



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ**

**MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DESCRIPTIVO**

**TEMA:**

**TASAS DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE GRADOS DÍAS DE  
DESARROLLO EN FRUTOS DE GENOTIPOS DE CACAO NACIONAL  
EN EL VALLE DEL RIO CARRIZAL.**

**AUTORA:**

**BASURTO ROSADO GREY BEATRIZ**

**TUTOR:**

**ING. GALO CEDEÑO MACIAS MG.**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Grey Beatriz Basurto Rosado** con cédula de ciudadanía **131570488-0**, declaro bajo juramento que el trabajo de integración curricular titulado: **TASAS DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE GRADOS DÍAS DE DESARROLLO EN FRUTOS DE GENOTIPOS DE CACAO NACIONAL EN EL VALLE DEL RIO CARRIZAL** es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos Creatividad e innovación.

*Grey Basurto R.*

---

**GREY BEATRIZ BASURTO ROSADO**

**CC: 131570488-0**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Grey Beatriz Basurto Rosado** con cédula de ciudadanía **131570488-0**, autorizo, a la Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución de Trabajo de Integración Curricular titulado: **TASAS DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE GRADOS DÍAS DE DESARROLLO EN FRUTOS DE GENOTIPOS DE CACAO NACIONAL EN EL VALLE DEL RIO CARRIZAL** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

*Grey Basurto R.*

---

**GREY BEATRIZ BASURTO ROSADO**

**CC: 131570488-0**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**ING. GALO CEDEÑO, MG. SC**, certifica haber tutelado el trabajo de integración curricular titulado: **TASAS DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE GRADOS DÍAS DE DESARROLLO EN FRUTOS DE GENOTIPOS DE CACAO NACIONAL EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL**, que ha sido desarrollado por **GREY BEATRIZ BASURTO ROSADO**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo con el **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

-----  
**ING. CEDEÑO GARCÍA GALO ALEXANDER,**  
**MG.,**

**CC: 131195683-1**  
**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el Trabajo de Integración Curricular titulado: **TASAS DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE GRADOS DÍAS DE DESARROLLO EN FRUTOS DE GENOTIPOS DE CACAO NACIONAL EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL**, que ha sido desarrollado por, **GREY BEATRIZ BASURTO ROSADO**, previa la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**PhD. LENIN VERA MONTENEGRO**

**CC. 130912646-2**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

---

**ING. LIZARDO REYNA BOWEN**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**CC.1309899407**

---

**ING. FROWEN CEDEÑO SACON**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**CC.1310353121**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios primeramente por haber estado conmigo en todo momento, sin él no hubiera logrado nada.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A mis padres por siempre ser mi apoyo y mi fortaleza, mi hijo la fuerza y mi razón para seguir día a día luchando por mis sueños, agradezco a mis hermanos, mi familia que siempre están dispuestos a dar una palabra de aliento en especial a mi prima Angélica que siempre estuvo presente para decirme, sigue siempre adelante para que te gradúes y puedas trabajar.

A mi tutor Ing. Galo Cedeño García por haber sido mi guía durante todo el proceso del trabajo de integración curricular, agradezco a la DIRECTORA DE LA CARRERA LA ING. SOFIA VELAZQUEZ por ayudarme tanto, a cada uno de mis maestros por los conocimientos otorgados, la paciencia y ayuda que me han brindado.

**GREY BEATRIZ BASURTO ROSADO**

## **DEDICATORIA**

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a tratar de no cometerlos otra vez, a mis padres por la ayuda, el apoyo y todo el esfuerzo que me han brindado no hubiera logrado lo que ahora soy y estoy por lograr, a mi hijo la fuerza para seguir adelante mis hermanos que de cualquier modo han esta ahí conmigo en este camino, mi esposo por el apoyo brindado a todos y cada uno de ustedes son pilares fundamentales durante esta etapa de mi vida sin el apoyo de ustedes no hubiera sido posible.

**GREY BEATRIZ BASURTO ROSADO**

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
CAPITULO I. ANTECEDENTES .....	xii
1.1. FORMULACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.3 OBJETIVOS .....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 GENERALIDADES DEL CACAO NACIONAL.....	6
2.2 MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE CACAO .....	6
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	7
2.3.1 TALLO .....	7
2.3.3 RAÍZ .....	7
2.3.4 HOJAS.....	7
2.3.5 FLORES .....	8
2.3.6 FRUTO .....	8
2.4 DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL CACAO.....	8
2.5 CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS PARA EL CULTIVO DEL CACAO ....	8
2.5.1 PRECIPITACIÓN.....	9
2.5.2 TEMPERATURA.....	9
2.5.3 VIENTO .....	10
2.5.4 ALTITUD.....	10
2.5.5 LUMINOSIDAD.....	10
2.6 REQUERIMIENTO DE SUELOS PARA EL CULTIVO DEL CACAO .....	10



2.6.1 DRENAJE .....	11
2.6.2 PH DEL SUELO.....	11
2.6.3 MATERIA ORGÁNICA.....	11
2.6.4 TOPOGRAFÍA .....	11
2.7 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO NACIONAL.....	12
2.7.1 CACAO CRIOLLO .....	12
2.7.2 CACAO FORASTERO.....	12
2.7.3 CACAO TRINITARIO.....	12
2.8 CLONES .....	13
2.8.1 EET-19.....	13
2.8.2 EET-48.....	13
2.8.3 EET-62.....	14
2.8.4 EET-95.....	15
2.8.5 EET-96.....	15
2.8.6 EET-103.....	16
2.8.7 EET-576 Y 576 .....	17
2.8.8 EET-116.....	17
2.8.9 CCN-51.....	17
2.9 GENOTIPOS DE CACAO DE ALTO RENDIMIENTO EN ECUADOR .....	18
2.9.1 GENOTIPOS SUPERIORES CON CARACTERÍSTICAS DE CACAO NACIONAL ( <i>Theobroma cacao</i> L.) DE ECUADOR.....	19
2.10 TASAS DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE GRADOS-DÍAS .....	20
2.10.1 MODELO DE GRADO DE DÍAS ACUMULADOS.....	20
2.10.2 CALCULO DE GRADOS DÍAS .....	21
CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	22
3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO .....	22
3.3 TRATAMIENTOS (CLONES).....	23
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31
5.1 CONCLUSIONES .....	31
5.2 RECOMENDACIONES .....	31
BIBLIOGRAFÍA .....	32

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Esquema de ADEVA.....	23
---------------------------------------	----

## CONTENIDO DE FIGURAS

**Figura 1.** Tiempo de madurez fisiológica de frutos en 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

**Figura 2.** Grado días acumulados (GDA) a madurez fisiológica de frutos en 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

**Figura 3.** Longitud de mazorcas a madurez fisiológica de 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

**Figura 4.** Diámetro de mazorcas a madurez fisiológica de 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

**Figura 5.** Peso de mazorcas a madurez fisiológica de 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

**Figura 6.** Ritmo de crecimiento diario en función de peso seco de mazorcas de 10 genotipos de cacao desde el estado de pepinillo hasta madurez fisiológica. Calceta, Ecuador.

## RESUMEN

El cacao es uno de los cultivos industriales de mayor importancia global. El objetivo del trabajo fue identificar las tasas de crecimiento y la acumulación de grados-días de desarrollo en frutos en genotipos de cacao nacional, en el valle del río Carrizal. La investigación se desarrolló durante el año 2022 en lotes experimentales del campus politécnico de la ESPAM-MFL, localizada en el sitio El Limón perteneciente al Cantón Bolívar, Manabí. Para el ensayo se utilizaron plantas de cacao nacional en producción, donde se seleccionaron frutos cuajados de dos centímetros de los 10 clones de cacao en estudio (T1: EET-103, T2: EET-48, T3: EET-62, T4: EET-19, T5: EET-95, T6: EET-96, T7: EET-575, T8: EET-576, T9: EET-116, T10: CCN-51). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA). Las variables registradas fueron longitud del fruto; diámetro del fruto; peso seco del fruto; ritmo de crecimiento semanal y mensual del fruto; tasa de crecimiento relativo del fruto (TCRF); tasa de crecimiento absoluto del fruto (TCAF) y unidades térmicas o grados días. Los resultados mostraron que el tratamiento EET-19, EET-62, EET-48 y CCN-51 alcanzaron la madurez fisiológica del fruto en un tiempo promedio de 173 días, mientras que los clones, EET-19, EET-62, EET-48 y CCN-51 son más tardíos bajo las condiciones del cantón Bolívar.

