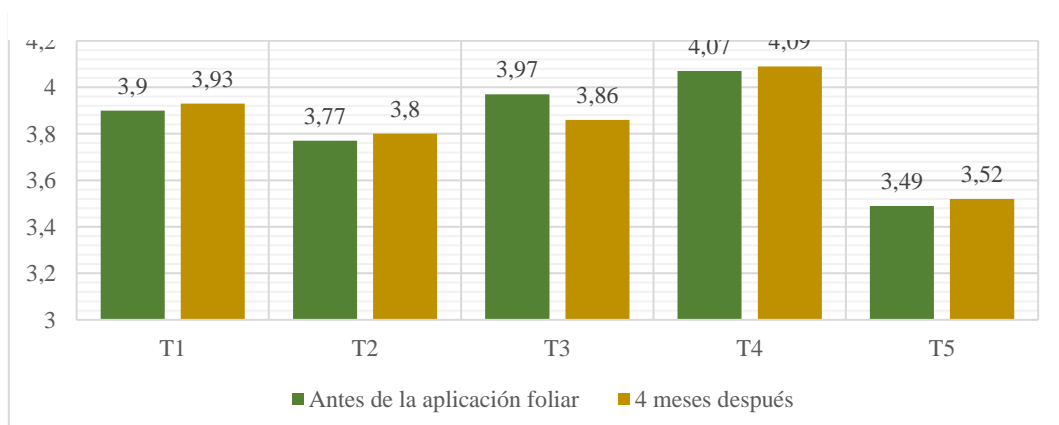
Resultados estadísticos para el diámetro de mazorcas pequeñas por plantas (DMPP)

Trat N°	Antes de la aplicación foliar (**)		4 meses después (**)		% Incremento	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	3.90	A	3.93	AB	0.77	A
2	3.77	AB	3.80	AB	0.80	A
3	3.97	A	3.86	AB	-2.77	B
4	4.07	A	4.09	A	0.49	B
5	3.49	B	3.52	B	0.86	A
Máximo	4.07		4.09			
Mínimo	3.49		3.52		-0.26	
Media G	3.85		3.84			

Nota: **= Altamente Significativo; *= significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 11

Valores promedio para el diámetro de mazorcas pequeñas por planta (DMPP)



En cuanto al diámetro de las mazorcas pequeñas por planta (DMPP). se determinaron diferencias altamente significativas antes y después de la aplicación, con una media general de 3.85 cm antes de la aplicación y 3.84 cm después de la aplicación de los fertilizantes foliares.

Antes de la aplicación el T4 obtuvo el mayor diámetro, seguido del tratamiento T3 con 3.97 cm, mientras que el T5 registró el menor promedio de 3.49 cm, después de la aplicación el T4 obtuvo el mayor tamaño del fruto con 4.09 cm, seguido del tratamiento T1 con 3.93 cm, mientras que el tratamiento T3 con 3.86 cm, el menor diámetro de la mazorca pequeñas se registró en los tratamientos T5.

Estos resultados indican que el T2 alcanzó un mayor diámetro de la mazorca, con un incremento de 0.80 %, estos resultados sugieren que el fertilizante proporciona boro de manera efectiva al incrementar el diámetro de la mazorca y por ende un mayor tamaño de semillas. Lo que sugiere una mejora notable en comparación con los demás tratamientos como lo presenta el T3 con una reducción del -277%, lo que indica que la elección del fertilizante y sus componentes específicos no desempeñaron un papel importante en mejorar el diámetro de mazorca por planta.

4.1.12. Diámetro de mazorcas medianas por planta (DMMP)

Tabla 12

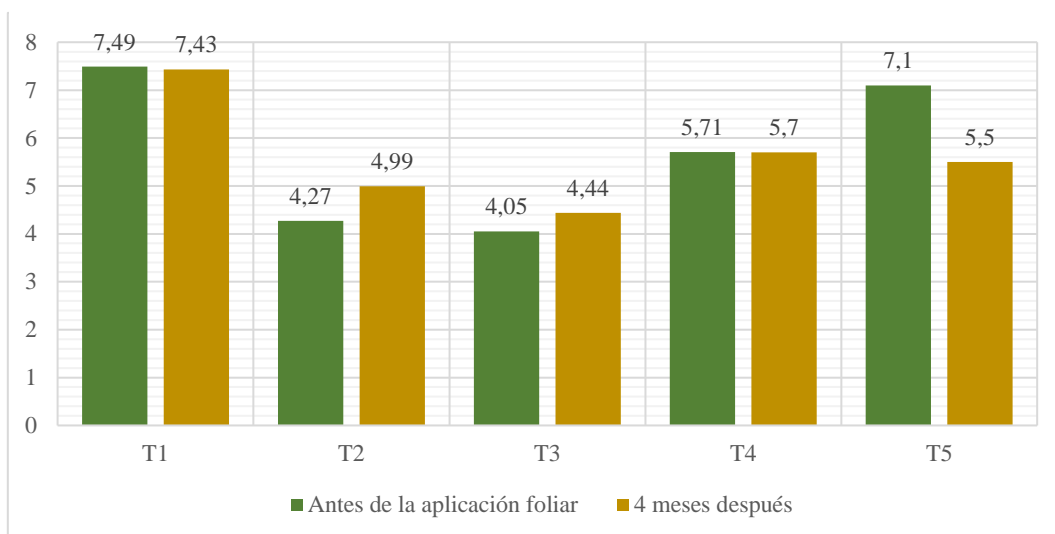
Resultados estadísticos para el diámetro de mazorcas medianas por plantas (DMMP)

Trat N°	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (ns)		% Incremento	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	7.49	A	7.43	A	-0.80	A
2	4.27	A	4.99	A	16.83	AB
3	4.05	A	4.44	A	9.63	B
4	5.71	A	5.70	A	-0.18	A
5	7.10	A	5.50	A	-22.54	AB
Máximo	7.49		7.43			
Mínimo	4.05		4.44		-1.92	
Media G	5.72		5.61			

Nota: ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas

Figura 12

Valores promedio para el diámetro de mazorcas medianas por planta (DMMP)



Antes de la aplicación foliar, el diámetro de las mazorcas medianas por planta presentó un máximo de 7.49 cm y un mínimo de 4.05 cm, con una media general de 5.72 cm. Cuatro meses después de la aplicación foliar, se registró un diámetro máximo de 7.43 cm y un mínimo de 4.44 cm, con una media general de 5.61 cm.

Antes de la aplicación el T1 obtuvo el mayor diámetro con 7.49, seguido del tratamiento T5 con 7.1 cm, mientras que el T3 registró el menor promedio de 3.49 cm, después de la aplicación el T1 obtuvo el mayor tamaño del fruto con 7.43 cm, seguido del tratamiento T4 con 5.70 cm, mientras que el tratamiento T2 con 4.99 cm, el menor diámetro de la mazorca pequeñas se registró en los tratamientos T4.

El T2 mostro el mejor incremento con 16.83% debido a su capacidad del potasio para optimizar el desarrollo y llenado de las mazorcas, aumentando su tamaño y diámetro, a diferencia del T5 testigo que presentó una reducción del -22.54%.

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

4.1.13. Diámetro de mazorcas grandes por planta (DMGP)

Tabla 13

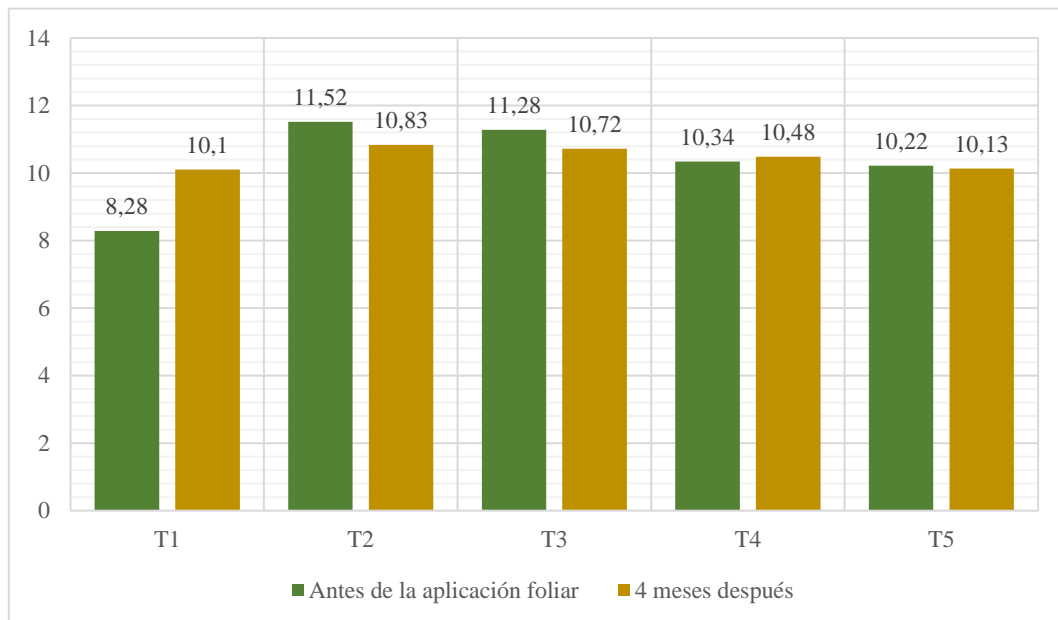
Resultados estadísticos para el diámetro de mazorcas grandes por plantas (DMGP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (ns)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1		8.28	A	10.10	A	22.00	A
2		11.52	A	10.83	A	-5.99	A
3		11.28	A	10.72	A	-4.96	A
4		10.34	A	10.48	A	1.35	A
5		10.22	A	10.13	A	-0.88	A
Máximo		11.52		10.83			
Mínimo		8.28		10.10		1.16	
Media G		10.33		10.45			

Nota: ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas

Figura 13

Valores promedio para el diámetro de mazorcas grande por planta (DMGP)



Antes de la aplicación foliar, el diámetro de mazorcas grandes presentó un máximo de 11.52 cm y un mínimo de 8.28 cm, con una media general de 10.33 cm. Cuatro meses después de la aplicación foliar, los valores variaron ligeramente, con un máximo de 10.83 cm, un mínimo de 10.10 cm, y una media general de 10.45 cm.

