UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EVALUACIÓN DE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE CACAO (*Thebroma cacao* L.*)* MEDIANTE LA APLICACIÓN DE DOS ACTIVADORES FISIOLÓGICOS Y UN HORMONAL.

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

Autoras:

Icela Maribel Cango Aguirre
Nayeli Anahi Muñoz Andrade

Tutor:

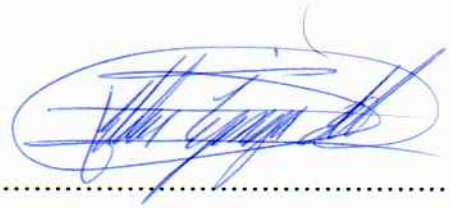
Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

Guaranda – Ecuador

2025

EVALUACIÓN DE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE CACAO (*Thebroma cacao* L.) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE DOS ACTIVADORES FISIOLÓGICOS Y UN HORMONAL.

REVISADO Y APROBADO POR:



.....

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

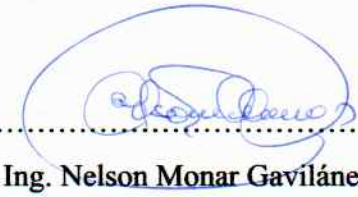
TUTOR



.....

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

DOCENTE LECTOR



.....

Ing. Nelson Monar Gavilánez MSc.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Icela Maribel Cango Aguirre, con cédula de ciudadanía 220032009-7 y Nayeli Anahi Muñoz Andrade, con cédula de ciudadanía 092884381-2, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

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

Icela Maribel Cango Aguirre
Autora
Cl: 220032009-7

Nayeli Anahi Muñoz Andrade
Autora
Cl: 092884381-2

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.
Tutor
Cl: 0200989630

ESCRITURA Nº 20250201004P01171

DECLARACIÓN JURAMENTADA
OTORGAN:
NAYELI ANAHI MUÑOZ ANDRADE Y
ICELA MARIBEL CANGO AGUIRRE
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIAS

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy martes a los dieciocho dias del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, las señoritas **NAYELI ANAHI MUÑOZ ANDRADE,** de estado civil soltera; y, **ICELA MARIBEL CANGO AGUIRRE**, de estado civil soltera, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianas, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambas estudiantes, domiciliados la primera en la parroquia Laurel, Cantón Daule, Provincia Guayas y de paso por este Cantón Guaranda Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve nueve siete siete uno siete siete seis dos; y, con correo electrónico namunoz@mailes.ueb.edu.ec; y, la segunda en la parroquia Inés Arango, Cantón Francisco de Orellano, Provincia Orellana y de paso por este Canton Guaranda provincia Bolivar, con teléfono celular número cero nueve nueve nueve uno seis siete cero uno tres; y, con correo electrónico icango@mailes.ueb.edu.ec, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificaciones, en base lo cual obtengo las certificaciónes biométricas del Registro Civil, ademas por petición expresa de las comparecientes adjunto sus documentos personales como son las cedulas y los certificados de votaciones, como habilitantes a esta escritura. Las comparecientes declaran conocer y aceptar la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, así como también normativa secundaria y regulaciones relacionadas con la materia y manifiesta expresamente que durante el otorgamiento de la presente escritura pública se han cumplido a cabalidad con todas las disposiciones normativas de protección de datos personales. Las comparecientes autorizan el uso y tratamiento de sus datos personales, los cuales no serán recopilados, utilizados, divulgados, procesados o retenidos para ningún propósito que no sea la correcta prestación del servicio notarial conforme la legislación vigente y dentro de los parámetros establecidos en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, y demás normas y reglamentos de la materia. Advertidas las compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de las obligaciónes que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidas sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotras: **NAYELI ANAHI MUÑOZ ANDRADE,** de estado civil soltera; y, **ICELA MARIBEL CANGO AGUIRRE,** de estado civil soltera, declaramos que los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación es de nuestra absoluta autoría, titulado **EVALUACIÓN DE LA INDUCCIÓN FLORAL EN EL CULTIVO DE CACAO (*Thebroma cacao L.*) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE DOS ACTIVADORES FISIOLÓGICOS Y UN HORMONAL,** previo a la obtención del título de Ingenieras Agrónomas, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo cuanto doy Fe.----------

Nayeli Muñoz A

SRTA. NAYELI ANAHI MUÑOZ ANDRADE.
C.C. 0928843812

SRTA. ICELA MARIBEL CANGO AGUIRRE.
C.C 2200320097

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

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

GLCC

Icela Cango y Nayeli Muñoz

TESIS_IN_F_CM_GT.docx

My Files
My Files
Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:529431838

Fecha de entrega
18 nov 2025, 7:19 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
18 nov 2025, 7:47 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_IN_F_CM_GT.docx

Tamaño del archivo
11.0 MB

92 páginas

18.991 palabras

101.955 caracteres

9% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

8% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

Ing. Kleber Espinoza Mora Mg.

TUTOR

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado a:

A Dios, por guiarme en la vida y permitir cumplirme con cada objetivo planteado.

A mis padres, que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

A mi novio, por ser mi compañero en este camino quien estuvo siempre a mi lado en los momentos más difíciles durante mis horas de estudio, por el amor brindado cada día y apoyo incondicional, gracias infinitas.

A mis hermanos, por su cariño y apoyo, durante todo este proceso, quienes supieron brindarme su tiempo ser partícipes en cada paso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi amiga, gracias por tu apoyo, paciencia y amistad sincera este logro no habría sido igual sin ti, más que un trabajo académico me llevo el recuerdo de un camino recorrido juntas y la certeza de que nuestra amistad perdurara más allá de estas páginas.

Icela

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de investigación a las personas que han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo a lo largo de este largo camino.

Quiero agradecer a Dios porque sin el nada de esto hubiera sido posible. A mis amados padres, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. A ustedes les debo no solo la oportunidad de formarme académicamente, sino también los valores, la disciplina y la fortaleza que me han guiado hasta alcanzar este logro. A mi madre en especial gracias por sus consejos, por su apoyo incondicional en los momentos de dificultad y por enseñarme a luchar con constancia por mis sueños.

También quiero dedicar a mi hermano y al amor de mi vida, quienes han sido mis cómplices en esta travesía. Gracias por su apoyo constante, por escucharme y por alentarme a alcanzar mis metas. Su cariño y comprensión han sido un pilar fundamental en mi vida. Y una dedicación muy especial a mi abuelita que ha sido mi mayor inspiración para lograr cada meta que me he propuesto. Gracias por su apoyo incondicional, por cada abrazo que me lleno él corazón.

Agradecer infinitamente a mi amiga quien ha sido un apoyo fundamental, hoy culmina una de las etapas más importantes de nuestras vidas. Durante este camino, lleno de retos, desvelos y sacrificios, encontré en ti no solo una amiga, sino una hermana del corazón. Tus palabras de aliento, tu compañía sincera y tu apoyo incondicional me ayudaron a no rendirme, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por escucharme, por compartir mis alegrías y por sostenerme en mis caídas. Hoy compartimos este logro, porque sin tu amistad el recorrido habría sido mucho más duro y solitario. Por último, quiero dedicar este trabajo a mí misma, como recordatorio de mi capacidad de superación y perseverancia. Gracias por nunca rendirme, por mantenerme enfocada en mi objetivo y por trabajar arduamente para lograrlo.

Nayeli

AGRADECIMIENTO

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, por habernos brindado la oportunidad de prepararnos como profesionales y ayudarnos a culminar una etapa más de nuestras vidas.

Eternamente agradecidos con la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía, ya que en sus aulas recibimos el conocimiento, ayuda y consejos sabios de docentes que nos inculcaron conocimientos de gran interés para nuestra carrera como profesionales.

Queremos extender nuestro sincero agradecimiento al Ing. Klever Espinoza, nuestro tutor de proyecto, por su paciencia, guía y sabiduría, que han sido fundamentales para la realización de este proyecto de investigación. Agradecemos también a los miembros del tribunal, Ing. Sonia Fierro Borja e Ing. Nelson Monar Gavilánez, por su valioso aporte a nuestro estudio de investigación.

Icela & Nayeli

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO **Pag**

CAPÍTULO I..... 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PROBLEMA 3

1.3. OBJETIVOS 4

1.3.1 Objetivo General 4

1.3.2 Objetivo Específicos 4

1.4. HIPÓTESIS..... 5

CAPÍTULO II 6

2. MARCO TEÓRICO..... 6

2.1. Origen..... 6

2.2. Taxonomía..... 6

2.3. Descripción botánica..... 7

2.3.1 Raíz 7

2.3.2 Tronco y ramas..... 7

2.3.3 Hojas 7

2.3.4 Flores..... 7

2.3.5 Fruto 8

2.3.6 Semillas..... 8

2.4. Fenología de la floración y formación de frutos 8

- Botón floral..... 9
- Floración..... 9
- Fructificación..... 9
- Maduración..... 10

2.5. Requerimientos edafoclimáticos del cacao 10

2.6. Genotipos de cacao 11

2.7. Origen de la variante CCN51.....11

2.7.1. Ficha técnica cacao CCN51 11

2.8. Manejo del cultivo..... 12

2.8.1 Preparación de terreno..... 12

2.8.2 Trazado 12
2.8.3 Dimensiones del hoyo 13
2.8.4 Siembra 13
2.8.5 Control de malezas 13
2.8.7 Poda 14
2.8.8. Manejo nutricional 14
2.8.9. Inducción floral 15
- Localización de la floración 15
- Factores ambientales 16
- Genético 16
2.9. Propagación del cacao 16
2.10. Técnica de propagación asexual 17
2.10.1 Injerto 17
2.10.2 Injerto tipo parche 17
2.10.3 Injerto púa lateral 18
2.11. Plagas y enfermedades del cacao 18
2.11.1 Plagas 18
- Monalonion *(Monalonion dissimulatu*m) 18
- Chinche de encaje (*Leptopharsa heveae*) 19
- Trips del cacao (*Selenothrips rubrocinctus*) 19
- Barrenador del tallo (*Carmenta foraseminis*) 19
- Hormigas (*Atta* spp y *Acromyrmex* spp.) 19
2.12. Enfermedades del cultivo 19
- Rosellinia (*Rosellinia bunodes*) 20
- Escoba de bruja (*Moniliophtora perniciosa*) 20
- Mal del Machete (*Ceratocystis fimbriata*) 20
- Mazorca negra (*Phytophtora palmivora*) 21
- Monilla (*Moniliophthora roreri*) 21
2.13. Cosecha 22
2.14. Macronutrientes 22
2.15. Micronutrientes 22
2.16. Fertilización 23

2.17. Fertilización foliar 23
2.18. Fertilizantes a utilizar 23
2.18.1 Arness 23
- Composición 24
- Via de aplicación 24
2.18.2 Cross + plus 24
- Composición 24
- Via de aplicación 25
2.18.3 Nedzyme 25
- Composición 26
- Mecanismo de acción 26
- Via de aplicación 26
CAPÍTULO III 27
3. MARCO METODOLÓGICO 27
3.1. Ubicación de la investigación 27
- Localización de la investigación 27
- Situación geográfica y edafoclimática 27
- Zona de vida 27
3.2. Metodología 27
3.2.1 Material en estudio 27
3.2.2 Factores en estudio 28
3.2.3 Tratamientos 28
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico 28
3.2.5 Manejo del experimento 28
- Análisis de suelo 28
- Distribución de las unidades experimentales 28
- Control de maleza 28
- Identificación de plantas 29
- Poda fitosanitaria 29
- Deschuponamiento 29
- Control de plagas 29
- Fertilización edáfica 29

- Aplicación de los activadores foliares 30

3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuesta) 30

- Altura de la planta (AP) 30
- Número de cojinetes florales por planta (NCFP) 30
- Número de botones por cojinete floral (NBCF) 30
- Número de botones florales por planta (NBFP) 30
- Número de flores semiabiertas por planta (NFSP) 31
- Número de flores abiertas por planta (NFAP) 31
- Número de flores cuajadas por planta (NFCP) 31
- Número de mazorca por planta (NMP) 31
- Eficiencia en el cuajado (EC) 31

3.2.7 Análisis de datos 32

CAPÍTULO IV 33

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33

4.1.1 Altura de la planta (AP) 33

4.1.2. Número de cojinetes florales por planta (NCFP) 35

4.1.3. Número de botones por cojinete floral (NBCF) 37

4.1.4. Número de botones florales por planta (NBFP) 39

4.1.5. Número de flores semiabiertas por planta (NFSP), ... 41

4.1.6. Número de flores abiertas por planta (NFAP) 43

4.1.7. Número de flores cuajadas por planta (NFCP) 45

4.1.8. Número de mazorca por planta (NMP) 47

4.1.9. Eficiencia de cuajado (EC) 49

4.1.10. Análisis de correlación y regresión lineal 51

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 53

CAPÍTULO V 54

5.1. CONCLUSIONES 54

5.2. RECOMENDACIONES 55

BIBLIOGRAFÍA 56

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados de los análisis estadísticos en la altura de la planta, antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	33
2	Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	35
3	Resultados de los análisis estadísticos en el número de botones por cojinete floral antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	37
4	Resultados de los análisis estadísticos en el número de botones florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	39
5	Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores semiabiertas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	41
6	Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores abiertas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	43
7	Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores cuajadas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	45
8	Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación	47
9	Resultados de los análisis estadísticos en la eficiencia de cuajado (EC) antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.	49
10	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de la variable independiente (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre la eficiencia del cuajado (variable dependiente Y).	51

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Promedios para la altura de la planta (AP)	33
2	Promedios para el número de cojinetes florales por planta (NCFP)	35
3	Promedios para el número de botones por cojinete floral (NBCF)	37
4	Promedios para el número de botones florales por planta (NBFP)	39
5	Promedios para el número de flores semiabiertas por planta (NFSP)	41
6	Promedios para el número de flores abiertas por planta (NFAP)	43
7	Promedios para el número de flores cuajadas por planta (NFCP)	45
8	Promedios para el número de mazorcas por planta (NMP).	47
9	Promedios para la eficiencia de cuajado (EC)	49

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

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

RESUMEN

El cultivo de cacao posee una gran importancia socioeconómica en América Latina y el Caribe. Ecuador es uno de los productos de exportación más destacados, posicionándose como el cuarto productor y principal exportador de cacao. Uno de los principales problemas es la baja disponibilidad de nutrientes esenciales que afecta la inducción floral, limitando la cantidad y calidad de la cosecha. En la investigación realizada se evaluó la inducción floral en el cultivo de cacao mediante la aplicación de dos activadores fisiológicos y un hormonal. Los objetivos planteados fueron: i) Cuantificar la carga floral por planta en base a los activadores fisiológicos y hormonales empleados. ii) Determinar en cual de los tratamientos se obtiene mayor número de flores cuajadas. En esta investigación se aplicó estadística descriptiva e inferencial. Se utilizó cinco tratamientos: T1 Crop Plus (0.75 l/ha), T2 Nedzyme (0.75 l/ha), T3 Arness (1 l/ha), y T4 testigo sin activador. La evaluación se desarrolló en dos etapas, antes y a los tres meses después de la aplicación. El tipo de análisis, prueba de Fisher al 5%, prueba de Tukey al 5%, máximos, mínimos, media general y análisis de correlación y regresión lineal. Se evaluaron diversas variables, como Altura de planta (AP), número de cojinetes florales por planta (NCFP), número de botones por cojinete floral (NBCF), número de botones florales por planta (NBFP), número de flores semiabiertas por planta (NFSP), número de flores abiertas por planta (NFAP), número de flores cuajadas por planta (NFCP), número de mazorca por planta (NMP) y eficiencia de cuajado (EC). Se determinó que el T2, con la aplicación de Nedzyme (0.75 l/ha), presentó incrementos positivos, reflejando una respuesta significativa en la inducción floral del cacao. El número de cojinetes florales por planta (NCFP) aumentó en 375%, número de botones florales por cojinete (NBFC) en 83.3%, número de botones florales por planta (NBFP) en 44.6%, número de flores semiabiertas por planta (NFSP) en 188.89%, número de flores abiertas por planta (NFAP) en 62.2%, número de flores cuajadas por planta (NFCP) en 118.2% Estos incrementos contribuyeron directamente a mejorar la eficiencia de cuajado en un 77%, equivalente a un incremento del 79.07%, lo que favoreció la formación de un mayor número de mazorcas por planta (NMP) en 73.68 %.

