



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “ESTUDIO DE CASO”

**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE FLORACIÓN DEL
CACAO Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA
PRODUCTIVA EN MAZORCAS INICIALES DE LA
PARROQUIA MANGLARALTO**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: José Manuel Soriano Rivera.

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “ESTUDIO DE CASO”

**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE FLORACIÓN DEL
CACAO Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA
PRODUCTIVA EN MAZORCAS INICIALES DE LA
PARROQUIA MANGLARALTO**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: José Manuel Soriano Rivera.

Tutor: Ing. Agrop. Marlon Mena Montoya Mgtr.

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026

TRIBUNAL DE GRADO

Componente práctico de examen complejo presentado por **SORIANO RIVERA JOSÉ MANUEL** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Titulación **APROBADO** el: 12/08/2026



Ing. Verónica Andrade Yucailla Ph.D
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Ángel León Mejía MSc.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Marlon Mena Montoya Mgtr.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Wladimir Perero Vera, MSc.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo Práctico de Examen de Grado de carácter complejo Titulado “**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE FLORACIÓN DEL CACAO Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN MAZORCAS INICIALES DE LA PARROQUIA MANGLARALTO**” y elaborado por **José Manuel Soriano Rivera**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

DEDICATORIA

A mi hermano quien en vida fue “Jordy Javier Soriano Rivera”, quien tenía el deseo de cumplir esta meta que hoy estoy a punto de lograr. A mi leal compañero de cuatro patitas “Tobi”, a quien extraño cada día y llevo su recuerdo en lo profundo de mi alma. De igual manera a mi hija perruna “Nina”, quien me acompañó en todo momento, noche tras noche, sin pedir nada a cambio, estuvo siempre a mi lado y comprendía mi frustración al verme decaído, quien me dio su patita como forma de calmarme y decirme que todo estará bien. De igual manera, dedicar este logro a todas aquellas personas que tienen esa lucha constante en su mente, los que dudan de sí mismos, los que poseen inseguridades y, que tienen varios problemas pero que a pesar de aquello no acuden a nadie, respiran y siguen adelante; decirles que confío en ellos y estoy orgulloso de las maravillosas personas que serán algún día no muy lejano.

Nabito

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia a Jehová, quien me bendijo con muchos dones los cuales he utilizado a lo largo de toda mi vida. A mi padres, quienes me demostraron que con esfuerzo, amor y coraje podemos cumplir nuestras metas a pesar de todas las dificultades. De la misma manera grata a mis hermanos y hermanas, quienes me apoyaron no solo económicamente sino con una serie de valores que guardo en mi día a día para ponerlos a prueba. A los hermanos de la congregación “Los Girasoles”: Andrés, Tivito, Freddy, Josmer; pilares fundamentales que me enseñaron lo grandioso que es Jehová con cada uno de nosotros y en cómo nos cuida hasta cumplir nuestros propósitos en la vida. A MAP, quien formó parte de una etapa bonita en mi historia y me dejó varias lecciones de vida. También reconozco a mi tutor Ing. Marlon Mena, quien me brindó el asesoramiento y aportes significativos a lo largo del proceso de titulación. Finalmente, pero no menos importante a mis colegas de grado, por ser parte de recuerdos memorables y hacer menos complicado este proceso en mi vida.

De igual manera, un agradecimiento especial a Bruno, Stefanny, Jordy y María a quienes más que compañeros puedo hoy en día llamar amigos, con quien compartí buenos y malos momentos, que siempre contaron conmigo y yo con ellos, gracias por su compañía, por permitirme conocerlos y aprender todo lo que me enseñaron. Infinitas gracias por no hacer que pensara en mi soledad.

Nabito

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo analizar la relación entre los procesos de floración del cacao (*Theobroma cacao* L.) y su eficiencia productiva en mazorcas iniciales. La investigación tuvo lugar en el Centro de Apoyo UPSE Manglaralto que cuenta con parcelas de cacao con ocho genotipos: EET-95, EET-96, EET-103, EET-554, EET-558, EET-575, EET-576 Y CCN-51. Se analizó la estructura floral de cada material a través de tres aspectos: morfológicos, fenológicos y reproductivos. Se evaluó la morfología con variables cualitativas y cuantitativas como la cantidad de antocianina en ovario, sépalos, estaminodios, color del péndulo y de la flor; longitudes del pétalo, sépalo, estigma y estilo. Para la fenología se realizó una observación en campo por 21 días, tomando como variable un patrón floral con ocho etapas desde la yema inicial hasta la formación inicial del fruto. En el ámbito reproductivo, se evaluó el número de flores a los 1, 7 y 14 días, número de flores fecundadas, porcentajes de flores caídas y cuajado de frutos. Se obtuvo como resultado diferencias en los materiales evaluados dentro de cada categoría, destacándose al CCN-51 como el genotipo con mayor expresión de sus estructuras florales en cada variable. En conclusión, se determinó que la morfología y fenología de la floración son fundamentales para aumentar las probabilidades de polinización y por ende la productividad, además de servir como conocimiento a los agricultores para implementar prácticas agrícolas en etapa claves que ayuden a mejorar los aspectos reproductivos en el cultivo de cacao.

Palabras clave: Cuajado de frutos, Fenología, Genotipos, Morfología floral, Polinización.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the relationship between the flowering processes of cocoa (*Theobroma cacao* L.) and its productive efficiency during the initial stages of pod development. The research was conducted at the UPSE Manglaralto Support Center, which has cocoa plots containing eight genotypes: EET-95, EET-96, EET-103, EET-554, EET-558, EET-575, EET-576, and CCN-51. The floral structure of each genotype was analyzed based on three aspects: morphology, phenology, and reproductive performance. Morphological evaluation included both qualitative and quantitative variables, such as anthocyanin content in the ovary, sepals, and staminodes; flower and pedicel color; and the lengths of the petals, sepals, stigma, and style. Phenological development was monitored over a 21-day period by recording eight floral stages, from the initial flower bud to the early stage of fruit formation. Reproductive performance was assessed by evaluating the number of flowers at 1, 7, and 14 days, the number of fertilized flowers, flower drop percentage, and fruit set. The results revealed differences among the evaluated genotypes within each category, with CCN-51 standing out as the genotype showing the greatest expression of the floral traits evaluated. In conclusion, floral morphology and phenology were found to be essential for increasing the probability of pollination and, consequently, improving productivity. Furthermore, these findings provide valuable information for farmers to implement agronomic practices at key developmental stages, thereby enhancing the reproductive performance of cocoa crops.

Keywords: Floral morphology; Phenology; Pollination; Fruit set; Genotypes.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
Problema:	2
Objetivos.....	2
Objetivo general:	2
Objetivos Específicos:	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Conceptos generales	3
2.2 Morfología Floral.....	3
2.2.1 Caulifloria	3
2.2.2 Pedúnculo.....	3
2.2.3 Estaminoide	3
2.2.4 Estigma	4
2.2.5 Pétalo y sépalo	4
2.2.6 Ovario y óvulo	4
2.2.7 Descripción botánica general de la flor de cacao.....	5
2.3 Fenología Floral	5
2.3.1 Botón Floral	5
2.3.2 Floración	6
2.3.3 Inducción floral.....	6
2.3.4 Antesis	6
2.3.5 Abscisión floral	6
2.4 Procesos reproductivos de la floración	7
2.4.1 Polinización	7
2.4.2 Fecundación	7
2.4.3 Cuajado de fruto.....	7
2.5 Teorías relevantes	7
2.5.1 Respecto a los caracteres morfológicos	7
2.5.2 Respecto a la fenología Floral.....	8
2.5.3 Respecto a los aspectos reproductivos	9
2.6 Relación entre variables relevantes.....	10
3 MÉTODOLOGÍA	12
3.1 Estudio de caso.....	12
3.2 Ubicación y contexto del estudio	12
3.3 Condiciones climáticas	13
3.4 Características químicas del agua.....	14
3.5 Tipo de Investigación	14
3.6 Diseño del estudio de caso	14
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.8 Variables y parámetros analizados	15
3.8.1 Variables acordes a la morfología de la floración	15
3.8.2 Variables acordes a la fenología de la floración	17

3.8.3	Variables conformes a los procesos reproductivos	18
3.9	Método de análisis de datos	19
4	RESULTADOS.....	20
4.1	Caracterización morfológica de la floración	20
4.1.1	Color del pedúnculo de las flores	20
4.1.2	Contenido de antocianina en sépalos	20
4.1.3	Contenido de antocianina en estaminodios.....	21
4.1.4	Contenido de antocianina en filamentos del estambre.....	21
4.1.5	Contenido de antocianina en el limbo del pétalo	22
4.1.6	Cantidad de antocianina en la parte superior del ovario	23
4.1.7	Color de la flor.....	23
4.1.8	Orientación de los sépalos	24
4.1.9	Largo y ancho del pétalo.....	25
4.1.10	Largo y ancho del sépalo.....	25
4.1.11	Largo del estigma y estilo	26
4.2	Fenología de la floración del cacao	26
4.2.1	Fenología del clon CCN-51	26
4.2.2	Fenología del cacao Nacional	27
4.3	Procesos reproductivos de la flor de cacao.....	28
5	DISCUSIÓN.....	30
5.1	Morfología floral del cacao en función del manejo y condiciones climáticas de Manglaralto.....	30
5.2	Fenología floral del cacao	33
5.3	Procesos reproductivos de la floración del cacao	34
6	CONCLUSIONES.....	37
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
8	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis del agua de riego en la Parroquia Manglaralto (Sánchez, 2022).....	14
Tabla 2. Descriptores morfológicos cualitativos evaluados en las flores de cada material de cacao de la parroquia Manglaralto.....	16
Tabla 3. Descriptores morfológicos cuantitativos evaluados en las flores de cada material de cacao de la parroquia Manglaralto.....	17
Tabla 4. Color del pedúnculo (%) en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.	20
Tabla 5. Contenido (%) de antocianina en sépalos de las flores de cacao en la parroquia Manglaralto.....	21
Tabla 6. Contenido de antocianina (%) en estaminodios de las flores de cacao en la parroquia Manglaralto.....	21
Tabla 7. Contenido de antocianina (%) en filamentos del estambre en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.	22
Tabla 8. Contenido de antocianina (%) en el limbo del pétalo en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.	23
Tabla 9. Cantidad de antocianina (%) en la parte superior del ovario en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.	23
Tabla 10. Color de la flor de cacao (%) en la parroquia Manglaralto.	24
Tabla 11. Resumen porcentual de la orientación de sépalos de las flores de cacao en la parroquia Manglaralto.	24
Tabla 12. Largo y ancho del pétalo de la flor de cacao (mm) en los distintos materiales de la parroquia Manglaralto.	25
Tabla 13. Largo y ancho del sépalo de la flor de cacao (mm) en los distintos materiales de la parroquia Manglaralto.	25
Tabla 14. Longitud del estigma y estilo en la flor de cacao (mm) en los distintos materiales de la parroquia Manglaralto.....	26
Tabla 15. Reporte de las etapas fenológicas de la flor de cacao CCN-51 en la parroquia Manglaralto.....	27
Tabla 16. Reporte de las etapas fenológicas de la flor de cacao Nacional en la parroquia Manglaralto.....	28
Tabla 17. Porcentaje de flores caídas, fecundadas y cuajado de frutos de dos materiales de cacao tras el seguimiento de 14 días en la parroquia Manglaralto.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspecto general de la flor después de abrirse antes de medio día (Jaramillo et al., 2024).....	5
Figura 2. Ubicación del área de estudio (Google Maps, 2026)	13
Figura 3. Condiciones Climáticas de la Parroquia Manglaralto en el mes de abril provenientes de la estación BIODYNAMICS (M5304) (INAMHI, 2026).	13
Figura 4. Etapas fenológicas del cultivo de cacao (CCN-51) captados mediante la cámara del celular en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial. b) Yema hinchada. c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis. g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.....	27
Figura 5. Etapas fenológicas del cultivo de cacao Nacional captados mediante la cámara del celular en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial b) Yema hinchada c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis. g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Cultivo de cacao establecido en el Centro de Apoyo UPSE Manglaralto con sus distintos materiales genéticos.	7
Figura 2A. Segundo registro fenológico floral del cultivo de cacao (CCN-51) captados mediante cámara digital en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial b) Yema hinchada c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.	8
Figura 3A. Etapas fenológicas de la flor del segundo árbol de cacao Nacional captados mediante cámara digital en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial b) Yema hinchada c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.	8
Figura 4A. Parcelas de cacao dentro del Centro de apoyo UPSE extensión Manglaralto. ..	9
Figura 5A. Procedimiento de selección de árboles, recolección y toma de fotografías de las flores de cacao.	9
Figura 6A. Recolección manual de las flores maduras de cacao en los distintos genotipos presentes en las parcelas de la parroquia Manglaralto.	10
Figura 7A. Almacenamiento de las flores de cacao acorde al genotipo de la planta.	10
Figura 8A. Montaje realizado para la observación y medición de los caracteres cualitativos y cuantitativos de la morfología floral del cacao.	11
Figura 9A. Medición de parámetros cuantitativos de cada estructura floral con ayuda de una pinza y linterna.	11
Figura 10A. Base de Datos en Excel con el registro morfológico de las flores de cacao por genotipo.	12

1. INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales, el cultivo de cacao se ha denominado como una de las actividades de mayor impacto económico, esto radica en la importancia de las materias primas que provee para la industria alimentaria, enfatizando la producción de chocolate y derivados. No obstante, este cultivo desempeña un papel fundamental en la economía local de los agricultores rurales, permitiéndoles crear un sustento económico que va de la mano a los niveles de producción, por lo que, resulta viable emprender un estudio que permita comprender cuales son los factores que influyen en la productividad de este fruto para poder encaminarla a su sostenibilidad (García *et al.*, 2021).

En la Actualidad, los procesos de producción del cacao se ven afectados por diversos desafíos que limitan su eficiencia y estabilidad productiva, siendo uno de ellos la gran variabilidad en el rendimiento, el cual, se hace presente en diferencias significativas de la producción entre periodos agrícolas. Tal variabilidad se encuentra estrechamente ligada a diversos factores como clima, manejo agronómico y la genética; que tienden a provocar disminuciones de producción en el cultivo y con ello la competitividad del mercado, por lo que, tal problemática permite la necesidad de profundizar en el estudio de los elementos que inciden en la productividad (Oliveira *et al.*, 2025).