## PALABRAS CLAVES

*Theobroma cacao L*, Clones, Unidades térmicas

## ABSTRACT

Cocoa is one of the most important industrial crops globally. The objective of the work was to identify the growth rates and the accumulation of degree-days of development in fruits in genotypes of national cacao, in the valley of the Carrizal river. The research was carried out during the year 2022 in experimental lots of the ESPAM-MFL polytechnic campus, located in El Limón site belonging to the Bolívar Cantón, Manabí. For the test, national cocoa plants in production were used, where two-centimeter fruit set were selected from the 10 cocoa clones under study (T1: EET-103, T2: EET-48, T3: EET-62, T4: EET -19, T5: EET-95, T6: EET-96, T7: EET-575, T8: EET-576, T9: EET-116, T10: CCN-51). A completely randomized design (DCA) was used. The recorded variables were fruit length; fruit diameter; dry weight of the fruit; weekly and monthly growth rate of the fruit; fruit relative growth rate (TCRF); absolute fruit growth rate (TCAF) and thermal units or degree days. The results showed that the treatment EET-19, EET-62, EET-48 and CCN-51 reached the physiological maturity of the fruit in an average time of 173 days, while the clones, EET-19, EET-62, EET- 48 and CCN-51 are later under the conditions in Bolívar cantón.

## KEY WORDS

*Theobroma cacao L*, Clones, Thermal unit.

# CAPITULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. FORMULACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cacao (*Theobroma cacao L.*) es uno de los cultivos industriales de mayor importancia global, dado que los granos constituyen la materia prima para elaboración del chocolate, confitería y alimentos recubiertos de la industria alimentaria, así como también fabricación de productos cosméticos y farmacéuticos (ICCO, 2015). Ecuador es el primer exportador mundial de cacao fino y de aroma, rúbrica importante en la generación de trabajo, ingresos económicos y divisas para el país (Morales et al., 2018). Sin embargo, muestra los rendimientos más bajos de la región sudamericana, y su cadena productiva presenta varios riesgos que merman su producción (Rodríguez y Fusco, 2017; FAO, 2019).

En este contexto las poblaciones de individuos que conforman una especie vegetal están bajo una continua interacción de adaptación donde actúan factores físicos, biológicos, bioquímicos y anatómicos, por ello cada especie adapta la información contenida en el genoma de acuerdo con sus necesidades (Ortiz et al., 2021). Mediante lo anterior es la acumulación de la información genética que cada especie guarda entre los miembros de su población y lo transmite a las subsiguientes generaciones a través del tiempo; de esta manera, si bien la población de una especie interviene características comunes, pueden presentar muchas variantes individuales, las cuales se denominan variabilidad genética, esto permite a cada especie adaptarse a los cambios que se presentan en su ambiente.

Las variedades actuales productivas se derivan de tres grupos conformados por origen geográfico, composición genética y su morfología, denominados criollo, forastero y trinitario (híbrido de criollo forastero), que difieren en calidad, vigor y rendimiento (Guamán, 2022). en Ecuador, se cultivan variedades que resultan de los grupos antes mencionados como los clones "CCN 51" y varios clones de "EET" conocidos como nacionales.

Dentro del país, la provincia de Manabí presenta el rendimiento más bajo, en relación a las demás provincias (MAG, 2017). Otro problema, que afecta la producción potencial del cultivo de cacao, es el marchitamiento precoz de frutos en estados iniciales de crecimiento, más conocidos como frutos cherelles o "cherell will". Este

marchitamiento está asociado más con el estado fisiológico y nutricional de los árboles de cacao, dado que se crea una competencia interna entre los frutos por sustancias reguladoras del crecimiento (auxinas) y nutrientes minerales (Enríquez, 2006; De Almeida y Valle, 2007).

Pocos son los estudios que se han realizado sobre el crecimiento y desarrollo de frutos del género *Theobroma*, al cual pertenece el cultivo de cacao, por lo que no hay índices de madurez específicos (Hernández y Hernández, 2012). Además, el establecimiento de curvas de crecimiento del fruto de cacao, constituye uno de los estudios básicos para un mejor manejo y predicción del potencial productivo de una huerta cacaotera (Machado y De Almeida, 1989). El periodo comprendido entre la polinización y la madurez del fruto varía de 140 a 205 días, con una media de 167 días.

Entre los factores climáticos que mayor influencia tiene sobre el crecimiento y el desarrollo de los cultivos se encuentra la temperatura, el fotoperiodo y en ocasiones la vernalización. La temperatura es clave para predecir el momento de cosecha y por lo tanto sobre la duración de las diferentes fases fenológicas, las cuales afectan la productividad de los cultivos y es considerado el elemento que mayor importancia tiene sobre la tasa de crecimiento y desarrollo (Machado et al., 2006; Prabhakar et al., 2007). Los grados-día de desarrollo (GDD por Growing Degree Days), o las unidades térmicas (HU por Heat Units), son los índices comúnmente utilizados para estimar el desarrollo de las plantas (Qadir et al., 2007).

Estos índices han sido aplicados en numerosos sistemas de producción para predecir la madurez fisiológica, la fecha de cosecha y el momento de siembras sucesivas (Clay et al., 2006; Qadir et al., 2007). Aunque la acumulación GDD para las diferentes etapas de desarrollo es relativamente constante e independiente de la fecha de siembra, cada híbrido, variedad o cultivar de la especie, puede tener valores específicos para estos parámetros (Qadir et al., 2006).

En este sentido, conocer las tasas de crecimiento y la acumulación de grados días necesarios para que frutos de los principales clones de cacao alcancen su madurez fisiológica, permitirá manejar más eficientemente la producción, las enfermedades fungosas y fisiológicas que afectan directamente al fruto del cacao.

¿Cómo las tasas de crecimiento y la acumulación de grados-días de desarrollo en frutos de cacao pueden contribuir a un mejor manejo de los problemas fisiológicos que afectan a los genotipos de cacao?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El cultivo de Cacao tiene recursos de variedad genéticamente mejoradas con más productividad, la obtención de variedades con mayor valor económico depende de los procesos de mejoramiento genético y de selección. La variabilidad regional ha favorecido el interés de entender los efectos del ambiente en la floración y fructificación del cacao, mediante el fin de identificar su dinámica durante las etapas fenológicas con la finalidad de tener un mejoramiento genético o producción. El procedimiento fenológico del cacao está regulado a condiciones ambientales de temperatura, radiación solar precipitación y humedad relativa.

Algunas especies, no tienen nada que ver con la resistencia genética, sino que es la habilidad de un individuo de esquivar la enfermedad en las etapas más críticas del desarrollo. En este sentido, determinar las tasas de crecimiento y la acumulación de grados-días de desarrollo en frutos de genotipos de cacao nacional, permitirá conocer las etapas críticas de crecimiento del fruto más susceptibles a las enfermedades, permitiendo de esta manera direccionar y manejar la producción hacia épocas de menor presión de la enfermedad. Por lo anteriormente descrito, y dada la escasa o nula información que se tiene en la zona de influencia en la ESPAM-MFL, se justifica el presente trabajo de investigación.



## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Identificar las tasas de crecimiento y la acumulación de grados-días de desarrollo en frutos en genotipos de cacao nacional, en el valle del río Carrizal.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las tasas de crecimiento del fruto en 10 genotipos de cacao nacional en el valle del río Carrizal
- Cuantificar los grados-días de desarrollo acumulados durante el crecimiento del fruto en 10 genotipos de cacao nacional en el valle del río Carrizal.
- Comparar las tasas de crecimiento y la acumulación de grados-días de desarrollo en frutos de 10 genotipos de cacao entre las épocas secas y lluviosas.