El T1, que utilizó Evergreen, experimentó el mayor incremento en el diámetro de mazorcas grandes por planta con un 22.00% después de cuatro meses. El potasio contribuyó significativamente al desarrollo y mantenimiento de mazorcas grandes con diámetros considerables, optimizando el crecimiento y desarrollo de las plantas de cacao. Entre los tratamientos evaluados, T2 (Fertiquel) mostró una ligera reducción de -5.99%. Además, la reducción en la longitud observada en el T2 destaca la importancia de suministrar los nutrientes necesarios para asegurar un crecimiento óptimo de las mazorcas grandes.

La estabilidad en los diámetros observados en todos los tratamientos sugiere que las formulaciones de los fertilizantes aplicados promovieron un desarrollo uniforme de las mazorcas grandes.

4.1.14. Número de ramas por planta (NRP)

Tabla 14

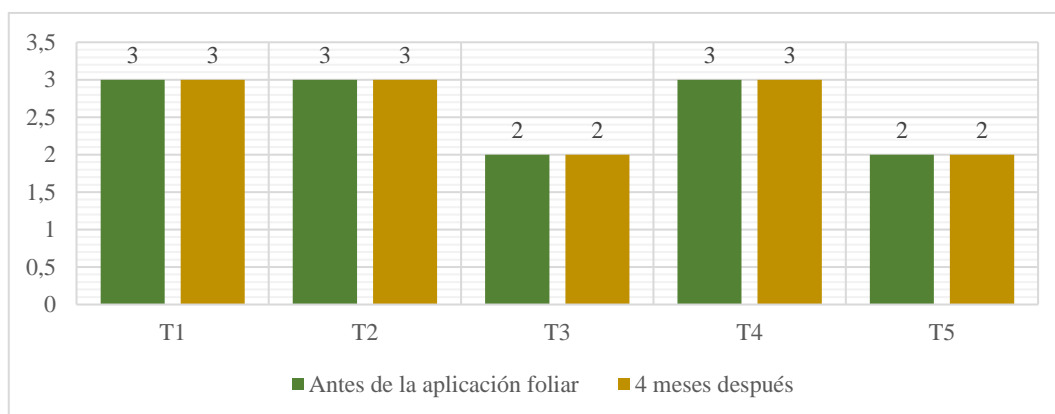
Resultados estadísticos para el número ramas por planta (NRP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (**)		4 meses después (**)		% Incremento
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	3	A	3	A	0
2	3	AB	3	AB	0
3	2	B	2	B	0
4	3	AB	3	AB	0
5	2	B	2	B	0
Máximo		3		3	
Mínimo		2		2	0
Media G		3		3	

Nota: ** = Altamente significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas

Figura 14

Valores promedio para el número de ramas por planta (NRP)



Para la variable número de ramas por planta (NRP), se observó diferencia estadística antes y después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización, se registró un máximo de 3 y un mínimo de 2, con una media general de 3 ramas por planta. Cuatro meses después de la fertilización foliar, los resultados se mantuvieron con un máximo de 3 y un mínimo de 2, manteniendo una media general de 3 ramas por planta. Esto indica que el número de ramas por planta no ha experimentado cambios en los tratamientos evaluados.

Los tratamientos que mostraron mayor consistencia en el número de ramas por planta fueron el T1, T2 y T4 con un promedio de 3 ramas tanto antes como después de la fertilización. La estabilidad en el número de ramas puede deberse a una respuesta uniforme de la planta al fertilizante foliar aplicado, demostrando que la fertilización no afectó significativamente la ramificación en comparación con otros tratamientos.

Es importante señalar que, aunque no se observaron variaciones significativas en este parámetro específico, la estabilidad en el número de ramas podría favorecer el desarrollo general de la planta, proporcionando un soporte estructural adicional para la producción de flores y frutos. Estos resultados están vinculados con la naturaleza de los fertilizantes foliares utilizados, que posiblemente no afectan directamente la ramificación o debido a condiciones ambientales y prácticas de manejo del cultivo que se mantuvieron constantes durante el período de estudio.

4.1.15. Longitud de ramas por planta (LRP)

Tabla 15

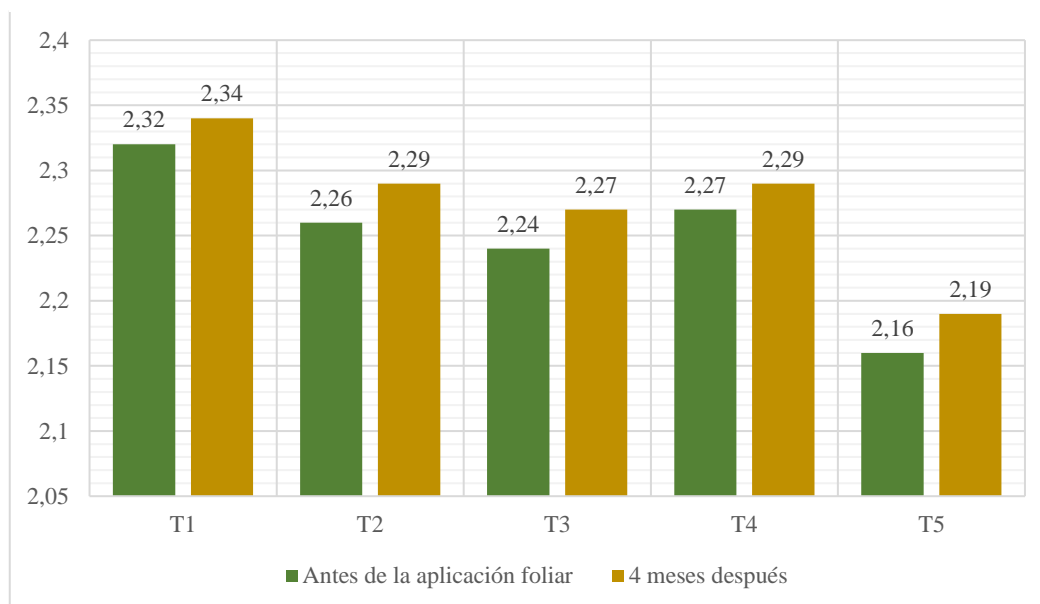
Resultados estadísticos para la longitud ramas por planta (LRP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (**)		4 meses después (**)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1		2.32	A	2.34	A	0.86	A
2		2.26	AB	2.29	AB	1.34	A
3		2.24	AB	2.27	AB	1.34	A
4		2.27	AB	2.29	AB	0.88	A
5		2.16	A	2.19	B	1.32	A
Máximo		2.32		2.34			
Mínimo		2.16		2.19		-1.32	
Media G		2.28		2.25			

Nota: ** = Altamente significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas

Figura 15

Valores promedio para la longitud de ramas por planta (LRP)



Se observa una diferencia altamente significativa en la longitud de las ramas por planta entre los diferentes tratamientos antes y después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización, se registró un máximo de 2.32 m y un mínimo de 2.16 m, con una media general de 2.28 m. Cuatro meses después de la aplicación, se observó un

máximo de 2.34 m y un mínimo de 2.19 m, manteniéndose la media general en 2.25 m. El T1 presentó el mayor promedio de longitud de ramas antes y después de la aplicación foliar, con 2.32 cm y 2.34 cm respectivamente.

El T2 presento el mayor porcentaje de incremento con un 1.34%, después de la aplicación foliar. La estabilidad indica que los tratamientos con fertilizantes foliares han mantenido el crecimiento de las ramas en un rango relativamente constante. La materia orgánica es el nutriente que más favorece la longitud de las ramas, ya que mejora la estructura del suelo, aumenta la disponibilidad de nutrientes y promueve el crecimiento general de las plantas, estimulando el desarrollo de ramas más largas y fuertes.

Es importante destacar que, aunque las variaciones fueron mínimas, la estabilidad en la longitud de las ramas puede influir positivamente en la estructura de la planta y en su capacidad para sostener flores y frutos.