Palabras claves: Induccion floral, Cuajado, Hormonal, Fisiologico, Cojinetes

SUMMARY

Cocoa cultivation is of great socioeconomic importance in Latin America and the Caribbean. Ecuador is one of the most important export products, ranking as the fourth largest producer and exporter of cocoa. One of the main problems is the low availability of essential nutrients that affects floral induction, limiting the quantity and quality of the harvest. This research evaluated floral induction in cocoa crops through the application of two physiological activators and one hormonal activator. The objectives were: i) To quantify the floral load per plant based on the physiological and hormonal activators used; ii) To determine which of the treatments yields the greatest number of set flowers. This research applied descriptive and inferential statistics. Five treatments were used: T1 Crop Plus (0.75 l/ha), T2 Nedzyme (0.75 l/ha), T3 Arness (1 l/ha), and T4, a control without fertilization. The evaluation was carried out in two stages, before and three months after application. The type of analysis, Fisher's test at 5%, Tukey's test at 5%, maximums, minimums, general mean and correlation and linear regression analysis. Several variables were evaluated, such as plant height (AP), number of flower pads per plant (NCFP), number of flower buds per pad (NBFC), number of flower buds per plant (NBFP), number of semi-open flowers per plant (NFSP), number of open flowers per plant (NFAP), number of set flowers per plant (NFCP), number of cobs per plant (NMP) and setting efficiency (EC). It was determined that T2, with the application of Nedzyme (0.75 l/ha), showed positive increases, reflecting a significant response in the floral induction of cocoa. The number of flower pads per plant (FPP) increased by 375%, the number of flower buds per pad (FBBP) by 83.3%, the number of flower buds per plant (FBFP) by 44.6%, the number of semi-open flowers per plant (SFP) by 188.89%, the number of open flowers per plant (OPP) by 62.2%, and the number of set flowers per plant (CFP) by 118.2%. These increases directly contributed to a 77% improvement in fruit set efficiency, equivalent to a 79.07% increase, which favored the formation of a higher number of ears per plant (EPP) by 73.68%.

Keywords: Flower induction, Fruit set, Hormonal, Physiological, Flower pads

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

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

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

En Ecuador, el cacao es uno de los productos de exportación más destacados, posicionándose como el cuarto productor y principal exportador de cacao fino de aroma. A nivel global, Ecuador aporta el 70 % producción mundial de cacao fino de aroma (Baudilio, 2020).

En Ecuador, el cacao se cultiva en 16 de las 24 provincias, alcanzando una producción de 302 094 tm de cacao en grano. Esto representa un incremento del 15.6% en comparación con períodos anteriores. El rendimiento promedio del cultivo es de 1021.8 kg/ha, con una superficie cosechada de 543 547 ha, mismas que se concentran en un 80% en las provincias costeras: Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas, El Oro y Santa Elena. El restante 20% se distribuye en provincias como Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Pichincha, Azuay, Sucumbíos, Orellana, Napo y Zamora Chinchipe (Zambrano, 2022)

En la provincia de Bolívar, la producción promedio es de 958 tm, distribuidas en los cantones de Caluma, Echeandía, Las Naves y San Luis de Pambil, con una superficie aproximada de 17 984 ha. Específicamente, en el cantón Caluma, el

cacao es la segunda fuente de ingresos para los agricultores, con una producción cantonal de 230 tm distribuidas en 4 770 ha (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - ESPAC, 2021)

La inducción floral es el proceso mediante el cual las yemas vegetativas experimentan cambios metabólicos para convertirse en yemas florales. Este proceso diferenciación floral, se manifiesta en cambios morfológicos visibles en la planta, siendo un proceso fundamental para garantizar una producción estable y de calidad. Factores como la disponibilidad de nutrientes, luminosidad y humedad inciden directamente en la floración (Cerón, 2020).

La fertilización es un factor para lograr alta productividad en el cultivo de cacao, ya que proporciona los elementos esenciales para su desarrollo. Una estrategia complementaria para mejorar la inducción floral es el manejo de la fertilización foliar, aplicando micronutrientes los cuales influyen en la viabilidad del polen y en el fortalecimiento de la estructura floral (Corporación Financiera Nacional - CFN, 2023).

Los activadores fisiológicos actúan como reguladores metabólicos directamente en los procesos asociados a la inducción floral del cacao, promoviendo la transición de los meristemos vegetativos a meristemos florales. Su acción se fundamenta en la estimulación de rutas hormonales y enzimáticas que incrementan la síntesis de fitohormonas endógenas como giberelinas, citoquininas y auxinas, las cuales modulan la expresión génica de proteínas relacionadas con la diferenciación floral (Carrillo, 2021).

1.2. PROBLEMA

El cultivo de cacao enfrenta diversos desafíos que afectan su productividad y sostenibilidad, entre ellos la deficiencia de nutrientes y la falta de prácticas de fertilización eficientes. Una aplicación inadecuada de fertilizantes puede reducir significativamente el rendimiento y la calidad del cacao, impactando negativamente en la rentabilidad del cultivo. En el Cantón Caluma, la baja disponibilidad de nutrientes esenciales en el suelo afecta la inducción floral, limitando la cantidad y calidad de la cosecha. La deficiencia de macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio reduce el desarrollo vegetativo y formación de botones florales. Asimismo, la falta de calcio, magnesio y azufre debilita la estructura y funcionalidad de la planta. La carencia de micronutrientes como boro, zinc y hierro afecta procesos hormonales, enzimáticos y reproductivos, disminuyendo la producción de mazorcas de calidad.

Una inducción floral deficiente incide directamente en la cantidad de flores semiabiertas y abiertas, lo que repercute negativamente en la formación y producción de mazorcas. Cuando los nutrientes esenciales son limitantes, la planta canaliza sus recursos hacia el crecimiento vegetativo como mecanismo de supervivencia. Esta priorización fisiológica provoca floraciones irregulares, baja diferenciación floral y, en consecuencia, una reducción significativa del rendimiento productivo. El uso inadecuado o excesivo de fertilizantes genera problemas ambientales y económicos. Aplicaciones desbalanceadas provocan toxicidad en las plantas, afectando el desarrollo y la cantidad de botones florales, lo que repercute en la producción. Además, los altos costos de los fertilizantes representan una carga financiera significativa para los agricultores, reduciendo su rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Existe una falta de estudios que analicen el efecto de formulaciones y concentraciones en la inducción floral. Es por eso importante mencionar que la presente investigación tiene el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de activadores fisiológicos y un hormonal sobre la inducción floral, con el fin de garantizar una producción más sostenible y rentable para los agricultores locales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la inducción floral en el cultivo de cacao mediante la aplicación de dos activadores fisiológicos y un hormonal.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Cuantificar la carga floral por planta en base a los activadores fisiológicos y hormonal empleados.
- Determinar en cual de los tratamientos se obtiene mayor número de flores cuajadas

1.4. HIPÓTESIS

Ho. La respuesta a la inducción floral del cultivo de cacao no depende de la aplicación de los activadores fisiológicos y hormonal empleados.

Ha. La respuesta a la inducción floral del cultivo de cacao depende de la aplicación de los activadores fisiológicos y hormonal empleados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

El cacao es una planta originaria de la América tropical, con su centro de origen ubicado en el noreste de Sudamérica. Para el siglo XVII, ya existían pequeñas plantaciones de cacao en las riberas del río Guayas, las cuales posteriormente se expandieron a lo largo de sus afluentes, como Daule y Babahoyo. La variedad predominante en esta región fue el cacao Nacional (Forastero amazónico), ampliamente reconocido por su aroma floral característico. Las principales zonas de cultivo se establecieron en los cantones de Vinces, Babahoyo, Palenque, Baba, Pueblo Viejo, Catarama y Ventanas, en la provincia de Los Ríos.Ecuador es reconocido a nivel mundial por la producción de Cacao Fino de Aroma, considerado uno de los mejores debido a sus excepcionales cualidades sensoriales. La ubicación geográfica del país, atravesado por la línea ecuatorial, cordillera de los Andes y selva amazónica, le proporciona una gran diversidad climática, lo que favorece el desarrollo del cacao de alta calidad. Aunque existen diversos tipos de cacao, Nacional Fino de Aroma, también conocido como Nacional Criollo o " arriba", es altamente demandado por su aroma y sabor únicos (Velázquez, 2022).

2.2. Taxonomía

Según Borja (2020), la taxonomía del cacao es:

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

2.3. Descripción botánica

2.3.1 Raíz

Posee dos tipos de raíces, la principal pivotante y unas raíces secundarias, de donde se desprenden los pelos absorbentes. La raíz principal le proporciona anclaje y sostenimiento a la planta y esta puede alcanzar hasta 2 m de profundidad cuando el suelo favorece su penetración, en cuanto a las raíces secundarias, se ubican en los primeros 30 cm de profundidad y son las encargadas de tomar agua y nutrientes del suelo que son necesarios para su desarrollo adecuado (Chávez, 2021).

2.3.2 Tronco y ramas

Se origina cuando una planta es a partir de una semilla sexual, el tronco o tallo vital se desarrolla verticalmente hasta una altura de 0.8 a 1.5 m, de forma, dando comienzo a una especie de mesa, molinillo o verticilo (Dorantes, 2020).

2.3.3 Hojas

Las hojas son de tipo coriáceas simples, formando dos filas una a cada lado de la rama, enteras o sinuadas, ovadas, ligeramente asimétricas, de entre 17 a 48 cm de largo y 7 a 10 cm de ancho, alternas y glabras o ligeramente pubescentes en ambas caras, de color verde oscuro en el haz y un color más claro en el envés, la base de la hoja es redondeada, ligeramente cordada, ápice largamente apiculado, el pecíolo tiene de 14 a 27 mm de largo (Mera J. , 2021).

2.3.4 Flores

Estas se encuentran distribuidas a lo largo del tronco y de las ramas, agrupadas en sitios llamados cojines florales, es una flor hermafrodita que posee 5 estambres verdaderos de color blanco y 5 falsos de color morado, que se extienden en forma de estrella, la corola posee cinco pétalos blancos con líneas coloreadas en la parte interna, compuestos por una base cóncava en forma de concha y una lígula triangular. El tubo estaminal está formado por cinco estambres fértiles cortos y doblados hacia afuera donde se encuentra el polen en la parte superior de los estambres, el ovario es un cuerpo ovoide con cinco celdas en las que contiene entre 30 y 50 óvulos, el estilo es cilíndrico de color blanco y se abre en la parte superior

o estigma. La intensidad de la floración puede variar considerablemente de acuerdo con el genotipo, aunque también está influenciada por factores ambientales, del total de flores, menos del 5% es fecundado y produce fruto, lo cual se debe a la estructura de la flor y su biología (CFN, 2023).

2.3.5 Fruto

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 en la plantación. Las mazorcas de cacao por sus formas están clasificadas como: Amelonado, Calabacillo, Angoleta y Cundeamor, variando según el tipo o la especie. El color también varía con muchas tonalidades, pero en realidad existen dos colores básicos, el verde y el color rojo. El color verde es específico del cacao Forastero, mientras que los colores rojo y verde están presentes en el Criollo y Trinitario. Las superficies de las mazorcas se presentan desde lisas hasta fuertemente rugosas, con surcos superficiales o profundos y lomos individuales o pareados (Meza, 2021).

2.3.6 Semillas

Son de forma oblonga, tienen un recubrimiento o cutícula que protege a los cotiledones y en la parte exterior está el mucilago o hilio que es la parte dulce mucilaginosa la cual permite la fermentación de la semilla, y puede variar mucho en el tamaño, algunas en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo Criollo y del Nacional de Ecuador, otras son bastante aplanadas como en el caso de los Forasteros el color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro (Tapia, 2022).

2.4. Fenología de la floración y formación de frutos

La fenología del cacao comprende las diferentes fases de evolución biológica del cultivo, las cuales están influenciadas por factores climáticos y condiciones ambientales. El desarrollo del cultivo de cacao se divide en dos grandes ciclos: vegetativo y reproductivo. Durante la fase reproductiva, el árbol de cacao atraviesa

varias etapas que incluyen la formación del botón floral, floración, fructificación y maduración de la mazorca. Estos procesos están estrechamente relacionados con la disponibilidad de nutrientes, humedad, temperatura y la radiación solar, factores que pueden afectar el rendimiento y calidad del cacao (Cerón, 2020).

- **Botón floral**

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

- **Floración**

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

- **Fructificación**

Esta fase marca la transición entre la floración y crecimiento del fruto. No todas las flores llegan a formar frutos, ya que muchas pueden abortar debido a condiciones climáticas adversas, deficiencia de nutrientes o baja polinización. La fructificación inicia cuando el ovario de la flor fecundada comienza a engrosarse y desarrollarse.

En esta etapa, el fruto es pequeño y verde, aumentando su tamaño progresivamente. Para favorecer la fructificación y reducir la caída de frutos jóvenes, es esencial aplicar magnesio (Mg) y fósforo (P), los cuales estimulan el crecimiento celular y la formación de tejidos en los frutos en desarrollo (MAG, 2023).

- **Maduración**

En esta etapa, los frutos alcanzan su tamaño y coloración final, lo que indica que están listos para la cosecha. El proceso de maduración varía según la variedad del cacao y las condiciones ambientales, pero generalmente toma entre 5 y 6 meses desde la polinización. Durante esta fase, las mazorcas experimentan cambios en su composición química, aumentando la cantidad de azúcares y reduciendo la acidez en los granos. Las mazorcas maduras presentan una coloración amarilla, naranja o rojiza, dependiendo del genotipo. Una adecuada fertilización con potasio (K) y calcio (Ca) en esta fase mejora la calidad de los granos, su peso y contenido de manteca de cacao, lo que resulta en una producción de mejor calidad para el mercado (Miranda, 2020).

2.5. Requerimientos edafoclimáticos del cacao

El cacao es cultivado en altitudes que van desde casi el nivel del mar hasta los 1,200 metros sobre el nivel del mar, con una altitud óptima situada entre 500 y 800 metros sobre el nivel del mar. Este cultivo demanda suelos con texturas que abarcan desde franca hasta franco-arcillosa y franco-arenosa, caracterizándose por contener un 30-40% de arcilla, un 50% de arena y un 10-20% de limo. Es fundamental contar con un buen drenaje, ya que esta característica es esencial y altamente deseable para su desarrollo (Orellana, 2021).

Las zonas más propicias para el cultivo de cacao presentan una temperatura media anual entre 25 y 26 °C. Por debajo de esta temperatura, se observa una reducción del crecimiento vegetativo, la floración y el desarrollo de las mazorcas. La luminosidad también desempeña un papel crucial; se considera que una intensidad lumínica inferior al 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% los aumenta en plantaciones ya establecidas (Zambrano, 2022).

En términos de humedad, el cacao prospera con un rango de humedad relativa del 70 al 80%. Además, para obtener un rendimiento óptimo en la cosecha, el cacao requiere precipitaciones adecuadas, con un intervalo ideal de 1500 a 2000 mm. El pH del suelo también es un factor relevante, y el cacao se desarrolla de manera óptima cuando el pH se sitúa en el rango de 6.0 a 6.5, lo que favorece la obtención de buenos rendimientos (Verdezoto, 2023).

2.6. Genotipos de cacao

Se agrupan en tres grandes grupos: Forastero, Criollo y Trinitarios. El cacao Forastero es el más cultivado a nivel mundial debido a su alta productividad y resistencia a enfermedades, aunque su calidad sensorial es inferior. El Criollo, considerado el más fino y aromático, es altamente apreciado en la industria chocolatera, pero es menos productivo y más susceptible a enfermedades. Los híbridos Trinitarios son una combinación de ambos, obteniendo buen rendimiento, resistencia y excelente calidad de grano. Dentro de estos grupos, existen variedades mejoradas como el CCN-51, un híbrido ecuatoriano de alto rendimiento, y el Nacional Fino de Aroma, caracterizado por su perfil sensorial superior, aunque con menor productividad (ESPAC, 2021).

2.7. Origen de la variante CCN51

Las variedades de cacao CCN51, de origen ecuatoriano, destacan por su notable índice de productividad, generando mejoras significativas en la economía cacaotera. Sus raíces se remontan a la época entre 1870 y 1920, cuando Ecuador lideraba las exportaciones de cacao. Sin embargo, entre 1915 y 1916, plagas afectaron el cultivo, resultando en una pérdida del 70 % de la producción debido a la falta de políticas preventivas (Verdezoto, 2023).