## **1.4 HIPÓTESIS**

Las tasas de crecimiento y la acumulación de grados-días de desarrollo, en frutos de cacao difieren de acuerdo al genotipo y la época del año.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 GENERALIDADES DEL CACAO NACIONAL

Según Gutiérrez (2012), indica que el cacao es una planta nativa de América tropical, con su centro de origen probablemente situado al noreste de Sudamérica. Su historia se remonta al tercer milenio antes de Cristo. “El cacao (*Theobroma* en términos botánicos) pertenece a la familia de las esterculiáceas cuya característica principal es la de producir sus flores y frutos en el tallo y ramas viejas. La palabra *Theobroma* en griego significa alimento de Dioses.

El mismo autor recalca que hay una teoría que sostiene que antes de los mayas y los aztecas fueron los olmecas una civilización mesoamericana más antigua, los primeros en sembrar cacao en las zonas tropicales del Golfo de México. Después siendo los españoles los primeros en llevar cacao a Europa y promoviendo el cultivo del cacao en América, desde ahí en adelante se sembró cacao en muchas de las regiones tropicales de Sudamérica, convirtiendo así en un cultivo de vital importancia económica para muchas zonas de Sudamérica.

Finalmente menciona que en los principios del 1600 ya había plantaciones pequeñas de cacao a orillas del río Guayas que posteriormente se expandieron a orillas de sus afluentes el Daule y el Babahoyo, río arriba, por lo cual se originó el nombre de cacao de arriba.

### 2.2 MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE CACAO

---

Reino	Vegetal
Tipo	Espermatofita
Clase	Dicotiledoneas
Subclase	Dialipetalas
Orden	Malvales
Familia	Esterculiaceae
Tribu	Buettnerieae
Genero	<i>Theobroma</i>
Especie	cacao(1)

---

**Fuente:** Mendoza *et al.*, (2011).

El cacao es una planta perenne, posee 20 cromosomas y su polinización es cruzada (alógama), su reproducción puede ser de forma sexual (semillas) o asexual (ramas) (Mendoza et al., 2011).

## **2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

### **2.3.1 TALLO**

La planta proviene de semilla que produce un tallo erecto el cual puede llegar a medir de 1m a 1,50m de altura, de este emergen las ramas en número de 3 a 5 con un crecimiento horizontal formando el llamado abanico o horqueta (Estrada et al., 2011).

### **2.3.2 RAMAS**

El cacao tiene dos tipos de ramas según Gálvez *et al.*, (2013)

- El tipo vertical (o chupón), incluyendo el eje principal de las plantas producidas por las semillas, tiene hojas alternas en espiral de  $3/8$  y es limitado en su crecimiento ya que tarde o temprano siempre da origen a un abanico terminal.”
- El tipo de abanico que tiene hojas alternas en  $1/2$  creciendo indefinidamente y dando origen a ramas laterales de su mismo tipo.”

### **2.3.3 RAÍZ**

El cacao tiene una raíz principal pivotante muy profunda que puede llegar a medir hasta 1m de profundidad. Si se siembra las plantas con la raíz torcida el árbol se desarrollará de manera anormal y su producción será baja y a futuro tendrá que cambiar la planta. En las plantas de propagación clonal no hay raíz pivotante sino varias raíces principales y proliferan cerca de la superficie formando así una cabellera compacta que fija la planta al suelo por tal motivo no se debe dejar descubierto el pie de los arboles (Gutiérrez *et al.*, 2011).

### **2.3.4 HOJAS**

Cuando el árbol es adulto, las hojas son de color verde oscuro y delgado, de tamaño mediano y son de textura firme, se encuentran unidas a las ramas por el peciolo. El peciolo tiene una hinchazón llamado yema de donde se origina ramas que se usan para los injertos.

### **2.3.5 FLORES**

El cacao es cauliforo quiere decir que las flores y los frutos brotan en las partes más viejas de la planta como tronco y ramas desprovistas de hojas. Las flores salen donde antes había hojas y siempre brotan en el mismo lugar, por tal motivo hay que tratar de no dañar la base de los cojines florales para así mantener buena producción (Salazar y torres, 2017).

### **2.3.6 FRUTO**

El fruto es una baya, tiene diferentes tamaños, colores y formas según la variedad. Tiene un tamaño aproximado de 30 cm de largo y 10 cm de ancho, por lo general contiene de veinte a cuarenta semillas y están rodeadas por una pulpa que se forma del integumento externo del ovulo (Furcal, 2017).

## **2.4 DESCRIPCIÓN Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL CACAO**

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de América tropical, perteneciente a la familia Sterculiaceae. De acuerdo con la clasificación botánica, el cacao pertenece al género *Theobroma*, especie cacao.

El cacaotero es un árbol pequeño (entre cuatro y ocho metros de altura), pero si recibe sombra de árboles grandes puede alcanzar hasta diez metros de alto (UNCTAD, 2003). El fruto de este árbol contiene entre treinta y cuarenta semillas de color marrón-rojizo en el exterior y están cubiertas de una pulpa blanca dulce y comestible. El embrión está formado por dos grandes cotiledones y las sustancias que se encuentran en éstos constituyen el producto comercial. En los tejidos de parénquima de los cotiledones se encuentran los principios estimulantes -la teobromina y la cafeína- en porcentajes de 1 a 0,5% respectivamente

## **2.5 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS PARA EL CULTIVO DEL CACAO**

CRE. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima, cuya

relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos (Arce, 2019).

La práctica del cultivo bajo sombra influye significativamente en el microclima de la plantación, principalmente en la radiación solar, viento y la humedad relativa, sin dejar de lado los factores del suelo, como la nutrición mineral, incidencia de plagas y enfermedades que influyen en el crecimiento y desarrollo que se debe considerar en forma integral (Rosas et al. 2019).

Las interacciones que existen entre la planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15 S. del Ecuador. Excepcionalmente se encuentran en las latitudes sub tropicales a 23° y 25°S (Arce, 2019).

Entre los factores que tienen mayor importancia en el cultivo destacan los siguientes:

### **2.5.1 PRECIPITACIÓN**

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

### **2.5.2 TEMPERATURA**

La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad

de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta ((Rosas et al., 2019).

La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes:

Mínima de 23°C

Máxima de 32°C

Óptima de 25°C

### **2.5.3 VIENTO**

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas. En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes (Bunn et al., 2019)

### **2.5.4 ALTITUD**

El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm (Loor et al., 2021).

### **2.5.5 LUMINOSIDAD**

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aun cuando la planta este a plena exposición solar (Loor et al., 2021).

## **2.6 REQUERIMIENTO DE SUELOS PARA EL CULTIVO DEL CACAO**

El crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao no solo dependen de la existencia de las buenas condiciones físicas y químicas en los primeros 30 cm. de profundidad del suelo, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces fisiológicamente activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes; sino también de las buenas condiciones físicas y químicas de los horizontes o capas

inferiores del suelo que permitan una buena fijación de la planta y un crecimiento sin restricciones de la raíz principal que puede alcanzar hasta los 1.5 metros de profundidad si las condiciones del suelo lo permite (Ramírez et al., 2018).

Estos mismos autores indican que los suelos más apropiados para el cacao son los aluviales, los francos y los profundos con subsuelo permeable. Los suelos arenosos son poco recomendables porque no permite la retención de humedad mínima que satisfaga la necesidad de agua de la planta.

### **2.6.1 DRENAJE**

Está determinado por las condiciones climáticas del lugar, la topografía, la susceptibilidad del área a sufrir inundación y la capacidad intrínseca del suelo para mantener una adecuada retención de humedad y disponer de una adecuada aireación (Arias, 2021).

### **2.6.2 PH DEL SUELO**

Es una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de los elementos nutritivos. El cacao se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 6.0 a 6.5; permitiendo obtener buenos rendimientos (Patiño et al., 2021).

### **2.6.3 MATERIA ORGÁNICA**

La materia orgánica es uno de los elementos que favorece la nutrición del suelo y a través de ésta a la planta. Su contenido en el suelo influye en las condiciones físicas y biológicas de la plantación. Así mismo, favorece la estructura del suelo posibilitando que éste se desmenuce con facilidad. Al mismo tiempo, evita la desintegración de los gránulos del suelo por efecto de las lluvias (Gámez y Gómez, 2019).