No obstante, dentro de los factores ya mencionados existe una que está directamente relacionado a la productividad del cacao, y son los procesos fisiológicos de la floración que comprenden una etapa crítica en el ciclo del cultivo, puesto que, de allí se desarrollan los frutos. Teniendo en cuenta ese contexto, cabe recalcar que no todas las flores que produce el cacao tienden a convertirse en mazorcas, limitando significativamente el potencial productivo de una planta en dos procesos: la polinización y fecundación, los cuales, también se ven afectados por factores que influyen en su desarrollo (García y Cedeño, 2022).

A pesar de que las flores poseen esa relevancia junto con sus procesos fisiológicos, las investigaciones actuales han abordado sus elementos de forma aislada, es decir, los estudios han tenido enfoques distintos en factores como la polinización, caracterización o fisiología vegetal. Tal fragmentación ha dificultado la elaboración de un concepto que integre todos los elementos del fenómeno, obteniéndose como resultado una escasa comprensión del cómo actúan estos elementos entre sí, por lo que resulta interesante estudiar el enlace descriptivo entre ellos (Ospino *et al.*, 2020).

En este sentido, es fundamental realizar un análisis sistemático de la información disponible en distintas fuentes bibliográficas, complementado con una observación en campo que permita evidenciar los contenidos consultados. La integración de estos conocimientos permitirá relacionar los distintos procesos fisiológicos que repercuten en la floración del cacao, así como también que características tienen mayor incidencia en la eficiencia productiva, por lo que, determinar este enfoque integral contribuirá a una mejor comprensión del comportamiento del cultivo (Oliveira *et al.*, 2025; Ospino *et al.*, 2020).

Por tal motivo, la presente investigación abarca diferentes perspectivas que justifican su importancia, desde el ámbito científico permite contribuir con el desarrollo del conocimiento de la fisiología del cacao, además, tales conocimientos beneficiarán a los productores locales para elaborar manejos agrícolas más eficientes en sus cultivos y en la toma de decisiones, por lo que podría traducirse como un método para mejorar la calidad del fruto y con ello el rendimiento del cacao, que sumado a posibles manejos sostenibles permitan sacarle el máximo provecho a los recursos.

Problema:

¿Cómo se relacionan los procesos de floración del cacao (*Theobroma cacao* L.) con la eficiencia productiva de mazorcas iniciales en parcelas de la parroquia Manglaralto?

Objetivos

Objetivo general:

Analizar la relación entre los procesos de floración del cacao (*Theobroma cacao* L.) y la eficiencia productiva de mazorcas iniciales en parcelas de la parroquia Manglaralto.

Objetivos Específicos:

1. Caracterizar la morfología floral del cacao en las parcelas productivas en función del manejo y las condiciones climáticas de la parroquia Manglaralto.
2. Describir la fenología de la floración del cacao, considerando inducción floral, antesis, duración de la floración y formación inicial del fruto.
3. Registrar los procesos reproductivos asociados a la floración considerando polinización, fecundación y cuajado de frutos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos generales

2.2 Morfología Floral

La morfología floral es un concepto que abarca diferentes parámetros en la estructura de la flor, como lo son el número de los sépalos, su orientación, el total de pétalos, disposición de los ovarios, largo del estilo, etc., no obstante, estos órganos se hacen visibles acordes a sus genes lo que les permite generar una diferencia significativa a comparación de otras. A lo largo de los años se tiene en consideración que la morfología floral ha sido objeto de estudio para comprender la evolución que sufren algunas plantas dada a su adaptabilidad acorde a los cambios climáticos de su zona (Gómez, 2026).

2.2.1 Cauliflora

Es considerado un fenómeno botánico que ocurre en muchas plantas, provoca que sus flores se desarrollen directamente sobre los troncos principales o las ramas viejas, sin considerar a las secundarias o brotes jóvenes, por ende, sus frutos jamás aparecerán en las puntas de las ramas. El cacao es un ejemplo de este fenómeno al permitir que sus flores emerjan sobre el tronco principal y permitan el desarrollo de las mazorcas al finalizar el proceso de polinización (Gardner *et al.*, 2018).

2.2.2 Pedúnculo

El pedúnculo floral corresponde a aquella estructura alargada que tiene la función de brindar sostenibilidad a la flor y unirla al cojín floral o a la rama principal. Para el caso del cacao, el pedúnculo tiene origen desde los cojines florales que se encuentran a lo largo del tronco o ramas maduras (de más de 3 años), permitiendo sostener individualmente cada flor (Sacoto *et al.*, 2022).

2.2.3 Estaminoide

Comprende a estructuras florales normalmente “estériles” que se derivan de los estambres que por lo general han perdido su capacidad de producir granos de polen. Se ubican alternando con los estambres que si son fértiles y su forma característica es igual a pequeñas láminas. Su función principal destaca dentro de la polinización, puesto que, son los principales atractivos de organismos polinizadores, además de ser una estructura que guía a estos a los órganos reproductivos (Paredes *et al.*, 2022).

2.2.4 Estigma

Estructura terminal del pistilo (porción) que tiene la función de ser el receptor de los granos de polen durante la polinización. Su superficie facilita la adhesión y posterior germinación del polen, permitiendo que exista la interacción entre los gametos masculinos y femeninos de la flor. La longitud del estigma depende de la variedad y genética del árbol de cacao (Cruz, 2021).

2.2.5 Pétalo y sépalo

Los pétalos son aquellas estructuras de la flor que forman la corola y tienen diversas funciones protectoras con respecto a otros órganos reproductivos. Dentro de la flor del cacao, estas presentan una morfología muy diferenciada con respecto al de otras especies. Entre sus caracteres está su base estrecha y una sección superior ensanchada en forma de capucha. Tales formaciones permiten orientar a los insectos para efectuar la polinización (Cavallini *et al.*, 2021).

Con respecto a los sépalos, son los encargados de conformar el cáliz y se caracterizan por tener funciones protectoras antes de la antesis. Se presentan generalmente en cantidades de cinco. Además de brindar protección, contribuyen al soporte de las partes reproductivas de la flor durante las primeras etapas de crecimiento. Los caracteres encontrados en los sépalos son indicadores esenciales en estudios de caracterización floral de casi todos los cultivos del mundo (Cavallini *et al.*, 2021).

2.2.6 Ovario y óvulo

El ovario tiene su lugar en la base del estilo, compuesto por varios lóculos donde descansan los óvulos. Es de las estructuras reproductivas femeninas más importantes en la flor, de ellas depende en gran medida la parte reproductiva de diversos cultivos. El ovario protege a las estructuras ya mencionadas del medio de los rodea hasta tener las condiciones óptimas para el proceso de fecundación (Maio & Moubayidin, 2024).

Como se mencionó, el óvulo se encuentra en el interior del ovario y es el responsable de albergar el gameto femenino de la planta, por lo que, su participación en la polinización es fundamental. Tras la finalización de este proceso, cada óvulo fecundado se transforma en una semilla (contenida en un fruto), es por ello, que el número y desarrollo de los óvulos influyen significativamente en la productividad de un cultivo (Sharma & Kramer, 2018).

2.2.7 Descripción botánica general de la flor de cacao

Las flores (Figura 1) se encuentran distribuidas a lo largo del tronco y en las ramas principales. Son flores pentámeras, con un pedicelo delgado y largo. Poseen cinco sépalos de coloración blanca o rosada con forma estrellada, con una corola que contiene cinco pétalos blancos cuyas líneas interiores contienen coloración, cuya base es cóncava y con una lígula triangular. El tubo estaminal está compuesto por cinco estambres cortos, doblados hacia afuera, donde se encuentran los sacos polínicos. El ovario es ovoide y contiene cinco cavidades de 20 y 50 óvulos. Su estilo es cilíndrico y se abre en el estigma (parte superior). A partir del genotipo la cantidad de flores que florecen varían, teniendo en consideración las condiciones ambientales (Erazo *et al.*, 2023; Paredes *et al.*, 2022).



Figura 1. Aspecto general de la flor después de abrirse antes de medio día (Jaramillo *et al.*, 2024).

2.3 Fenología Floral

Es considerado el estudio que comprende las distintas etapas del desarrollo de la flor en el transcurso de su ciclo biológico. En lo que corresponde al cultivo de cacao, se realiza la observación y posterior registro desde la aparición de los botones florales, la antesis, polinización, fecundación y el desarrollo del cuajado de frutos. Por lo general, estos diferentes procesos de desarrollo están influenciadas por factores como el clima y genética, ante tal variabilidad, siempre están sujetas a casos de estudio (Martins *et al.*, 2021).

2.3.1 Botón Floral

Corresponde al estado inicial dentro del desarrollo de la flor antes de los procesos como antesis o apertura floral. Entre sus principales características destacan la presencia de estructuras reproductivas y protectoras aún cerradas, puesto que, las células aún se

encuentran en proceso de diferenciación. En el transcurso de esta etapa surgen los cambios morfológicos y fisiológicos que darán como producto una flor totalmente desarrollada (Cango y Muñoz, 2025).

2.3.2 Floración

Según Maple *et al.* (2024), la floración comprende un proceso que marca el inicio de la fase reproductiva de una planta, por lo cual, este debe darse en el momento más adecuado dentro de su desarrollo y bajo las condiciones ambientales oportunas. Por tal motivo, es que cada especie vegetal maneja un mecanismo especializado para medir el tiempo de la floración y así garantizar la permanencia de la especie. Para el ámbito agropecuario, el momento de floración es de los más críticos puesto que garantiza el rendimiento y calidad de las cosechas.

2.3.3 Inducción floral

Representa un proceso fisiológico propio de los árboles frutales que se diferencia de la iniciación porque, corresponde a una fase en la que los brotes ya han definido su rumbo de desarrollo, generando estructuras con una temporalidad determinada. Para que se produzca la transición hacia la floración, es decir, para que la planta responda a un estímulo inductor, debe haber alcanzado ciertas condiciones de tamaño, edad y nivel de desarrollo. Estas características en conjunto determinan su capacidad de respuesta, que a menudo está más vinculada al tamaño y al estado de desarrollo que a la edad cronológica (Tomalá, 2022).

2.3.4 Antesis

Es la etapa que ocurre cuando la flor ha llegado a su estado de maduración (completo desarrollo) y se produce su apertura. En el transcurso de ese tiempo, todas las estructuras reproductivas quedan libres en el medio que los rodea y están listas para ser funcionales, es decir, permiten la recepción del polen para su fecundación. Este proceso ocurre en las primeras horas de la mañana y es catalogada como el periodo de máxima receptividad en las flores (Durán *et al.*, 2023).

2.3.5 Abscisión floral

Proceso fisiológico por el cual las flores se desprenden o caen de la planta antes de finalizar su ciclo reproductivo, en el cultivo de cacao, la presencia de este fenómeno se da cuando existe la separación en la base del pedicelo, provocando que la flor se caía. Entre los factores que promueven tal afectación, está la falta de nutrientes, el estrés causado por las

condiciones ambientales, la inexistencia de una polinización o incluso un mecanismo natural efectuado por la misma planta (Durán *et al.*, 2023).

2.4 Procesos reproductivos de la floración

Hacen referencia al conjunto de eventos biológicos que hacen posible la formación del fruto y semillas. Comprenden procesos que van desde la emisión de los botones florales hasta la fecundación del óvulo, que dará el posterior cuajado de fruto. Para el éxito de tal procedimiento, es necesario la compatibilidad total de las flores, además de la actividad de los agentes polinizadores y también las condiciones ambientales (Cedeño *et al.*, 2019).

2.4.1 Polinización

La polinización es el proceso por el cual los granos de polen pasan a depositarse en el estigma de la flor, efectuándose así la reproducción de los órganos reproductivos. Para el caso del cacao, son los insectos dípteros los que generalmente favorecen el proceso de polinización (Rodríguez y Vera, 2024).

2.4.2 Fecundación

Es un proceso reproductivo que permite la fusión de los gametos dentro del óvulo. Este proceso ocurre después de efectuarse la polinización, cuando el tubo polínico logra alcanzar el ovario y permite la interacción de ambas células sexuales. Esto da como resultado, la formación del cigoto, que se convertirá en el embrión que dará inicio al desarrollo de las semillas y posterior fruto (mazorca) (Alvarado *et al.*, 2018).

2.4.3 Cuajado de fruto

Proceso por el cual una flor (que fue fecundada) inicia por desarrollar un fruto, esto tras la fecundación acertada de sus óvulos. El ovario fertilizado inicia su crecimiento lo que origina a una pequeña mazorca. Los valores porcentuales de este parámetro son fundamentales para evaluar la eficiencia productiva de la planta y también se encuentra influenciado por varios factores (Leonardo y Isaí, 2025).

2.5 Teorías relevantes

2.5.1 Respecto a los caracteres morfológicos

Algunos autores difieren en que el rendimiento del cultivo se ve determinado por la disponibilidad de los recursos del medio ambiente, Adet *et al.* (2024) comentaron que ante una reducción de la disponibilidad del agua, se puede reducir negativamente el desarrollo del sistema radicular de la planta, provocando deficiencias en el crecimiento del cultivo y

por ende el desarrollo de la cosecha, no obstante, Tapia *et al.* (2022) hacen hincapié en que una buena fertilización con alto contenido de enmiendas orgánicas puede garantizar un mejor promedio de rendimiento, de la misma manera, autores lo relacionan con otros factores como clima, topografía o el manejo agronómico (Mejía *et al.*, 2023).

Sin embargo, se conoce que el fruto se desarrolla a partir de una flor, que si no cuenta con determinadas características que garanticen su polinización provoca un declive en la producción y delimita a árboles con carácter potencial en este aspecto. Erazo *et al.* (2023) investigaron el resultado de una polinización programada en distintos materiales de cacao, obteniendo como respuesta a híbridos que se diferenciaron hasta con un 100% de fecundación con respecto a otros que apenas lograron un menos del 80%, esto se debe a que presentaron una mejor estructura morfológica que facilitó el desarrollo de tal proceso.

Por lo tanto, los caracteres morfológicos de la flor pueden influir significativamente en la obtención de la mazorca del cacao. La longitud de los pétalos, coloración de la flor, largo del estigma; son peculiaridades que hacen compatibles su polinización así como también su rechazo, todo dependerá de la respuestas que están realicen en la etapa de la antesis acorde a las condiciones climáticas del medio que los rodea, por lo que, resulta importante su estudio para comprender tal biología y usarlo para mejorar la producción (Jaramillo *et al.*, 2022).

2.5.2 Respecto a la fenología Floral

La fenología de la floración del cacao es uno de los parámetros importantes en la evaluación del nivel de productividad del cultivo, conocer las etapas por el que transcurre cada flor y determinar los momentos críticos de cada una de ellas, puede diferenciar en la eficiencia productiva que puede llegar a poseer (Nariño *et al.*, 2018). Wibaux *et al.* (2024) mencionan que la productividad floral, cuajado de frutos y periodicidad de los eventos de floración son altamente variables entre cultivares, por lo que resulta interesante su estudio.