2.7.1. Ficha técnica cacao CCN51

Nombre científico:	*Theobroma cacao* L.
Nombre común.	Cacao
Familia:	Malvaceae
Clon	CCN 51

Origen	Ecuador
Pedigrí	ICS-95X IMC-67+Canelos
Precocidad:	24 meses de edad
Productividad:	1.441kg/ha
Compatibilidad:	Autoincompatible
Índice de grano:	1,6 gramos
Índice de mazorca:	15
Mazorcas por año:	26
Color de la mazorca:	Rojo
Almendras por mazorca:	48 (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, 2022).

2.8. Manejo del cultivo

2.8.1 Preparación de terreno

Es una etapa clave para establecer un cultivo de cacao exitoso. Este proceso comienza con la limpieza del área, eliminando malezas, residuos vegetales y piedras que puedan interferir con el desarrollo de las plantas. Posteriormente, se realiza un análisis de suelo, el cual permite determinar su pH, la cantidad de materia orgánica disponible y presencia de nutrientes esenciales. Si es necesario, se aplican enmiendas como cal agrícola para corregir la acidez y materia orgánica para mejorar la retención de humedad y actividad microbiana (INIAP, 2022).

2.8.2 Trazado

El trazado y diseño de la plantación es fundamental para optimizar la distribución del espacio, la penetración de la luz y la circulación de aire entre las plantas. Se definen las distancias adecuadas entre plantas y surcos, las cuales varían según el sistema de siembra utilizado. En plantaciones intensivas, la densidad de siembra se encuentra entre 1000 y 1200 plantas por hectárea. También se planifica la incorporación de árboles de sombra, tanto temporales como permanentes, para proteger el cultivo del exceso de radiación solar y regular la temperatura (Mera, 2021).

2.8.3 Dimensiones del hoyo

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

2.8.4 Siembra

La distancia de siembra recomendada para clones es de 3x3m para una densidad de 1111 plantas por hectárea; y, para híbridos de 3 x 4 m para una densidad de 833 plantas por hectárea (Riera, 2020).

2.8.5 Control de malezas

Es esencial para evitar la competencia por nutrientes, agua y luz. Se pueden emplear diversos métodos, como el control mecánico, que incluye la deshierba manual o el uso de herramientas agrícolas, y el control químico, mediante la aplicación de herbicidas selectivos en casos de alta infestación. También se recomienda el uso de coberturas vegetales, como leguminosas rastreras, que reducen la proliferación de malezas y mejoran la fertilidad del suelo (Sánchez, 2021).

2.8.6 Riego

El cacao requiere una disponibilidad constante de agua para su desarrollo óptimo. En zonas con precipitaciones limitadas, es recomendable la instalación de sistemas de riego por goteo o microaspersión, los cuales optimizan el uso del agua y permiten una distribución uniforme. También se pueden emplear prácticas de conservación

de la humedad, como el uso de mulching y barreras vivas, las cuales reducen la evaporación y mejoran la estructura del suelo (INIAP, 2019).

2.8.7 Poda

Las podas en el cacao permiten mejorar la penetración de luz, la aireación y la formación de la estructura de la planta. Existen diferentes tipos de poda, como la poda de formación, que se realiza en los primeros años para definir la estructura del árbol, la poda de mantenimiento, que consiste en la eliminación de ramas secas, enfermas o mal posicionadas, y la poda de producción, que ayuda a estimular la floración y la fructificación (Carrillo, 2021).

- **Poda de formación:** Esta poda da la arquitectura a la planta, regula el crecimiento y se efectúa en el primer año de vida de la planta que consiste en dejar un solo tallo con alrededor de cuatro ramas principales que forman el armazón y posteriormente la copa del árbol (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, MPCEIP, 2022).

- **Poda de mantenimiento:** Cuando una plantación posee ramas improductivas se debe de realizar la poda de las mismas, lo cual el pode de mantenimiento tiene como finalidad eliminar las 15 ramas pocas productivas y eliminar brotes o ramas muertas, cabe recalcar que el árbol debe de poseer aproximadamente de 2 a 3 años (Vera, 2020).

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

- **Poda de regeneración:** Esta es una poda drástica que se realiza en plantaciones viejas para y realiza el corte a la altura de 2 o 2.5 m con el objetivo de renovar el área de producción (Castillo, 2021)

2.8.8. Manejo nutricional

Es fundamental para garantizar un desarrollo óptimo del cultivo. Durante la etapa inicial, se aplican fertilizantes ricos en nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), los

cuales estimulan el enraizamiento y el crecimiento vegetativo. En la fase productiva, se incorporan calcio (Ca), magnesio (Mg), boro (B) y zinc (Zn), los cuales favorecen la formación de flores y frutos de buena calidad. Adicionalmente, la fertilización foliar es una estrategia eficaz para mejorar la absorción de micronutrientes y aumentar la productividad (Laupa & Ariza, 2022).

2.8.9. Inducción floral

Es el cambio fisiológico por el cual las yemas vegetativas se transforman en yemas florales, iniciando así la fase reproductiva del cultivo. Este proceso es controlado por señales hormonales internas (giberelinas, auxinas, ácido abscísico) y por el estado nutricional de la planta ricos en boro (B) y zinc (Zn), los cuales mejoran la viabilidad del polen y reducen el aborto floral (León, 2020)

Además es un proceso fisiológico en el que la planta cambia su fase de crecimiento vegetativo a reproductivo, iniciando la formación de estructuras florales. Este fenómeno ocurre cuando la planta ha alcanzado un estado de madurez adecuado y se ve influenciado por factores ambientales como la fotoperiodo, temperatura, estrés hídrico moderado y, sobre todo, la disponibilidad de nutrientes. En muchos cultivos tropicales, como el cacao, la inducción floral puede presentarse en distintos momentos del año, dependiendo de las condiciones climáticas y del manejo agronómico. Para inducir la floración de manera eficiente, es fundamental aplicar estrategias como el manejo de fertilización (especialmente fósforo, potasio y boro), podas estimulantes y control del estrés hídrico. Una adecuada inducción floral permite sincronizar y maximizar la floración, mejorando la uniformidad y el volumen de la cosecha (Coloma, 2022).

- **Localización de la floración**

Este fenómeno se manifiesta principalmente en las ramas más antiguas y el tronco, donde se desarrollan estructuras especializadas llamadas cojines florales, en un tipo de floración conocido como caulifloria, característico de esta especie. Uno de los aspectos clave para entender la floración del cacao es la relación entre crecimiento vegetativo y reproductivo. Cuando el crecimiento vegetativo es excesivamente

vigoroso, puede inhibirse la floración, ya que la planta prioriza la expansión de hojas y ramas sobre la formación de órganos reproductivos. La poda de mantenimiento cumple un rol estratégico, ya que permite redistribuir la energía hacia la formación floral (Mejia, 2021).

- **Factores ambientales**

Influyen de forma significativa en la inducción floral. En muchas zonas cacaoteras, se ha observado que la floración tiende a incrementarse al final de la estación seca o al inicio de la época lluviosa. Esta respuesta suele estar asociada a un leve estrés hídrico que actúa como disparador del proceso floral. Además, variables como la temperatura, humedad relativa y radiación solar tienen efectos tanto directos como indirectos sobre la floración que pueden provocar abortos florales o limitar la formación de nuevos cojines (León, 2020).

- **Genético**

Algunos materiales genéticos presentan una floración más precoz, abundante y constante, lo cual resulta importantes en programas de mejoramiento y selección. La frecuencia y cantidad de flores está determinada por la genética del material, aunque el manejo agronómico influye notablemente en la expresión de ese potencial (Carrillo, 2021).

Es importante entender que una floración abundante no garantiza una alta producción. Factores como la polinización efectiva, el estado nutricional del árbol, su sanidad y el manejo adecuado de frutos influirán en el cuajado y desarrollo de las mazorcas. De hecho, una gran parte de las flores de cacao abortan naturalmente; se estima que solo entre el 1 y el 5 % logran convertirse en fruto, lo cual refleja la alta sensibilidad del proceso reproductivo (Huaycho, 2019).

2.9. Propagación del cacao

2.9.1 Propagación sexual

La propagación del cacao *(Theobroma cacao* L*)* por semilla ha sido la forma más comúnmente empleada a través del tiempo. Sin embargo, el productor ha venido

seleccionado en forma empírica la semilla para siembra en fincas comerciales. Cuando el cultivo se va a propagar por semilla, es necesario conocer el biotipo y las principales características de las plantas productoras de semillas para que reciban un adecuado tratamiento con la finalidad que estas puedan crecer bien conformadas, uniformes y con alta producción (Rosales, 2021).

2.9.2 Propagación asexual

Las plantas de cacao de origen asexual son altamente uniformes en todos sus caracteres morfológicos y fisiológicos como consecuencia de poseer el mismo genotipo; esta población recibe el nombre de "Clon". Este tipo de propagación es por medio de partes vegetativas de la planta seleccionada. No implica un cambio en la constitución genética de la nueva planta ya que todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta. Sin embargo, factores del clima, tipo de suelo, ataque de enfermedades pueden modificar la apariencia de la planta, flores o de los frutos sin que se haya dado un cambio genético. La propagación asexual se puede realizar por medio de estacas o ramillas (Nutresa, 2021).

2.10. Técnica de propagación asexual

2.10.1 Injerto

Es una técnica agrícola que consiste en la unión de dos partes de plantas distintas para formar una nueva, combinando las mejores características de ambas. Este proceso implica la inserción de yemas o segmentos de una planta de alta calidad genética en el patrón de otra planta, permitiendo su fusión y desarrollo en un nuevo huésped. A través del injerto, se logra mejorar la producción, resistencia a enfermedades y adaptación a condiciones adversas, asegurando una mayor calidad y rendimiento en la producción de frutos (MAG, 2023).

2.10.2 Injerto tipo parche

La base de esta técnica se sujeta a colocar una yema o bareta en el patrón, estas deben ser seleccionadas anteriormente de plantas productivas y de buena consistencia se deben seguir las siguientes actividades: Esterilizar el cuchillo y

navaja con alcohol y secarlo previamente al corte. Las hojas inferiores deben ser eliminadas del patrón. Realizar el corte a una altura de 20 a 30 cm. Introducir la yema en la plántula o patrón (Quevedo, 2020).

2.10.3 Injerto púa lateral

Su principal característica es disponer de 3 yemas activas para su injertación, a diferencias del anterior esta técnica tiene un índice de adaptabilidad alto se deben seguir las siguientes actividades: Prepara un segmento de bareta que contenga 3 a 4 yemas activas. Cortar al patrón por una lateral con profundidad de 3 a 4 cm. Enfundar el injerto y a los 30 días realizar su desatado (Pincay, 2020).

2.11. Plagas y enfermedades del cacao

2.11.1 Plagas

Las plagas representan un desafío importante para los productores, ya que pueden causar reducciones significativas en el rendimiento. Entre las plagas más perjudiciales se encuentran el Monalonion (*Monalonion dissimulatum)*, chinche de Encaje (*Leptopharsa heveae*), trips del cacao (*Selenothrips rubrocinctus*), que barrenador del tallo (*Carmenta foraseminis*), y hormigas cortadoras (*Atta* spp. y *Acromyrmex* spp.). Estas plagas representan una seria amenaza para la producción de cacao y requieren estrategias de manejo integrado, incluyendo monitoreo constante, control biológico, uso de barreras naturales, poda sanitaria y, en casos severos, la aplicación controlada de insecticidas específicos para minimizar su impacto en las plantaciones (Coloma, 2022).

- **Monalonion** (*Monalonion dissimulatum*)

Es un insecto chupador que ataca brotes, hojas jóvenes, flores y frutos del cacao. Su daño se produce por la succión de savia, lo que provoca necrosis en los tejidos, deformación de hojas y frutos, y caída prematura de flores. En frutos jóvenes, las picaduras dejan manchas oscuras y cicatrices, lo que afecta la calidad del grano. En infestaciones severas, puede reducir significativamente la producción (Meza, 2021)

- **Chinche de encaje** (*Leptopharsa heveae*)

Se alimenta de la savia de las hojas, causando un daño característico conocido como bronceado foliar. Esto provoca deshidratación y defoliación prematura, lo que reduce la capacidad fotosintética de la planta y la debilita progresivamente. La disminución del área foliar afecta la floración y el desarrollo de los frutos, impactando directamente el rendimiento de la plantación (Huaycho, 2019).

- **Trips del cacao** (*Selenothrips rubrocinctus*)

Son insectos diminutos que perforan los tejidos de las hojas y frutos tiernos para alimentarse de la savia. Esto provoca manchas plateadas, cicatrices y deformaciones en las hojas, afectando su funcionalidad. En frutos pequeños, la infestación puede generar cicatrices profundas y deformaciones que reducen la calidad comercial del cacao (Miranda, 2020).

- **Barrenador del tallo** (*Carmenta foraseminis*)

Es una de las plagas más destructivas del cacao, ya que sus larvas perforan los tallos y crean galerías internas en la madera de la planta. Este daño interrumpe el flujo de agua y nutrientes, debilitando la estructura del árbol. En infestaciones severas, las ramas pueden quebrarse, y en casos extremos, la planta completa puede morir.

- **Hormigas** (*Atta* spp y *Acromyrmex* spp.)

Atacan el cultivo de cacao al desfoliar rápidamente los árboles, cortando hojas y brotes para llevarlos a sus nidos. La pérdida de follaje reduce la fotosíntesis y el desarrollo de la planta, afectando su crecimiento y capacidad de producción. En infestaciones graves, las plantas pueden quedar completamente sin hojas, lo que debilita su estructura y disminuye el rendimiento del cultivo (Moreno, 2020).

2.12. Enfermedades del cultivo

En el cultivo de cacao, los productores enfrentan desafíos significativos, siendo las enfermedades una de las principales causas de pérdidas en la producción, con reducciones que pueden alcanzar hasta el 80% en las plantaciones afectadas. Entre

las enfermedades más devastadoras se encuentran Mazorca Negra, causada por *Phytophthora palmivora*; Moniliasis, provocada por *Moniliophthora roreri*; la Escoba de Bruja, originada por *Moniliophthora perniciosa*; y Mal del Machete, asociado a *Ceratocystis fimbriata*. Estas afecciones representan una seria amenaza para la productividad del cacao y requieren la implementación de estrategias de manejo integradas, incluyendo monitoreo constante, control biológico, aplicación de prácticas culturales y, en casos necesarios, el uso racional de fungicidas, con el objetivo de preservar la salud y el rendimiento de las plantaciones (Muentes, 2021)

- **Rosellinia (***Rosellinia bunodes***)**

Es una enfermedad fúngica del cacao causada por *Rosellinia bunodes* y otras especies del mismo género, afectando principalmente el sistema radicular de la planta. Se manifiesta con síntomas como marchitez progresiva, amarillamiento y caída prematura de hojas, muerte regresiva de ramas y presencia de micelio blanco o grisáceo en las raíces, lo que compromete seriamente la absorción de agua y nutrientes. Esta enfermedad se ve favorecida por suelos con mal drenaje, alta humedad y presencia de materia orgánica en descomposición (Naula, 2023).

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

Es causada por el hongo Moniliophthora perniciosa, esta enfermedad ataca a diferentes partes de la planta del cacao, brotes, cojines florales, ramas y frutos afectando tejidos en crecimiento, causando incremento de tejidos, en los brotes se producen hinchamientos, que posteriormente se secan. En cojines florales se observa la transformación de los pedúnculos florales en brotes, formación de frutos en forma de chirimoya, en los tejidos afectados luego de secarse aparecen las estructuras de propagación del hongo causal de la escoba de bruja, son de color rosado y son capaces de producir un millón de esporas, son ayudadas por la lluvia, se diseminan e infectan a los órganos sano (Moreno, 2020).

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

Esta enfermedad es causada por el hongo Ceratocystis cacaofunesta (anteriormente fimbriata) afecta a árboles de cualquier edad, provocándoles inicialmente marchitez

y eventualmente la muerte rápida. El hongo también infecta a través de las lesiones en los troncos y ramas principales, causadas por herramientas como el machete, de ahí que se le conoce comúnmente como mal de machete, los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas y en un plazo de 2 semanas la copa entera se seca, permaneciendo las hojas muertas adheridas al árbol por varias semanas (Chávez, 2021).

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

La mazorca negra o pudrición parda es causada por el oomycete Phytophthora sp. A nivel mundial es una de las enfermedades más agresivas del cacao, pudiendo causar pérdidas del 30% de la producción cacaotera y la muerte anual del 10% de las plantas por cánceres en el tallo ramas, las mazorcas enfermas producen esporangios que liberan zoosporas, las cuales se dispersan con el viento o el agua, además las mazorcas y restos de tejido enfermo, que se dejan en el suelo son también fuente de inóculo. En Ecuador se ha identificado a la especie Phytophthora palmivora Butler como el agente causal, sin embargo, no ha sido considerada como una enfermedad económicamente importante, comparada con escoba de bruja o monilia, debido a que su presencia suele ser ocasional, influenciada por las condiciones ambientales y la susceptibilidad del huésped, la gravedad de las enfermedades antes mencionadas, siendo la lluvia con temperaturas de 18 a 20oC, el factor más importante para su desarrollo (Estrada, 2020).