4.1.16. Diámetro de ramas por planta (DRP)

Tabla 16

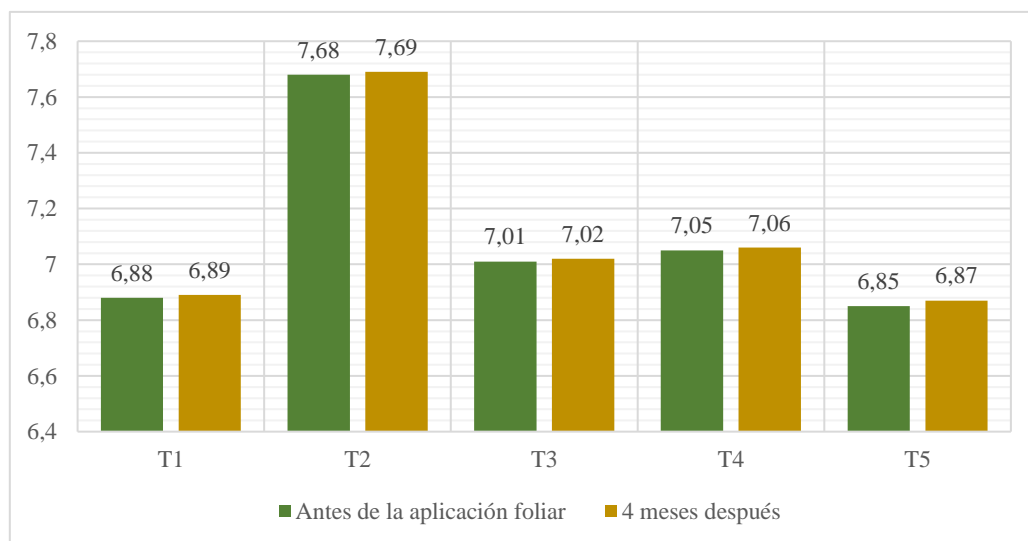
Resultados estadísticos para el diámetro ramas por planta (LRP)

Trat	Antes de la aplicación foliar (*)		4 meses después (*)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1		6.88	B	6.89	B	0.15	A
2		7.68	A	7.69	A	0.13	A
3		7.01	B	7.02	B	0.14	A
4		7.05	B	7.06	B	0.14	A
5		6.85	B	6.87	B	0.29	A
Máximo		7.68		7.69			
Mínimo		6.85		6.87		0.28	
Media G		7.09		7.11			

Nota: * = Significativo; Letras indican las diferencias estadísticas significativas

Figura 16

Valores promedio para el diámetro de ramas por planta (DRP)



Se observa diferencia significativa en el diámetro de las ramas por planta entre los diferentes tratamientos antes y después de la aplicación foliar. Antes de la fertilización, se registró un máximo de 7.68 cm y un mínimo de 6.85 cm, con una media general de 7.09 cm, cuatro meses después de la aplicación, se observó un máximo de 7.69 cm y un mínimo de 6.87 cm, con una media general de 7.11 cm.

Los tratamientos que mostraron el mayor incremento en el diámetro de las ramas fue el T1, T4 y T5, después de la aplicación foliar.

La estabilidad en el diámetro de las ramas sugiere que los tratamientos con fertilizantes foliares han mantenido el grosor de las ramas en un rango relativamente constante. Esto se debe a la formulación específica de los fertilizantes utilizados, que no afectan directamente el engrosamiento de las ramas. Además, las condiciones ambientales y las prácticas de manejo del cultivo que se mantuvieron constantes durante el periodo de estudio también pudieron contribuir a estos resultados.

Es importante destacar que, aunque las variaciones fueron mínimas, la estabilidad en el diámetro de las ramas puede influir positivamente en la robustez de la planta y en su capacidad para sostener flores y frutos.

4.1.17. Número de mazorcas con monilla (NMMO)

Tabla 17

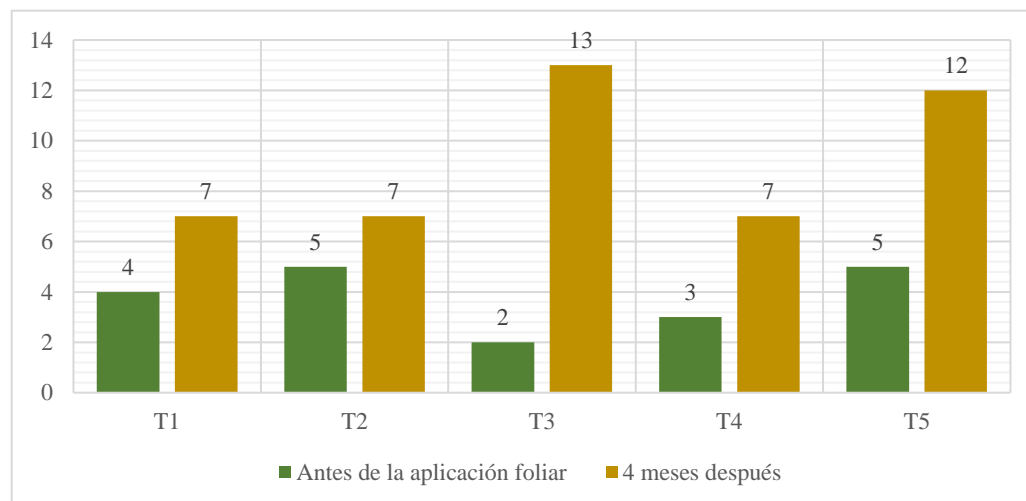
Resultados estadísticos para el número de mazorca con monilla (NMMO)

Trat	Antes de la aplicación foliar (*)		4 meses después (ns)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1		4	AB	7	A	75.00	A
2		5	AB	7	A	40.00	B
3		2	B	13	A	550.00	AB
4		3	AB	7	A	133.33	AB
5		5	A	12	A	140.00	AB
Máximo		5		13			
Mínimo		2		7		125.00	
Media G		4		9			

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 17

Valores promedio para el número de mazorca con monilla (NMMO)



En el análisis de esta variable para antes de la fertilización se mostraron diferencias significativas, se registró un máximo de 5 mazorcas afectadas y un mínimo de 2, con una media general de 4 mazorcas. Cuatro meses después de la aplicación foliar, fue similar entre tratamientos, se observó un aumento significativo, con un máximo de 13 mazorcas afectadas y un mínimo de 7, con una media general de 9 mazorcas.

El tratamiento que experimentó el mayor incremento en el número de mazorcas con monilla fue el T3, con un aumento del 550.00%, pasando de 2 mazorcas afectadas antes de la fertilización a 13 después de cuatro meses. Este aumento podría indicar una menor efectividad del tratamiento en controlar la enfermedad de la monilla o una mayor susceptibilidad de las plantas tratadas a esta enfermedad, mientras que el T2 presentó un menor incremento de la enfermedad en un 40% mostrando una resistencia ligera.

Estos resultados apuntan a que la aplicación foliar pudo haber influido en la incidencia de la monilla, aunque otros factores como las condiciones climáticas y la gestión del cultivo podrían haber contribuido a las variaciones observadas. Es fundamental considerar la necesidad de ajustar las estrategias de manejo integrado de plagas para mitigar los efectos negativos de la monilla en la producción de cacao.

4.1.18. Número de mazorcas negras (NMN)

Tabla 18

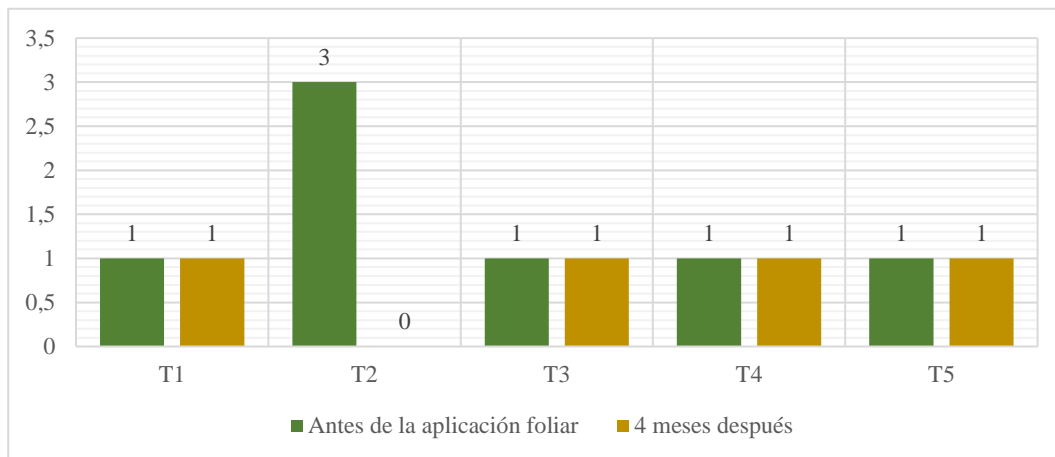
Resultados estadísticos para el número de mazorcas negras (NMN)

Trat	Antes de la aplicación foliar (*)		4 meses después (ns)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	1		B	1	A	0	A
2	3		A	0	A	-100	B
3	1		B	1	A	0	A
4	1		B	1	A	0	A
5	1		B	1	A	0	A
Máximo		3		1			
Mínimo		1		0		0	
Media G		1		1			

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 18

Valores promedio para el número de mazorca negras (NMN)



El análisis del número de mazorcas negras (NMN) revela una estabilidad consistente entre los tratamientos tanto antes como después de la aplicación foliar. En todos los casos, se observó un promedio de 1 mazorca negra por planta, sin variaciones significativas en los mínimos y máximos registrados. Sin embargo, antes de la aplicación en el T2 se presentan 3 mazorcas negras.

Todos los tratamientos mostraron un incremento del 0% en el número de mazorcas negras cuatro meses después de la aplicación foliar, indicando que no hubo variación significativa en la incidencia de este problema en el período evaluado.