Sin embargo, ante tal oportunidad de investigación, la literatura sobre la fenología de la floración es escasa, y diversos autores únicamente han centrado su línea de estudio en los efectos de los factores climáticos en un solo tipo de cacao: precipitaciones anuales, temperatura o radiación solar; destacándose al primero como uno de los más críticos en la floración (Wibaux *et al.*, 2024). De ahí parte la teoría de evaluar la fenología en más de un solo material de cacao, comprender el comportamiento en cada una de las fases de dos

diferentes árboles de cacao puede ayudar a analizar las diferencias significativas que estos poseen y determinar que genotipo es mejor (Garay *et al.*, 2024).

2.5.3 Respecto a los aspectos reproductivos

Para analizar los aspectos reproductivos de la floración del cacao, es necesario tener en cuenta la morfología que poseen en cada una de sus etapas fenológicas, con la finalidad de que se complementen y permitan al investigador caracterizar los componentes de las flores. Tales características son fundamentales para determinar las diferencias que poseen unos de otros, es decir, distintos tipos de pigmentación en los sépalos, péndulos, color de flor, número de ovarios y así determinar cuáles son más aptas para obtener grandes producciones de un solo árbol, lo que se sintetiza en la elección de mejores genotipos que garanticen una eficiencia productiva (Perea, 2019)

Teniendo en cuenta lo anterior, Ríos *et al.* (2023) mencionan que existe cierta incompatibilidad del cacao que se da por variabilidad genética o existencia de clones que provocan bajo rendimiento en campo, esto se da, porque la anatomía de la flor (producto de esa variabilidad) no permite que se dé la autofecundación, debido a la presencia de anteras recurvadas hacia afuera que, por lo general, están cubiertas por un caparazón (cogullas) propias de los pétalos que lo separan del estigma a través de los estaminodios, resultando en una baja rentabilidad.

De la misma manera, otros autores como Gil *et al.* (2024) y Paredes *et al.* (2022), revelan que el posicionamiento vertical de las flores afecta considerablemente las características morfológicas de la flor y ciertos procesos bioquímicos, este se debe a que tal posición puede inferir con el acceso a la luz afectando la distribución de hormonas de crecimiento, que son esenciales para funciones críticas de activación y desarrollo de próximos botones florales, ante tal cuestión, también se ve afectada la coloración de la flor, llegándose a presentar pigmentaciones que no son propios de un genotipo en cuestión.

Por lo tanto, los niveles de polinización, fecundación y cuajado de frutos dependen de las características morfológicas que posee la flor, puesto que, si una estructura floral está en desproporción con respecto al resto o no presenta la coloración propia de un genotipo, no permitirá que los agentes bióticos o abióticos puedan cumplir con los diferentes procesos reproductivos que hacen posible la obtención de la mazorca y con ello medir la productividad en el cultivo de cacao (Dani & Rokhmah, 2022).

2.6 Relación entre variables relevantes

En la presente investigación, las variables morfológicas usadas por Calderon *et al.* (2018), comprenden una base fundamental para el desarrollo del estudio, esto radica en que permiten caracterizar las distintas estructuras florales en los materiales de cacao presentes en la parroquia Manglaralto. Las variables como la presencia de antocianinas en diferentes estructuras de la flor, el color del pedúnculo, orientación de sépalos y sus distintas dimensiones junto al estigma y estilo, permiten determinar que caracteres se diferencian con respecto a otros, por lo que, proporcionan una amplia información sobre la variabilidad en la morfología de los árboles de cacao.

Tales características presentan relevancia en los distintos procesos de floración que se van a analizar, de tal manera, que permiten comprender como la composición de la flor puede influir significativamente en el desempeño reproductivo y productivo del cacao. Además, las presentes variables morfológicas guardan relación con los objetivos presentados y, dado que, la descripción de los caracteres morfológicos permite establecer criterios similares o diferentes con respecto a otros, permiten la comprensión de su fenología y relacionarlo con la productividad. Por lo que, el análisis morfológico representa el punto de partida de este estudio, esto se debe a que la estructura floral es determinante para que la flor pueda desarrollarse, efectuar la polinización y dar origen al fruto (Yagual, 2025).

Teniendo en cuenta el criterio anterior, las variables morfológicas están altamente relacionados con las variables fenológicas, esto se debe a que, los cambios que se registraran en las distintas etapas del desarrollo de la flor se hacen presente a partir del hecho de que la flor sufre modificaciones a través del tiempo. Las variables utilizadas por Acalo (2022) en la etapa de transición que ocurre desde la yema inicial hasta la antesis, se da el paso a distintos procesos de crecimiento y diferenciación (alargamiento del pedicelo, estambres, pétalos), por lo que, tener en consideración las medidas de tales estructuras florales permiten complementar la descripción de las fases fenológicas.

No obstante, los caracteres cualitativos como las pigmentaciones por antocianina o el color de la flor, también pueden relacionarse en este apartado, porque se los puede asociar a estados de madurez floral (dentro del ciclo fenológico), y dado que, conforme avanza el desarrollo floral, éste expone cambios visibles que permiten la identificación de fases como la elongación, pre antesis y apertura floral, es por esta razón que la información de la

morfología se complementa con la fenología, dado que posibilita una descripción más precisa de este fenómeno.

Con relación a los procesos reproductivos, los dos parámetros ya antes mencionados son muy esenciales para su descripción, esto se debe a que las características en la estructura de la flor y la fase en la que llega a su madurez influyen significativamente en las variables reproductivas de Torres *et al.* (2023) como la polinización, fecundación de flores y cuajado de frutos. Las partes como el estigma, estilo y pétalos desempeñan funciones de protección y recepción de polen para dar paso a la fecundación, dando paso a la fenología, quien es la encargada de registrar las condiciones óptimas de los órganos sexuales para una correcta reproducción. De esta manera, se cumple con la integración de todas las variables que permiten determinar cómo los procesos de floración pueden influir en la eficiencia productiva de las mazorcas iniciales.

3 MÉTODOLOGÍA

3.1 Estudio de caso

El centro de apoyo Manglaralto cuenta con parcelas que abarcan plantaciones de cacao (Nacional y CCN-51) de distintos materiales genéticos, de hasta 40 plantas por cada área, clasificados por tratamientos acorde a sus genotipos, denominados: EET-95, EET-96, EET-103, EET-554, EET-558, EET-575, EET-576 Y CCN-51 (Figura 1A); todos cuentan con el mismo sistema de riego por aspersión, tratadas con una fertilización homogénea entre ellas, al igual que un mismo labor cultural en denominados periodos o estaciones del año.

Como estudio de caso, se partió del hecho de que al no pertenecer a un mismo genotipo, estos materiales presentan diferencias morfológicas entre sí, partiendo desde un ámbito general con la altura de la planta, forma de las hojas, tallos etc., llegando así al tema de interés: la morfología de las flores. Las plantas de cacao responden a diferentes factores externos como la temperatura además del manejo agronómico que se le da al cultivo, sobre todo con temperaturas cercanas a 30 °C (Zambrano *et al.*, 2024), justificando el hecho de estudiar este fenómeno.

3.2 Ubicación y contexto del estudio

La presente investigación se realizó en el centro de Apoyo UPSE Manglaralto (Figura 2), en la provincia de Santa Elena, ubicado cerca de la vía a Dos mangas, destacándose por su topografía plana donde se reflejan pendientes menores al 1%. Dentro de los aspectos climáticos, posee dos estaciones al año, la primera estación de invierno que comprende los meses de diciembre hasta abril y, la garúa que oscila entre mayo a noviembre, presentándose temperaturas que superan los 30°C. La extensión territorial es de aproximadamente 22.6 hectáreas teniendo agrupados en áreas acorde a su uso: Áreas de forestación, producción pecuaria, producción de cultivos de ciclo corto y perennes y pastizales. Entre los principales caracteres edáficos se menciona un suelo de tipo franco arcilloso, con salinidad y un pH de 7.7, con un nivel alto de elementos como Magnesio y Calcio (INAMHI, 2026).

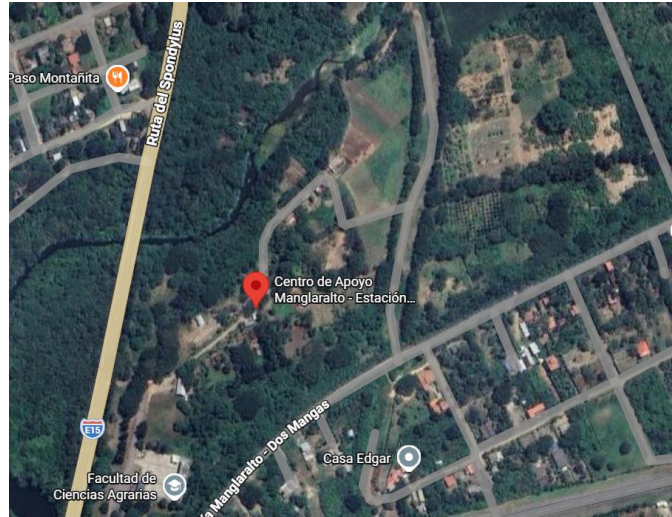


Figura 2. Ubicación del área de estudio (Google Maps, 2026)

3.3 Condiciones climáticas

Acorde a la Figura 3, las temperaturas en el área de estudio oscilaron entre 24 y 27 °C que permitieron obtener una humedad relativa mínima de 82.19%, siendo el valor máximo 91.07 %. Tales valores corresponden a la finalización de la estación de invierno que comprende desde diciembre hasta abril. Las precipitaciones fueron casi nulas presentando valores de 3 mm en apenas cuatro a siete días en todo el mes de abril, de igual manera, la velocidad del viento se mantuvo en rangos de 1.33 a 2.23 m/s.

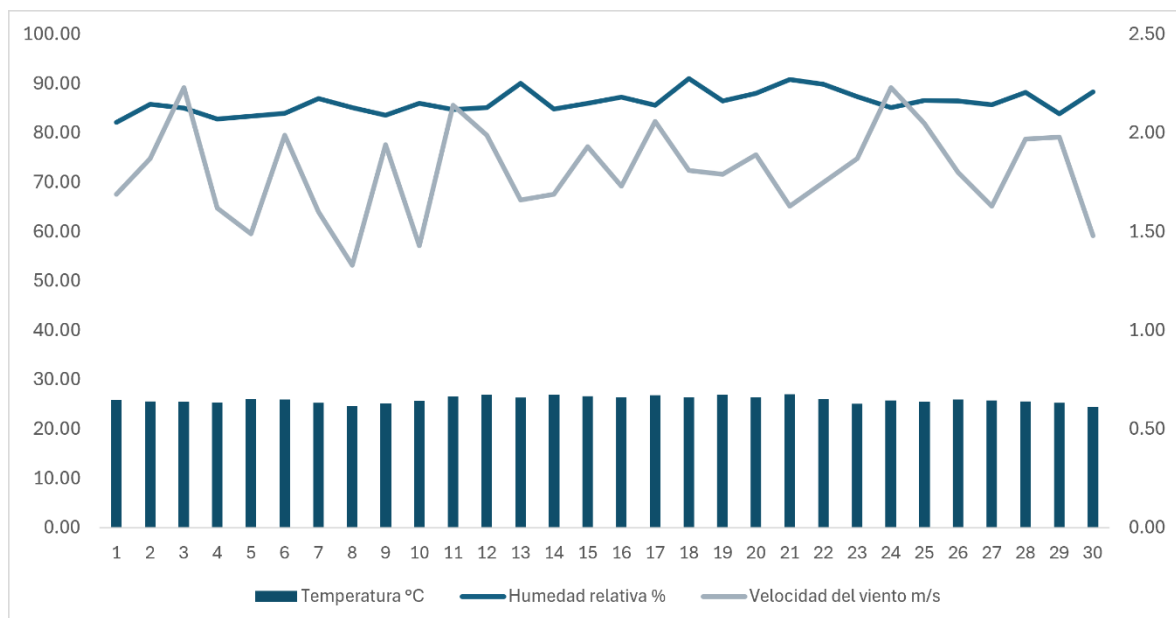


Figura 3. Condiciones Climáticas de la Parroquia Manglaralto en el mes de abril provenientes de la estación BIODYNAMICS (M5304) (INAMHI, 2026).

3.4 Características químicas del agua

Según la Tabla 1, se observa que la conductividad eléctrica es de 5850 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que la clasifica como un agua con alto contenido de salinidad (C5), lo que se refleja en un elevado contenido de sales disueltas. Además, está clasificada en una categoría S2, presentando un RAS y PSI de 2, indicando riesgos por sodio intercambiable en el suelo. Respecto a su composición, presenta contenidos (en una escala de mayor a menor) de Calcio, Sodio, Magnesio y Potasio. Su pH refleja neutralidad con un valor de 7.3, con tendencias ligeras a la alcalinidad.

Tabla 1. Análisis del agua de riego en la Parroquia Manglaralto (Sánchez, 2022).

Parámetro	Unidad de medida	Valor
Conductividad Eléctrica (CE)	$\mu\text{S}/\text{cm}^*$	5850.0
Calcio (Ca)		37.94
Sodio (Na)		10.38
Magnesio (Mg)	meq/L^*	9.34
Potasio (K)		0.48
pH*	-	7.3
RAS*	-	2
PSI*	-	2
Clase	C5= Aguas de salinidad muy alta S2= Aguas medianas en Sodio	

* $\mu\text{S}/\text{cm}$ = Microsiemens por centímetro. * meq/L = Miliequivalentes por litro. *pH= Potencial de Hidrógeno.

*RAS= Relación de Adsorción de Sodio. *PSI= Porcentaje de Sodio Intercambiable.

3.5 Tipo de Investigación

La presente propuesta de investigación es de carácter cualitativa y descriptiva, puesto que está encaminada a caracterizar el proceso de la floración del cacao y su relación con la eficiencia productiva, por lo tanto, se tiene un enfoque exploratorio al comprobar las teorías existentes en investigaciones actuales, analizarlas y comprender fenómenos poco conocidos para abrir nuevas líneas de investigación.

3.6 Diseño del estudio de caso

Para la selección del objeto de estudio se consideró árboles de cacao sanos en etapa productiva y sin presencia visible de enfermedades o daños severos por plagas. Asimismo, se seleccionaron individuos con floración abundante y continua, que permitieron la adecuada observación de las fases fenológicas del cultivo. Tales criterios garantizaron la representatividad del estudio y la correcta evaluación de la relación entre la floración y la eficiencia productiva del cacao.