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

Esta enfermedad es causada por un hongo el síntoma más común se manifiesta como una mancha de color café, que puede extenderse hasta cubrir toda la superficie del fruto. En frutos infectados a mitad de su desarrollo, la enfermedad se manifiesta inicialmente como pequeños puntos aceitosos y translúcidos. En un corto periodo, estos puntos se fusionan para formar una mancha de color café. A los pocos días, sobre la mancha café, emerge el micelio y, posteriormente, se desarrollan abundantes esporas de color crema (Pallazhco, 2021).

Otro síntoma común es la apariencia de madurez prematura, donde las mazorcas cambian de color, dando la impresión de estar maduras aunque los frutos aún no

han alcanzado el tamaño ni la edad de cosecha adecuados. El daño principal ocurre en los granos, llegando a causar la pérdida total de la producción. La transmisión de la enfermedad se produce a través del viento o la lluvia, así como por la manipulación de frutos enfermos en la parcela. Es fundamental comprender estos síntomas y vías de transmisión para implementar estrategias efectivas de control y preservar la salud de las plantaciones de cacao (Herrera, 2021).

2.13. 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).

2.14. Macronutrientes

Los macronutrientes esenciales incluyen nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), que son absorbidos en grandes cantidades por la planta. El nitrógeno es clave para el desarrollo de hojas y tallos, mientras que el fósforo interviene en la formación de raíces, floración y fructificación. Por su parte, el potasio mejora la calidad del grano, fortalece la resistencia de la planta y regula el uso eficiente del agua. Otros macronutrientes secundarios, como calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), también son esenciales, ya que fortalecen la estructura celular, favorecen la fotosíntesis y contribuyen al metabolismo de las proteínas (Mejia, 2021).

2.15. Micronutrientes

Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades, son fundamentales para el funcionamiento óptimo del cacao. El boro (B) es crucial para la inducción floral y polinización, mientras que el zinc (Zn) favorece el crecimiento de brotes y la síntesis de hormonas esenciales. El hierro (Fe) participa en la formación de la

clorofila, evitando la clorosis en las hojas, y manganeso (Mn) mejora la actividad enzimática y absorción de nutrientes. La deficiencia de estos elementos puede afectar la sanidad del cultivo, disminuir la producción (Riera, 2020).

2.16. Fertilización

Es esencial para el crecimiento, floración y producción del cacao, ya que garantiza un suministro adecuado de nutrientes esenciales. Existen dos métodos: la fertilización edáfica, que consiste en la aplicación de fertilizantes en el suelo, y fertilización foliar, que permite una rápida absorción de micronutrientes a través de las hojas. Para una nutrición óptima, se recomienda realizar análisis de suelo periódicos y combinar fertilizantes orgánicos e inorgánicos, asegurando así un cultivo de cacao saludable, productivo y sostenible (Dorantes, 2020).

2.17. Fertilización foliar

Es una técnica agrícola utilizada para suministrar nutrientes esenciales a las plantas de cacao a través de la aplicación directa de soluciones nutritivas sobre las hojas. Este método permite una absorción rápida y eficiente de los nutrientes, favoreciendo el metabolismo de la planta y mejorando su desarrollo. La fertilización foliar es beneficiosa cuando existen deficiencias nutricionales en el suelo o condiciones adversas que dificultan la absorción de nutrientes por las raíces. Este tipo de fertilización se recomienda en fases críticas del ciclo del cultivo, como en la inducción floral, fructificación y formación de mazorcas, momentos en los cuales la demanda de nutrientes es mayor. Se pueden aplicar micronutrientes esenciales como boro (B), zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn), así como macronutrientes Además, la fertilización foliar complementa la fertilización edáfica, optimizando la nutrición del cultivo (Sanchez, 2021).

2.18. Fertilizantes a utilizar

2.18.1 Arness

Es un exclusivo y potente activador metabólico vegetal de nueva generación que por su alta tecnología tiene todos sus componentes en forma balanceada y sus

coadyuvantes especiales hacen que ARNESS TILL pueda ingresar a la planta de manera rápida y eficiente para incorporarse al torrente del sistema vascular de la planta, ARNESS TILL está especialmente diseñado para prevenir desordenes fisiológicos provocado por la carencia de nutrientes como Calcio, Boro para favorecer y aumentar la floración y tener un mayor cuajado de frutos en toda clase de cultivos (Sánchez, 2021).

- **Composición**

Oxido de calcio (CaO)…… 9.00 % (p/v)
Boro (B)……..… 2.00 % (p/v)

- **Via de aplicación**

Arness Till puede ser aplicado al follaje, por fertiriego o drench en dosis de 1 l/ha (Sánchez, 2021).

2.18.2 Cross + plus

Bioestimulante foliar orgánico quelatado con metabolitos extraídos mediante lisis celular de fermentación multi-etapa de microorganismos del reino monera y del extracto de alga *Ascophyllum nodosum*. Incrementa la expresión genética a través del aumento de la tasa de producción de proteínas reguladoras contra el estrés. Posee una alta actividad antioxidante para reducir los efectos de los radicales libres reduciendo los efectos negativos del estrés abiótico por heladas, rayos UV y sequía. Incrementa la fotosíntesis. Aumenta la tasa de absorción de nutrientes del suelo por las raíces. Posee elicitores que activan la expresión de genes de diferentes rutas metabólicas secundarias para reducir estrés biótico y abiótico, mejorando la producción y calidad de las cosechas. Contiene Glicina Betaína para proteger el fotosistema II de la planta lo que permite que los nutrientes pueden ser transportados y distribuidos por toda la planta (Verdezoto, 2023).

- **Composición**

Actividad Antioxidante…..…….10.133 ¬µMol Trolox
Actividad de Citoquininas…….1.200 ppm

Actividad de Auxina …….90 ppm
Glicina-Betaína …….2.09% (p/v)
Ácidos Carboxílicos……..8.0% (p/v)
Carbohidratos……4.48% (p/v)
Aminoácidos……1.2% (p/v)
Fósforo (P)……1,5% (p/v)
Potasio (K_2O)…….....1.3% (p/v)
Calcio (CaO)…….…...0.25% (p/v)
Magnesio (MgO)…….0.34% (p/v)
Azufre (S)……4.5% (p/v)
Zinc (Zn)……...…….0.5% (p/v)
Boro (B)…… ……..……..0.08% (p/v)
Cobre (Cu)…… ……1.3% (p/v)
Hierro (Fe)…… ……1.7% (p/v)
Manganeso (Mn)… ……...1.4% (p/v)
Molibdeno (Mo)…… ……0.05% (p/v)

- **Via de aplicación**

Puede ser aplicado al follaje, por fertiriego o drench.

- Cacao (*Theobroma cacao*) 0.75 l/ha
- Banano (*Musa acuminata*) 1 l/ha (Verdezoto, 2023)

2.18.3 Nedzyme

Complejo Tri Hormonal a base de citoquininas, giberalinas, y auxinas, es un bio activador fisiológico orgánico que puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo. Sus beneficios son muchos pero se lo utiliza principalmente para obtener un desarrollo vigoroso en las primeras etapas de vida de los cultivos, mejora el sistema radicular de las plantas, uniformiza la floración y cuajado de frutos, previene la caída de flores y botones florales. Se recomienda aplicar siempre con Complefol SL y en plantas libres de stress hídrico o con severas deficiencias de algún elemento

ya que es un activador fisiológico y podría ocasionar desequilibrio de los balances nutricionales (Velázquez, 2022).

- **Composición**

Ácido naphthalen acético……. 0.0103 % p/v
Ácido indolbutírico ……0.170 % p/v
Ácido fólico ……...0.19 % p/v
Ácido giberélico ……0.180 % p/v
Cisteina ……...0.12 % p/v
Zeatina……. 0.09 % p/v

- **Mecanismo de acción**

La aplicación de NEDZYME permite obtener plantas mas vigorosas e incrementa los rendimientos de los cultivos tratados, este producto actúa en el sistema fisiológico del vegetal, pues incrementa la producción natural de hormonas, como citoquininas, giberalinas y auxinas, que son las responsables de la mutiplicación y división celular, interviniendo directamente en el calidad y cantidad de las cosechas.

- **Via de aplicación**

Puede aplicarse en cualquier cultivo, siempre y cuando este mantenga una buena condición nutricional y un buen suministro de riego, no se recomienda aplicar en stress hídricos o cuando existe deficiencias muy marcadas de algún elemento, se recomienda aplicar siempre con un fitonutrientes (Velázquez, 2022).

- Cacao (*Theobroma cacao*) 0.75 l/ha
- Banano (*Musa acuminata*) 1 l/ha

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

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

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Descripción	**Valor**
Altitud :	350 msnm
Latitud:	1^0 37´40” S
Longitud :	$79^0$15´25” W
Temperatura máxima :	24^0C
Temperatura mínima :	19^0C
Temperatura media anual :	22.2^0C
Heliofanía promedio anual:	900 H/L/ año
Precipitación media anual :	1100 mm
Humedad relativa media anual :	83%
Tipo de suelo	Franco arcilloso
pH	6.75

Fuente: (Velázquez, 2022)

- **Zona de vida**

La localidad de acuerdo a la zona de vida, el sitio es correspondiente al bosque húmedo subtropical (bs-HT) (Holdridge, 1979).

3.2. Metodología

3.2.1 Material en estudio

Plantas de cacao y tres tipos de activadores foliares

3.2.2 Factores en estudio

Activadores foliares

3.2.3 Tratamientos

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

Nº. Tratamientos	**Código**
T1	Crop Plus (0.75 l/ha)
T2	Nedzyme (0.75 l/ha)
T3	Arness (1 l/ha)
T4	Testigo (Sin activador foliar)

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizó una estadística descriptiva e inferencial

3.2.5 Manejo del experimento

- **Análisis de suelo**

Al inicio del ensayo se tomaron varias submuestras de puntos diferentes, a una profundidad de 0-30 cm, estas fueron mezcladas homogéneamente, se tomó una muestra de 2 kg de tierra y se envió al Laboratorio de Suelos, para su análisis físico – químico.

- **Distribución de las unidades experimentales**

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

- **Control de maleza**

Se efectuó de forma manual con ayuda de un machete y guadaña, con la finalidad que no compitan por agua, y nutriente. Además, se aplicó Glufosinate a una dosis de 250 ml por cada 20 litros de agua.

- **Identificación de plantas**

Se colocó etiquetas enumeradas en cada una de las 10 plantas seleccionadas de manera aleatoria.

- **Poda fitosanitaria**

Se eliminó las hojas viejas, ramas secas, mal formadas y frutos enfermos, con la ayuda de una tijera de podar la misma que fue desinfectada al pasar de planta a planta, considerando que esta labor se realizó en la fase lunar menguante.

- **Deschuponamiento**

Se eliminó los chupones y brotes emergentes del tallo cada mes de esta manera la planta envia sus nutrientes solo eje principal.

- **Control de plagas**

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

- **Control de enfermedades**

En caso del control de incidencia de monilla y mazorca negra, se procedió a controlarla aplicando fosetil aluminiun en una dosis de 0.35 kg/ha.

- **Fertilización edáfica**

En base en la recomendación del análisis químico de suelo, se calculó la cantidad de suministro del suelo que tienen los macros y micronutrientes a una profundidad de 30 cm, además se calculó el requerimiento nutricional por la planta, de esta forma se compensó la fertilización con un fertilizante de nombre comercial COMPLEX al inició de la investigación, para luego aplicar los activadores foliares.

Producto	**Dosis**	**Aplicaciones**	**Gramos/ planta**
COMPLEX	350 kg/ha	8.51 kg/parcela	315 g

- **Aplicación de los activadores foliares**

La aplicación de los tres activadores foliares se efectuó mediante la utilización de una bomba de aspersión y se procedió a realizar una aplicación, cada 30 días con base a las dosis de cada tratamiento detallado.

Producto	**Dosis**	**Dos aplicaciones**
Crop Plus	0.75 l/ha	37.5 ml /10 l agua
Nedzyme	0.75 l/ha	37.5 ml /10 l agua
Arness	1 l/ha	50 ml /10 l agua
Testigo	Sin activador foliar	Sin dosis

3.2.6 Métodos de evaluación (Variables respuesta)

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

Se evaluó antes de la fertilización y posterior a los 90 días de la aplicación, en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela, midiendo desde el nivel suelo hasta el meristema apical de la planta mas alto con ayuda de un flexómetro, sus datos se expresaron en cm.

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

Fue registrado por conteo directo las inflorecencias, en 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, tanto al inicio como 3 meses después de la aplicación.

- **Número de botones por cojinete floral (NBCF)**

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

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

Fue registrada por conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar en el área neta de cada tratamiento tanto al inicio como 3 meses después de la aplicación.

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

Dato que se registró por conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar tanto antes de la aplicación como 3 meses después. Se consideró una flor semiabierta cuando sus pétalos fueron parcialmente desplegados, pero no se visualizaban sus filamentos.

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

Se evaluó por conteo directo las flores abiertas en 10 plantas seleccionadas al azar tanto al inicio como 3 meses después de la aplicación. Se consideró una flor abierta cuando sus pétalos fueron completamente desplegados y los estambres y pistilos fueron claramente visibles.

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

Se registró por conteo directo en 10 plantas seleccionadas al azar tanto antes de la aplicación como 3 meses después. Se consideró una flor cuajada cuando sus pétalos fueron completamente abiertos y ya formado un pequeño fruto.

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

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

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

Fue registrada en porcentaje, teniendo en cuenta el número de mazorcas por planta por el número de flores en 10 plantas seleccionas al azar por tratamiento a los 3 meses después de la aplicación, se utilizó la siguiente fórmula:

$$EC = \frac{\text{número de mazorcas por planta}}{\text{número de flores abiertas}} * 100$$

3.2.7 Análisis de datos

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

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Altura de la planta (AP)

Tabla 1

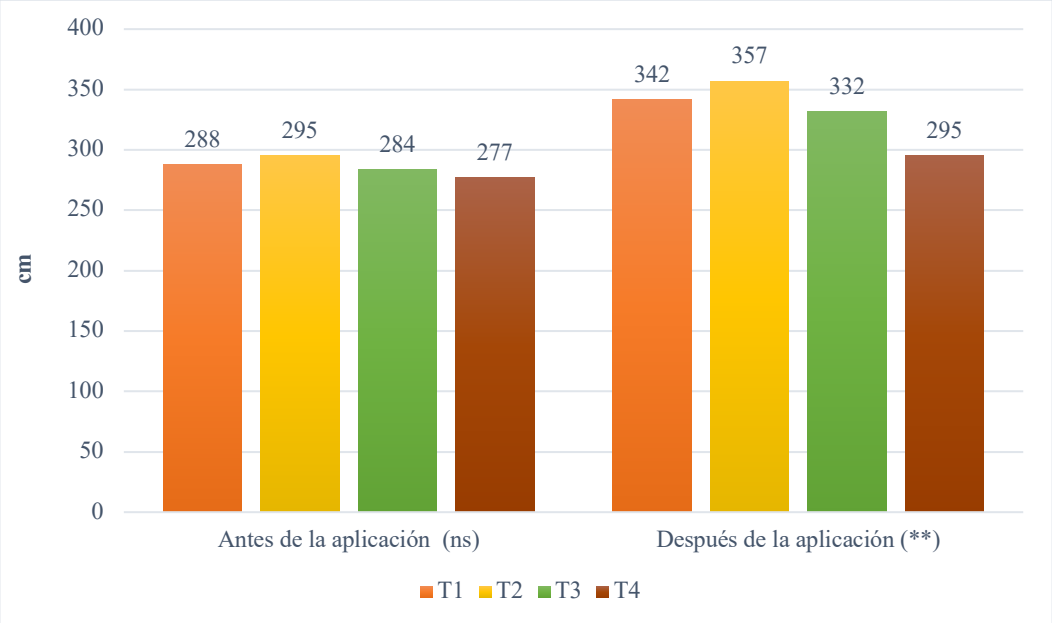
Resultados de los análisis estadísticos en la altura de la planta, antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	288	A	342	AB	18.75	B
2	295	A	357	A	21.02	A
3	284	A	332	B	16.90	AB
4	277	A	295	C	6.50	C
F	1.49		16.3			
MG:	285.95		371.33		29.86	

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

Figura 1

Promedios para la altura de la planta (AP).