Esto indica que no solo la variedad de cacao utilizada en este estudio tiene cierto grado de tolerancia, sino que la aplicación de fertilizantes foliares influyó de manera notable en la incidencia de mazorcas negras durante el período de evaluación. Los resultados constantes indican que factores como las condiciones ambientales o las prácticas de manejo del cultivo podrían tener una influencia más significativa en este aspecto que los tratamientos foliares específicos aplicados.

En conjunto, estos factores sugieren que la variabilidad observada en el número de mazorcas negras no está directamente relacionada con los tratamientos foliares aplicados, sino más bien con características genéticas de las plantas y condiciones ambientales favorables durante el estudio.

4.1.19. Número de frutos (NF)

Tabla 19

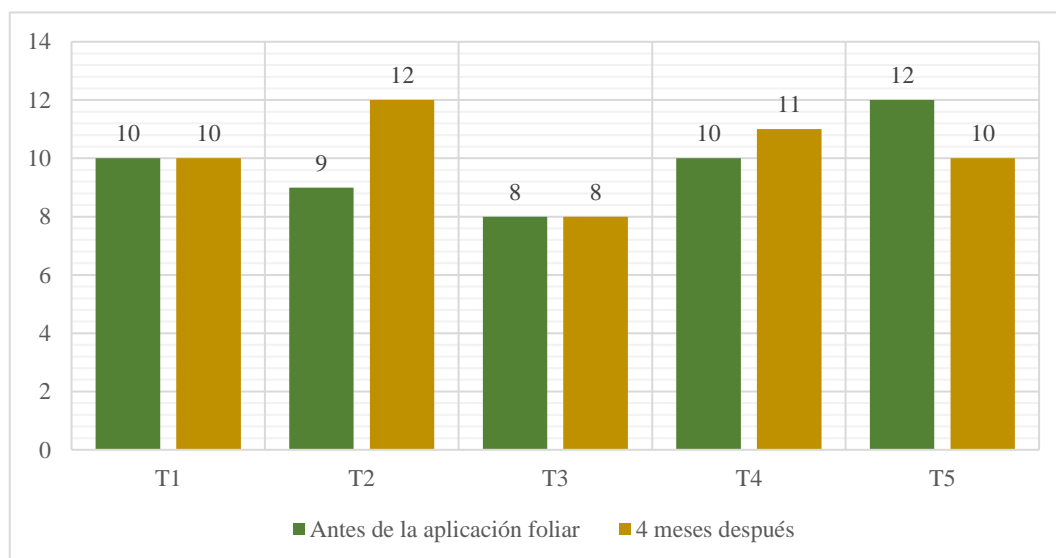
Resultados estadísticos para el número de frutos (NF)

Trat	Antes de la aplicación foliar (ns)		4 meses después (ns)		% Incremento		
	N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1		10	A	10	A	0	A
2		9	A	12	A	33.33	B
3		8	A	8	A	0	A
4		10	A	11	A	10.00	B
5		12	A	10	A	0	A
Máximo		12		12			
Mínimo		8		8		0	
Media G		10		10			

Nota: * = Significativo; ns= No significativo; Letras indican las diferencias estadísticas

Figura 19

Valores promedio para el número de frutos (NF)



Para el número de frutos (NF), fue similar antes y a los 120 días después de la aplicación con un promedio general de 10 fruto antes de la aplicación y después de la aplicación. Esta variabilidad inicial puede deberse a diferencias en la respuesta de las plantas a condiciones ambientales y prácticas de manejo específicas de cada tratamiento.

La aplicación de los fertilizantes foliares ha demostrado ser efectiva para aumentar el número de mazorcas por planta en el cacao, con variaciones en la respuesta según el tratamiento. El T2 mostró la mayor mejora, lo que sugiere una alta eficacia de este fertilizante con boro, materia orgánica, ácidos orgánicos, aminoácidos totales, ácido algínico en mejorar la productividad de las plantas de cacao con un incremento del 33.33%, seguido del T4 con un incremento del 10%.

La importancia de maximizar el número de frutos por planta radica en varios aspectos. Más frutos significan una mayor capacidad de generar ingresos para los agricultores, mejorando así la viabilidad económica del cultivo. Una producción abundante de frutos contribuye a la estabilidad económica de las regiones productoras de cacao al diversificar y aumentar los ingresos provenientes de la venta de productos cacaoteros.

La cantidad de frutos es fundamental para la industria chocolatera, ya que estos constituyen la materia prima esencial para la elaboración de chocolate y otros derivados, asegurando así el suministro constante y sostenible de estos productos en el mercado global.

4.1.20. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 20

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

Variabes independientes (Xs) componentes Número de frutos/planta	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R²) %
NFSAP	0.40 *	2.12	16 %
NFAP	0.71 **	1.21	50.41 %
NFCP	0.93 **	5.01	86.49 %
NRP	0.71 **	1.25	50.41 %

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

Coefficiente de correlación (r)

En esta investigación las variables independientes que tuvieron una correlación y/o estrechas positiva, significativa y altamente significativa con el número de frutos de cacao, después de la aplicación de los fertilizantes foliares fueron: número de flores semi abiertas por planta (NFSAP); número de flores abiertas por planta (NFAP), número de frutos cuajados por planta (NFCP) y número de ramas por planta (NRP).

Coefficiente de regresión (b)

Las variables independientes que incrementaron el número de frutos de cacao después de la fertilización foliar en relación a sus incrementos unitarios fueron; número de flores semi abiertas por planta con un coeficiente de regresión de 2.12; número de flores abiertas por planta con 1.21, número de frutos cuajados por planta con 5.01 y número de ramas por planta con 1.25.

Coefficiente de determinación (R²)

El mayor incremento en el número de frutos de cacao, se obtuvo en la variable número de frutos cuajados por planta (NFCP) con un valor de coeficiente de (R²) de 86.49 %; esto quiere decir que un 86.49 %; incremento, el número de frutos de cacao, se debe al número de frutos cuajados por planta.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados obtenidos, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_a). Los datos analizados revelaron diferencias significativas en la eficiencia agronómica del cultivo de cacao entre los diferentes tratamientos con fertilizantes foliares. Estas diferencias estadísticas sugieren que la eficiencia agronómica del cultivo sí depende de los tipos específicos de fertilizantes foliares utilizados.

CAPÍTULO IV

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que Fertiquel generó los valores más altos en las características agronómicas del cultivo de cacao, incluyendo una mayor longitud y diámetro de mazorcas, así como un incremento significativo en el número de frutos por planta. Fertiquel debido a sus componentes como el boro, nitrógeno, potasio, hierro, zinc y aminoácidos totales ayuda a las mazorcas de cacao a mejorar su desarrollo, promoviendo un crecimiento más vigoroso y uniforme.
- Los resultados indican que la fertilización foliar en el cultivo de cacao con Nektar, que contiene boro y calcio, favorece la floración y el cuajado de frutos. El boro es esencial para la formación de flores viables, aumentando la cantidad de flores que se convierten en mazorcas. El calcio fortalece las paredes celulares, mejorando tanto la calidad como la cantidad de los frutos. La combinación de estos nutrientes optimiza el desarrollo de las plantas y mejora la producción.
- La recopilación de datos agronómicos proporcionó una sólida base de datos para futuras investigaciones, incluyendo componentes como longitud, diámetro de mazorcas, número de mazorcas por planta, y cantidad de frutos, ofreciendo datos valiosos para estudios posteriores sobre el manejo agronómico y optimización de fertilizantes.
- Se determinó que dentro de los componentes que contribuyeron a incrementar el, número de frutos de manera positiva después de la aplicación de los fertilizantes foliares fueron: número de flores semi abiertas por planta (NFSA); número de flores abiertas por planta (NFA), número de frutos cuajados por planta y número de ramas por planta (NRP),

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de Fertiquel en una dosis 750 cc/ha, en el cultivo de cacao debido a sus comprobadas ventajas agronómicas este fertilizante foliar ha demostrado mejorar las características esenciales del cultivo, como la longitud y el diámetro de las mazorcas, así como incrementar significativamente el número de frutos por planta.
- Los fertilizantes foliares mejoran la floración y el cuajado de frutos al corregir rápidamente deficiencias de nutrientes esenciales como Boro, Zinc, Calcio, que promueven la formación de botones florales, la viabilidad del polen y el desarrollo inicial del fruto. Recomendamos aplicar fertilizantes foliares ricos en Boro y Calcio durante la prefloración y bioestimulantes con aminoácidos en etapas críticas para maximizar el rendimiento.
- Realizar nuevas evaluaciones con los fertilizantes empleados en distintas zonas agroecológicas para comparar el efecto de los componentes en distintas altitudes y tipos de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, A., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*, 59-83. Obtenido de <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/1442>
- Agripac. (2023). Producto Evergreen. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/evergreen/>
- Agrizon. (2023). Evergreen 0.5 lt. Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/producto/evergreen-0-5-lt-fertilizante-foliar-regulador-de-crecimiento/>
- Agrizon. (2023). Fertiquel CA Plus 20 lts. Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/producto/fertiquel-plus-potasio-20-lts/>
- Agrizon. (2023). Florone 1 lt. Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/producto/florone1-lt/>
- Aguirre, G. (2019). Caracterización molecular de *Moniliophthora roreri* causante de la vaina helada (*moniliasis*) en el cacao en tres provincias del Ecuador: Los Ríos, Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas (Master's thesis, Quito). Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7780>
- Altamirano, J. (2019). Manejo y rentabilidad del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la finca Don Julio, ubicada en el recinto Poco a Poco cantón Alfredo Baquerizo Moreno (Bachelor's thesis, BABAHOYO; UTB, 2019). Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6750>
- Arevalo, M. (2022). Manual técnico del cultivo de cacao Prácticas Latinoamericanas. Investigativa. Obtenido de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>.
- Artal. (2023). Fertilizante Nektar. Obtenido de <https://www.artal.net/es/fertilizantes-foliares/nitrogeno-foliartal-n30/>