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos morfológicos se ejecutó una observación en campo, donde se eligieron árboles de los distintos materiales de cacao. Se recolectaron 10 flores para su posterior análisis, por lo cual, se utilizó guantes de látex para evitar la contaminación de las flores y fueron almacenadas en un contenedor (previamente desinfectado) para aislarlos del medio ambiente. Con ayuda de una lupa se observó y registró las características morfológicas de cada una de las flores y los resultados descriptivos fueron anotados en una base de datos.

Para el seguimiento de la fenología de la floración, se empleó una cámara de teléfono celular que permitió tomar capturas de los diferentes estados fenológicos de la floración anexada a una descripción, desde la etapa de los yemas florales hasta el cuajado de fruto (desarrollo de la mazorca). En una ficha técnica se determinó la duración (en días) de cada una de las etapas del desarrollo de la flor.

Con respecto a la parte reproductiva, a partir del seguimiento en campo, se seleccionaron 4 árboles de diferentes genotipos que, con ayuda de un bolígrafo y ficha técnica, se tomó nota de la cantidad de flores en dos semanas de observación y determinar los parámetros reproductivos en base a las variables establecidas.

3.8 Variables y parámetros analizados

3.8.1 Variables acordes a la morfología de la floración

Para la caracterización de la morfología floral se escogieron 10 flores por cada material de cacao presente en las parcelas del Centro de Apoyo UPSE extensión Manglaralto, los cuales, fueron almacenados en un contenedor y analizadas mediante los descriptores morfológicos (variables) utilizados por Calderon *et al.* (2018) en el libro Protocolo para la caracterización morfológicos de árboles élite de cacao (*Theobroma cacao* L.) detallados en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2. Descriptores morfológicos cualitativos evaluados en las flores de cada material de cacao de la parroquia Manglaralto.

Variable	Descripción*
	Este descriptor está ligado a la presencia de antocianinas y se califica de la siguiente manera:
Color del pedúnculo	• 1= Verde: Pedúnculo sin presencia de antocianinas. • 2= Verde rojizo: Se evidencian tonalidades rojas por presencia de antocianinas, sin embargo, no es la dominante. • 3= Rojizo: Existe una gran presencia de antocianinas y no se visualiza ninguna tonalidad verde. Para clasificar los sépalos observados se tiene en cuenta la siguiente calificación:
Antocianina en sépalos	• 0= Ausentes: No hay presencia de ninguna pigmentación rojiza (sin antocianinas). • 1= Muy ligeras: Hay presencia de pigmentación rojiza, sin embargo, el color beige o crema es predominante. • 2= Intermedias: Existe presencia de antocianinas en los sépalos, en proporciones iguales a las tonalidades beige o crema. • 3= Intensas: La tonalidad rojiza es predominante en los sépalos. De acuerdo a la pigmentación de los estaminodios se clasifican de la siguiente manera:
Antocianina en estaminodios	• 0= Ausentes: Sin ninguna pigmentación rojiza (ausencia de antocianinas). • 1= Intermedias: Existe presencia de antocianina en el estaminodio, pero a su vez presenta tonalidades cremosas. • 2= Intensas: Pigmentación rojiza en todo el estaminodio Se clasifica de acuerdo a los siguientes parámetros:
Antocianina en filamentos de estambre	• 0 = Ausente: Sin ninguna pigmentación rojiza (ausencia de antocianinas) y presentan coloraciones cremas o beige. • 1 = Ligera: Existe pigmentación rojiza, sin embargo, no es abundante y predominan las coloraciones cremas o beige. • 2 = Intermedia: Presencia de pigmentación rojiza y crema o beige en igual proporción. • 3 = Intenso: Pigmentación rojiza intensa (predominante) en todo el estaminodio. Se clasifica como:
Antocianina en el limbo del pétalo	• Ausente: No hay presencia de ninguna pigmentación rojiza (sin antocianinas). • Presente: Se evidencian tonalidades rojas por presencia de antocianinas.
Color de la flor	Se clasifican de la siguiente manera: • Rojas: La flor tiene altos contenidos de antocianinas. • Blancas: La flor no presenta ningún contenido de antocianinas.

Orientación de sépalos	• Rosadas: Flores rojas con pigmentaciones blancas. • Crema: Flores blancas con pigmentaciones rojizas.
	Se clasifica de la siguiente manera: • Reflexe: La orientación de los sépalos es hacia abajo. • Horizontal: La orientación de los sépalos es en forma de mesa.
Antocianina en la parte superior del ovario	Se clasifica de acuerdo a los siguientes parámetros:
	• Ausencia: No existe ninguna pigmentación rojiza. • Presencia: Existen pigmentaciones rojizas.

*Las escalas utilizadas sirven para agrupar los resultados mediante valores porcentuales para facilitar la comparación con otras investigaciones previas.

De la misma manera, se contó con el análisis de descriptores cuantitativos utilizados por Calderon *et al.* (2018) expresados en la Tabla 3. Para su medición, se creó un montaje en una superficie plana incorporándole una hoja milimetrada, se posicionó la estructura floral en el punto inicial cuyo marcador es cero (0) y con ayuda de una lupa o microscopio se tomó registro de la medida y se lo anotó en una base de datos o ficha técnica para su posterior revisión.

Tabla 3. Descriptores morfológicos cuantitativos evaluados en las flores de cada material de cacao de la parroquia Manglaralto.

Variable	Descripción*
Longitud y ancho del pétalo	Se realiza un montaje y se coloca el pétalo en una hoja milimetrada y con ayuda de una lupa se toma la medida del largo y ancho de la estructura floral.
Longitud del estilo	• Se expresa en milímetros (mm).
	Se mide con ayuda de una hoja milimetrada y lupa.
Longitud del estigma	• Se expresa en milímetros (mm).
	Se realiza un montaje y se coloca el estigma en una hoja milimetrada y con ayuda de una lupa se toma la medida.
Longitud y ancho del sépalo	• Se expresa en milímetros (mm).
	Se realiza un montaje y se coloca el sépalo en una hoja milimetrada y con ayuda de una lupa se toma la medida.

*Los valores obtenidos y unidad de medida (mm) manejarán dos cifras significativas para tener similitud con los datos reportados en otras investigaciones.

3.8.2 Variables acordes a la fenología de la floración

Para cumplir con la descripción de la fenología de la floración en sus distintas etapas, se empleará la metodología aplicada por Acalo (2022), donde se seleccionaron cuatro árboles

de cacao (CCN-51 y Nacional), y se realizó ocho tomas fotográficas con un teléfono celular que evidenciaron la secuencia de este fenómeno, el cual, se le anexó una leyenda compuesto por viñetas que permitió describir las características propias de cada imagen, de tal manera, en que se obtuvo una imagen compuesta (collage) que representó el avance de la floración en campo teniendo en cuenta la siguiente variable:

Patrón fenológico: Se realizó observaciones y registros de los cambios morfológicos en las etapas fenológicas de la floración, desde las yemas florales hasta el cuajado o presencia de fruto, a su vez, se ejecutó una toma fotográfica del desarrollo progresivo de las estructuras florales, para ello se estableció un área fija de muestreo en el árbol, compuesto por cuatro secciones cuadradas del árbol (uno en cada dirección cardinal), con una dimensión de 20 x 20 cm, en un lapso de 3 semanas definiendo las siguientes etapas de desarrollo:

- Fase A: Yema inicial
- Fase B: Yema Hinchada
- Fase C: Elongación inicial del pedicelo
- Fase D: Cambio de coloración del botón floral
- Fase E: Elongación máxima del pedicelo y madurez floral
- Fase F: Preantesis
- Fase G: Antesis
- Fase H: Formación inicial del fruto

3.8.3 Variables conformes a los procesos reproductivos

Con respecto al registro de los procesos productivos en la flor de cacao, se ejecutó una observación en campo, analizando los cuatro árboles de cacao usados para el registro de la fenología de cacao, el cual, se aplicó la metodología aplicada por Torres *et al.* (2023) donde hicieron un seguimiento semanal que consiste en la cuantificación de cada variable por fecha de muestreo, en un ciclo de observación comprendido en dos semanas a partir de la fase de Antesis floral, para ello se definieron las siguientes variables:

- Número de flores a los 1, 7 y 14 días: Se contabilizó la cantidad de flores en una dimensión de 20 x 20 cm de los distintos árboles de cacao.
- Porcentaje de flores caídas a los 14 días: Se calculó el porcentaje de flores caídas a partir del número de flores totales a los 14 días.
- Número de flores fecundadas: Cantidad de flores fecundadas a los 14 días.

- Porcentaje de cuajado de fruto: Se estimó el Porcentaje de frutos iniciales a partir del número de flores totales a los 14 días.

3.9 Método de análisis de datos

Una vez finalizado la observación en campo, los datos obtenidos se los analizó mediante estadística descriptiva, con el objetivo de organizar e interpretar la información obtenida en la investigación. Para ello, se utilizó tablas que permitieron sistematizar las variables como características morfológicas-fisiológicas de la flor, procesos reproductivos y etapas fenológicas, complementándolos con promedios representativos para evidenciar las variaciones observadas facilitando la identificación de patrones en la floración y su incidencia en la producción.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización morfológica de la floración

4.1.1 Color del pedúnculo de las flores

Los resultados de la Tabla 4 hacen referencia al color del pedúnculo de la flor de cacao medidos en una escala de color: Verde, verde rojizo y rojizo. Se reportan porcentajes que van entre 0 y 90% para las categorías evaluadas. Se observó que el carácter rojizo tiende a expresarse mucho más en la mayoría de los materiales analizados, alcanzando altos valores en más de un genotipo. Se registró que el material EET-554 obtuvo el mayor porcentaje en una coloración verde (30%). Con respecto al parámetro verde rojizo, se tiene que el EET-95 y EET-75 mostraron cifras del 40%. Sin embargo, analizando el carácter rojizo el CCN-51 obtuvo el mayor valor con el 90%.

Tabla 4. Color del pedúnculo (%) en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.

Material	Verde (%)	Verde rojizo (%)	Rojizo (%)
EET-95	0	40	60
EET-96	0	20	80
EET-103	0	20	80
EET-554	30	30	40
EET-558	20	30	50
EET-575	20	40	40
EET-576	10	20	70
CCN-51	10	0	90
PC	11.25%	25.00%	63.75%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.2 Contenido de antocianina en sépalos

La información presentada en la Tabla 5 proyecta una variabilidad entre 0 y 70% en la intensidad de antocianina en sépalos, utilizando una escala cualitativa conformada por cuatro niveles: Ausente, muy ligera, intermedia e intensa. En los materiales evaluados se aprecia una mayor frecuencia en las categorías ausente y muy ligera, sin destacar el criterio de que muchos materiales inducen a tener una intensidad marcada en la coloración.

El material EET- 554 mostró la mayor ausencia de antocianina en los sépalos con un 70%. Los materiales EET-96 y EET-576 tienden en un 40% a una presencia muy ligera. El EET-103 obtuvo un contenido intermedio de antocianina en el 50% de las flores analizadas.

Se obtuvo al CCN-51 con la mayor presencia de antocianina en sus sépalos, teniendo el carácter de ser intensa en un 70%, superando por mucho a los demás materiales analizados.

Tabla 5. Contenido (%) de antocianina en sépalos de las flores de cacao en la parroquia Manglaralto.

Material	Ausente (%)	Muy ligera (%)	Intermedia (%)	Intensa (%)
EET-95	40	10	30	20
EET-96	30	40	20	10
EET-103	20	20	50	10
EET-554	70	30	0	0
EET-558	50	20	0	30
EET-575	50	30	20	0
EET-576	50	40	10	0
CCN-51	10	10	10	70
PC	40.00%	25.00%	17.50%	17.50%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.3 *Contenido de antocianina en estaminodios*

Con relación a la Tabla 6, los datos fueron clasificados a partir de descriptores cualitativos en una escala de ausente, intermedia e intensa. Se evidenció valores porcentuales comprendidos entre 10 y 80%. Se logró destacar el predominio de la expresión intermedia, cuyo promedio fue de 37.50%, la denominación intensa ocupó el segundo lugar con un valor del 32.50%, seguida de la ausencia de antocianina en un 30.00%. El genotipo EET-558 y EET-576 presentaron en un 50% la categoría ausente, mientras que, el clon CCN-51 obtuvo la mayor cantidad de flores con un contenido intermedio (80%). Dentro del carácter intenso el material EET-95 y EET-96 resaltaron en comparación con los demás con un 60%.

Tabla 6. Contenido de antocianina (%) en estaminodios de las flores de cacao en la parroquia Manglaralto.

Material	Ausente (%)	Intermedia (%)	Intensa (%)
EET-95	10	30	60
EET-96	10	30	60
EET-103	40	20	40
EET-554	40	30	30
EET-558	50	20	30
EET-575	30	50	20
EET-576	50	40	10
CCN-51	10	80	10
PC	30.00%	37.50%	32.50%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.4 Contenido de antocianina en filamentos del estambre

Con respecto a la Tabla 7, se realizó una escala cualitativa compuesta por las categorías: ausente, ligera, intermedia e intensa, en ella se muestra el contenido de antocianina en los filamentos del estambre de las flores de cacao, cuyos porcentajes registrados se mantuvieron entre 0 y 80%, llegándose a destacar la categoría intensa con un promedio de 34.75%, seguida de la intermedia con 31.25%.

Se encontró que el material EET-558 presentó la mayor ausencia de antocianina en el filamento del estambre (20%). A su vez, el EET-96 obtuvo una presencia ligera en un 40%. Los que resaltaron en un rango intermedio fueron el EET-96 y EET-558 con un 50%. El material EET-95 presentó una intensa cantidad de antocianina en el filamento por hasta un 80%.

Tabla 7. Contenido de antocianina (%) en filamentos del estambre en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.

Material	Ausente (%)	Ligera (%)	Intermedia (%)	Intensa (%)
EET-95	0	20	10	80
EET-96	0	40	50	10
EET-103	0	20	40	40
EET-554	10	0	30	60
EET-558	20	10	50	20
EET-575	0	30	30	40
EET-576	10	30	30	30
CCN-51	50	30	10	10
PC	11.25%	22.50%	31.25%	34.75%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.5 Contenido de antocianina en el limbo del pétalo

En la Tabla 8, se expone el contenido de antocianina en el limbo del pétalo de la flor, los resultados obtenidos se los organizó en dos categorías: Ausente y presente. Los porcentajes observados oscilaron entre 20 y 80%. Se registró un predominio en la categoría ausente (56.25%) superando a la categoría presente (43.75). Los hallazgos registrados detectan a los materiales EET-95 y EET-558 con una ausencia de antocianina en el limbo del pétalo (70%). Contrastando a lo anterior, el material que más destacó con la presencia de este parámetro en la flor fue el CCN-51 que obtuvo un valor del 80%.