### **2.6.4 TOPOGRAFÍA**

Es otro elemento importante para el establecimiento de plantaciones de cacao, ya que una topografía accidentada impide la mecanización y la aplicación de técnicas modernas, además que estas zonas están sujetas a la erosión constante por efecto

de las lluvias lo cual constituye un problema muy serio que ocasiona la pérdida de la capa arable del suelo (Arce, 2019).

## **2.7 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO NACIONAL**

### **2.7.1 CACAO CRIOLLO**

Corresponde a una planta de poco vigor y bajo rendimiento, destacándose la alta calidad de sus semillas. Este tipo de cacao posee un cotiledón de color entre marfil pardusco y castaño muy claro, con un olor de cacao dulce unido a un aroma delicado característico. Ejemplos de cacao Criollo son algunos tipos de cacao cultivados en Venezuela, en el Caribe y Nueva Guinea Papua (Quintero y Días, 2004).

### **2.7.2 CACAO FORASTERO**

Se caracteriza por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao Criollo. Representa aproximadamente un 95% de la producción mundial, proveniente de los países de África Occidental y Brasil (López et al., 2018).

### **2.7.3 CACAO TRINITARIO**

Es más resistente y productivo que el cacao Criollo, pero de inferior calidad. Es el resultado del cruce entre el cacao Forastero y el Criollo. Es producido en Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago, Colombia, Venezuela y América Central CACAO FINO O DE AROMA (Ramos et al., 2018).

Estos mismos autores mencionan que en términos generales, los granos de cacao Criollos y Trinitarios corresponden a lo que en el mercado mundial se conoce como cacao fino o de aroma. Éste es utilizado usualmente en mezclas con granos ordinarios o Forastero para producir sabores específicos en los productos terminados. Los granos correspondientes a esta categoría dan características específicas de aroma o color en chocolates finos de revestimientos o capas de cobertura. También se usan (aunque cada vez menos) para producir cacao en polvo que se emplea como aroma en algunas recetas y en la preparación de algunos alimentos y bebidas.



## **2.8 CLONES**

### **2.8.1 EET-19**

Tiene como lugar de origen la Hacienda Tenguel provincia del Guayas, Ecuador. Fue colectado a partir de una selección fenotípica, basada en los caracteres de producción, tolerancia a escoba de bruja la misma que fue realizada en 1944 por personal de la Estación Experimental Pichelingue Pertenece al tipo genotipo híbrido (Nacional x desconocido) (Fernandez, 2011).

#### **2.8.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS**

Sus ramas laterales tienen tendencia a inclinarse, sus brotes nuevos ligeramente pigmentados. Las hojas tienen forma elíptica y son de mayor tamaño que otros clones 'Tenguel'. Las ramillas puestas a enraizar presentan valores hasta de 67% de prendimiento (Fernandez, 2011).

#### **2.8.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS REPRESENTATIVOS**

Finalmente demuestra que el pedúnculo es clasificado como largo con una longitud media de 16.00mm, "una división estándar de 2.37 y ligeramente pigmentado. Lígulas y estambres poco o sin pigmentación, están minoides poco pigmentados de púrpura. Florece con mayor intensidad durante la época de lluvias en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

### **2.8.2 EET-48**

#### **2.8.2.1. ORIGEN E INFORMACIÓN GENÉTICA**

Es originario de la hacienda Santa Rosa, provincia de Los Ríos, Ecuador. Fue colectado por la Estación Experimental Tropical Pichelingue en los años 1944-1948. Su tipo genético está dentro del grupo de los híbridos de Nacional x desconocido.

Su información como clon, se inició a partir de una selección fenotípica basada en los caracteres de producción y resistencia a enfermedades, la misma que fue realizada en varias fincas cacaoteras de la zona central (Moran y Pinagorte, 2014).

### **2.8.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS**

Sus ramas laterales tienen un hábito erecto. El color de su brote terminal recién formado es ligeramente pigmentado de rojo, quizá es uno de los clones EET que menos pigmentación presenta.

### **2.8.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS**

Se caracteriza por presentar pedúnculos florales largos. Alcanzan un promedio de 18.00 mm con una desviación estándar de 2.50 son ligeramente pigmentados. La floración más intensa, ocurre en la época lluviosa en los meses de enero, febrero y marzo. Además, presenta picos de menor intensidad durante los meses de junio, octubre y noviembre (Morán y Pinargote, 2014).

## **2.8.3 EET-62**

### **2.8.3.1. ORIGEN E INFORMACIÓN GENÉTICA**

Este clon fue recolectado entre los años 1944-48 en la hacienda Porvenir, Los Ríos, Ecuador. Su tipo genético corresponde al híbrido de 'Nacional x desconocido'. Ha sido evaluado en la Estación Experimental Pichelingue a nivel de colección y en ensayos experimentales, de donde fue seleccionado por su carácter de producción y calidad (Vera et al., 2016).

### **2.8.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS**

Según Vera et al., (2016) dice que Ramas laterales don tendencia a crecer en forma erecta o semi erecta, con hojas elípticas y brotes nuevos con pigmentación rojo oscuro. Su propagación vegetativa por medio de ramillas. Es aceptable, alcanza valores de 51% de enraizamiento.

### **2.8.3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS**

Estos mismos autores mencionan que las flores con un pedúnculo floral de 15.50 mm de longitud promedio con una desviación estándar de 2.70. El mismo, al igual que las lígulas, estaminoides y estambres son ligeramente pigmentados. Flores con menor intensidad que el EET-48 y el EET95; sin embargo, su tendencia es muy similar a los clones antes mencionados, es decir presenta una mayor floración en los meses de diciembre, enero y junio; y otra de menor intensidad en abril, agosto y octubre.

Los frutos inmaduros son de color verde rojizo y amarillo rojizos en la madurez. Su forma es del tipo cundeamor, son de menor tamaño y rugosidad que los frutos del clon EET-19. Sus semillas son grandes, redondas y achatadas.

## **2.8.4 EET-95**

### **2.8.4.1. ORIGEN E INFORMACIÓN GENÉTICA**

Su lugar de origen es la hacienda Tenguel, Guayas, Ecuador. Fue colectado por la estación Experimental Tropical Pichelingue en el año 1994. Corresponde al tipo genético híbrido de Nacional x desconocido (González y Vega, 2019).

### **2.8.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS**

Habito de crecimiento erecto, hojas elípticas y brotación ligeramente pigmentada de rojo. Sus ramillas presentan un 48% de enraizamiento.

### **2.8.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS**

Este clon se caracteriza por presentar pedúnculos florales pigmentados y más largos que otros clones de tipo Trinitario o Nacional, su promedio es de 15mm de longitud con una desviación estándar de 2.90. Posee estambres y estaminoides bien pigmentados y língulas ligeramente pigmentadas de púrpura. Florece mayor intensidad que los clones EET-48 y EET62 (González y Vega, 2019).

## **2.8.5 EET-96**

### **2.8.5.1. ORIGEN E INFORMACIÓN GENÉTICA**

Su origen se localiza en la hacienda Porvenir, Los Ríos, Ecuador. Fue colectado y seleccionado por la estación experimental pichelingue, entre los años 1944-1948. Pertenece al tipo genético híbrido Nacional x desconocido al igual que los demás clones de tipo Nacional fue seleccionado por sus caracteres de producción y calidad (Pérez y Freile, 2017).

### **2.8.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS**

Las ramas laterales tienen una tendencia de crecimiento erecto, sus hojas son de forma elíptica y el color de los brotes nuevos son ligeramente pigmentado de rojo.

Presentan porcentajes bajos de enraizamiento 38%, lo que determina ser clasificado como de difícil enraizamiento.

### **2.8.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS**

El pedúnculo floral es bien pigmentado, y alcanza valores promedios de 15.50mm de longitud con una desviación estándar de 2.45. língulas y estambres pocos pigmentados. La tendencia de floración es similar a los clones EET-40. Presenta una mayor floración en la época de lluvias y otra de menor intensidad en época seca (Pérez y Freile, 2017).