- Arvelo, M. (2020). Manual técnico del cultivo de cacao Prácticas Latinoamericanas. Investigativa. Obtenido de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>.
- Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T., & Montoya, P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao buenas prácticas para América latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura - IICA. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6181/1/BVE17089191e.pdf>
- Atlántica. (2023). Bioestimulante florone. Obtenido de <https://www.atlanticagricola.com/productos/florone/>
- Bravo, E. (2022). Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/download/14569/12417
- Cacao movil. (2023). La poda de cacao. Obtenido de <https://cacaomovil.com/site/guide/poda-del-cacao-y-el-manejo-de-arboles-acompanantes/25/la-poda-de-cacao#:~:text=Poda%20de%20mantenimiento&text=En%20esta%20poda%2C%20se%20debe,se%20conoce%20como%20el%20entresaque.>
- Calle, A. (2021). Contaminación por agroquímicos y acumulación de cadmio y plomo en suelos dedicados a la producción de cacao del sector la isla recinto la resistencia en el cantón Coronel Marcelino Maridueña. (Master's thesis, Quevedo-Ecuador). Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/279ac645-37c2-4f4a-9259-b5e535c3e354>
- Campero, J. (2021). Recuperación de suelos degradados. Retrieved 2013 from Proyecto cacao:. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos96/proyecto-cacaorecuperacion-suelos-degradados-coca/proyecto-cacao-recuperacion-suelosdegradados-coca.shtml>
- Carvalho, J. (2020). Cacao criollo, trinitario y forastero ¿Conoces la diferencia? Obtenido de <https://levichechocolat.com/blogs/articulos/tipos-de-cacao->

criollo-trinitario-y-forastero-conoces-la-diferencia?srsltid=AfmBOop7Dy4kkZKCuTwhBjqf3Jbpls6LhiX6eZDCGg6ZFFmHsxxsxs0T

Castillo, J. (2022). Rehabilitación del cultivo de fique (*Furcraea macrophylla*) mediante poda “descope” en Cauca, Colombia. Centro Agrícola, 5-13. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-5785202100010005&script=sci_arttext

Cedeño, A., Romero, R., Auhing, J., Mendoza, A., Abasolo, F., & Canchignia, H. (2020). Caracterización de (*Phytophthora spp.*) y aplicación de rizobacterias con potencial en biocontrol de la enfermedad de la mazorca negra en (*Theobroma cacao*) variedad CCN-51. Scientia Agropecuaria, 503-512. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-9917202000400503&script=sci_arttext

Doster. (2019). Hoja botánica: cacao. Obtenido de http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Drokasa. (2023). Fertiquel-G. Obtenido de <http://drokasa.pe/aplicacion/webroot/imgs/catalogo/pdf/Ficha%20Tecnica-FERTIQUEL%20115.pdf>

Duran, F. (2020). Cultivo y explotación del cacao. Obtenido de <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=52807>

Enriquez, G. (2020). Cacao orgánico, guía para el productor ecuatoriano. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4571>

Excel.Ag. (2023). Evergreen, complejo nutricional sistémico y bioestimulante. Obtenido de <https://excelag.com/solution/evergreen-es/?lang=es>

Figueroa, E. (2019). Estrategias de medios de vida de los productores de cacao en Ecuador: efectos de las políticas nacionales para apoyar a los productores de cacao y variedades locales especialesde cacao J. Rural Stud. 141 - 156.

Flores, J. A. (2021). Commodities cacao. Obtenido de http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/97/1/commodities_cacao_enero2019.pdf

- Furcal, P., & Torres, J. (2020). Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones de (*Theobroma cacao* L.) en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 122-137. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822020000100122&script=sci_arttext
- García, E., Ochoa, A., Montalvo, C., Ordoñez, G., & Londoño, L. (2021). Sucesión microbiana durante la fermentación espontánea de cacao en unidades productivas. *Ciencia en Desarrollo*, 21-30. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-74882021000200021&script=sci_arttext
- Guerrero, G. (2020). El cacao ecuatoriano. Su historia empezó antes del siglo XV. *Líderes*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuadoriano-historia-empezo-siglo.html>
- Gutiérrez, E. (2021). La poda y su efecto en la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agronomía costarricense*, 167-176. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242019000200167&script=sci_arttext
- Hernández, P. (2020). Modelación de un proceso de secado de cacao utilizando una cámara rotatoria cilíndrica y flujo de aire caliente. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3488>
- Holdridge, L. (1979). *Ecología basada en zonas de vida*. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7936>
- Infocacao. (2021). Poda de formación en el cultivo de cacao. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/descargas/proyecto_procacao/infocacao/InfoCacao_No3_Octu_2015.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2020). Manejo de insectos plaga. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/cacao/barrenador.pdf>
- Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria. (2020). Guía tecnológica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Managua-Nicaragua. Instituto

Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria - INTA. Obtenido de http://www.canacacao.org/uploads/smartsection/19_Gui_cacao_INTA_Nicaragua_2010.pdf

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

López Hernández, J., & Avendaño Arrazate, C. (2020). Biología floral de cacao (*Theobroma cacao L.*); criollo, trinitario y forastero en México. Chiapas, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec> > retrieve

López, P. (2021). Paquete tecnologico cacao. (*Theobroma cacao L.*) Produccion de planta. Obtenido de https://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/cacao_establecimiento_y_mantenimiento.pdf

López, U., Jaimez, R., & Orozco, L. (2021). Selección del sitio para el cultivo de cacao. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. Obtenido de https://cefaecuador.org/wp-content/uploads/2022/05/Guia_2.pdf

Márquez, A. (2019). Poda en el cultivo de cacao (*Theobroma Cacao*) en la Finca María Isabel, ubicada en el Recinto San Antonio del Cantón Catarama (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019). Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6018>

Martínez, E., & Pérez, V. (2019). Incidencia de enfermedades fúngicas en plantaciones de cacao de las provincias orientales de Cuba. Revista de Protección Vegetal, 87-96. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-27522015000200002

- Monsalve, M. (2022). Respuesta de fuentes y dosis de bioles en el crecimiento en fase de vivero del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de callería. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6570>
- Montalvan, C. (2021). Función del nitrógeno. Obtenido de <https://es.sli-deshare.net/slideshow/funcion-del-nitrogeno-43054457/43054457>
- Montes Mosquera, M. (2020). “Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao*) CCN51, en la zona de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador: Universidad Tecnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montes, M. (2021). Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L:) CCN-51, en la zona de Babahoyo. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Motamayor, J. C. (2021). El cultivo de cacao, opción rentable para la selva. Obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/ED8663A7B0BA4B0105257C3F007ADCAD/\\$FILE/cultivo_caco_VF.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/ED8663A7B0BA4B0105257C3F007ADCAD/$FILE/cultivo_caco_VF.pdf)
- Novagro. (2023). Nektar Phos. Obtenido de <https://novagro.ec/nektar-phos/>
- Ordoñez, E. (2019). Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), uva (*Vitis Vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). Scientia Agropecuaria, 175-183. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000200003&script=sci_arttext&lng=pt
- Palma, E., García, C., Olaya, J., & García, A. (2022). Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad y rentabilidad del cacao en agroecosistemas de secano. Ciencia y Agricultura, 19. Obtenido de