Tabla 8. Contenido de antocianina (%) en el limbo del pétalo en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.

Material	Ausente (%)	Presente (%)
EET-95	70	30
EET-96	60	40
EET-103	50	50
EET-554	60	40
EET-558	70	30
EET-575	60	40
EET-576	60	40
CCN-51	20	80
PC	56.25%	43.75%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.6 Cantidad de antocianina en la parte superior del ovario

La Tabla 9 indica la cantidad de antocianina en la parte superior del ovario de las flores de cacao a partir de dos categorías: Ausencia y Presencia. Se obtuvo una tendencia entre los materiales de entre el 30 y 70%, destacándose la categoría presencia con un promedio del 51.25% sobre la ausencia 48.75%. Se encontró que el material EET-576 presentó la mayor ausencia (70%) de antocianina en la parte superior del ovario. Con respecto al otro carácter, el CCN-51 fue el que obtuvo la mayor presencia en un 70% de las flores evaluadas.

Tabla 9. Cantidad de antocianina (%) en la parte superior del ovario en flores de cacao de la parroquia Manglaralto.

Material	Ausencia (%)	Presencia (%)
EET-95	40	60
EET-96	60	40
EET-103	40	60
EET-554	60	40
EET-558	40	60
EET-575	50	50
EET-576	70	30
CCN-51	30	70
PC	48.75%	51.25%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.7 Color de la flor

La Tabla 10 presenta la distribución porcentual del color de la flor de cacao, a través de cuatro caracteres: roja, blanca, rosada y crema, destacándose las categorías crema

(47.50%) y rosada (43.75%) como las de mayor frecuencia. Con respecto a los otros caracteres, de manera general la coloración blanca tuvo una mínima expresión con apenas el 8.75%. En este apartado se muestra que ningún material de cacao mostró un valor porcentual en flores rojas. El EET-575 mostró un 30% en flores blancas. El clon CCN-51 representó la mayor cantidad de flores rosadas (80%), Con respecto a las flores color crema, el EET-95, EET-554 y EET-558 mostraron este carácter en un 70% de las flores analizadas.

Tabla 10. Color de la flor de cacao (%) en la parroquia Manglaralto.

Material	Roja (%)	Blanca (%)	Rosada (%)	Crema (%)
EET-95	0	0	30	70
EET-96	0	20	30	50
EET-103	0	0	70	30
EET-554	0	10	20	70
EET-558	0	0	30	70
EET-575	0	30	30	40
EET-576	0	10	60	30
CCN-51	0	0	80	20
PC	0.00%	8.75%	43.75%	47.50%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.8 Orientación de los sépalos

Con respecto a la Tabla 11, en ella se resumen los valores porcentuales de la orientación de los sépalos en las flores evaluadas, con un registro que varió entre 0 y 100%, observándose una mayor inclinación para el carácter horizontal (62.50%) con respecto a la orientación reflexe (37.50%). De acuerdo con la información, el material EET-576 presentó el mayor porcentaje (80%) con orientación reflexe en los sépalos. Con respecto a la orientación horizontal, el EET-95 obtuvo que el 100% de sus flores presentaron esta cualidad. No obstante, existe el material EET-558 que obtuvo valores similares para ambas propiedades.

Tabla 11. Resumen porcentual de la orientación de sépalos de las flores de cacao en la parroquia Manglaralto.

Material	Reflexe (%)	Horizontal (%)
EET-95	0	100
EET-96	20	80
EET-103	10	90
EET-554	40	60
EET-558	50	50
EET-575	60	40

EET-576	80	20
CCN-51	40	60
PC	37.50%	62.50%

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.9 *Largo y ancho del pétalo*

De acuerdo con la Tabla 12, en ella se presentan las dimensiones del pétalo de la flor de cacao, considerando las variables largo y ancho, obteniendo valores que comprenden desde 4.73 y 6.35 mm para el largo, y entre 1.99 y 2.93 mm para el ancho. Con relación al largo del pétalo, el genotipo CCN-51 obtuvo el mayor valor con 6.35 mm, mientras que el EET-96 registro el menor rango con 4.73 mm, de la misma manera, refiriéndonos a las medidas registradas del ancho del pétalo, el material CCN-51 fue el que presentó la mayor longitud (2.93 mm).

Tabla 12. Largo y ancho del pétalo de la flor de cacao (mm) en los distintos materiales de la parroquia Manglaralto.

Material	Largo (mm)	Ancho (mm)
EET-95	4.89	2.28
EET-96	4.73	2.02
EET-103	4.81	2.01
EET-554	5.27	2.12
EET-558	5.14	2.17
EET-575	5.22	1.99
EET-576	5.33	2.16
CCN-51	6.35	2.93
PC	5.22 mm	2.21 mm

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.10 *Largo y ancho del sépalo*

En función de la Tabla 13, se expone las dimensiones del sépalo de la flor de cacao por medio de dos variables (largo y ancho). Obteniéndose registros de entre 6.25 y 7.56 mm para el largo y entre 1.62 y 2.24 mm para el ancho. En función de los resultados expuestos, el material CCN-51 registró los valores más elevados en ambos caracteres, obteniendo un largo de 7.56 mm y ancho de 2.24 mm en el sépalo de la flor.

Tabla 13. Largo y ancho del sépalo de la flor de cacao (mm) en los distintos materiales de la parroquia Manglaralto.

Material	Largo (mm)	Ancho (mm)
EET-95	7.02	1.98
EET-96	6.81	1.84

EET-103	7.04	1.62
EET-554	7.37	1.99
EET-558	6.67	1.95
EET-575	6.25	2.11
EET-576	6.97	2.10
CCN-51	7.56	2.24
PC	6.96 mm	1.98 mm

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.1.11 Largo del estigma y estilo

Los resultados consignados en la Tabla 14, presentan la longitud del estigma y del estilo de la flor de cacao, donde se registraron valores de entre 0.32 y 0.50 mm para el estigma, y entre 1.60 y 1.95 mm para el estilo, observándose una mayor variación en esta última estructura. El material con la mayor longitud del estigma es el EET-95 (0.50 mm), y el de menor rango fue el CCN-51 con 0.36 mm respectivamente, a comparación del estilo, cuyo genotipo EET-575 obtuvo el mayor valor con 1.95 mm y el EET-96 con la menor dimensión en tal estructura (1.60 mm).

Tabla 14. Longitud del estigma y estilo en la flor de cacao (mm) en los distintos materiales de la parroquia Manglaralto.

Material	Estigma (mm)	Estilo (mm)
EET-95	0.50	1.83
EET-96	0.37	1.60
EET-103	0.40	1.94
EET-554	0.35	1.75
EET-558	0.32	1.88
EET-575	0.32	1.92
EET-576	0.36	1.95
CCN-51	0.36	1.70
PC	0.37 mm	1.82 mm

*EET= Estación Experimental Tropical del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

*PC= Promedio por Carácter. *Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao.

4.2 Fenología de la floración del cacao

4.2.1 Fenología del clon CCN-51

En este apartado, se tomó como muestra representativa un solo árbol por cada material de cacao, los otros registros se encuentran en el apartado de Anexos (Figura 2A y 3A). La metodología aplicada permitió diferenciar las características en la secuencia fenológica de la flor de cacao en el clon CCN-51. Como se observa en la Figura 4 y la Tabla 15, se comprendió un total de ocho etapas totalmente diferenciadas desde la yema inicial

hasta el cuajado inicial de la mazorca, en un total de 22 días. Las etapas iniciales comprenden la mayor duración del ciclo, mientras que, las etapas de Preantesis, Antesis y fecundación fueron en intervalos más cortos.

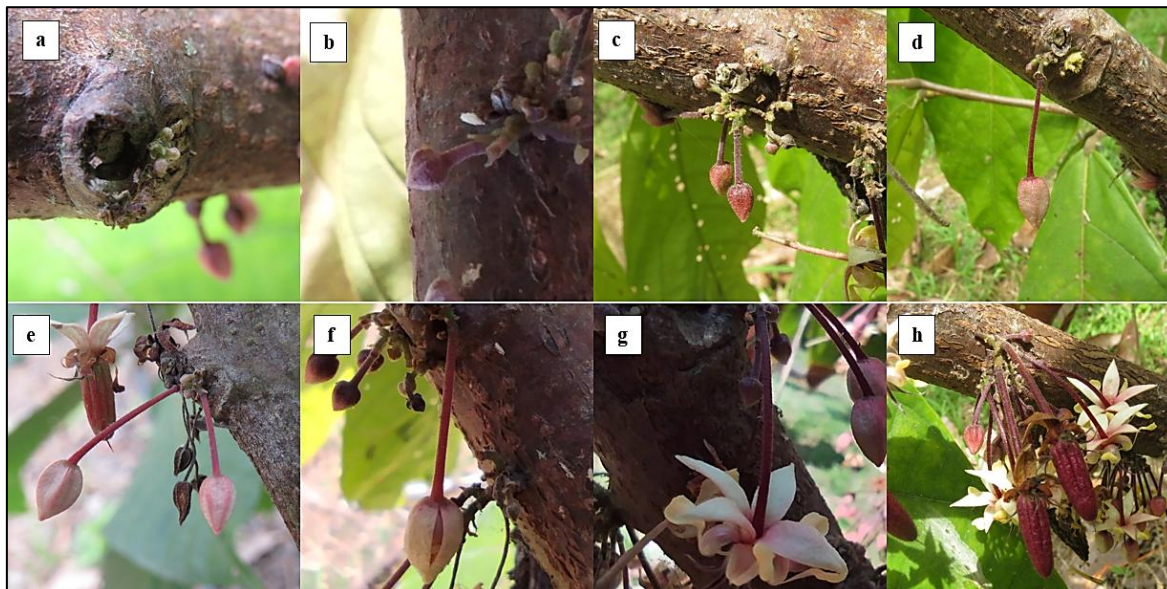


Figura 4. Etapas fenológicas del cultivo de cacao (CCN-51) captados mediante la cámara del celular en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial. b) Yema hinchada. c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis. g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.

Tabla 15. Reporte de las etapas fenológicas de la flor de cacao CCN-51 en la parroquia Manglaralto.

Etapas fenológicas	Duración del proceso (días)*
Yema inicial	0-3
Yema Hinchada	4-6
Elongación inicial del pedicelo	7-9
Cambio de coloración del botón floral	10-12
Elongación máxima del pedicelo y madurez floral	13-15
Preantesis	16-17
Antesis	17-19
Formación inicial del fruto	20-22

*La duración de las etapas fenológicas pueden variar acorde a las condiciones edafoclimáticas o fenotipo del material.

4.2.2 Fenología del cacao Nacional

La secuencia del desarrollo floral en el cacao Nacional fue representada en la Figura 5, la duración de cada etapa fenológica está registrada en la Tabla 16. El proceso del desarrollo fenológico se dio con las yemas iniciales, finalizando con el desarrollo de las

mazorcas en un total de 23 días. De la misma manera, las fases tempranas del crecimiento floral conllevaron la mayor parte del ciclo, haciendo que los periodos sean más breves desde la Antesis floral.

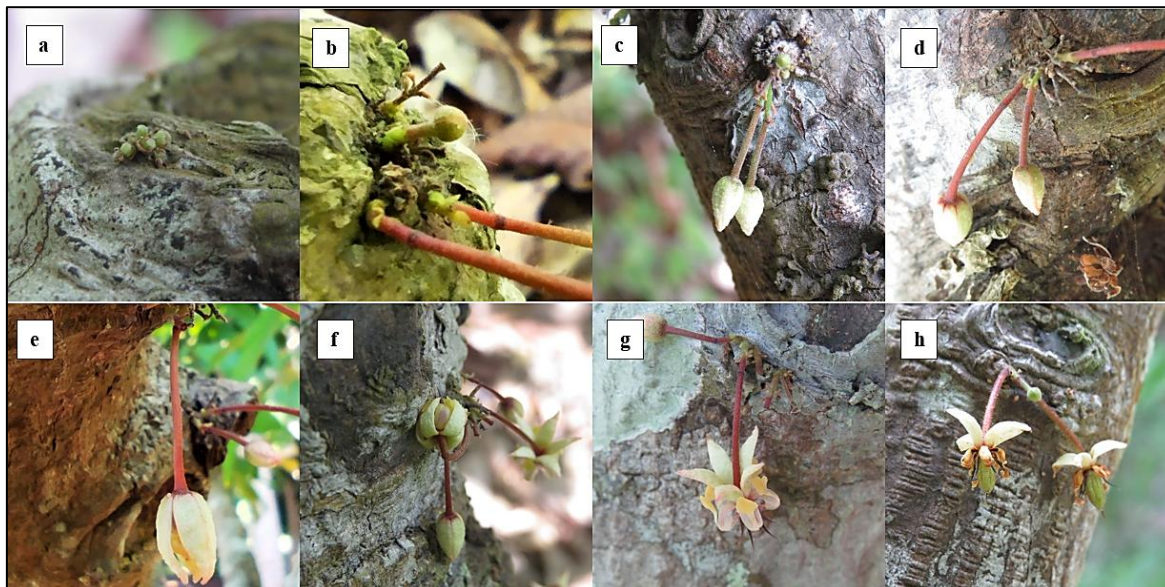


Figura 5. Etapas fenológicas del cultivo de cacao Nacional captados mediante la cámara del celular en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial b) Yema hinchada c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis. g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.

Tabla 16. Reporte de las etapas fenológicas de la flor de cacao Nacional en la parroquia Manglaralto.

Etapas fenológicas	Duración del proceso (días)*
Yema inicial	0-3
Yema Hinchada	3-5
Elongación inicial del pedicelo	6-8
Cambio de coloración del botón floral	9-11
Elongación máxima del pedicelo y madurez floral	12-14
Preantesis	15-17
Antesis	18-20
Formación inicial del fruto	21-23

*La duración de las etapas fenológicas pueden variar acorde a las condiciones edafoclimáticas o fenotipo del material.

4.3 Procesos reproductivos de la flor de cacao

La Tabla 17 corresponde al comportamiento de las flores de dos diferentes materiales de cacao (Nacional y CCN-51), en una observación de campo comprendido en 14 días en la parroquia Manglaralto a partir del proceso de Antesis en la fenología de la flor. Se registra

en ella las variables reproductivas como el número de flores al inicio (de la Antesis) y su seguimiento al cabo de 7 y 14 días, además del porcentaje de flores caídas, fecundadas y el cuajado de frutos. El clon CCN-51 presentó mayores valores en todos los parámetros analizados con respecto al material de tipo Nacional.