## **2.8.6 EET-103**

### **2.8.6.1. ORIGEN E INFORMACIÓN GENÉTICA**

El lugar de origen de este clon es la hacienda Tenguel, Naranjal, Guayas, Ecuador. Fue colectado por la Estación Experimental Tropical Pichilingue en el año 1944. Su tipo genético corresponde a la clasificación general de híbrido 'Nacional x desconocido' (Remache et al., 2020).

### **2.8.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS**

El hábito de crecimiento de sus ramas es erecto, de hojas elípticas y con brotes nuevos ligeramente pigmentados (rojo claro). Tiene porcentajes bajos de enraizamiento de 35 %.

### **2.8.6.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTIVOS**

Flores con pedúnculos largos, alcanzan promedios de 16.9 mm de longitud con una desviación standard de 2.80. Son ligeramente pigmentados. (Rojo claro). De estambres y estaminoides bien pigmentados; língulas poco pigmentadas. Su mayor floración ocurre con el inicio de época de lluvia.

Se distingue por presentar frutos de tipo amelonado o sea de forma ovoidea v con superficie poco rugosa, punta poco prominente y con estrangulamiento en su base. Posee semillas grandes y cilíndricas. Los cotiledones son de color purpura a purpura oscuro (Remache et al., 2020).

### **2.8.7 EET-576 Y 576**

Los clones EET- 575 y 576 tienen un hábito de crecimiento semi erecto. Los picos de floración principal ocurren en el primer y tercer trimestre del año. Son auto compatibles, es decir sus flores poseen la capacidad de auto fecundarse con su mismo polen, un rasgo similar al que posee el CCN-51. También son Inter compatibles, es decir, que pueden cruzarse y fecundarse con el polen de otros clones de cacao. Las mazorcas son de tamaño mediano a grande, amarillas cuando maduran y su morfología es cercana a la de la mazorca típica del cacao nacional. En el caso del EET-575 la mazorca tiene un promedio de 41 semillas por fruto mientras que en el EET-576 tiene 39 (Amores et al., 2009).

### **2.8.8 EET-116**

#### **2.8.8.1. CARACTERÍSTICA DEL CLON EET – 116**

Su origen está localizado en Iquitos y pertenece al grupo de los "Amazónicos", caracterizados por su productividad y resistencia a la enfermedad Mal de Machete; presenta alelos de auto incompatibilidad. (INIAP 2006).

El mismo autor menciona que en la actualidad este clon es utilizado como patrón para las futuras enjertaciones de cualquier tipo u origen de cacao, por lo cual posee alta resistencia a Mal de Machete, sin dejar de descartar que cuando este se comporta como madre para futuras hibridaciones sus progenitores serán medianamente resistentes a esta enfermedad, por alta resistencia de la madre.

### **2.8.9 CCN-51**

El CCN-51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano que el 22 de junio del 2005 fue declarado, mediante acuerdo ministerial, un bien de alta productividad. Con esta declaratoria, el Ministerio de Agricultura brindar apoyo para fomentar la producción de este cacao, así como su comercialización y exportación.

#### **2.8.9.1. ORIGEN**

En 1965 Luego de varias investigaciones, el agrónomo ambateño Homero Castro Zurita, logró en 1965 el denominado cacao clonal CCN-51 que significa Colección Castro Naranjal.

### **2.8.9.2. CARACTERÍSTICAS**

Castro investigó desde 1952 las diversas variedades del grano y finalmente obtuvo la del tipo 51, que es tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad. La relación existente en la participación del Clon y el Cacao Nacional Fino en las exportaciones ecuatorianas hasta al momento es de: 72% Cacao CCN-51 y 28% Cacao Nacional (ANECACAO, 2015).

## **2.9 GENOTIPOS DE CACAO DE ALTO RENDIMIENTO EN ECUADOR**

En Ecuador, el aprovechamiento de la diversidad genética de la especie *Theobroma cacao* L., ha sido la base para el desarrollo de materiales de alta productividad y calidad organoléptica. El INIAP en las últimas dos décadas ha concentrado sus esfuerzos en programas de hibridación que permitan acelerar y ampliar la identificación de nuevos materiales que permitan incrementar la oferta exportable de cacaos finos (Cantos et al., 2017).

En el país, en la actualidad se cultivan algunos tipos de cacao, pero la variedad conocida como Nacional es la más apetecida por la industria chocolatera, por la calidad de sus granos y la finura de su aroma (Anecacao, 2015).

La disponibilidad de variedades genéticamente mejoradas con mayor productividad que el CCN51, es una prioridad dentro de los programas de mejoramiento genético de cacao fino de aroma de Ecuador. La obtención de variedades con mayor valor económico depende de dichos procesos de mejoramiento y de selección conducidos en centros de investigación como la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

En ésta Estación Experimental, el país cuenta con un banco de germoplasma de cacao compuesto por varias colecciones vivas, además de parcelas de observación y nuevas poblaciones híbridas creadas durante las últimas décadas. Con el propósito de desarrollar nuevos genotipos de alta productividad, dotados de alta calidad organoléptica y tolerantes a las principales enfermedades que afectan al cultivo, en el año 2002 se inició un nuevo esquema de cruzamientos entre individuos “élites” seleccionados de las colecciones presentes en la EETP. Se desarrollaron cuatro esquemas de cruzamientos, que originaron a su vez cuatro poblaciones segregantes:

1. Alto Amazónicos x Alto Amazónicos (Población A), 2. Nacional x Alto Amazónico (Población B), 3. Nacional x Nacional (Población C) y 4. CCN 51 x Alto Amazónico (Población D) (Amores et al., 2004).

### **2.9.1 GENOTIPOS SUPERIORES CON CARACTERISTICAS DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.) DE ECUADOR**

El cultivo de cacao es tradicional en el Ecuador, en la actualidad existen aproximadamente 370.000 ha, sembradas con una producción promedio de 90.000 TM por año, constituyéndose en el cuarto rubro de exportación, del cual el 75 % es considerado como cacao fino de aroma denominada "arriba" proveniente de la variedad de cacao conocida como Nacional.

Sin embargo, durante la primera y segunda mitad del siglo pasado, debido a la aparición de las enfermedades Escoba de bruja (*Cri1lipellis perniciososa*) y Monilla (*Monililiophthora rozeri*), los productores comenzaron a sustituir la variedad tradicional por híbridos de origen trinitario con altos niveles de producción y con una aparente resistencia a las enfermedades antes mencionadas, provocando una pérdida paulatina de la variedad del cacao Nacional (Quiroz, 2002).

EL mismo autor recalca que en el Ecuador y la comunidad internacional han reconocido la necesidad de mantener el mercado basado en la calidad, para lo cual durante 1996 el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) conjuntamente con la empresa de Chocolates Nestlé de Ecuador y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), realizaron una recolección de genotipos de tipo Nacional en fincas de productores donde se identificaron árboles con edades que se presumieron superiores a 80 años, altos niveles de producción (80-120 mazorcas / árbol/año), y resistentes a Escoba de bruja los cuales sirvieron de base para este estudio.

Se caracterizó molecularmente 63 genotipos de cacao Nacional y de otros orígenes, de los cuales solo 51 clones fueron caracterizados morfológicamente debido a la falta de flores y frutos durante el periodo de evaluación, además, se incluyeron dentro de este estudio tres genotipos de referencia de los tipos genéticos Trinitario (UF-676), Forastero Amazónico (Matina) y el Criollo (Criollo-36).

Finalmente menciona que para la caracterización molecular se utilizó la técnica de marcadores moleculares AFLP con siete combinaciones "enzima-primers" con el mayor número de bandas polimórficas en trabajos con los mismos marcadores moleculares en otros genotipos de cacao.

## **2.10 TASAS DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE GRADOS-DÍAS**

En términos generales, la temperatura determina la distribución geográfica de las especies, el desarrollo de los cultivos y el rendimiento. En particular los cambios de temperatura inciden sobre la velocidad con que ocurren los eventos fenológicos según el tiempo calendario (Menéndez, 2015).