Para la altura de la planta (AP), fue similar antes de la aplicación, se registró una media general de 285.95 cm. Después de la aplicación de los fertilizantes foliares se determinaron diferencias altamente significativas con una media general de 371.33 cm, es decir tras la aplicación se presentó un incremento promedio de 29.86 % en la altura de la planta en los tratamientos.

Antes de la aplicación, se observó que el T2 registró la mayor altura promedio de las plantas de cacao con 295 cm, seguido por el T1 con 288 cm, mientras que T3 con 284 cm, en cambio que el testigo T4 presentó la menor altura con 277 cm. Después de la aplicación, el T2 alcanzó el mayor crecimiento de altura con 357 cm, con un incremento del 21.02%, le siguió el T1 con 342 cm, aumentando un 18.75%, mientras que T3 llegó a 332 cm, incrementando un 16.9%. El testigo T4 presentó un crecimiento menor, alcanzando 295 cm, equivalente a un 6.5% de aumento. Estos resultados evidencian que el activador foliar promovió un desarrollo vegetativo en todos los tratamientos, especialmente en T2, mientras que las plantas sin aplicación mostraron un crecimiento limitado.

Al comparar entre tratamientos, se observa que T2 superó al T1 en 4.4% más de altura y al T3 en 7%, mientras que la diferencia con el testigo T4 fue aún más marcada, con un 21% de crecimiento de altura. Estos porcentajes reflejan que, los fertilizantes foliares favorecieron el crecimiento vegetativo del cacao.

El T2 demostró ser el tratamiento más eficaz durante todo el período de evaluación, con el mayor crecimiento absoluto y porcentual. Nedzyme (T2) contiene nutrientes esenciales y bioestimulantes que promueven la elongación celular y desarrollo de la planta, lo que explica su mayor efecto sobre la altura. Los T1 y T3 también mostraron resultados positivos, aunque ligeramente inferiores, lo que indica que diferentes formulaciones de macro y micronutrientes solubles que facilitan la absorción rápida de nutrientes y estimulan el crecimiento vegetativo.

La aplicación de fertilizantes foliares representa una estrategia agronómica eficaz, contribuyendo a mejorar la altura de las plantas, su vigor y potencial productivo, respaldando prácticas de manejo nutricional que favorecen el rendimiento del cultivo (Bravo Palma et al., 2022).

4.1.2. Número de cojinetes florales por planta (NCFP)

Tabla 2

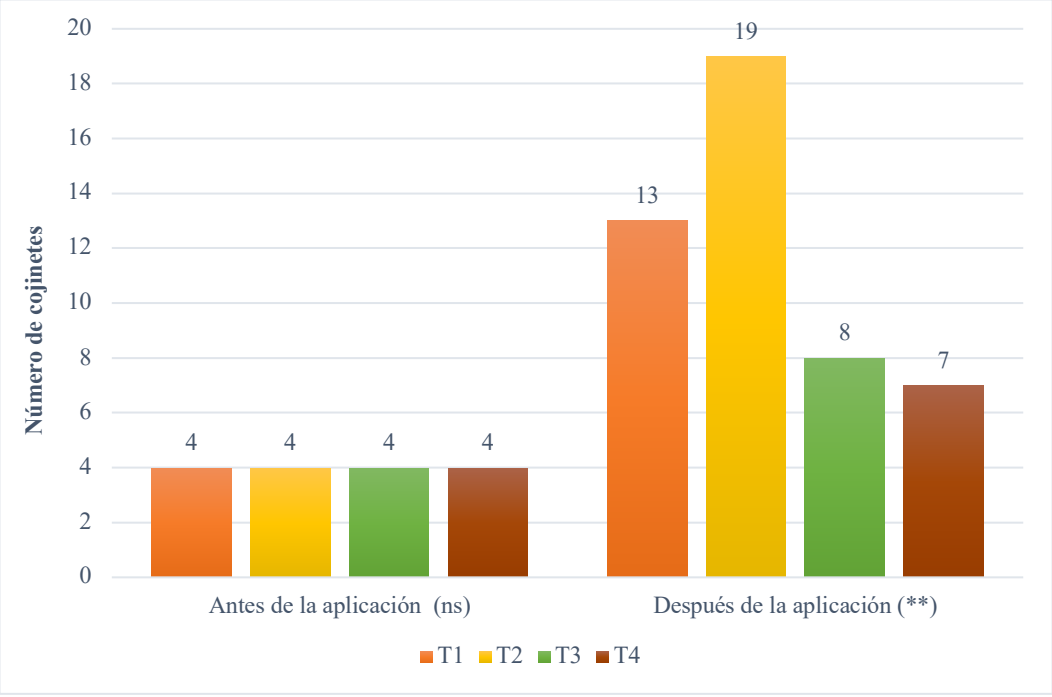
Resultados de los análisis estadísticos en el número de cojinetes florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (ns)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	4	A	13	B	225	B
2	4	A	19	A	375	A
3	4	A	8	BC	100	BC
4	4	A	7	C	75	C
F	0.21		24.4			
MG:	4		12		200	

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

Figura 2

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



En cuanto al número de cojinetes florales por planta (NCFP), fue similar antes de la aplicación, se registró una media general de 4 cojinetes. Después de la aplicación

de los fertilizantes los valores oscilaron entre un máximo de 19 y un mínimo de 7 cojinetes florales, a pesar de estas variaciones, la media general aumento de 4 a 12 cojinetes florales con un incremento promedio de 200 %.

Antes de la aplicación, se observó que los tratamientos T1, T2, T3 y T4 registraron un promedio de 4 cojinetes florales por planta de cacao. Después de la aplicación, el T2 alcanzó el mayor número de cojinetes con 19, lo que representa un incremento del 375%, seguido de T1 con 13, aumentando un 225%, mientras que T3 llegó a 8, con un incremento del 100%. El testigo T4 presentó el menor número de cojinetes por planta, con 7, equivalente a un aumento del 75%.

El T2 presentó la mayor eficacia debido a su composición enzimática y bioestimulante, que favorece la actividad metabólica y la asimilación de nutrientes esenciales involucrados en la inducción floral del cacao durante todo el período de evaluación, se observa que superó a T1 en 46.15% más de cojinetes y a T3 en 137.5%, mientras que la diferencia con el testigo T4 fue aún más marcada, con 171.42% más de cojinetes florales. Estos porcentajes reflejan que los fertilizantes favorecieron la formación de cojinetes en el cacao.

Se puede inferir que el (T2) debido a su formulación con aminoácidos, micronutrientes quelatados y enzimas específicas estimula la síntesis de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas), promoviendo una mayor diferenciación y desarrollo de cojinetes florales. Este efecto fisiológico explica el incremento significativo de estructuras reproductivas respecto a los demás tratamientos. T1 y T3 también mostraron resultados positivos, aunque ligeramente inferiores, indicando que las formulaciones de macro y micronutrientes solubles facilitan la absorción rápida de nutrientes y estimulan el desarrollo floral.

La utilización de fertilizantes foliares se constituye en una herramienta eficiente dentro del manejo agronómico del cacao, ya que permite una absorción rápida de nutrientes directamente a través de las hojas, favoreciendo la formación de flores y la diferenciación de estructuras reproductivas (Arreaga, 2022).

4.1.3. Número de botones por cojinete floral (NBCF)

Tabla 3

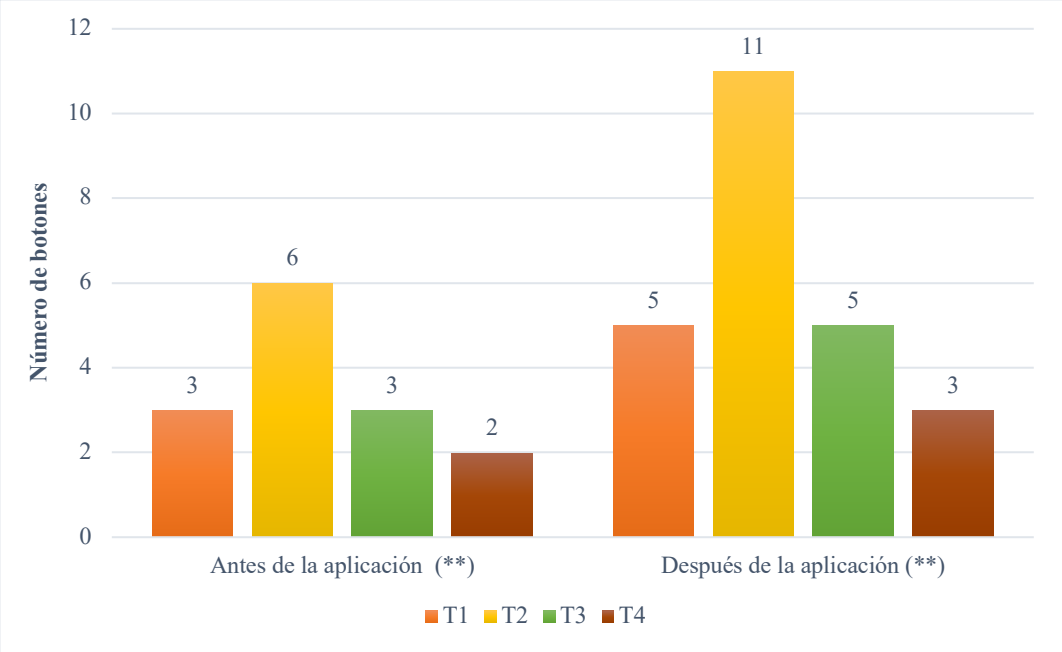
Resultados de los análisis estadísticos en el número de botones por cojinete floral antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	3	B	5	AB	66.67	AB
2	6	A	11	A	83.33	A
3	3	BC	5	AB	66.67	AB
4	2	C	3	B	50	B
F	26.3		20.7			
MG:	3		6		100	

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

Figura 3

Promedios para el número de botones por cojinete floral (NBCF).



En cuanto al número de botones por cojinete floral (NBCF), se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la

aplicación, se registró un máximo de 6 botones florales por cojinete y mínimo de 2 antes de la aplicación. Después de la aplicación de los fertilizantes los valores oscilaron entre un máximo de 11 y un mínimo de 3 botones florales por cojinetes, a pesar de estas variaciones, la media general aumento de 3 a 6 botones florales con un incremento promedio de 100 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T2 registró el mayor promedio de botones florales por cojinete, con 6, seguido por los tratamientos T1 y T3 con 3, mientras que el testigo T4 presentó el menor número, con 2. Después de la aplicación, el T2 alcanzó el mayor promedio de botones por cojinete con 11, lo que representa un incremento del 83.33%, seguido de T1 y T3 con 5, aumentando un 66.67% respecto a sus valores iniciales. El testigo T4 presentó nuevamente el menor desarrollo, con 3 botones por cojinete, equivalente a un aumento del 50%.

Estos resultados evidencian que los activadores foliares promovieron un mayor desarrollo floral, siendo T2 el más eficaz, al comparar entre tratamientos, mismo que superó a T1 y T3 en 120% más de botones florales por cojinete y al testigo T4 en 266.6%, reflejando claramente la superioridad de esta formulación para mejorar la floración.

Se puede deducir que Nedzyme (T2) contiene enzimas y nutrientes que favorecen la biosíntesis de hormonas vegetales, estimulan la floración y optimizan la nutrición de los cojinetes, lo que explica su efecto sobre la cantidad de botones florales por cojinete. Los tratamientos 1 y 3 también mostraron resultados positivos, aunque ligeramente inferiores, indicando que sus formulaciones contribuyen al desarrollo floral, pero con menor intensidad que T2.

Al aportar nutrientes esenciales de manera directa, permite un crecimiento más uniforme de las plantas, fortalece el vigor vegetativo y maximiza el potencial productivo. Esta técnica se integra al manejo nutricional como una práctica eficiente que contribuye a optimizar los rendimientos del cultivo (Mejía et al, 2023).

4.1.4. Número de botones florales por planta (NBFP)

Tabla 4

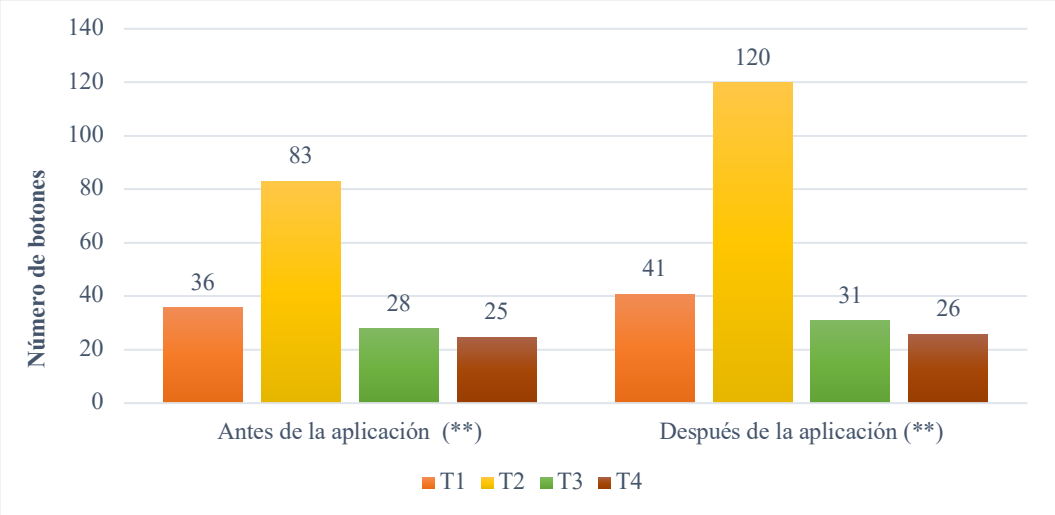
Resultados de los análisis estadísticos en el número de botones florales por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	36	AB	41	AB	13.89	AB
2	83	A	120	A	44.58	A
3	28	AB	31	B	10.71	AB
4	25	B	26	BC	4	B
F	4.89		19.8			
MG:	43		55		27.91	

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

Figura 4

Promedios para el número de botones florales por planta (NBFP).



Efecto de la aplicación de dos activadores fisiológicos y un hormonal para la inducción floral en el cultivo para el número de botones florales por planta (NBFP), se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 83 botones florales por planta y mínimo de 25 antes de la aplicación. Después de la aplicación de los fertilizantes

los valores oscilaron entre un máximo de 120 y un mínimo de 26 botones florales por planta, a pesar de estas variaciones, la media general aumento de 43 a 55 botones florales con un incremento promedio de 27.91 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T2 registró el mayor número de botones florales por planta con 83, seguido de T1 con 36, mientras que T3 alcanzó 28. El testigo T4 presentó la menor cantidad con 25 botones florales, evidenciando la baja expresión floral inicial sin aplicación de fertilizantes foliares. Después de la aplicación, el T2 alcanzó nuevamente el mayor número de botones florales, con 120, lo que representa un incremento del 44.58% respecto a su valor inicial. Le siguió T1 con 41, equivalente a un aumento del 13.89%, mientras que T3 llegó a 31, incrementando un 10.71%. El testigo T4 mantuvo el menor desarrollo con 26 botones florales, lo que refleja un incremento mínimo del 4%.

Además, se observa que T2 superó a T1 en 192.6% más botones florales, a T3 en 287% y al testigo T4 en 361.5%. Estas diferencias evidencian la marcada influencia del fertilizante Nedzyme en la inducción floral, resaltando la efectividad de este bioestimulante frente a las demás formulaciones.

El T2 demostró el mayor incremento en el número de botones florales debio al fertilizante foliar por su formulación con enzimas, aminoácidos libres, fósforo y potasio de rápida asimilación, que favorecen procesos metabólicos relacionados con la diferenciación floral y el transporte de fotoasimilados. Los aminoácidos actúan como precursores en la síntesis de hormonas de crecimiento, mientras que el fósforo estimula la energía celular (ATP) y el potasio regula la apertura estomática, la translocación de carbohidratos y la formación de flores.

Resultados similares han sido reportados que la aplicación de biofertilizantes líquidos incrementó significativamente la floración y el vigor vegetativo en cacao (Arreaga, 2022).

Asimismo, señalan que la fertilización foliar complementaria mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes y favorece la productividad en agroecosistemas de cacao (Bravo et al. 2022).