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/14569

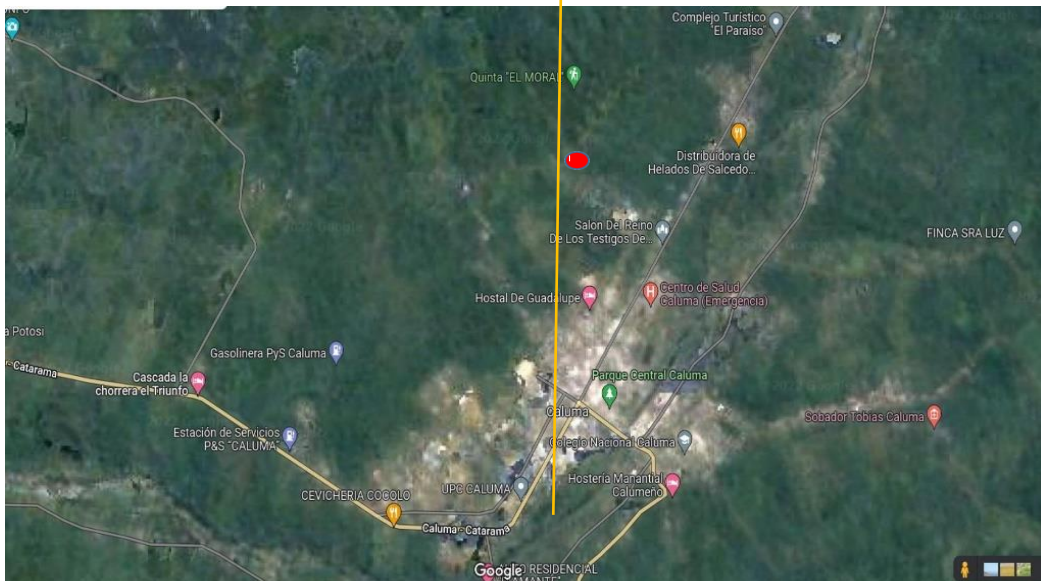
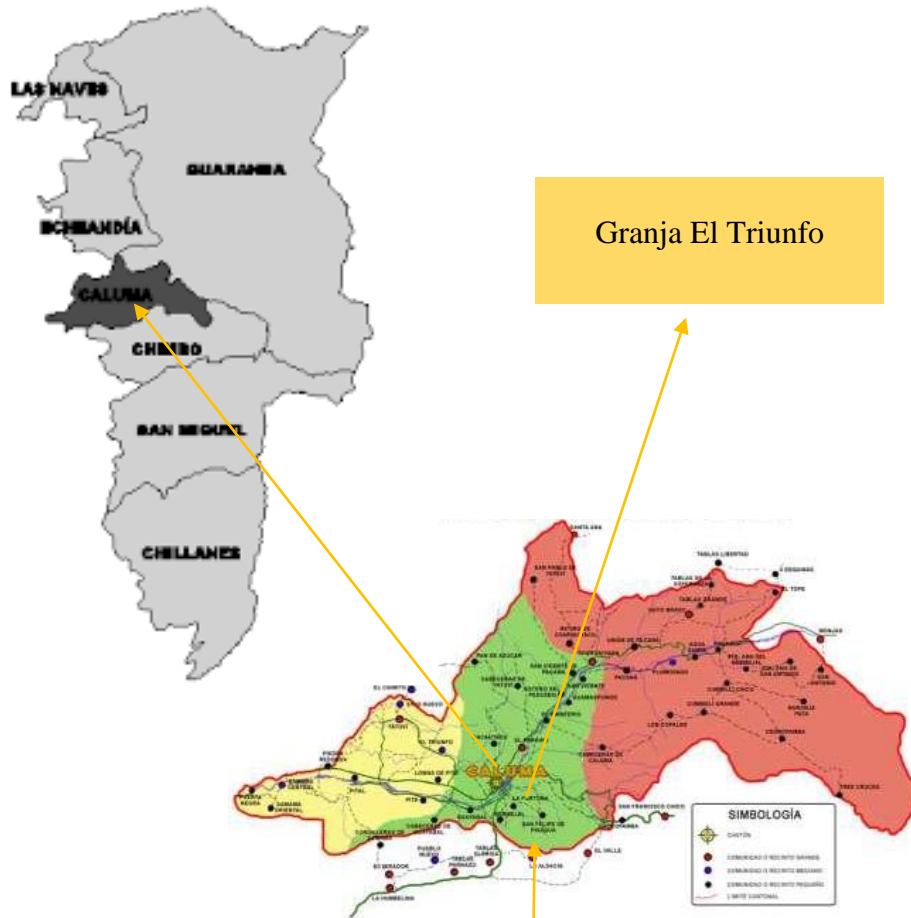
- Paredes, N., Monteros, A., Lima, L., Caicedo, C., Bastidas, S., & Tinoco, L. (2022). Manual del cultivo de cacao sostenible para la amazonía ecuatoriana. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/372/1/cacao%20-%20copia.pdf>
- Paredes, N. (2022). Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana. N°125 (1era ed.). INIAP. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5833>
- Parra, M. (2019). Variedad CCN – 51: ¿Una amenaza para la industria del cacao? Obtenido de <https://perfectdailygrind.com/es/2019/07/19/variedad-ccn-51-una-amenaza-para-la-industria-del-cacao/#:~:text=CCN%20%E2%80%93%20es%20una%20variedad,la%20estabilidad%20de%20sus%20negocios.>
- Pérez, M. (2020). Podas en cacao. Obtenido de http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Podas_en_cacao.pdf
- Pilalao, W. (2021). Manejo agroecológico de la (*Moniliasis*) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) mediante la utilización de biofungicidas y podas fitosanitarias en el cantón La Troncal. Alfa revista de investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 70-85. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-09022021000300070&script=sci_arttext
- Procopio, L. (2021). Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México. Obtenido de www.inifap.gob.mx/FDocuments/Finicio/Fpaquetes/Fcacao_produccion.pdf&ei=M1AhUvjLCOO5sQSWH4CADw&usg=AFQjCNGC1nNOch4BJ9eE2jUDs4Vj576LjA&bvm=bv.51495398,d.cW
- Quintero, M. (2019). El mercado mundial del cacao. SciELO. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-0354200400

- Sánchez, D. (2021). Manual de polinizaciones controladas en cacao. Instituto de Investigación y Desarrollo del Sur Occidente–Guatemala. Obtenido de <https://digi.usac.edu.gt/edigi/pdf/P-2016-17.pdf>
- Sela, G. (2021). Fertilización foliar. Obtenido de <https://croipaia.com/es/blog/fertilizacion-foliar/>
- Solórzano, C., Franco, K., García, D., Escobar, A., Navarrete, Y., & Chang, J. (2021). Efecto de la fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de Investigación Talentos*, 42-55. Obtenido de <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/280>
- Sosa, J., & Manayay, E. (2019). Aprovechamiento del mucílago de cacao. Lambayeque. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú: 11-13. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2684/BC1532%20ROJAS%20SOSAROJAS%20MANAYAY.pdf?sequence=3&isAllowed=y.html>
- Troya, F., & Iglesias, C. (2021). Modelo de gestión administrativa para proponer procesos de industrialización del cacao. *Revista científica ciencia y tecnología*. Obtenido de <https://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/442>
- Untuña, J. (2021). Niveles de fertilización empleando Sumicoat II en la producción de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociados con Fernansánchez. Quevedo: Tesis de grado. Quevedo: Tesis de grado. Obtenido de <https://agrocencias.com.ec/wp-content/uploads/2023/05/Tesis-Universidad-Quevedo-Cacao.pdf>
- Valenzuela, J. (2021). Modelo productivo para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) nutrición y fertilización. Obtenido de <https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/PDF-WEB-FOLLETO-NUTRICION-Y-FERTILIZACION.pdf>

- 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>
- Vargas, E. (2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 2-18.
- Velázquez, N. (2022). El cultivo del cacao, sus características y su asociación con microorganismos durante la fermentación. Obtenido de <https://www.aytbuap.mx/aytbuap-725/el-cultivo-del-cacao-sus-caracter%C3%ADsticas-y-su-asociaci%C3%B3n-con-microorganism>
- Vélez, E., & Almeida, D. (2023). Efecto de fungicidas sistémicos y protectores en el control de (*Moniliasis*) y escoba de bruja en cacao (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL). Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2077>
- Zambrano, M. (2020). Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en Santo Domingo de los Tsáchilas. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/897>

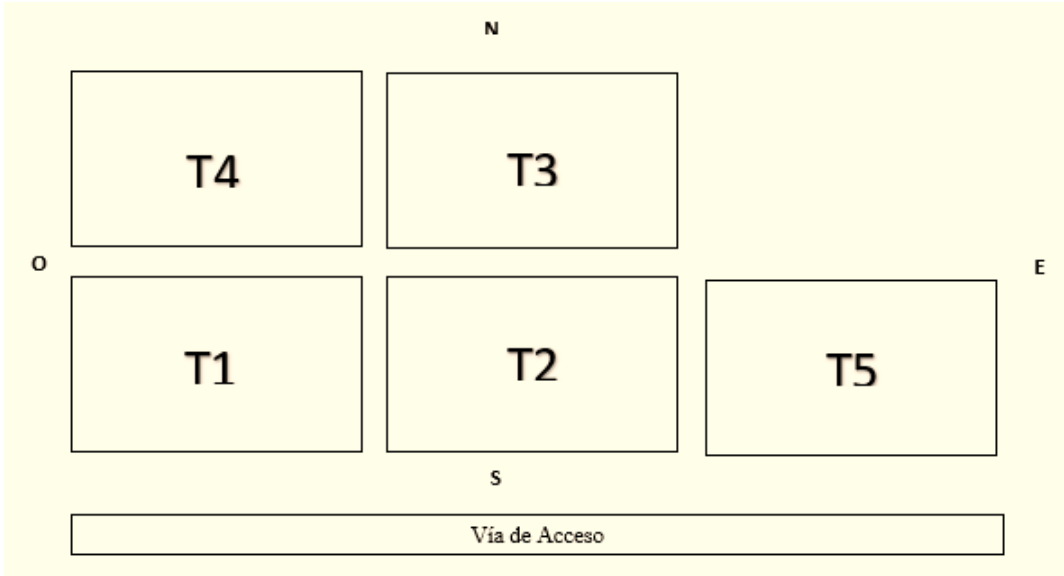
ANEXOS

Anexo 1.- Mapa de la ubicación de la investigación



(Google Maps)