El mismo autor menciona, Otro concepto que se ha incorporado es la forma de evaluar el tiempo, pasado de usar el tiempo cronológico (días) al tiempo fisiológico, pues el tiempo fisiológico expresado en grados días GD, es determina únicamente por la temperatura ya que esta variable controla la velocidad de las reacciones bioquímicas. La ventaja del tiempo fisiológico, es que los grados días acumulados GDA para los eventos fenológicos en un genotipo, don relativamente constantes e indispensables de la fecha de siembra y la localidad.

Finalmente indica que el efecto de la temperatura en el crecimiento y desarrollo, se mide mediante la acumulación de calor a partir de una temperatura base que es propia de cada cultivo. La temperatura base es aquella en que el cultivo no crece y el modelo asume que la tasa de desarrollo del organismo ocurre en el rango de temperatura óptima. Si la temperatura está fuera de ese rango, la tasa de desarrollo se reduce

### **2.10.1 MODELO DE GRADO DE DÍAS ACUMULADOS**

El grado día (GD) es la diferencia entre la temperatura media del día para una localidad dada y una temperatura base; y se puede calcular para un periodo de tiempo (día, semana, mes, año), una parte o todo el ciclo del cultivo.

Los grados acumulados (GDA) son la suma de los grados de cada día en un periodo de tiempo es como una suma de calor, que expresa la cantidad total de energía a que la plata estuvo sometida durante una parte o todo el ciclo de crecimiento y que se requiere para alcanzar su maduración. Los GDA permiten calcular la demanda



energética necesaria para avanzar a la próxima etapa de crecimiento; representan una forma de expresar la demanda de energía (Menéndez, 2015).

### 2.10.2 CALCULO DE GRADOS DÍAS

Para establecer los GD de un cultivo en una localidad, hay que obtener las temperaturas mínimas y máximas diarias y la temperatura base o mínima que requiere ese cultivo para crecer, el cálculo se realizara a través de esta formulas crecer (Menéndez, 2015).

$$GD = \frac{(T_{min} + T_{max})}{2} - T_{base}$$

En donde:

**Tmin:** Temperatura mínima diaria.

**Tmax:** Temperatura máxima diaria.

**Tbase:** Temperatura base, por debajo de la cual se detiene el crecimiento.

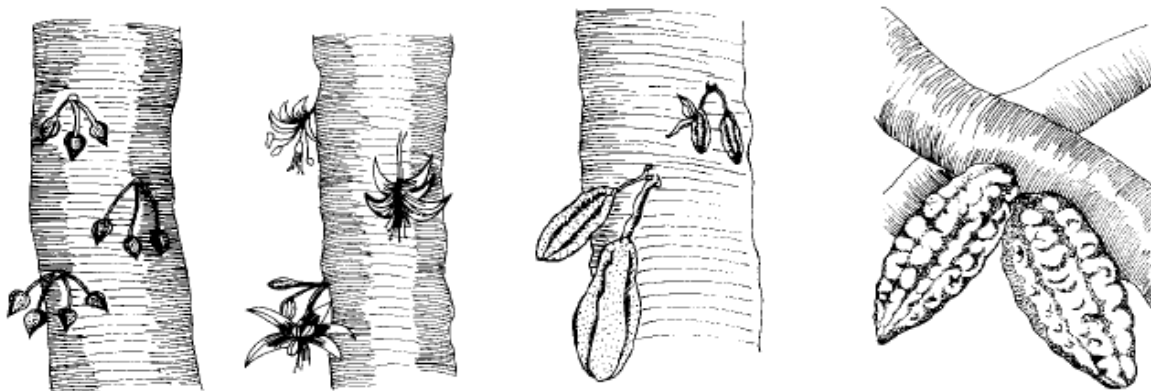
## CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1 UBICACIÓN

La investigación se desarrolló durante épocas lluviosas y secas del 2022 en lotes experimentales del campus politécnico de la ESPAM-MFL, localizada en el sitio El Limón perteneciente al Cantón Bolívar, Manabí. El lote experimental se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas 0° 49' latitud Sur y 80° 10' latitud Oeste, a una altitud de 18 msnm, heliofanía de 1045 horas anuales y un promedio de precipitaciones de 839 mm anuales.

### 3.2 MATERIAL VEGETAL

Para el ensayo se utilizaron plantas de cacao nacional en producción, donde se seleccionaron frutos cuajados de dos centímetros (Figura 1) de los 10 clones de cacao en estudio. A partir de los 2 cm iniciales, se registró mensualmente la longitud y el diámetro de los frutos, hasta que alcanzaron su madurez fisiológica.



↑ BOTÓN FLORAL	↑ FLORACIÓN	↑ FRUCTIFICACIÓN	↑ MADURACIÓN
Los botones tienen cerca de un centímetro de tamaño.	Se abren los botones florales, las flores permanecen abiertas por un corto tiempo (24 horas).	El fruto crece, se anota la fase cuando el fruto alcanza 2 centímetros.	Los frutos alcanzan su tamaño máximo y el color típico de la variedad.

(Figura 1. Fenología de los frutos del cacao desde la apertura de la flor, hasta la madurez fisiológica)

### 3.3 TRATAMIENTOS (CLONES)

T1: EET-103

T2: EET-48

T3: EET-62

T4: EET-19

T5: EET-95

T6: EET-96

T7: EET-575

T8: EET-576

T9: EET-116

T10: CCN-51

### 3.4 DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 10 tratamientos, cinco repeticiones y 50 unidades experimentales. Dentro de cada unidad experimental se seleccionaron 20 frutos, en los cuales se realizó el registro de datos. A continuación, se muestra el esquema del ADEVA:

Tabla 1. Esquema de ADEVA

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	9
Error experimental	40
Total	49

### 3.5 VARIABLES RESPUESTA

- **Longitud del fruto:** se lo determinó en cm con la ayuda de una regla, para lo cual se realizaron mediciones mensuales, hasta que el fruto alcanzó su máximo desarrollo (madurez fisiológica).
- **Diámetro del fruto:** se lo determinó en cm con la ayuda de un calibrador, para lo cual se realizó mediciones mensuales, hasta que el fruto alcanzó su máximo desarrollo (madurez fisiológica).
- **Peso seco del fruto:** se lo determinó en g con la ayuda de una balanza analítica, para lo cual se realizó mediciones mensuales, hasta que el fruto alcanzó su máximo desarrollo (madurez fisiológica). El peso seco se lo obtuvo en estufa a 75°C hasta alcanzar su peso constante.
- **Ritmo de crecimiento semanal y mensual del fruto:** se realizó cuando el fruto alcanzó su máximo estado de desarrollo (madurez fisiológica), donde tanto la longitud, el diámetro y el peso seco final del fruto se dividió para el número de semanas y meses que se tardó en alcanzar la madurez fisiológica.
- **Tasa de crecimiento relativo del fruto (TCRF):** se definió como el incremento de masa seca, por unidad de masa seca existente y por unidad de tiempo. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$TCR = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{T_2 - T_1} = g \ g^{-1} \ \text{día}^{-1}$$

**Dónde:** Ln = logaritmo neperiano; P1 = peso inicial; P2 = peso final; T1 = tiempo inicial; T2 = tiempo final

- **Tasa de crecimiento absoluto del fruto (TCAF):** se definió como el incremento de masa seca por unidad de tiempo. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

$$TCA = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} = g \ \text{día}^{-1}$$

**Dónde:** P2 = Peso final; P1 = Peso inicial; T2 = Tiempo final; T1 = Tiempo

inicial; Ln = Logaritmo neperiano.

- **Unidades térmicas o grados días:** para esta variable se utilizó el método del promedio, en este caso, se sumó la temperatura máxima y mínima del día y el resultado se dividió para dos. A este nuevo valor se le resto la temperatura umbral (u) o límite inferior, que para el cacao es de 10°C.

$$GD = \frac{\textit{Temperatura max} + \textit{Temperatura mín}}{2} - 10$$

El resultado diario de grados días (GD) se sumó para estimar los GD acumulados hasta alcanzar la fase fenológica deseada, en este caso la madurez fisiológica de los frutos.