4.1.5. Número de flores semiabiertas por planta (NFSP),

Tabla 5

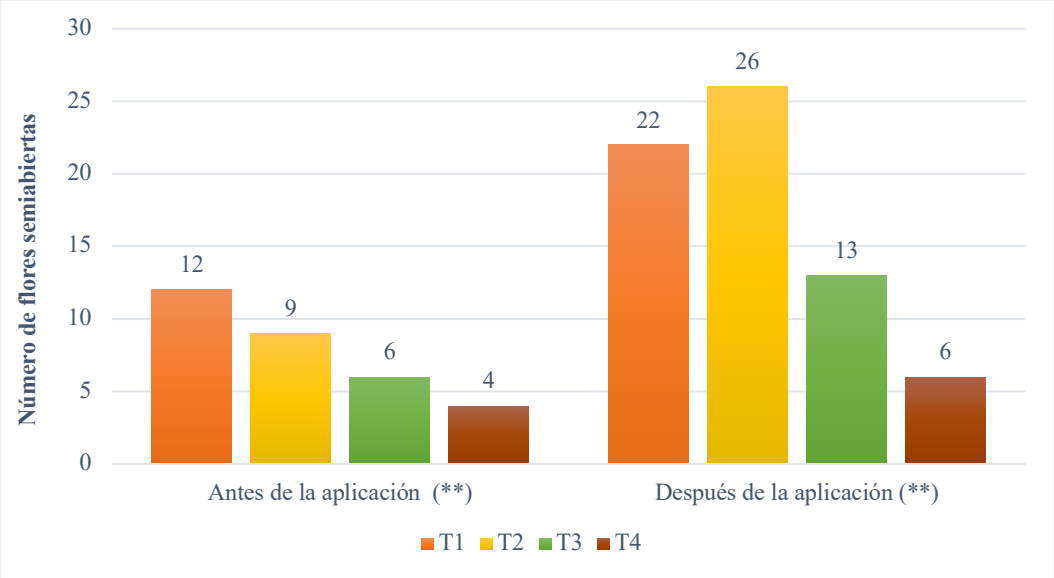
Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores semiabiertas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	12	A	22	A	83.33	BC
2	9	AB	26	A	188.89	A
3	6	BC	13	B	116.67	AB
4	4	C	6	C	50	C
F	21		55			
MG:	8		17		112,50	

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

Figura 5

Promedios para el número de flores semiabiertas por planta (NFSP).



Para el número de flores semiabiertas por planta (NFSP*),* se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 12 flores semiabiertas por planta y mínimo de 4 antes de la aplicación. Después de la aplicación de los fertilizantes los valores

oscilaron entre un máximo de 26 y un mínimo de 6 flores semiabiertas, a pesar de estas variaciones, la media general incremento en un 112.50 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T1 registró el mayor número de flores semiabiertas por planta con 12, seguido de T2 con 9, mientras que T3 alcanzó 6. El testigo T4 presentó la menor cantidad con 4 flores semiabiertas. Después de la aplicación, el T2 alcanzó el mayor número de flores semiabiertas, con 26, lo que representa un incremento del 188.89%. Le siguió el T1 con 22 flores que es un 83.33% de incremento, mientras que T3 llegó a 13 con 116.67% de incremento. El testigo T4 mantuvo el menor desarrollo con 6 flores semiabiertas, equivalente a un aumento de 50%.

El T2 superó a T1 en 18.1% más de flores semiabiertas, a T3 en 100% y al testigo T4 en 333.3%, favoreciendo significativamente la apertura floral en el cultivo de cacao. El T2 (Nedzyme) el más eficaz por su contenido de enzimas, aminoácidos, fósforo y potasio de rápida absorción, los cuales intervienen directamente en los procesos fisiológicos de la floración. El fósforo participa en la generación de energía (ATP) para la diferenciación floral, mientras que el potasio regula la apertura estomática. El incremento observado en la investigación se fundamenta en que estos compuestos optimizan la actividad metabólica y hormonal de la planta, mejorando la eficiencia fotosintética y la disponibilidad energética, lo que se traduce en un mayor número de estructuras florales funcionales (Taiz et al., 2022).

Estos resultados son consistentes con lo reportado en otra investigación, en donde encontraron que la aplicación de fertilización foliar con aminoácidos y potasio incrementó significativamente la floración en frutales tropicales (Rodríguez & Zambrano, 2019).

Tambien señalan que la incorporación de bioestimulantes en cacao mejora la diferenciación floral y contribuye al aumento del número de estructuras reproductivas (Cruz & Rojas, 2020). Por su parte, destacan que los fertilizantes foliares enriquecidos con fósforo y potasio generan un efecto positivo en la floración y fructificación de especies perennes bajo condiciones de trópico húmedo (Vásquez et al, 2021).

4.1.6. Número de flores abiertas por planta (NFAP)

Tabla 6

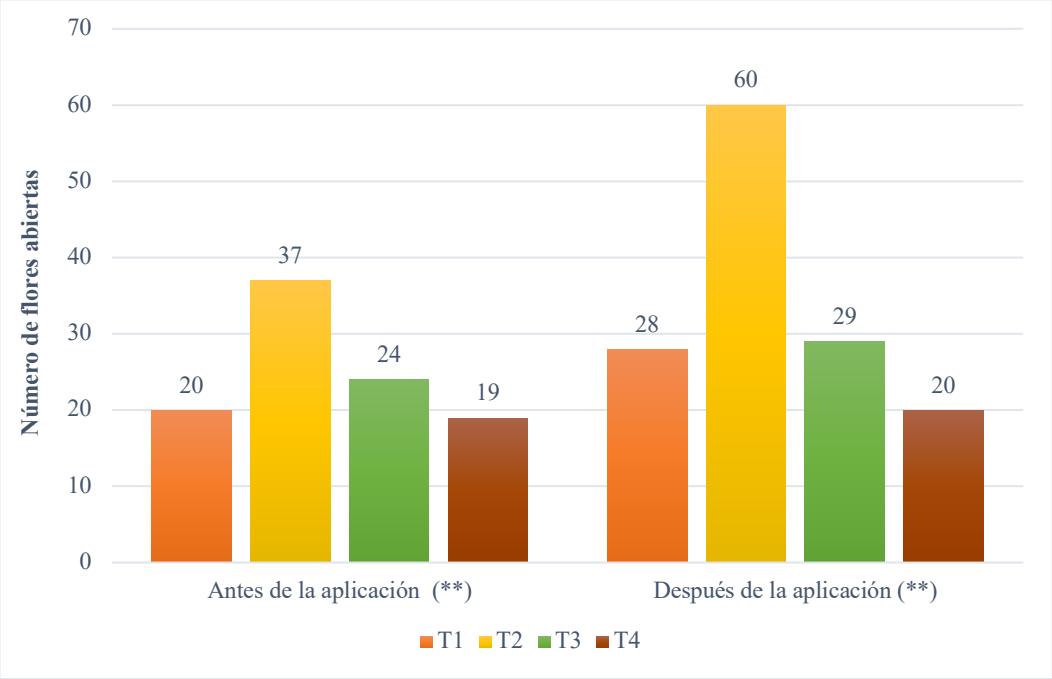
Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores abiertas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento y Reducción (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	20	AB	28	AB	40	AB
2	37	A	60	A	62.16	A
3	24	AB	29	AB	20.83	BC
4	19	B	20	B	5.26	C
F	5.23		52.2			
MG:	25		34		36	

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

Figura 6

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



En cuanto al número de flores abiertas por planta (NFSP), se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la

aplicación, se registró un máximo de 37 flores abiertas por planta y mínimo de 19 antes de la aplicación. Después de la aplicación de los fertilizantes los valores oscilaron entre un máximo de 60 y un mínimo de 20 flores abiertas, la media general incremento en un 36 %.

Antes de la aplicación, se observó que el T2 registró el mayor número de flores abiertas por planta con 37, seguido de T3 con 24, mientras que T1 alcanzó 20. El testigo T4 presentó la menor cantidad con 19 flores abiertas. Después de la aplicación, el T2 nuevamente alcanzó el mayor número de flores abiertas, con 60, lo que representó un incremento del 62.16%, seguido del T3 con 29 flores que es el 20.83% de incremento y T1 con 28 flores incrementando en unn 40%. El testigo T4 mantuvo el menor número con 20 flores abiertas, reflejando apenas un 5.26% de aumento.

El T2 (Nedzyme) mostró los mejores resultados gracias a su formulación rica en enzimas, aminoácidos, fósforo y potasio de rápida asimilación observando que superó al T1 en un 53.6% más de flores abiertas y al T3 en un 51.7% , mientras que con el testigo T4 fue aún más, alcanzando un 66.7% más de flores abiertas.

El uso de Nedzyme (T2) resultó en una clara ventaja técnica, mejorando la eficiencia reproductiva del cacao. Además, las enzimas presentes en Nedzyme aceleran la disponibilidad de nutrientes y optimizan el metabolismo, potenciando el número de flores abiertas listas para fecundación.

Las flores abiertas en el cacao representan la culminación del proceso de diferenciación y desarrollo floral, siendo estructuras reproductivas listas para la polinización y, por ende, determinantes en la futura formación de frutos. La cantidad y calidad de flores abiertas está estrechamente relacionada con la disponibilidad de nutrientes, ya que elementos como el fósforo (P), potasio (K), boro (B) y aminoácidos influyen en la división celular, la síntesis de carbohidratos y el transporte de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos (Colla et al, 2022).

4.1.7. Número de flores cuajadas por planta (NFCP)

Tabla 7

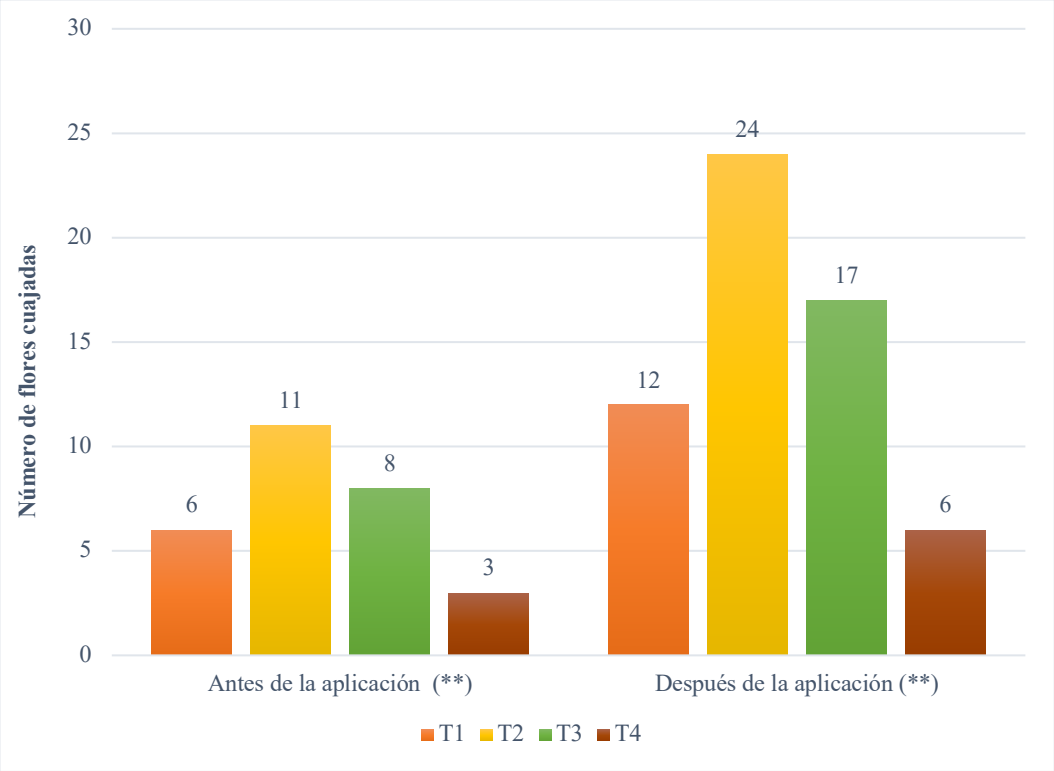
Resultados de los análisis estadísticos en el número de flores cuajadas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Porcentaje**	**Rango**
1	6	BC	12	C	100	B
2	11	A	24	A	118.18	A
3	8	AB	17	B	112.50	AB
4	3	C	6	D	100	B
F	19.9		55.2			
MG:	7		15		114.29	

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

Figura 7

Promedios para el número de flores cuajadas por planta (NFCP).



Para el número de flores cuajadas por planta (NFCP), *),* se determinaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 11 flores cuajadas por planta y un mínimo de 3 antes de la aplicación. Después de la aplicación de los fertilizantes los valores oscilaron entre un máximo de 24 y un mínimo de 6 flores cuajadas tras la aplicación con un incremento promedio de 114.29%.

Antes de la aplicación, el T2 mostró el promedio más alto en el número de flores cuajadas con 11, seguido del T3 con 8, mintras que T1 con 6, el promedio más bajo se registró en tratamiento T4 con 3 flores cuajadas. Después de la aplicación, el T2 mantuvo la superioridad con un promedio de 24 flores cuajadas, lo que representó un incremento del 118.18% respecto a su valor inicial. El T3 alcanzó 17 flores con 112.50 % de incremento, mientras que T1 obtuvo 12 flores, el promedio más bajo lo registró el T4 con 6 flores cuajadas, equivalente a un aumento del 100%

Se puede inferir que el T2 superó al T3 en un 41.2% más de flores cuajadas y al T1 en un 50%, mientras que la diferencia con el testigo T4 fue aún más marcada, con un 75% de superioridad. Las flores cuajadas constituyen una fase crítica en la reproducción del cacao, son aquellas estructuras que han sido fecundadas exitosamente y que progresarán hacia la formación de frutos viables. Su desarrollo depende en gran medida de la disponibilidad de nutrientes como fósforo (P), potasio (K), boro (B) y aminoácidos.

El T2 mostró los resultados más altos, esto se debe a su contenido de nutrientes, dosis empleada, que facilita la absorción de elementos claves para la formación de proteínas. Esto sugiere que la selección del activador influye considerablemente en el cuajado de las flores y 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 activadores y factores ambientales, prácticas agronómicas aplicadas, estas diferencias observadas se manifiestan en el tratamiento T4 testigo.

4.1.8. Número de mazorca por planta (NMP)

Tabla 8

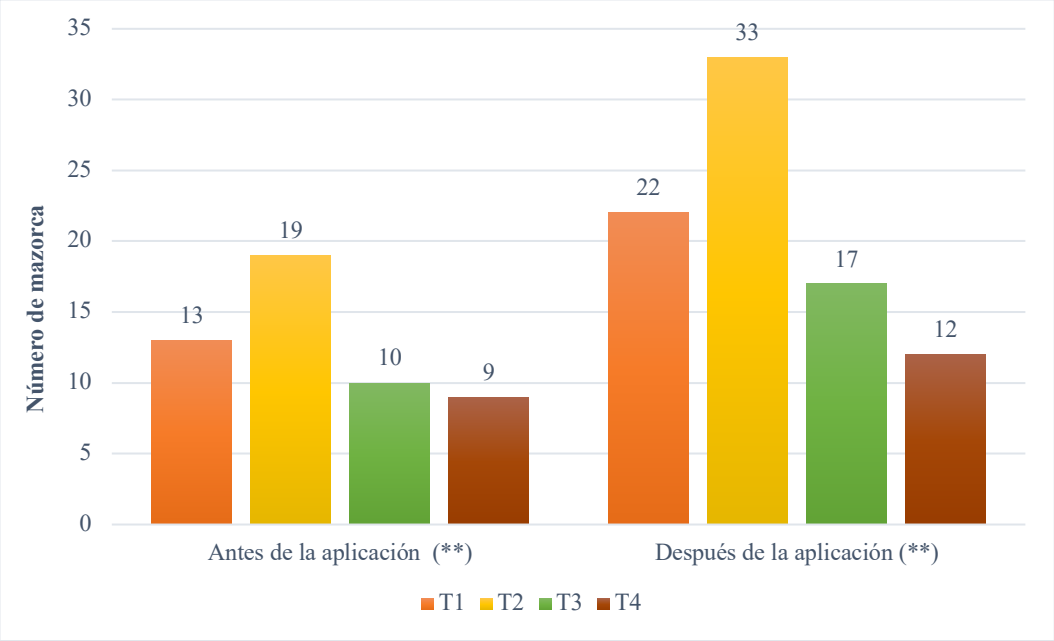
Resultados de los análisis estadísticos en el número de mazorcas por planta antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación

Tra	Antes de la aplicación (**)		Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	13	AB	22	B	69.23	AB
2	19	A	33	A	73.68	A
3	10	AB	17	BC	70	AB
4	9	B	12	C	33.33	B
F	3.72		22.9			
MG:	13		21		61.54	

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

Figura 8

Promedios para el número de mazorcas por planta (NMP).