Anexo 2.- Croquis



Trata	Planta	NBFP		NFAP		NFSP		NFCP		NMP		NMM		NMG		LMP		LMM		LMG	
		Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses	Antes	4 meses
1	1	6	124	2	10	2	4	2	5	7	8	7	2	2	2	5.79	5.84	13.6	14	26.6	26.7
1	2	17	63	4	15	1	5	3	6	6	9	7	3	4	3	7.41	7.45	14.74	14.23	24.3	24.3
1	3	59	68	16	17	3	6	2	3	9	9	5	5	2	5	6.55	6.22	13.7	13.1	28.25	29.1
1	4	72	70	42	54	2	4	11	4	4	2	3	3	2	1	4.88	4.11	9.6	9.8	26.75	27.4
1	5	24	40	6	3	3	6	3	7	8	3	3	5	2	2	6.26	6.4	15.07	14.24	26.25	25.5
1	6	94	43	15	12	11	7	5	1	3	4	2	2	0	1	7	6.2	15.1	14.7	0	23.46
1	7	77	12	14	14	2	9	11	2	2	1	3	4	1	1	6.5	6.5	17.3	15.23	27.5	27.78
1	8	279	70	55	18	4	4	3	2	1	2	4	1	1	2	8.4	6.77	13.28	14	28	28.3
1	9	140	53	31	40	6	4	1	4	8	3	5	4	1	7	6.75	6.71	12.96	13.1	28.2	18
1	10	23	31	15	70	2	1	2	2	1	3	1	2	0	1	5.5	5.56	12.5	12.8	0	26.32
2	1	66	13	9	32	1	6	1	1	6	2	1	4	4	3	6.08	6.12	14.7	13	28.7	26
2	2	176	37	3	42	1	7	2	4	7	1	0	0	4	2	6.07	5.97	0	0	27.18	28.1
2	3	123	88	3	39	0	8	3	5	6	4	0	0	1	1	6.08	6.02	0	0	27.22	26.1
2	4	255	62	34	12	0	9	0	3	6	8	3	5	1	2	6	6.50	17.4	16	28.4	21
2	5	67	121	2	3	2	10	1	2	7	11	3	4	0	1	7	7	17.23	15.1	0	25.7
2	6	129	210	36	45	4	1	4	2	8	12	1	7	1	3	5.88	5.79	19.8	15.23	28.5	28
2	7	134	155	4	9	1	2	5	12	4	6	1	8	3	1	6.38	6.39	17.5	16.11	27.43	29
2	8	251	120	14	7	2	1	6	13	3	7	0	0	3	4	5.33	5.32	0	0	27.6	28.7
2	9	109	59	5	32	4	14	1	14	3	8	0	1	4	2	5.43	5.45	0	15.23	25.53	25
2	10	43	90	3	21	6	16	10	22	7	9	0	0	3	1	6.14	6.2	0	0	28.5	26.14
3	1	32	33	2	7	4	14	0	20	3	3	2	1	1	3	5	5.33	14.32	14	27.3	25.61
3	2	44	24	5	15	2	8	1	2	2	5	0	0	3	8	7	6.75	0	0	27.9	27.8
3	3	31	24	4	1	3	9	1	1	4	6	1	2	4	2	5.88	5.72	19.8	15	27.73	26.71
3	4	34	130	2	8	2	1	0	3	2	1	0	0	4	3	7.15	7.22	0	0	27.55	28.78
3	5	24	90	1	3	3	6	0	4	5	1	0	0	2	1	7.1	7.2	0	15	26.6	26.1
3	6	33	50	1	32	0	1	0	5	6	2	2	5	1	3	6	6.32	19.25	17.36	27	26.21
3	7	29	55	4	13	0	2	0	3	7	2	0	0	3	4	6	6.12	0	17.34	27.73	25.89
3	8	20	54	0	6	0	3	1	12	4	3	2	4	4	2	5.75	5.79	18.95	18	27.85	28.2
3	9	11	10	0	50	0	1	0	9	4	6	0	2	3	1	4.88	5.5	0	15	28.13	27.12
3	10	24	24	2	12	0	7	1	6	5	7	2	2	1	4	5.32	5.33	14.85	11	28	27
4	1	40	34	5	14	1	2	0	7	6	11	0	0	4	1	7	7.1	0	0	28.03	28.1

4	2	41	65	9	12	1	1	1	6	4	4	0	0	3	2	5.88	5.67	0	0	28.5	27.9
4	3	203	200	29	87	8	3	0	3	3	7	1	1	3	3	7	7.11	17.4	13	28.9	29.1
4	4	376	120	73	8	3	1	0	12	5	9	2	3	5	2	6.1	6.15	16.8	14	28.38	28.3
4	5	411	142	97	21	4	1	0	8	4	8	0	1	4	1	5	6.32	0	16	28.35	27.8
4	6	510	64	30	7	5	2	0	9	4	4	5	2	4	2	6.13	6.17	14.28	15.11	28.05	26.56
4	7	94	23	11	43	6	0	0	9	8	9	3	1	3	2	5.94	6.55	14.67	13.9	27.63	28.33
4	8	73	45	10	33	1	2	1	2	6	7	6	3	2	1	6.6	6.7	15.15	14.78	27.5	26.4
4	9	45	23	4	6	2	6	0	2	3	6	3	8	1	2	6.67	6.44	15.63	16	28.1	27.23
4	10	32	22	4	33	3	1	2	0	3	5	4	4	0	2	7.67	7.12	17.8	18	0	26.32
5	1	36	21	8	25	4	7	0	0	3	3	3	3	4	1	4.67	5.12	17.13	16	27.9	25.98
5	2	53	23	2	20	2	8	0	1	5	9	5	2	4	2	4.4	5.89	16.44	16.8	27.38	26.81
5	3	34	44	8	3	5	9	3	0	4	5	1	9	1	1	4.75	5.56	19.2	17.8	27	26.4
5	4	26	48	5	5	0	2	0	0	5	1	0	1	0	0	3.8	4.12	0	17.43	0	0
5	5	37	60	3	32	4	3	0	1	3	4	12	3	4	1	4.67	4.73	16.05	15	27.08	28.3
5	6	27	23	12	12	4	19	0	1	5	5	11	1	1	1	4.16	4.43	16.85	16.32	27	26.33
5	7	31	35	12	15	2	1	0	0	2	4	7	1	2	1	6.15	6.34	16.6	12	27.05	26.7
5	8	28	32	10	9	1	12	0	1	3	6	4	11	4	2	5.83	6.22	16.6	17.2	27.28	25.55
5	9	26	34	2	7	3	3	0	0	4	5	5	1	2	1	5.75	6.12	13.26	14.23	27.1	28.1
5	10	28	61	9	15	1	13	0	1	3	6	5	10	5	1	4.5	4.5	12.35	13	27.48	28.47

Trat a	Plant a	DMP		DMM		DMG		NRP		LRP		DRP		NMM		NMN		NF	
		DMP 1	DMP 2	DMM 1	DMM 2	DMG 1	DMG 2	NRP 1	NRP 2	LRP 1	LRP 2	DRP 1	DRP 2	NMM 1	NMM 2	NMN 1	NMN 2	NF 1	NF 2
1	1	3.36	3.38	5.99	6.03	9.35	9.4	4	4	2.53	2.55	6.28	6.29	0	0	3	0	16	12
1	2	3.18	3.2	6.87	6.91	12.33	10.55	3	3	2.47	2.49	7.63	7.65	0	3	3	2	17	15