### 3.6 ANÁLISIS DE DATOS

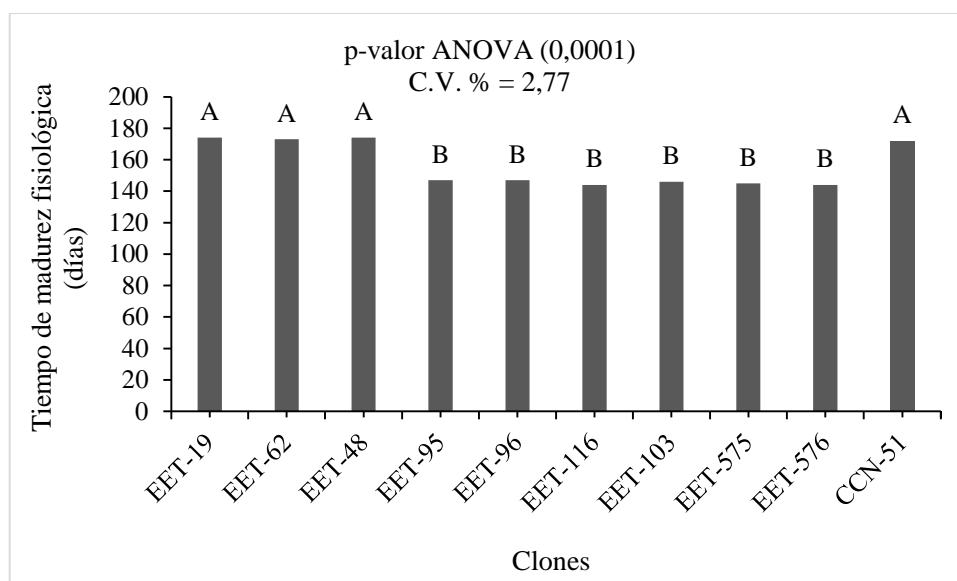
Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

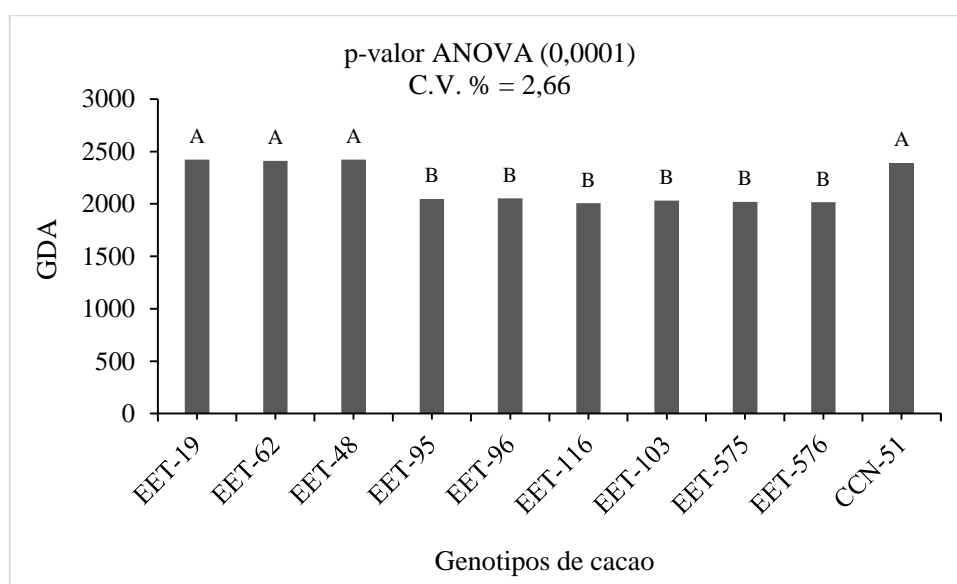
El tiempo a madurez fisiológica y acumulación de grados días (GD) fueron influenciados significativamente ( $p < 0.05$ ) por los genotipos evaluados, donde los clones EET-19, EET-62, EET-48 y CCN-51 alcanzaron la madurez fisiológica del fruto en un tiempo promedio de 173 días

(Figura 1), tiempo en el cual acumularon un promedio de 2411 unidades térmicas (Figura 2), en contraste a los clones EET-95, EET96, EET-116, EET-103, EET-576 y EET-576 que alcanzaron el máximo desarrollo del fruto a los 146 días en promedio (Figura 1), con una acumulación promedio de 2029 unidades térmicas (**Figura 2**).

Los resultados indican que los clones EET-95, EET96, EET-116, EET-103, EET-576 y EET-576 presentan mayor precocidad, en comparación a los clones EET-19, EET-62, EET-48 y CCN-51 que son más tardíos bajo las condiciones del cantón Bolívar. Estos resultados son próximos a los reportados por Enríquez (2006) y Hernández y Hernández (2012), quienes estimaron el tiempo de madurez fisiológica de frutos de *Theobroma glandiflorum* en alrededor de 117 días y el de *T. cacao* entre 140 y 175 días y una acumulación promedio de entre 2000 y 2500 unidades térmicas. Así mismo, los resultados guardan similitud a los obtenidos por Martijn ten Hoopen et al. (2012) quienes reportaron un promedio de 156.6 días para alcanzar la madurez fisiológica en frutos de cacao. Los hallazgos reportados en la presente investigación junto a los de varios autores, confirman que la temperatura gobierna procesos metabólicos del desarrollo vegetal (de Almeida y Valle, 2007; Azcón y Talón, 2008; Taíz y Zeiger, 2010).

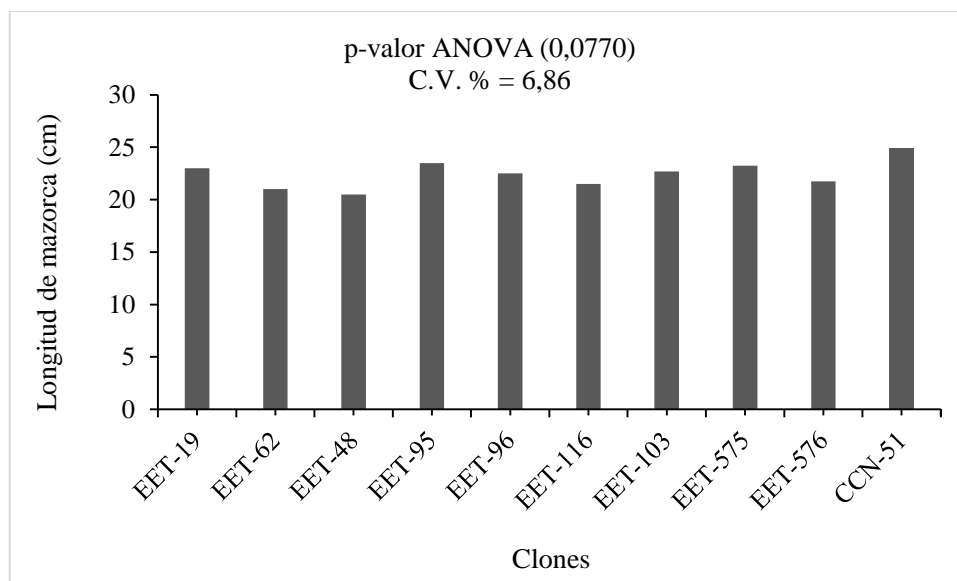


**Figura 1.** Tiempo de madurez fisiológica de frutos en 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.



**Figura 2.** Grado días acumulados (GDA) a madurez fisiológica de frutos en 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

La longitud de mazorcas a madurez fisiológica, no fue influenciada significativamente ( $p > 0.05$ ) por los genotipos de cacao evaluados, sin embargo, es evidente que el genotipo CCN-51 se diferencia de los genotipos del complejo nacional, con un mayor tamaño de mazorca (**Figura 3**). Estos resultados son cercanos a los reportados por Castro et al. (2017) quienes cuantificaron un crecimiento promedio en longitud de mazorca de 19.2 cm en el clon CCN-51.