En cuanto al número de mazorcas por planta (NMP), se determinaron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos antes y después de la aplicación, se registró un máximo de 19 mazorcas y un mínimo de 9 antes de la

aplicación. Después de la aplicación los valores oscilaron entre un máximo de 33 y un mínimo de 12 mazorcas, con una media general de 21 tras la aplicación con un incremento promedio de 61.54%.

Antes de la aplicación, el T2 mostró el promedio más alto en el número de mazorcas con 19, seguido del T1 con 13, mientras que T3 con 10, el promedio más bajo se registró en T4 testigo con 9 mazorcas, después de la aplicación se evidenció un incremento notable, el T2, que alcanzó 33 mazorcas, lo que representa un incremento de 73.68 %. El T1 mostró un aumento, llegando a 22 mazorcas, con un 69.23 %, Mientras que T3 presentó 17 mazorcas con un 70 %. El testigo (T4) no mostró variación, considerables solo presentó 12 mazorcas, lo que evidencia que sin activador no se logra aumentar la productividad.

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

Estos hallazgos concuerdan que la aplicación de fertilizantes ricos en fósforo y potasio incrementa significativamente la floración y fructificación en cacao, traduciéndose en mayores rendimientos en mazorcas. De igual manera, estudios en sistemas tropicales han demostrado que el uso de enmiendas y bioestimulantes contribuye a mejorar la microbiota del suelo y su calidad física, aunque en algunos casos la productividad puede ser ligeramente menor respecto a manejos convencionales. Esto coincide con el desempeño observado en los tratamientos evaluados, donde aquellos con fertilización foliar mostraron un efecto positivo sobre la apertura floral y la formación de estructuras reproductivas, evidenciando su potencial sostenible en cacao (Aikpokpodion, 2021).

4.1.9. Eficiencia de cuajado (EC)

Tabla 9

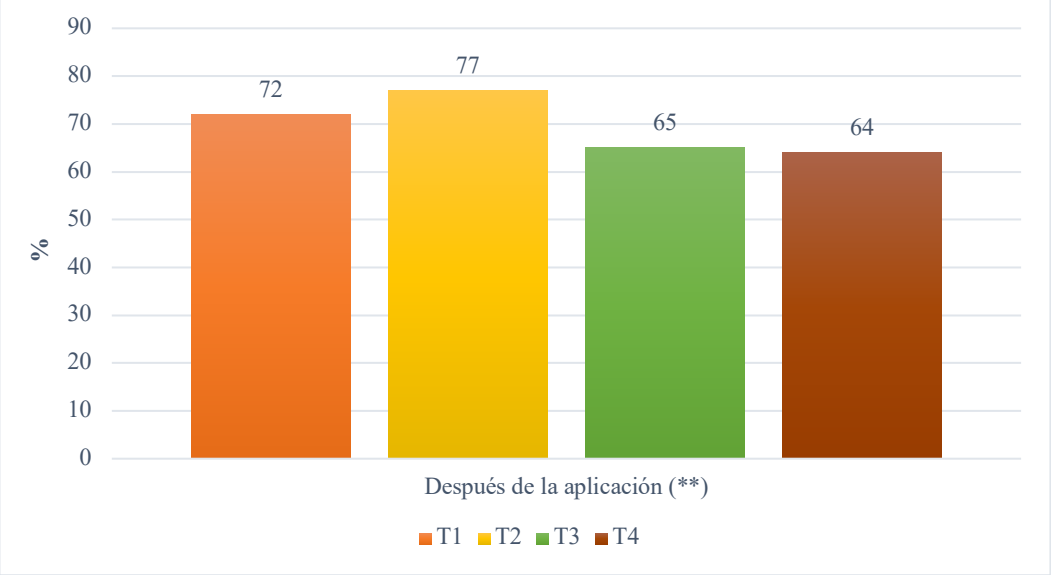
Resultados de los análisis estadísticos en la eficiencia de cuajado (EC) antes de la aplicación y a los tres meses después de la aplicación.

Tra	Después de la aplicación (**)		Incremento (**)	
No	**Promedios**	**Rango**	**Promedios**	**Rango**
1	72	B	35.85	BC
2	77	A	79.07	A
3	65	AB	47.73	AB
4	64	AB	8.47	C
F	3.70			
MG:	69		38	

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

Figura 9

Promedios para la eficiencia de cuajado (EC)



Efecto de la aplicación de dos activadores fisiológicos y un hormonal para la inducción floral en el cultivo para, en la eficiencia del cuajado (EC), se determinaron diferencias altamente significativas después de la aplicación registrando una media general de 69%, con un incremento del 38%.

Después de la aplicación de los fertilizantes el T2 obtuvo la mayor eficiencia con 77%, es decir un 79.07% de incremento, seguido del tratamiento T1 con 72% con un amuento del 31.85%, mientras que el tratamiento T3 con 65% que represento un incremento del 47.73, la menor eficiencia correspondió al tratamiento T4 testigo, con 64%.

Al comparar entre tratamientos, se observa que T2 superó al T1 en un 6.9% más de eficiencia, al T3 en un 18.5% y al testigo T4 en un 20.3%. Estas diferencias evidencian la clara ventaja de los activadores foliares en la etapa de cuajado floral, siendo T2 el tratamiento con mayor capacidad para transformar flores fecundadas en estructuras viables que progresan hacia la formación de frutos.

Estos resultados indican una mejora considerable en los tratamientos evaluados, destacando especialmente el T2. Se observó que la eficiencia en este tratamiento aumentó significativamente, su eficiencia durante la aplicación del fertilizante mientras que el tratamiento testigo T4 presentó el menor pomedio a nivel de tratamientos con un leve increento de 8.47% de eficiencia.

El porcentaje de eficiencia del cuajado se refiere a la medida de cuánto han contribuido estos productos en aumentar la cantidad de carga floral en plantaciones de cacao. Se calcula dividiendo el número de mazorcas cuajadas durante los primeros 30 días por el número de flores abiertas presentes (Taiz et al., 2021).

4.1.10. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 10

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

Variables independientes (Xs) componente eficiencia del cuajado (R)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2)%
NCFP (**)	0.99	0.98	98.01
NBFC (**)	0.88	0.78	77.44
NBFP (**)	0.89	0.79	79.21
NFSP (**)	0.96	0.92	92.16
NFAP (**)	0.86	0.74	73.96
NFCP (**)	0.72	0.51	51.84
NMP (**)	0.97	0.94	94.09

Nota descripción de la nomenclatura: **= Altamente significativo

Coeficiente de correlación (r)

En esta investigación, se observó que, dentro del componente eficiencia del cuajado, existieron correlaciones altamente significativas y positivas despúes de la aplicación de los fertilizantes foliares en el: número de cojinetes florales por planta (NCFP), número de botones florales por cojinete (NBFC), número de botones florales por planta (NBFP), número de flores semiabiertas por planta (NFSP), número de flores abiertas por planta (NFAP), número de flores cuajadas por planta (NFCP) y número de mazorca por planta (NMP).

Coeficiente de regresión (b)

Las variables que incrementaron la eficiencia de cuajado fueron: número de cojinetes florales por planta con un coeficiente de regresión de 0.98, número de

botones florales por cojinete con 0.78, número de botones florales por planta 0.79, número de flores semiabiertas por planta con 0.92, número de flores abiertas por planta con 0.74, número de flores cuajadas por planta con 0.51 y número de mazorca por planta con 0.94.

Coeficiente de determinación (R^2)

El mayor incremento en la eficiencia del cuajado, se obtuvo en las variables número de cojinetes florales por planta, número de botones florales por planta, número de flores cuajadas por planta y número de mazorca por planta con un valor de coeficiente de (R^2) de 98.01%, esto quiere decir que en un 98.01% de incremento, en la eficiencia del cuajado se debe, al número de cojinetes florales por planta.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en la presente investigación, se pudo evidenciar que existió en el mayor número de variables diferencias estadísticas altamente significativas a nivel de tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, determinando que la respuesta a la inducción floral del cultivo de cacao depende de la aplicación de los activadores fisiológicos y hormonal empleados.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que el T2, con la aplicación de Nedzyme (0.75 l/ha), presentó incrementos positivos, reflejando una respuesta significativa en la inducción floral del cacao. El número de cojinetes florales por planta (NCFP) número de botones florales por cojinete (NBFC), número de botones florales por planta (NBFP), número de flores semiabiertas por planta (NFSP), número de flores abiertas por planta (NFAP), número de flores cuajadas por planta (NFCP). Estos contribuyeron directamente a mejorar la eficiencia de cuajado en un 77%, equivalente a un incremento del 79.07%, lo que favoreció la formación de un mayor número de mazorcas por planta (NMP) en 73.68 %.

- De acuerdo con los resultados obtenidos, el T2 ha demostrado ser el tratamiento más eficaz para potenciar el cuajado de flores en cacao, debido a su formulación rica en fósforo, potasio y aminoácidos, nutrientes esenciales en la fecundación, translocación de carbohidratos y diferenciación floral. Esta combinación favoreció un mayor desarrollo y viabilidad de mazorcas, garantizando un rendimiento superior y confirmando la efectividad del fertilizante foliar como estrategia agronómica para incrementar la productividad del cacao.

- Los resultados indican que el incremento dentro del componente incremento en la eficiencia del cuajado, se obtuvo en las variables número de cojinetes florales por planta, número de botones florales por planta, número de flores cuajadas por planta y número de mazorca por planta con un valor de coeficiente de (R^2) de 98.01%, esto quiere decir que en un 98.01% de incremento, en la eficiencia del cuajado se debe, al número de cojinetes florales por planta

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a implementar el uso de Nedzyme, durante las fases críticas de floración y cuajado. Estos nutrientes estimulan la diferenciación floral, la fecundación y translocación de carbohidratos, procesos clave que mejoran el número de flores cuajadas y, en consecuencia, la producción de mazorcas por planta. Su aplicación programada permite una mayor eficiencia en la inducción floral y garantiza un incremento significativo en el rendimiento del cultivo.

- Se aconseja combinar los activadores foliares con prácticas culturales, como poda de mantenimiento, así como el control oportuno de malezas. Estas acciones complementan la acción del activador, mejorando la disponibilidad de nutrientes y agua, asegurando un desarrollo óptimo de las flores y frutos.

BIBLIOGRAFÍA

Aikpokpodion, P. E. (2021). Nutrients Dynamics in Cocoa Soils, Leaf and Beans in Ondo State, Nigeria. Journal of Agricultural Sciences, 1(1). Disponible en PDF: Obtenido de: https://krepublishers.com/02-Journals/JAS/JAS-01-0-000-10-Web/JAS-01-1-000-10-Abst-PDF/JAS-01-1-001-10-006-Aikpokpodion-P-E/JAS-01-1-001-10-006-Aikpokpodion-P-E-Ab%20%5B1%5D.pmd.pdf

Arreaga, A. A. (2022). Efecto de la aplicación de dos biofertilizantes líquidos foliares en el desarrollo fenológico del cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero, sector Naranjal. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARREAGA%20CHOEZ%20ADRIAN%20ALEXANDER.pdf

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

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

Bravo Palma, E. H., Cedeño García, G., Castro Olaya, J. R., & Cedeño-García, G. A. (2022). Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad y rentabilidad del cacao en agroecosistemas de secano. Ciencia y Agricultura, 19(3), 17-31. Obtenido de: https://doi.org/10.19053/01228420. v19.n3.2022. 1 4569

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

Castillo, E. (2021). Universidad Nacional Autonóma de Nicaragua, Managua Facultad Regional Multidisciplinaria. Conozca y combata monilla:

Obtenido de: https://canacacao.org/wp-content/uploads/Moniliasis-IPADE-Nica ragua.pdf

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

Cerón, J. (2020). Fenología de la floración y formación de frutos en cacao. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de: https://repositorio.uta.edu. ec/server/api/core/bitstreams/43cb1e50-1195-4735-88b2-8c627e04c44c/co ntent

CFN. (2023). Ficha sectorial de cacao en Ecuador. Corporación Financiera Nacional: Obtenido de https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/down loads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Cacao.pdf

Chávez, J. (2021). Caracterización cultural, patogénica y sensibilidad in vitro de *Phytophthora* spp. asociado a enfermedades de mazorca de cacao (*Theobroma cacao* L). Obtenido de ESPAMMFL: https://repositorio.esp am.edu.ec/bitstream/42000/1337/1/TTA10D.pdf

Colla, G., Rouphael, Y., Canaguier, R., Svecova, E., & Cardarelli, M. (2022). Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. Frontiers in Plant Science, 6, 671.

Coloma, A. (2022). El cultivo del cacao. Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tabasco: Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/273261750_Metodologia_adapta da_para_la_formacion_de_hibridos_F1_de_cacao_Theobroma_cacao_L_e n_Tabasco

Cruz, J., & Rojas, M. (2020). Efecto de bioestimulantes en la floración y fructificación del cacao en sistemas agroforestales. Revista Agroforestería Neotropical, 5(2), 45–53.

Dorantes. (2020). Diversidad genética de cacao *Theobroma cacao* L. con marcadores moleculares microsatélites. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75268/7211504.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ESPAC. (2021). Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua: Obtenido de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/

Estrada, D. (2020). Universidad Católica del Ecuador. Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de Theobroma cacao: Obtenido de: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8660/MONOGRAFIA%20POLINIZADORES%20DEL%20CACAO.pdf;sequence=1

Gaibor, A. (2018). El cultivo del cacao . Obtenido de http://canales.hoy.es/canalagro/datos/herbaceos/industriales/cacao.htm

García, J. R. (2021). Efecto de la fertilización foliar en el crecimiento de plántulas de cacao. Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de: https://repositorio. ucp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/4878/1/Garcia%20Reyes.pdf

Herrera. (2021). INIAP. Efecto de fungicidas sistémicos en el control de la moniliasis del cacao: Obtenido de: https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/38 16

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

Huaycho, H. (2019). Control del chinche del cacao (*Monaloniondis simulatum* Dist.) con aplicación de bioinsecticidas en la región de los yungas de

Bolivia. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v4n1/v4n1_a05.pdf

INIAP. (2019). Podemos combatir la escoba de bruja del cacao. Scielo, 18. La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura: Obtenido de:https://www.scielo.cl/scielo.php?scrip t=sci_artte xt&pid=S0718-34292016000300008

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

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

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

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

Mejía Alvarado, L. M. (2023). Respuesta del cacao (*Theobroma cacao* L.) a cuatro tratamientos de fertilización foliar en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/mejia%20alvarado%20gabriel%20mauricio.pdf?utm_source=chatgpt.com

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

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

Meza, G. (2021). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Sistema de reproducción sexual y morfología floral de cinclo clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo Nacional y dos Trinitarios en la finca experimental la represa: Obtenido de: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/46 74/1/T-UTEQ-210.PDF

Miranda. (2020). Polinización artificial y su efecto en el desarrollo del fruto. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro: Obtenido de: http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42184

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

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

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

Nutresa. (2021). Material vegetal y propación. Obtenido de Archivo PDF: https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/pdf-web-folleto-material-vegetal.pdf

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

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

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

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

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

Rodríguez, P., & Zambrano, L. (2019). Impacto de la fertilización foliar en la inducción floral de frutales tropicales. Revista Científica Agroecosistemas, 27(3), 88–96.

Rosales, F. (2021). Respuesta a la aplicación de cuatro dosis de algas marinas sobre las características agronómicas del cultivo de cacao *Theobroma* en vívero de Aguaytía. Pillucpa, Perú: Obtenido de: http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/unu/5223/b03_2022_unu_agronomia_2021_t_florencio-rosales.pdf?sequence=1&isallowed=y.

Sánchez, L. (2021). Manual del cultivo de cacao sostenible. Obtenido de INIAP: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5833/1/manual%20del%20cultivo%20de%20cacao%20sostenible%20para%20la%20amazonia%20ecuatoria%20n%c2%b0125.pdf

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

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2021). Plant physiology and development (6th ed.). Sinauer Associates.

Tapia, F. (2022). Preferencia y daño del *Carmenta* spp, relacionado al crecimiento del fruto de *Theobroma cacao* L. CCN-51 en dos épocas de producción, Pichari, Cusco, 2015. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga: Obtenido de:http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/unsch/3528/1/ tesis%20af05_cce.pdf

Vásquez, A., Torres, J., & Medina, C. (2021). Respuesta de cultivos perennes a la fertilización foliar con fósforo y potasio en condiciones de trópico húmedo. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 15(1), 123–134.