Tabla 17. Porcentaje de flores caídas, fecundadas y cuajado de frutos de dos materiales de cacao tras el seguimiento de 14 días en la parroquia Manglaralto.

Material	Número de flores			% Flores caídas*	Flores fecundadas*	% de frutos cuajados*
	1 día	7 días	14 días			
CCN-51	81	52	33	59.26	13	39.39
Nacional	50	33	20	60.00	1	5.00

*Material= Diferentes genotipos de árboles de cacao. *Cuajado de fruto: Aparición inicial de la mazorca. *Al cabo de 14 días.

5 DISCUSIÓN

5.1 Morfología floral del cacao en función del manejo y condiciones climáticas de Manglaralto.

Las condiciones climáticas como la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, se mantuvieron en rangos óptimos dentro del área de estudio, permitiendo de esta manera el correcto desarrollo de las estructuras florales para su posterior análisis. Autores como Roblanda (2024), menciona la importancia de relacionar las condiciones climáticas con el desarrollo de un cultivo, esto al encontrar el efecto que causan las temperaturas mínimas y precipitaciones en cultivares de cacao, sin embargo, también recalca la influencia de otros factores como el manejo o la selección de germoplasma.

Acorde a los resultados cualitativos obtenidos en la morfología floral, se lograron diferenciar materiales que poseen flores cuyas características fueron más representativas en cuanto al contenido de antocianina en diferentes estructuras de la flor, sin embargo, el material CCN-51 fue uno de los que más destacó en la diferenciación de tales caracteres con respecto a los otros genotipos de tipo Nacional.

Estos resultados guardan relación con lo expuesto por Cerón *et al.* (2020), quienes encontraron diferentes contenidos de antocianina en los sépalos de diferentes clones de cacao, siendo los materiales Clon ICS 1, ICS 95 y CCN-51 los que presentaban mayor intensidad rojiza en sus sépalos (variable cualitativa analizada), esto debido a la poca variabilidad genética que presentan los clones adaptados a la zona, lo que los diferencia significativamente del resto.

Siguiendo con el mismo criterio, Avendaño *et al.* (2024) y Mena (2022) describieron a familias de cacao cuya línea genética se diferenciaban a las descritas con anterioridad, mencionando que los sépalos de las flores tenían tonalidades ligeras en ese parámetro analizado de la flor. Por lo que, ante lo expuesto se deduce que tal comportamiento puede presentarse en materiales de cacao híbridos, cuya presencia se ve influenciada por las condiciones propias del ambiente o adaptabilidad de la planta, a diferencia de los materiales de un mismo clon como el CCN-51, cuyos caracteres presentan poca variabilidad tendiendo a tener estructuras más rojizos.

Además de esos factores, existen otros indicadores que podrían servir como descriptores productivos, tales como la coloración de la flor, del filamento del estambre,

antocianina en los pétalos y estaminodios, esto debido a que su presencia podría sugerir efectos en el nivel de producción dado a la atracción de insectos polinizadores, tal como expone Armijos *et al.* (2020), quienes reportaron la presencia intensa de antocianina en el filamento de la flor de cacao en un jardín de clonación en Machala, y a su vez, recalcaron la gran importancia de la relación de este carácter con su longitud para disminuir el margen de error en el proceso de polinización.

La coloración de la flor, también es fundamental dentro del proceso de polinización, por tal motivo, Lim *et al.* (2025) también realizaron aportes a esta ideología detectando la presencia de flores blancas en diversos cultivares de cacao, tal coloración lo justificaron por el genotipo del material y el posicionamiento reflexe de la flor. De la misma manera, Cerón *et al.* (2020) encontraron similitud al describir coloraciones blancas y cremas en variedades como el TSH 565, EET 8 e ICS 60 en los municipios de Marquita y Polocabido (Tolima) (Orjuela *et al.*, 2020). Por lo que, las flores que difieren del carácter de flor rosada (propio del clon CCN-51), no son las únicas que pueden tener buen nivel de producción, al aumentar las posibilidades de ser polinizadas por insectos que son atraídos por sus tonalidades.

Sin embargo, los demás aspectos cualitativos como coloración del pedúnculo, orientación del sépalo y antocianina en la parte superior del ovario, sirven para determinar la variabilidad morfológica que puede poseer la genética dentro de un lote de cacao, tal como Bidot *et al.* (2021), quienes utilizaron estos parámetros para determinar los antecedentes de diferentes plantas de cacao introducidas en el país de Cuba. Lo reportado también mantiene relación con las investigaciones realizadas por Gil *et al.* (2024) y Paredes *et al.* (2022), en los países de Colombia y Ecuador, ambas investigaciones analizaron estos criterios en los cultivares de cacao, concluyendo que tales caracteres se ven más influenciadas en clones de tipo híbrido tal como los que usaron en sus respectivos estudios (cacao tipo Amazónico y CNCh12).

De la misma manera, considerando como referencia las medidas tomadas del pétalo y sépalo se pudo corroborar que el clon CCN-51 presentó los promedios más elevados con respecto a los demás genotipos de tipo Nacional, sin embargo, este criterio entra en contraste al analizar el apartado de las longitudes del estigma y estilo, donde el EET-103 y EET-576 presentaron valores superiores.

Tal comportamiento puede ser atribuido a lo señalado por Tejada *et al.* (2025), quienes indican que la expresión de determinadas estructuras morfológicas son en respuesta a la interacción entre genotipo-ambiente, determinando así la variabilidad observada en campo con los materiales evaluados. Sin embargo, existe otro factor que juega un papel fundamental en este criterio, el cual es el manejo agronómico que está estrictamente relacionado con la expresión fenotípica.

Las actividades como riego, control fitosanitario, fertilización, etc., son las responsables de modificar los recursos y condiciones que interactúan con la planta. Bajo este contexto, a pesar de que todos los genotipos fueron evaluados en una misma zona climática subtropical, cada árbol tiende a tener una capacidad diferente que responde a las condiciones climáticas así como también al manejo que recibe.

Este criterio se ve reflejado en la investigación realizado por Ponce (2020) con la biología reproductiva del cacao blanco en la provincia de Napo-Ecuador, quien obtuvo en su estudio un promedio del largo y ancho del sépalo de 6.44 y 2.38 mm, la obtención de tales medidas los atribuyó al comportamiento de los morfotipos con el clima propio del entorno, otros autores como Sacoto *et al.* (2022) registraron valores que difieren a los obtenidos, con un promedio de 8.70 mm para el largo y 2.03 mm de ancho del sépalo. Estas longitudes se deben a la zona de Naranjal-Ecuador (área de estudio), la cual, está adaptada para obtener ejemplares productivos, por ende, el manejo agronómico que reciben las plantas es con la finalidad de obtener flores en óptimas condiciones y así maximizar la producción.

Hasta este punto, el clon CCN-51 ha presentado una mayor expresión morfológica respecto a los materiales de tipo Nacional, esto debido a sus propiedades genéticas que lo hacen superior a otros clones, incluso a adaptarse a diversas condiciones de manejo tales como condiciones edafoclimáticas desfavorables o salinidad en el agua de riego (Borbor, 2021). Esta respuesta adaptativa se debe a su mayor vigor fisiológico y capacidad de ajuste osmótico, características fundamentales de su historial genético que permiten la continuidad en la expresión de sus etapas fenológicas o reproductivas. Sin embargo, ante mayores niveles de salinidad, existe el riesgo de que afecte a procesos como absorción de nutrientes o actividad fotosintética (Majeed & Muhammad, 2019).

5.2 Fenología floral del cacao

De la misma manera, existió una diferencia en el desarrollo fenológico de la floración en ambos materiales analizados. Con relación a los botones florales, se reportó una similitud en esta fase inicial para ambos genotipos, sin embargo, tal comportamiento se disipó en las demás etapas posteriores, reflejándose en la duración total del ciclo fenológico siendo para el CCN-51 un total de 22 días, en comparación con el Nacional que duró un total de 23 días, lo que evidencia la importancia del primer genotipo para la producción, esto se debe al corto tiempo que conlleva para la disposición de flores maduras en el proceso de polinización respecto a otros materiales.

Cango y Muñoz (2025) en su estudio analizaron la cantidad de cojinetes florales antes y después de la aplicación de activadores (hormonales) en plantas de cacao. Los autores obtuvieron un registro de hasta cuatro cojinetes florales por unidad experimental antes de la aplicación de los distintos tratamientos, después de la aplicación de los activadores, los promedios se elevaron hasta 19 cojinetes por planta. Teniendo en cuenta el tratamiento testigo (sin tratamiento), se puede intuir que en condiciones óptimas los árboles de cacao pueden iniciar su ciclo fenológico en igual proporción, es decir, presentan una similitud en las primeras fases iniciales (aparición de brotes y yemas florales), los cuales se diferenciarán tras el paso del tiempo.

Por lo tanto, conocer sobre la fenología floral es de vital relevancia, puesto que, esto les permite a los agricultores determinar el momento oportuno para poder implementar prácticas agrícolas que tengan como finalidad favorecer el ámbito productivo en el cultivo de cacao. Esta idea les permitirá incorporar un plan de inducción floral, optimizar las condiciones de nutrición, sanidad o disponibilidad hídrica en el establecimiento del cultivo; con la finalidad de aumentar la probabilidad de obtener mazorcas mediante la aparición de flores y elevar los procesos de polinización, sobre todo en los materiales que presentan un menor porcentaje de antocianina en sus estructuras florales, tal como es el caso del tipo Nacional.

Para poder optimizar tales procesos de polinización, es necesario tener en consideración otro punto crítico en la fenología floral “La Antesis”. Esta es una fase determinante, puesto que, es el indicador inicial de la apertura de la flor y la disponibilidad para la recepción del polen. Tras la observación en campo se evidenció que la apertura floral

ocurre en un periodo específico del día, entre los días 17 y 20 después de la aparición de los brotes florales. El clon CCN-51 presentó un periodo más breve de tal fenómeno en comparación con el genotipo Nacional.

Sin embargo, a pesar de tal diferenciación de un día, la duración del proceso en ambos genotipos fue el mismo, un total de dos días, tal como lo evidencia Meneses (2019) que en su investigación recalcó que las flores se encuentran completamente abiertas en horas de la mañana y tienen una duración de hasta 48 horas. Este comportamiento fenológico presenta una importancia biológica al definir la ventana de tiempo efectiva para que ocurran los procesos de polinización, por lo tanto, las pequeñas variaciones de tiempo o sincronización de la antesis pueden repercutir significativamente con la eficiencia reproductiva del cacao.

Desde el punto de vista agronómico, conocer sobre el proceso de la antesis es imprescindible para los agricultores de cultivares de cacao, esto radica, en que su conocimiento permite entender el momento exacto de la mayor receptividad floral y en qué momento está más vigente la actividad de los polinizadores. Tal como menciona Ríos *et al.* (2023), donde recalcan que este proceso puede ser aprovechado para mejorar la eficiencia de la polinización, por lo tanto, sirve a los productores para implementar estrategias de polinización asistida en sus parcelas, si en tal caso no poseen en sus cultivares polinizadores biológicos. Teniendo en cuenta aquello, una adecuada interpretación de los puntos críticos de la fenología de la floración puede ser usada para el beneficio del agricultor.

5.3 Procesos reproductivos de la floración del cacao

Según Wibaux *et al.* (2024) la productividad floral, cuajado de frutos y periodicidad de los eventos de floración son altamente variables entre cultivares. Tal teoría pudo ser evidenciado con los resultados expuestos en el presente estudio, puesto que, se reportó una tendencia reductora en el número de flores a lo largo del seguimiento en cada material evaluado, destacándose el clon CCN-51 quien mostró un mayor desempeño productivo en la formación de mazorcas iniciales en comparación con el cacao de tipo Nacional.

En la primera fase productiva “polinización”, se observó que una gran proporción de las flores (al final del seguimiento) no pudo avanzar hacia las siguientes etapas reproductivas, hecho marcado en el porcentaje de flores caídas. Ambos materiales presentaron una alta pérdida de estructuras florales al cabo de 14 días, para el caso del clon

CCN-51 fue de 59.29%, mientras que en el material Nacional este valor incrementa hasta un 60%. A simple vista tal valor no representa un punto importante en la productividad, sin embargo, analizando a profundidad un mayor número de flores puede marcar la diferencia en el incremento del porcentaje de polinización.

Este concepto fue reportado por Jaimez *et al.* (2022), quienes mencionaron que el número de flores y flores polinizadas es mayor para el clon CCN-51 que para los cacaos Nacional, recalcando que tal numeración se ve reflejada por la viabilidad del polen que es mucho mayor para el primer genotipo en contraste con el otro material. Por lo tanto, este comportamiento puede asociarse a una baja eficiencia natural de polinización en el cacao, puesto que, la actividad de los polinizadores es mucho menor para las flores de cacao Nacional debido a las características morfológicas que estos poseen.

De la misma manera, en la fase de Fecundación el clon CCN-51 logró destacar en este parámetro registrando 13 flores fecundadas en comparación con el genotipo Nacional con apenas una flor. Estos valores superan a los presentados por Torres *et al.* (2023) que obtuvo un 6.7% de flores que llegaron a fruto en cacao Ecotipo Complejo Trinitario Mexicano en el Sureste de México, evidenciando este comportamiento de la variedad Nacional incluso con otros genotipos. Por lo tanto, tal diferencia corresponde a una mayor eficiencia reproductiva en el clon CCN-51, lo cual, puede estar relacionada a las estructuras morfológicas que posee la flor, las dimensiones del pétalo y sépalo, además de la presencia de antocianina en diversas partes florales representan un factor favorable para la recepción del polen o incluso una mayor compatibilidad como lo mencionado por Jaimez *et al.* (2022).

Ante tal argumento, la fecundación representa una de las etapas críticas, puesto que, representa el inicio del desarrollo del fruto. El clon CCN-51 alcanzó un 39.39% de frutos cuajados en comparación del Nacional con apenas un 5%, atribuyéndose a la mayor capacidad que tiene el primer genotipo para sostener el desarrollo inicial del fruto. Tales valores son superiores a lo indicado por Rodríguez y Vera (2024) quienes obtuvieron valores inferiores a 1.5% en cacao Nacional y 2.3% en el CCN-51, no obstante, los valores de polinización evidenciaron al material CCN-51 como el mejor adaptado a las condiciones edafoclimáticas tropicales y subtropicales para llevar a cabo su ciclo reproductivo.