1	3	3.63	3.66	7.5	7.66	9.85	10	4	4	2.71	2.73	6.8	6.81	3	0	6	4	16	19
1	4	3.68	3.71	7.4	7.43	9.4	10	3	3	2.19	2.21	6.4	6.42	0	0	3	10	9	6
1	5	4.16	4.18	7.97	8	10.1	9.48	3	3	2.23	2.25	6.9	6.92	1	2	2	12	13	10
1	6	4.13	4.17	7.7	7.55	0	11.1	3	3	2.17	2.19	7.47	7.48	0	0	8	9	5	7
1	7	4	4.03	7.73	7.67	10.2	10.3	3	3	2.19	2.22	6.9	6.92	2	0	13	13	6	6
1	8	4	4.05	7.73	7.44	10.4	9.48	4	4	2.3	2.33	6.65	6.65	0	1	3	7	6	5
1	9	4.42	4.45	7.58	7.33	11.2	10.38	4	4	2.16	2.18	6.83	6.84	0	0	1	8	14	14
1	10	4.5	4.53	8.5	8.32	0	10.34	2	2	2.30	2.33	6.95	6.96	0	1	1	4	2	6
2	1	3.78	3.8	8.7	8.65	10.58	10.6	3	3	2.18	2.2	7.5	7.52	4	0	6	9	11	9
2	2	4.1	4.13	0	0	11.63	9.49	3	3	2.20	2.22	7.63	7.65	3	2	3	9	11	3
2	3	3.25	3.28	0	0	11.2	12	3	3	2.41	2.43	7.63	7.63	0	0	7	7	7	5
2	4	3.78	3.8	8.3	8.32	12.32	10.11	3	3	2.18	2.2	7.53	7.54	3	0	4	4	10	15
2	5	4.7	4.72	8.5	8.2	12.23	10.44	3	3	2.17	2.2	8.07	8.08	4	1	4	12	10	16
2	6	4.03	4.06	8.3	8.12	11.2	10.64	2	2	2.20	2.23	7.7	7.71	3	0	7	15	10	22
2	7	3.53	3.55	8.9	8.5	11.46	12.21	3	3	2.33	2.35	8.1	8.12	5	0	2	3	8	15
2	8	3.37	3.39	0	0	11.37	9.49	3	3	2.37	2.39	7.9	7.92	2	0	4	2	6	11
2	9	3.7	3.72	0	8.2	11.25	11.05	2	2	2.31	2.34	7.67	7.67	2	1	3	7	7	11
2	10	3.54	3.56	0	0	12	12.3	2	2	2.34	2.36	7.1	7.13	3	0	7	1	10	10
3	1	3.37	3.39	7.32	7.4	10.2	9.87	2	2	2.17	2.19	7.25	7.27	1	0	4	19	6	7
3	2	4.35	4.38	0	0	10.9	9.84	3	3	2.25	2.28	7.43	7.45	0	0	2	8	5	13
3	3	3.78	3.8	8.5	7.1	10.95	11	2	2	2.33	2.35	6.95	6.97	3	0	1	13	9	10
3	4	4.05	4.09	0	0	10.98	11.2	2	2	2.17	2.19	6.95	6.95	3	2	0	9	6	4
3	5	3.88	2.57	0	0	11.15	10	2	2	2.19	2.22	6.95	6.96	0	0	3	11	7	2
3	6	3.9	3.93	8.2	7.34	11.8	11	2	2	2.23	2.25	6.9	6.92	2	0	3	11	9	10
3	7	3.97	4	0	0	11.77	9.89	2	2	2.33	2.37	6.95	6.96	0	4	2	8	10	6
3	8	4.05	4.08	8.15	8.17	11.33	11.35	2	2	2.31	2.34	7.2	7.21	1	0	1	7	10	9
3	9	4.18	4.21	0	7.34	11.87	10.49	3	3	2.32	2.36	6.83	6.84	0	1	2	5	7	9
3	10	4.2	4.22	8.4	7.1	11.9	12.56	2	2	2.14	2.16	6.7	6.72	0	0	1	34	8	13
4	1	3.88	3.9	0	0	11.7	9.40	3	3	2.3	2.33	7	7.02	1	1	2	6	10	12
4	2	4.23	4.25	0	0	11.8	10.76	2	2	2.38	2.40	6.95	6.97	1	0	7	5	7	6
4	3	3.93	3.95	7.9	7.1	11.47	10.49	2	2	2.32	2.35	6.95	6.95	2	1	6	11	7	11
4	4	3.92	3.94	8.45	7.2	11.84	9.59	3	3	2.16	2.19	7.23	7.25	1	2	4	5	12	14
4	5	3.93	3.95	0	6.5	11.25	11	2	2	2.41	2.44	7.2	7.22	0	1	2	8	8	10
4	6	4.2	4.22	8.26	6.1	11.38	10.60	3	3	2.2	2.22	7	7.01	1	2	2	8	13	8

4	7	4.14	4	8.6	7.65	11.58	9.79	4	4	2.34	2.37	7.1	7.11	1	2	4	9	14	12
4	8	4.07	4.09	8.2	8.23	11.4	11.32	4	4	2.19	2.21	7.15	7.17	1	0	0	6	14	11
4	9	4.37	4.39	8.23	8.11	11	11.65	2	2	2.3	2.32	7.05	7.06	1	2	5	8	7	16
4	10	4.07	4.1	7.5	6.2	0	10.22	3	3	2.16	2.16	6.9	6.91	1	2	2	5	7	11
5	1	3.63	3.66	7.83	6.3	11.15	11.67	3	3	2.12	2.14	6.77	6.78	1	0	2	6	10	7
5	2	3.44	3.47	7.62	6.7	11.48	12.60	3	3	2.17	2.2	6.63	6.64	0	0	8	8	14	13
5	3	3.43	3.45	7.9	0	11.5	9.70	3	3	2.08	2.11	6.67	6.68	0	0	6	8	6	15
5	4	3.42	3.45	0	6.54	0	0	2	2	2.17	2.19	6.95	6.97	1	2	5	7	5	2
5	5	3.47	3.5	8.08	0	11.2	11.65	2	2	2.13	2.15	6.9	6.91	0	0	2	16	19	8
5	6	3.8	3.82	8.33	6.84	11.9	10.34	2	2	2.16	2.19	7.1	7.12	2	0	9	25	17	7
5	7	3.6	3.63	7.79	7.83	11.1	11.20	2	2	2.23	2.25	6.55	6.57	1	0	2	16	11	6
5	8	3.57	3.6	7.78	6.70	11.38	11	2	2	2.2	2.25	7.1	7.12	0	2	4	14	11	19
5	9	3.23	3.26	7.74	6.76	11.25	12.3	3	3	2.15	2.17	6.9	6.93	2	3	9	12	11	7
5	10	3.4	3.42	8.02	7.34	11.32	10.84	2	2	2.23	2.26	7	7.01	3	2	5	11	13	17

Anexo 3.- Fotografías de la investigación



Limpieza de terreno



Limpieza de terreno manual



Identificación de parcela



Limpieza del área experimental



Aplicación del fertilizante foliar



Visita de campo



Segunda Toma de variables

Anexo 5. - Glosario de términos técnicos

Capacidad de retención hídrica: Propiedad del suelo para retener agua disponible para las raíces del cultivo.

Clorosis: Decoloración de las hojas causada por deficiencia de nutrientes.

Cosecha: Es el proceso de recolección de los cultivos maduros o productos agrícolas de los campos, árboles o plantas. Es un momento crítico en la agricultura y marca la finalización de la temporada de crecimiento de los cultivos.

Cuaje: Es el proceso en el que las flores de las plantas producen frutos. Implica la fertilización y el desarrollo inicial de los frutos a partir de la flor.

Drenaje: Sistema para evitar encharcamientos en suelos agrícolas, promoviendo un crecimiento radicular óptimo.

Eficiencia: Se refiere a la capacidad de realizar una tarea o alcanzar un objetivo utilizando la menor cantidad de recursos, tiempo o esfuerzo posible. En agricultura, la eficiencia se relaciona con la optimización de la producción y el uso adecuado de insumos como agua, fertilizantes y mano de obra.

Esquejes: Son secciones de una planta, como tallos o ramas, que se cortan y luego se cultivan para producir una nueva planta. Este método de propagación permite crear plantas idénticas a la planta madre y se utiliza comúnmente en la jardinería y la horticultura.

Fermentación: Es un proceso biológico en el que microorganismos, como bacterias o levaduras, descomponen sustancias orgánicas, como azúcares, para producir otros compuestos, como alcohol o ácido láctico. Este proceso se utiliza en la producción de alimentos como el pan y el yogur, así como en la fabricación de bebidas alcohólicas.

Fertilizantes: Son sustancias que se aplican a los suelos o plantas para proporcionar nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que promueven el crecimiento de las plantas y aumentan la productividad de los cultivos.

Fungicida: Es un tipo de producto químico o sustancia diseñada para prevenir, controlar o eliminar los hongos que pueden dañar las plantas y los cultivos. Estos productos se utilizan para proteger las plantas de enfermedades fúngicas.

Injertos: Son una técnica de propagación de plantas en la que se unen partes de dos plantas diferentes, generalmente un tallo (injerto) y una raíz (portainjerto), para que

crezcan juntas y formen una planta funcional. Esto se hace para combinar las características deseables de ambas plantas en una sola.

Insecticida: Es una sustancia química diseñada para matar o controlar insectos que pueden dañar los cultivos, árboles o plantas. Se utilizan para proteger las plantas de las plagas de insectos.

Insumos: Son los recursos y materiales necesarios para llevar a cabo una actividad o proceso. En agricultura, los insumos pueden incluir semillas, fertilizantes, agua, pesticidas y maquinaria.

Llenado de los frutos: Es el proceso en el que los frutos desarrollan su tamaño y contenido, como la pulpa o el almidón, antes de alcanzar la madurez. Implica la acumulación de nutrientes y agua en los frutos, lo que los hace crecer y madurar.

Macroelementos: Son nutrientes esenciales para las plantas que se requieren en cantidades relativamente grandes. Junto con el NPK, incluyen elementos como calcio, magnesio y azufre, que son fundamentales para el desarrollo y la salud de las plantas.

Manejo Integrado de Plagas (MIP): Estrategia agronómica que combina prácticas culturales, biológicas y químicas para controlar plagas y enfermedades. Ejemplo: poda, eliminación de frutos infectados y uso de tratamientos fungicidas.

Microelementos: Son nutrientes minerales necesarios en cantidades mucho menores en comparación con los macroelementos, pero igualmente esenciales para el crecimiento de las plantas. Estos incluyen minerales como hierro, zinc, cobre y manganeso.

Molinillo: Punto de bifurcación del tronco en los árboles de cacao, que origina ramas principales.

NPK: Es una abreviatura que representa los tres macronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estos elementos son fundamentales en la composición de fertilizantes y son necesarios para el desarrollo saludable de los cultivos.

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

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

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

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

Riego por goteo: Es un método de irrigación en el que se suministra agua a las plantas de manera controlada y gradual a través de pequeños tubos o mangueras con goteros. Este sistema permite la distribución eficiente del agua directamente a las raíces de las plantas, conservando el recurso hídrico y promoviendo un crecimiento saludable.

Secado mecánico: Método alternativo al secado solar para reducir la humedad de las habas de cacao, evitando el moho en regiones con alta humedad.

Translocación de nutrientes: Movimiento de nutrientes a través de las plantas, desde las raíces hasta otras partes, como tallos, hojas y frutos. Esto es fundamental para el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas.

Trazado y balizado: Proceso de planificación y marcación del terreno para garantizar una siembra uniforme.

Verticilo: Conjunto de ramas que emergen desde el mismo punto del tronco del cacao.