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

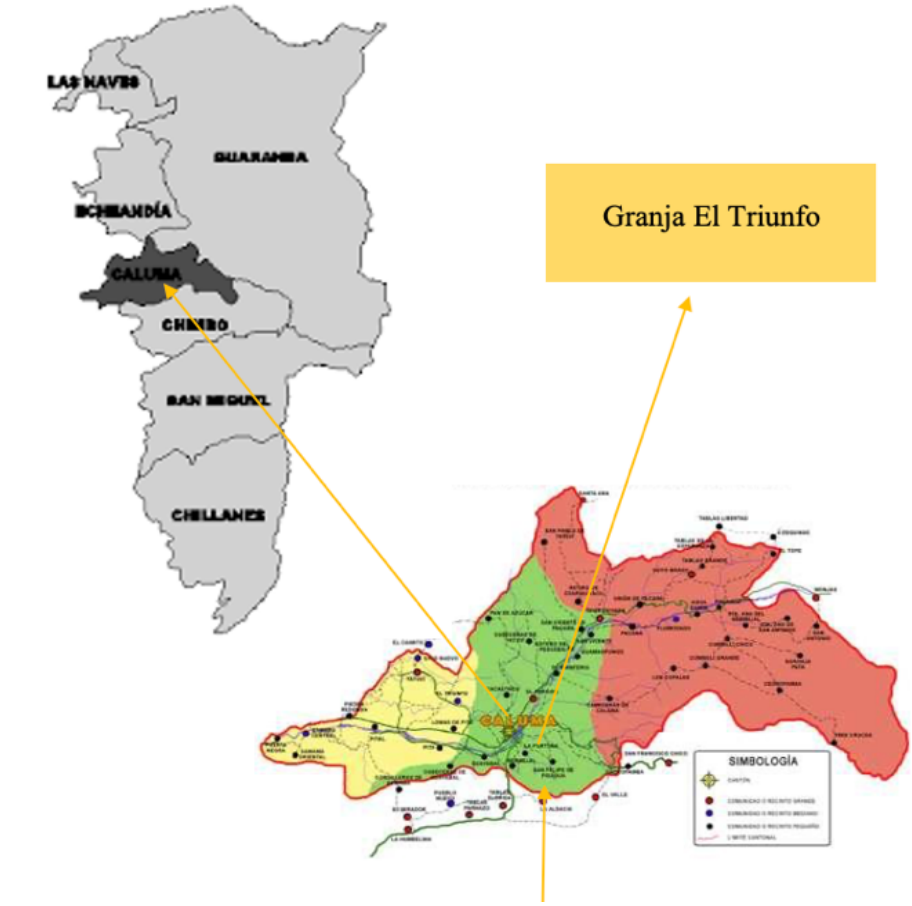
Vera. (2020). Diversidad genética de cacao *Theobroma cacao* L. con marcador es moleculares microsatélites. Universidad Nacional de Colombia: Obtenido de:https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7526 8/7211504.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Verdezoto. (2023). Conozca y combata la monilla en cacao. Obtenido de https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2410-11842023000100010&script=sci_arttext

Zambrano, A. (2022). Evaluación de cuatro métodos de polinización artificial en cacao (*Theobroma cacao* L.). Costa Rica: IICA, San José (Costa Rica). Evaluación de cuatro métodos de polinización artificial en cacao (*Theobroma cacao* L.): Obtenido de: https://repositorio.catie.ac.cr/handle /11554/1 922

Anexos

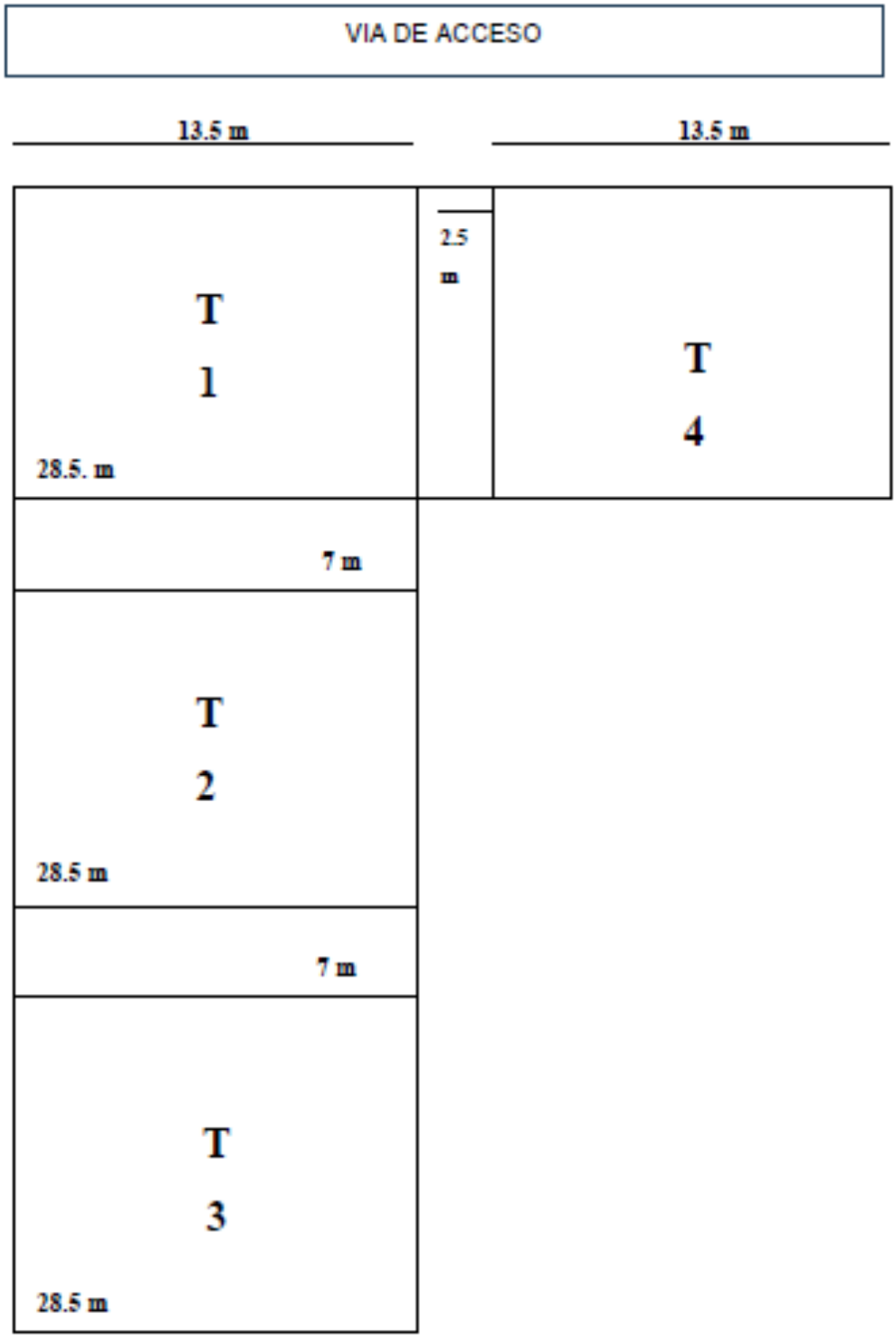
Anexo 1. Mapa de la ubicación del ensayo.





Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de Caluma. (2020). *Mapa del cantón Caluma*

Anexo 2. Croquis del ensayo



Anexo 3. Base de datos de las variables evaluadas

Altura de la planta (AP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	270	230	285	250	324	345	339	230
2	297	290	310	265	356	349	369	290
3	282	298	270	270	333	349	321	298
4	290	300	280	290	343	353	333	300
5	300	318	300	260	357	375	357	318
6	298	315	270	250	349	366	321	315
7	287	285	280	300	340	356	310	285
8	260	290	280	300	313	343	305	290
9	300	318	250	270	348	366	298	318
10	300	310	310	310	359	369	369	310
Σ	2884	2954	2835	2765	3423	3571	3322	2954
∪	288	295	284	277	342	357	332	295

Número de cojinetes florales por planta (NCFP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	3	2	4	6	9	17	6	7
2	4	1	7	1	10	20	10	9
3	3	6	4	7	15	9	5	5
4	4	3	5	2	9	17	7	10
5	4	3	2	3	12	15	4	5
6	2	9	2	1	19	19	6	7
7	5	7	4	4	15	20	9	8
8	7	2	4	5	10	25	12	7
9	3	5	5	4	10	19	10	5
10	3	3	7	5	17	25	9	10
Σ	38	41	44	38	126	186	78	73
∪	4	4	4	4	13	19	8	7

Número de botones florales por cojinete (NBFC)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	5	4	3	3	9	12	5	2
2	4	6	2	2	4	9	9	4
3	3	5	2	3	8	11	5	3
4	2	6	1	1	9	12	4	2
5	3	7	2	2	3	11	5	2
6	2	7	2	1	2	10	6	3
7	5	6	3	2	5	9	4	2
8	3	4	3	3	2	8	3	5
9	4	5	4	2	3	11	2	6
10	2	7	3	2	3	12	2	4
Σ	32	57	26	21	48	105	45	33
∪	3	6	3	2	5	11	5	3

Número de botones florales por planta (NBFP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	45	213	28	35	30	250	30	30
2	32	50	38	7	35	70	40	24
3	15	70	30	25	48	90	35	26
4	35	35	37	20	24	120	25	28
5	35	53	20	18	33	210	30	33
6	44	235	15	8	53	90	22	27
7	33	68	25	22	56	70	27	23
8	50	47	30	40	45	80	37	23
9	30	38	25	30	39	100	28	31
10	38	22	36	40	44	122	40	18
Σ	357	831	284	245	407	1202	314	263
∪	36	83	28	25	41	120	31	26

Número de flores semiabiertas por planta (NFSP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	11	13	7	4	23	23	8	9
2	10	14	4	3	29	23	5	5
3	13	10	7	2	25	25	17	9
4	14	2	5	4	23	30	19	8
5	9	5	5	2	18	23	12	6
6	12	10	1	3	19	20	10	7
7	10	7	7	5	16	27	15	6
8	15	9	10	7	25	29	9	6
9	14	6	4	2	22	26	19	4
10	14	12	7	3	20	30	17	2
Σ	122	88	57	35	220	256	131	62
∪	12	9	6	4	22	26	13	6

Número de flores abiertas por planta (NFAP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	29	61	20	17	20	70	30	24
2	5	33	25	20	25	58	35	15
3	17	23	28	12	30	40	34	23
4	15	15	30	22	26	60	26	21
5	17	27	20	21	35	45	29	15
6	6	77	18	7	30	80	28	19
7	30	40	22	27	25	75	15	22
8	30	38	32	30	30	56	30	29
9	22	29	19	15	20	70	29	20
10	27	23	23	15	35	50	30	15
Σ	198	366	237	186	276	604	286	203
∪	20	37	24	19	28	60	29	20

Número de flores cuajadas por planta (NFCP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	6	6	5	5	10	22	17	7
2	5	9	10	1	9	23	12	6
3	4	8	7	3	18	28	17	9
4	9	10	8	2	10	22	20	4
5	5	11	3	2	15	18	18	8
6	2	12	9	1	12	20	10	7
7	7	10	6	3	12	25	15	5
8	8	15	12	3	12	26	21	5
9	4	12	9	3	14	30	19	7
10	5	13	8	7	12	25	24	3
Σ	55	106	77	30	124	239	173	61
∪	6	11	8	3	12	24	17	6

Número de mazorca por planta (NMP)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	28	28	6	8	19	40	11	19
2	4	25	15	11	25	35	20	15
3	10	17	10	6	22	20	15	9
4	5	15	12	3	20	27	19	10
5	6	15	5	7	15	19	15	12
6	33	12	20	12	18	33	16	15
7	14	4	5	9	22	40	23	12
8	12	15	16	9	25	45	20	9
9	15	25	6	7	19	28	15	12
10	6	30	4	16	35	38	18	10
Σ	133	186	99	88	220	325	172	123
∪	13	19	10	9	22	33	17	12

Eficiencia en el cuajado (EC)								
Antes de la aplicación					Después de la aplicación			
NP	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
1	97	46	30	47	95	57	37	79
2	80	76	60	55	100	60	57	100
3	59	45	36	50	73	90	44	39
4	33	65	40	14	77	67	73	48
5	35	42	25	33	43	86	52	80
6	50	16	111	171	60	58	57	79
7	47	10	43	33	67	78	153	55
8	40	39	50	30	56	98	67	31
9	68	56	32	47	78	98	52	60
10	22	35	17	107	67	76	60	67
Σ	531	430	444	587	716	768	652	637
∪	53	43	44	59	72	77	65	64

Anexo 4.- Fotografías

Distribución de las unidades experimentales





Control de maleza





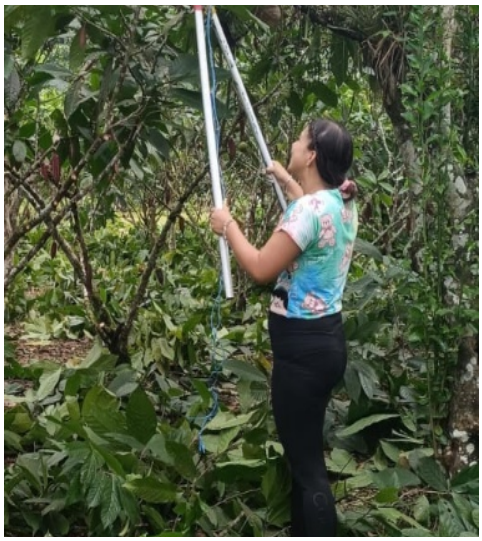
Identificación de plantas





Poda fitosanitaria y deschuponamiento





Control de plagas y enfermedades





Fertilización edáfica





Aplicación de los fertilizantes foliares





Toma de datos (Variables respuestas)

Altura de la planta (AP)



Número de cojinetes florales por planta (NCFP)



Número de botones florales por cojinete (NBFC)





Número de flores cuajadas por planta (NFCP)





Número de mazorca por planta (NMP)





Visita de campo por parte del tribunal





Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Ácido giberélico (GA3): Fitohormona utilizada para estimular la inducción floral y mejorar la fructificación en el cacao.

Botón floral: Primera fase de la floración en cacao, donde la flor aún no ha abierto y se encuentra en forma de pequeña estructura globosa.

Brotación: Proceso fisiológico mediante el cual las yemas vegetativas se activan y pueden convertirse en brotes vegetativos o florales.

Caulifloria: Característica del cacao en la que las flores y frutos se desarrollan directamente en el tronco y ramas principales.

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

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

Cuajado de mazorcas: Proceso en el cual las flores polinizadas se transforman en frutos en desarrollo; una deficiente inducción floral puede afectar negativamente esta etapa.

Diferenciación floral: Fase en la que las yemas vegetativas se transforman en yemas florales, permitiendo la formación de flores en el cacao.

Eficiencia polinizadora: Capacidad de los agentes polinizadores, como las moscas *Forcipomyia*, para fertilizar las flores del cacao y favorecer la formación de frutos.

Enmiendas agrícolas: Sustancias aplicadas al suelo para mejorar su estructura y corregir deficiencias, como la cal agrícola para neutralizar la acidez.

Fitoreguladores: Sustancias naturales o sintéticas que influyen en el crecimiento y desarrollo de las flores y frutos en cacao.

Floración: Etapa en la que los botones florales del cacao se abren y quedan expuestos en el tronco y ramas, facilitando la polinización.

Fructificación alternante: Fenómeno en el que las plantas de cacao presentan floraciones irregulares debido a factores nutricionales, climáticos o fisiológicos.

Fructificación: Fase del cultivo en la que las flores polinizadas inician el desarrollo del fruto, formando las mazorcas de cacao.

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

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

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

Maduración de polen: Etapa en la que el polen alcanza su capacidad máxima de fertilización, afectando la eficiencia en la producción de frutos.

Mulching:Técnica que consiste en cubrir el suelo con material orgánico o plástico para conservar la humedad y reducir la erosión.

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

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

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

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

Polinización: Proceso natural realizado principalmente por moscas del género *Forcipomyia*, que facilita la formación de frutos.

Resistencia floral: Capacidad de las flores del cacao para soportar condiciones adversas sin perder su viabilidad reproductiva.

Senescencia floral: Fase final del ciclo de la flor, donde los tejidos pierden su viabilidad si no ocurre una fertilización adecuada.

Viabilidad del polen: Capacidad del polen para fecundar las flores del cacao y garantizar una fructificación eficiente.