Otros autores como Durán *et al.* (2023) analizaron el comportamiento reproductivo del clon CCN-51 en la provincia del Oro. En condiciones estándares obtuvieron como

resultado hasta dos mazorcas cuajadas al cabo de 40 días, sin embargo, al aplicar bioestimulantes (como aminoácidos o citoquinina) el rendimiento se disparó a tal punto de obtener hasta 8 frutos en el mismo periodo de tiempo. Tal comparativa lleva a la intuición de que los árboles bajo las condiciones edafoclimáticas de la parroquia Manglaralto tienen una mejor eficiencia fisiológica en la retención de frutos jóvenes, su morfología floral está adaptado a tal punto que supera a los árboles del mismo genotipo en otras regiones del país con diferentes condiciones ambientales.

Por tal motivo, el entendimiento de los procesos reproductivos del cacao resulta importante para los agricultores, esto se debe a que les permite identificar los parámetros que influyen en la formación y desarrollo de las mazorcas de cacao, los cuales, están directamente relacionadas con el rendimiento del cultivo. Conocer las variables morfológicas y fenológicas que participan en el desarrollo de la flor, les permite identificar qué materiales tienden a tener un mayor potencial reproductivo y con ello a adaptarse a las condiciones locales.

Sin embargo, también les ayuda en la toma de decisiones para así adquirir los manejos agronómicos que permitan mejorar la productividad del cultivo de cacao, optimizando las prácticas como fertilización, riego y aspectos culturales como adecuación de sombra, agentes polinizadores, arvenses, etc.; como consecuencia el seguimiento de todos estos caracteres constituye una herramienta valiosa para los productores y así guiarlos a una producción más sustentable.

6 CONCLUSIONES

En conclusión, la morfología floral del cacao dentro de las parcelas productivas de la parroquia Manglaralto presentó variaciones en los caracteres cualitativos y cuantitativos evaluados, lo que evidencia una diferenciación entre los materiales genéticos analizados. El genotipo CCN-51 mostró una mayor expresión en determinadas características florales en comparación con el Nacional, lo cual, manifiesta la influencia del componente genético en la formación de las estructuras florales. De igual manera, las condiciones edafoclimáticas locales y prácticas de manejo tuvieron un rol en la expresión de los distintos caracteres, demostrando la importancia de la interacción genotipo-ambiente y la adaptabilidad de los materiales ante condiciones adversas como la salinidad.

Respecto a la fenología de la floración, se determinó que los materiales evaluados tienden a tener una secuencia definida, con una duración y sincronización que presentó una ligera variación entre los dos genotipos (CCN-51 y Nacional), hecho que se evidencia más a partir de la fase de antesis. De igual manera, se obtuvo que las condiciones edafoclimáticas propias de la parroquia Manglaralto favorecen la aparición de estructuras florales, sin embargo, la expresión y duración de cada fase está ligado más al material genético y posterior manejo que se le da al cultivo.

A su vez, se encontraron diferencias en la comparación de los procesos reproductivos en los materiales evaluados, presentando un mejor desempeño en este parámetro al genotipo CCN-51. Teniendo que en teoría un árbol de cacao pierde el 99% de sus flores en todo su ciclo reproductivo, en campo se comparó que ambos materiales de cacao presentaron un 60% en la caída de flores, tal comportamiento es atribuido por el manejo agronómico e interacción del genotipo con el medio ambiente, de esta manera, el clon CCN-51 mostró una mayor capacidad de fecundación y formación de frutos.

Tal reporte es asociado a las propias características morfológicas florales que influyen significativamente en la recepción del polen y aumentar la eficiencia de los procesos reproductivos. Por lo tanto, se evidenció la importancia de asociar los caracteres morfológicos junto con la fenología floral para aumentar la aparición de mazorcas de los árboles de cacao y mejorar la eficiencia productiva.

Se recomienda a las futuras investigaciones realizar la evaluación del ciclo productivo a partir de los 21 días, tomando como referencia el desarrollo de la mazorca después del cuajado del fruto, con la finalidad de abarcar todas las fases completas de producción y a su vez considerar variables climáticas que puedan influir significativamente en la fenología, procesos de polinización y obtención de mazorcas en el cultivo de cacao, además de incluir un mayor número de genotipos.

También se menciona el expandir el número de variables en la morfología floral, tales como número de ovarios dentro del óvulo, las dimensiones del óvulo, cantidad de polen; fundamentales para aportar en el criterio de como los componentes morfológicos y fenológicos influyen significativamente en los aspectos productivos del cultivo de cacao, a su vez analizar estos parámetros expandiendo la cantidad de flores por cada material de cacao.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acalo, H., 2022. Análisis biomorfo del cacao del cantón Joya de los Sachas aplicada al diseño de bordados. (Titulación). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, Ecuador.
- Adet, L., Rozendaal, M., Zuidema, P., Vaast, P., Anten, P., 2024. Cocoa tree performance and yield are affected by seasonal rainfall reduction. *Agric. Water Manag.* 302, 108995. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108995>
- Alvarado, A., Carrera, D., Morante, J., 2018. Importancia de la mosquilla *forcipomyia* spp. En la polinización y producción del cultivo de cacao. *DELOS Desarro. Local Sosten.* 11, 20.
- Armijos, F., Guerrero, N., Batista, M., 2020. Análisis de la diversidad morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L.) del jardín clonal de la Universidad Técnica de Machala. *Rev. Científica Agroecosistemas* 8, 45–57.
- Avendaño, C., Martínez, M., Porog, K., Reyes, A., Martínez, L., García, P., 2024. Descripción y registro legal de la variedad de cacao (*Theobroma cacao* L.) var. CES-6. *Agro Divulg.* 4, 9–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.54767/ad.v4i4.342>
- Bidot, I., Fernández, Y., Bertin, P., Marie, H., Conrado, M., Valdés, M., Declerck, S., Decock, C., 2021. Diversidad morfológica, genética y fitopatología del cacao (*Theobroma cacao* L.) tradicional cubano. *An. Acad. Cienc. Cuba* 11.
- Borbor, J., 2021. Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del centro de apoyo Manglaralto UPSE. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Santa Elena.
- Calderon, L., Suarez, D., Hincapié, O., 2018. Protocolo para la caracterización morfológica de árboles élite de cacao (*Theobroma cacao* L.), 1st ed. Compañía Nacional de Chocolates, Medellín, Colombia.
- Cango, I., Muñoz, N., 2025. Evaluación de la inducción floral en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante la aplicación de dos activadores fisiológicos y un hormonal. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.
- Cavallini, Q., Morel, P., Monniaux, M., 2021. Petal Cellular Identities. *Front. Plant Sci.* 12, 745507. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.745507>
- Cedeño, L., Sánchez, P., Faubla, R., Borrero, A., Bermúdez, G., 2019. Floración y diversidad de insectos polinizadores en un sistema monocultivo de cacao. *Rev. ESPAMCIENCIA* 10, 1–7.

- Cerón, I., García, M., Rodríguez, E., Cubillos, A., Polanco, E., López, M., Parra, E., Moreno, J., Quiñones, F., 2020. Estrategias tecnológicas para el manejo del cultivo y el beneficio del cacao. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA, Fedecacao, Colombia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.institutional.7403572>
- Cruz, L., 2021. Fenología floral, viabilidad de polen y receptividad del estigma en *Magnolia hernandezii* (Molinillo) (Tesis de Grado). UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, Bogotá, Colombia.
- Dani, D., Rokhmah, D., 2022. A review of the role of pollination on the yield of cocoa plant. J. Kultiv. 21, 249–255. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v21i3.41513>
- Durán, C., Zambrano, J., Machuca, C., 2023. Inducción floral por bioestimulación en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). ECOAgropecuaria Rev. Científica Ecológica Agropecu. 2, 34–42. <https://doi.org/10.53591/recoa.v2i2.1673>
- Erazo, C., Vera, J., Tuarez, D., Vásquez, L., Alvarado, K., Zambrano, C., Mindiola, K., Mora, R., Revilla, K., 2023. Caracterización fenotípica en flores de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en 40 híbridos experimentales en la finca experimental La Represa. Bionatura 8, 1–9. <https://doi.org/10.21931/RB/2023.08.03.11>
- Garay, I., Villarruel, M., Díaz, A., Chávez, R., Herrera, J., 2024. Factores climáticos en el desarrollo y producción de cacao en Úrsulo Galván, Veracruz, México. Agron. Mesoam. 35. <https://doi.org/10.15517/am.2024.54337>
- Gardner, E., Gagn, R., Kendra, P., Montgomery, W., Raguso, R., McNeil, T., Zerega, J., 2018. A Flower in Fruit's Clothing: Pollination of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*, Moraceae) by a New Species of Gall Midge, *Clinodiplosis ultracrepidata* sp. nov. (Diptera: Cecidomyiidae). Int. J. Plant Sci. 179, 350–367. <https://doi.org/10.1086/697115>
- Gil, A., Jaimes, A., Vega, F., Martinez, H., Bautista, H., Urrego, J., Becerra, E., Hincapié, Ó., Hernández, P., Quiroz, I., Díaz, N., 2024. Obtención de un nuevo cultivar de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia “CNCH 12.” Temas Agrar. 29, 82–99. <https://doi.org/10.21897/gg0cg694>
- Gómez, I., 2026. Análisis de estudios científicos sobre la morfología floral como estrategia adaptativa de las Angiospermas al ambiente. Investig. Pensam. Crít. 14, 10–19. <https://doi.org/10.37387/ipc.v14i1.428>

- Google Maps, 2026. Centro de Apoyo UPSE extensión Manglaralto [WWW Document]. Google Maps. URL <https://www.google.com/maps/> (accessed 7.12.26).
- INAMHI, 2026. Condiciones Edafoclimáticas de la Parroquia Manglaralto [WWW Document]. URL <https://servicios.inamhi.gob.ec/> (accessed 7.12.26).
- Jaimez, R., Barragan, L., Fernández, M., Wessjohann, L., Cedeño, G., Sotomayor, I., Arteaga, F., 2022. *Theobroma cacao* L. cultivar CCN 51: a comprehensive review on origin, genetics, sensory properties, production dynamics, and physiological aspects. *PeerJ* 10, e12676. <https://doi.org/10.7717/peerj.12676>
- Jaramillo, A., Guerrero, N., Guncay, G., 2022. Morfología floral en 20 árboles élite de la colección de Cacao de la Utmach. *Rev. Científica Agroecosistemas* 10, 58-64.
- Jaramillo, M., Reyes, J., Jiménez, P., 2024. Floral biology and flower visitors of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the upper Magdalena Valley, Colombia. *Flora* 313, 152480. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2024.152480>
- Leonardo, B., Isaí, V., 2025. Efecto de la aplicación de enmiendas edáficas en la floración y cuajado del fruto del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Polo Conoc.* 10, 797–816. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i9.10353>
- Lim, S., Baek, I., Hong, S., Lee, Y., Kirubakaran, S., Kim, M., Meinhardt, L., Park, S., Ahn, E., 2025. Cacao floral traits are shaped by the interaction of flower position with genotype. *Heliyon* 11, e42407. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42407>
- Maio, K., Moubayidin, L., 2024. ‘Organ’ising Floral Organ Development. *Plants* 13, 1595. <https://doi.org/10.3390/plants13121595>
- Majeed, A., Muhammad, Z., 2019. Salinity: A Major Agricultural Problem—Causes, Impacts on Crop Productivity and Management Strategies, in: Hasanuzzaman, M., Hakeem, K., Nahar, K., Alharby, H. (Eds.), *Plant Abiotic Stress Tolerance: Agronomic, Molecular and Biotechnological Approaches*. Springer International Publishing, Cham, pp. 83–99. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06118-0_3
- Maple, R., Zhu, P., Hepworth, J., Wang, J., Dean, C., 2024. Flowering time: From physiology, through genetics to mechanism. *Plant Physiol.* 195, 190–212. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae109>
- Martins, A., Camargo, G., Morellato, P., 2021. Flowering Phenology and the Influence of Seasonality in Flower Conspicuousness for Bees. *Front. Plant Sci.* 11, 594538. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.594538>

- Mejía, X., Loor, M., Anchundia, Á., López, C., Erazo, E., 2023. Diagnóstico del manejo agronómico del cultivo de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en pequeños productores del cantón el Carmen, Manabí. Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip. 7, 2417–2432. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7089
- Mena, M., 2022. Caracterización fenotípica de seis familias híbridas de *Theobroma cacao* L., en el campus experimental “La Teodomira”– Manabí –Ecuador (Tesis de Grado). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ, Manabí, Ecuador.
- Meneses, D., 2019. Efecto de la interacción de la poda y riego por goteo sobre la fenología y los rendimientos del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Mercaderes - Cauca (Trabajo de Titulación). Universidad del Cauca, Popayán.
- Nariño, A., Menéndez, M., Lambertt, W., Selva, F., 2018. Comportamiento del cultivo del cacao en una plantación de Baracoa tras el paso del huracán Matthew. Café Cacao 17, 10–14.
- Orjuela, W., Sandoval, A., Reyes, M., 2020. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cacao en el departamento del Tolima, 1st ed. Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Paredes, N., Monteros, Á., Lima, L., Caicedo, C., Tinoco, L., Fernández, F., Vargas, Y., Pico, J., Subía, C., Burbano, A., Chanaluiza, A., Sotomayor, D., Díaz, A., Intriago, J., Chancosa, C., Andrade, A., Enríquez, G., 2022. Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía Ecuatoriana. N°125, 1st ed. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Napo, Ecuador.
- Perea, J., 2019. El cacao desde la ciencia: de la semilla al chocolate, 23rd ed. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Ponce, J., 2020. Biología reproductiva del cacao blanco (*Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl.) en Napo Ecuador (Tesis de Grado). UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM, Tena-Napo, Ecuador.
- Ríos, D., Rodríguez, F., Salazar, J., Ramírez, A., 2023. Factors associated with the pollination of the cocoa (*Theobroma cacao* L.) crop. Agron. Mesoam. 34, 52280–52280. <https://doi.org/10.15517/am.2023.52280>
- Roblanda, J., 2024. Impacto del cambio climático sobre el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la República Dominicana. Rev. Iberoam. Ambiente Sustentabilidad 7, e390–e390. <https://doi.org/10.46380/rias.v7.e390>

- Rodríguez, C., Vera, K., 2024. Servicio ecosistémico de polinización en la producción de dos tipos de cacao bajo tres sustratos alimenticios en Manabí (Trabajo de Titulación). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ, Calceta, Manabí.
- Sacoto, C., Barzallo, A., Asang, E., Garcia, J., 2022. Caracterización morfológica del cacao nacional "*Theobroma cacao* L." del cantón Naranjal, Ecuador. Rev. Tecnológica - ESPOL 34, 80–97. <https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.978>
- Sánchez, R., 2022. Estudio de enmiendas aplicadas al agua de riego, para ser utilizada en café robusta *Coffea canephora*, en la etapa de vivero en Manglaralto, Santa Elena. (Tesis de Grado). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Santa Elena.
- Sharma, B., Kramer, E., 2018. Comparative Sex Organs: Plants, in: Skinner, M.K. (Ed.), Encyclopedia of Reproduction (Second Edition). Academic Press, Oxford, pp. 124–128. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20643-2>
- Tapia, L., Iler, V., Burgos, T., Astudillo, D., 2022. Effects of pruning and fertilization on the yield of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Guayas, Ecuador. Centrosur Agrar. 1. <https://doi.org/10.37959/revista.v1i15.217>
- Tejada, J., Vilca, N., Montenegro, L., Parco, J., Fernández, E., 2025. Exploring the Agromorphological Profiles of the Cacao (*Theobroma cacao* L.) Collection from the INIA Germplasm Bank in the Amazonas Region, Peru. <https://doi.org/10.20944/preprints202509.1776.v1>
- Tomalá, O., 2022. Efecto de inductor de floración sobre la formación de frutos en el cultivo de Guanábana *Annona muricata* en la comuna Bambil Collao, Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Santa Elena.
- Torres, M., Ortiz, C., Lagunes, D., Gaspar, J., Leiva, S., Oliva, S., 2023. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE *Theobroma cacao* EN EL SURESTE DE MÉXICO. Rev. Fitotec. Mex. 46, 203. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.203>
- Wibaux, T., Normand, F., Vezy, R., Durand, J., Lauri, P., 2024. Does seasonal flowering and fruiting patterns of cacao only depend on climatic factors? The case study of mixed genotype populations in Côte d'Ivoire. Sci. Hortic. 337, 113529. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113529>

- Yagual, M., 2025. Efecto de bioestimulantes foliares en la dinámica floral y sanidad del cultivo de cacao, *Theobroma cacao* L., en la provincia de Santa Elena. (Tesis de Grado). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Río Verde, Santa Elena.
- Zambrano, E., Barreto, G., Jaimez, R., 2024. Efecto de la temperatura y la radiación sobre la respuesta fisiológica del cacao (*Theobroma cacao* L): estrategias de mejoramiento. Cienc. Tecnol. 17, 24–32. <https://doi.org/10.18779/cyt.v17i1.713>

8 ANEXOS

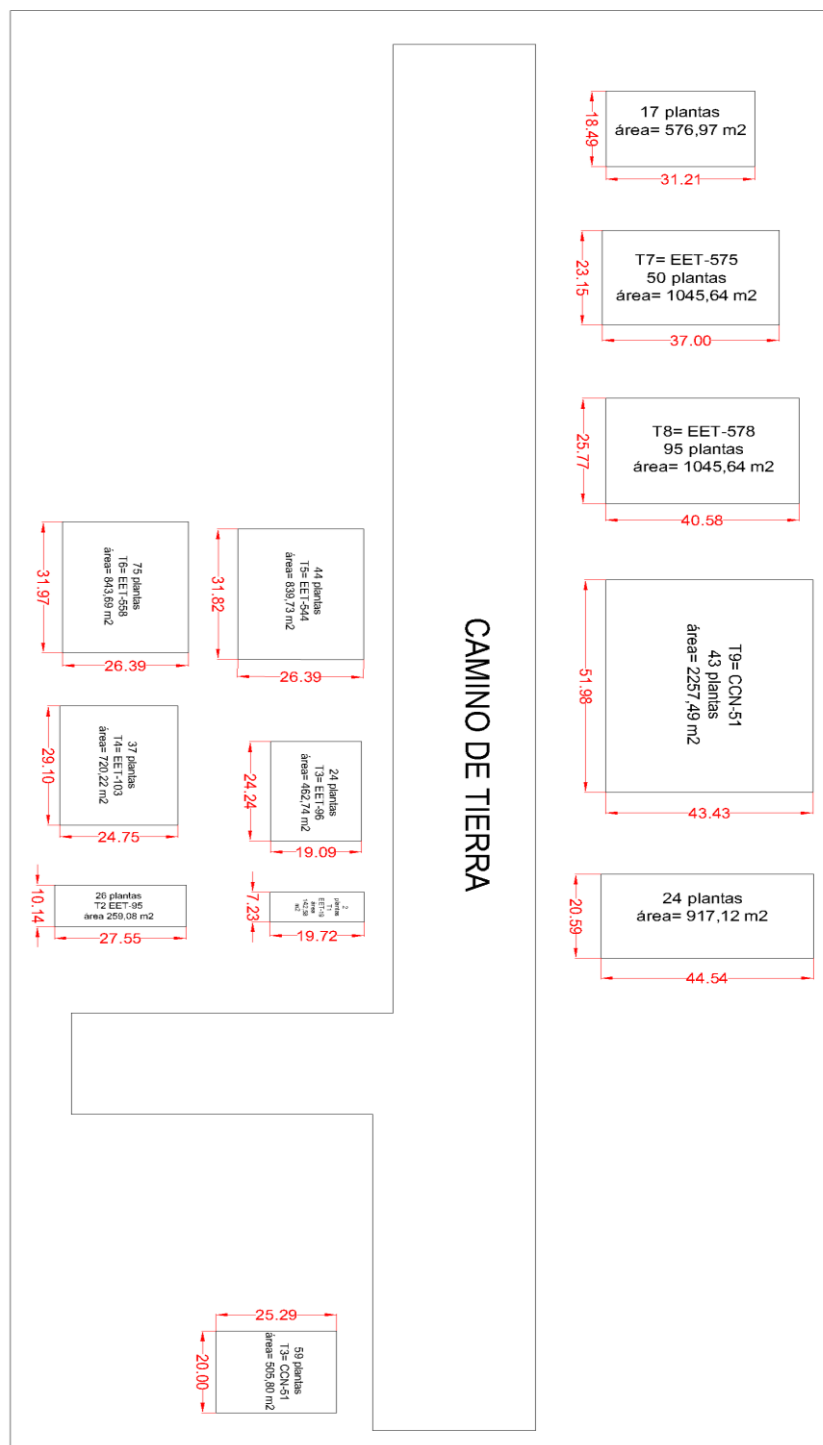


Figura 1A. Cultivo de cacao establecido en el Centro de Apoyo UPSE Manglaralto con sus distintos materiales genéticos.

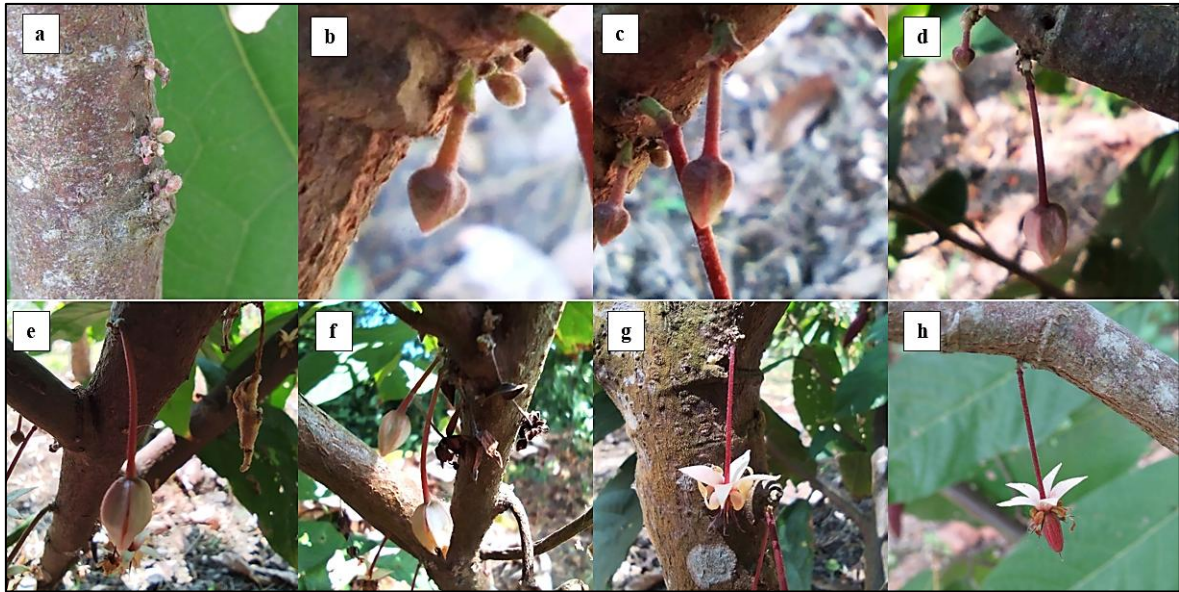


Figura 2A. Segundo registro fenológico floral del cultivo de cacao (CCN-51) captados mediante cámara digital en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial b) Yema hinchada c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.

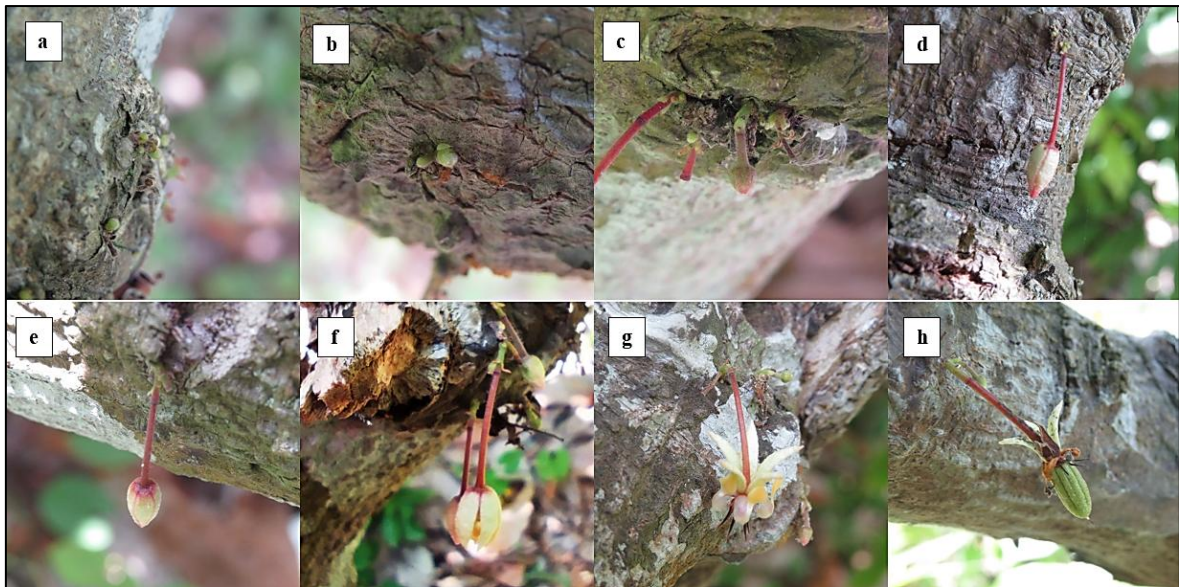


Figura 3A. Etapas fenológicas de la flor del segundo árbol de cacao Nacional captados mediante cámara digital en la parroquia Manglaralto: a) Yema inicial b) Yema hinchada c) Elongación inicial del pedicelo. d) Cambio de coloración del botón floral. e) Elongación máxima del pedicelo y madurez floral. f) Preantesis g) Antesis. h) Formación inicial del fruto.



Figura 4A. Parcelas de cacao dentro del Centro de apoyo UPSE extensión Manglaralto.



Figura 5A. Procedimiento de selección de árboles, recolección y toma de fotografías de las flores de cacao.



Figura 6A. Recolección manual de las flores maduras de cacao en los distintos genotipos presentes en las parcelas de la parroquia Manglaralto.



Figura 7A. Almacenamiento de las flores de cacao acorde al genotipo de la planta.



Figura 8A. Montaje realizado para la observación y medición de los caracteres cualitativos y cuantitativos de la morfología floral del cacao.

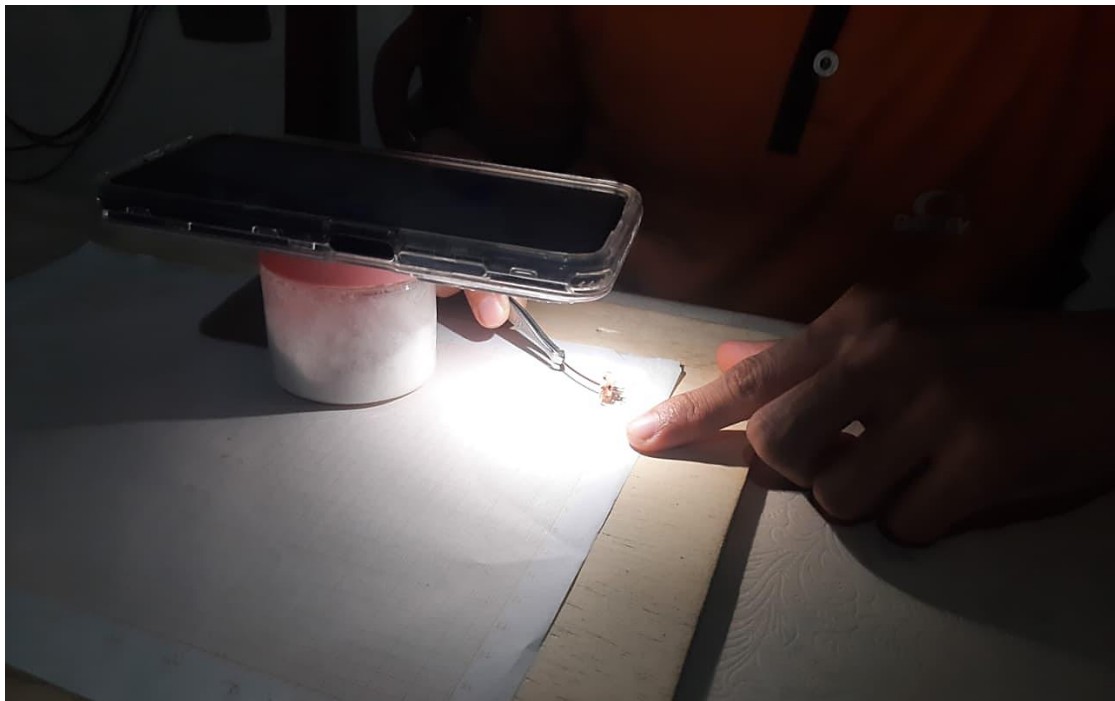


Figura 9A. Medición de parámetros cuantitativos de cada estructura floral con ayuda de una pinza y linterna.

Figura 10A. Base de Datos en Excel con el registro morfológico de las flores de cacao por genotipo.