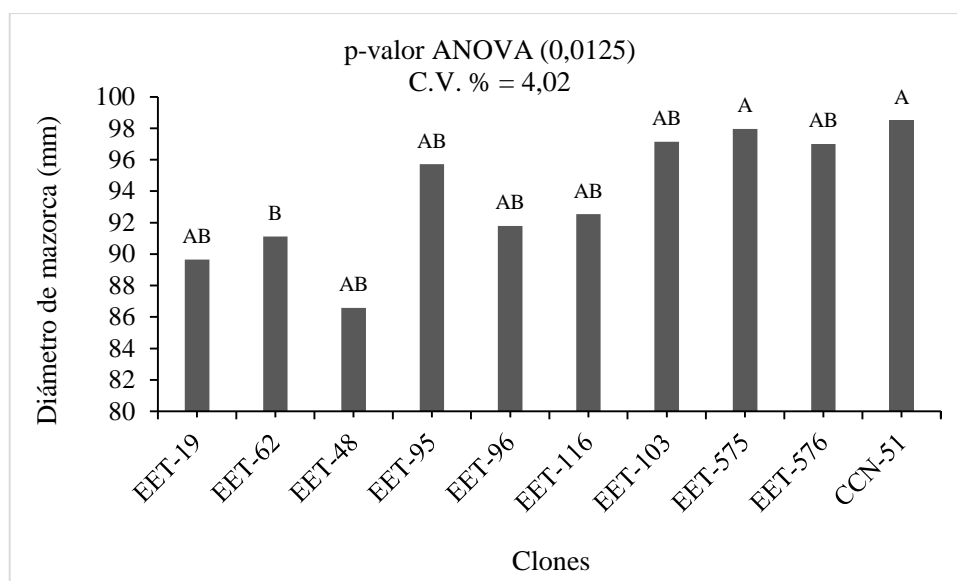


**Figura 3.** Longitud de mazorcas a madurez fisiológica de 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

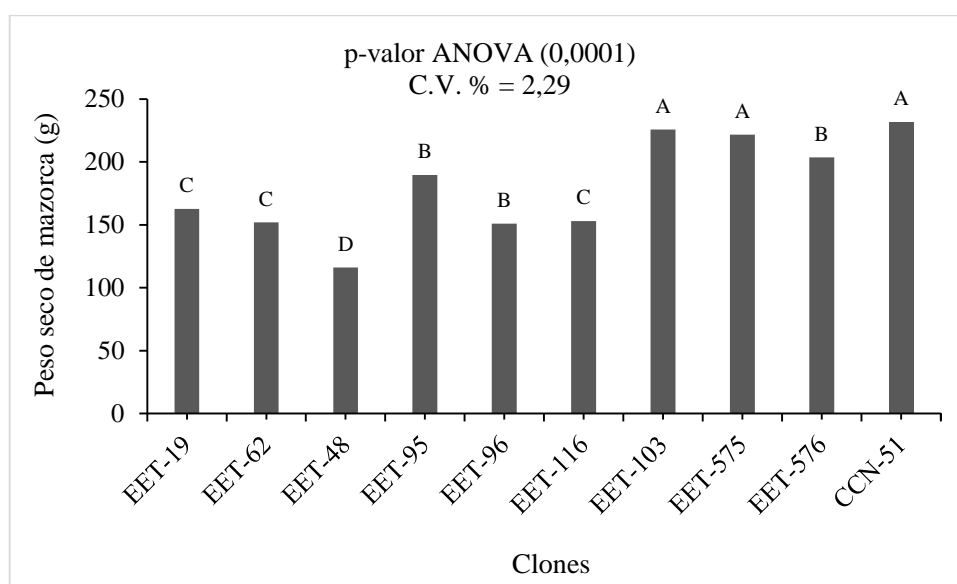
El diámetro y peso seco de las mazorcas fueron afectados de manera significativa ( $p \leq 0.05$ ) por los genotipos evaluados, lo cual indica que existe un comportamiento diferenciado entre clones. La figura 4 y 5, muestra que los clones CCN-51, EET-575, EET-576, EET-103 y EET-95 alcanzaron el mayor diámetro y peso de mazorcas, en comparación a los demás clones evaluados, donde el clon CCN-51 logró los mayores promedios diámetro y peso con 98.49 mm y 232.13 g, respectivamente (Figuras 4 y 5).

Los resultados logrados se asemejan a los reportados por López et al. (2018) y Rivera et al. (2022) quienes reportaron promedios de longitud y diámetro de frutos cercanos a los obtenidos en esta investigación. En este sentido, los mayores diámetros y peso de mazorcas logrados por los clones CCN-51, EET-575, EET-576, EET-103 y EET-95, guardan relación con su mayor potencial de rendimiento en campo (Quiroz et al., 2021).



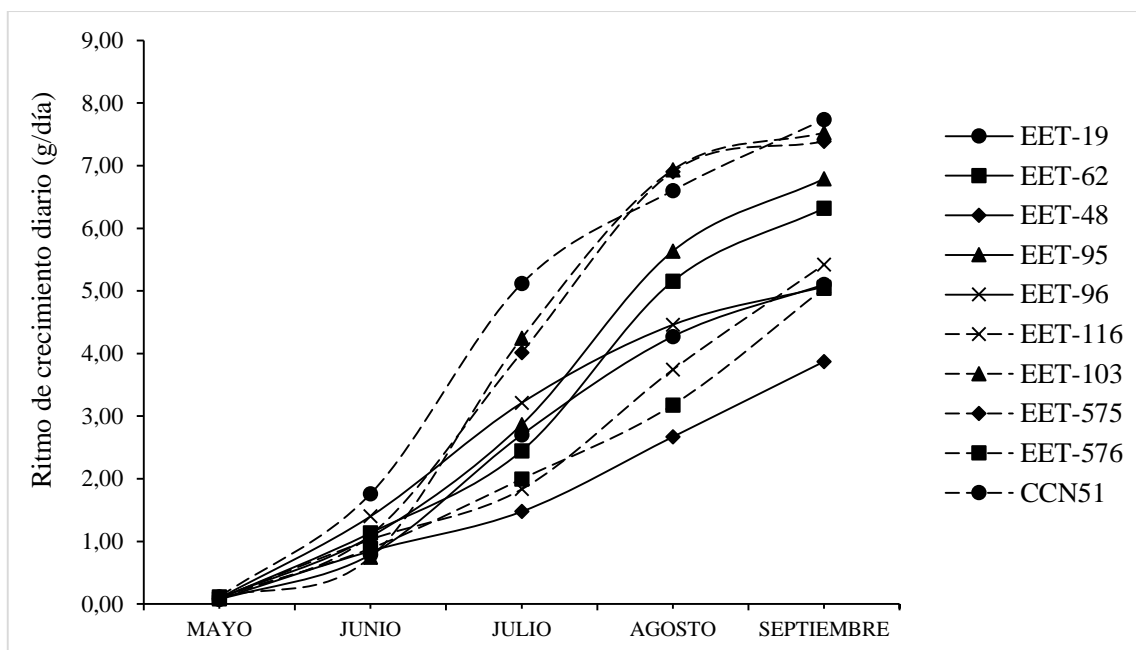


**Figura 4.** Diámetro de mazorcas a madurez fisiológica de 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.



**Figura 5.** Peso de mazorcas a madurez fisiológica de 10 genotipos de cacao. Calceta, Ecuador.

En la figura 6, se muestra la curva de ritmo de crecimiento diario de los genotipos evaluados durante los meses de mayo a septiembre de 2022. En todos los genotipos de evidencio un incremento del ritmo de crecimiento diario hasta madurez fisiológica, donde se evidencio el mayor ritmo de crecimiento en los clones CCN-51, EET-103 y EET-575, mientras que por el contrario el clon EET-48 fue el que manifestó el menor ritmo de crecimiento (**Figura 6**).



**Figura 6.** Ritmo de crecimiento diario en función de peso seco de mazorcas de 10 genotipos de cacao desde el estado de pepinillo hasta madurez fisiológica. Calceta, Ecuador.

De manera general los datos alcanzados para el ritmo de crecimiento, se asemejan a los reportados por López et al. (2018) y Rivera et al. (2022), quienes reportaron para diferentes clones de cacao las típicas curvas de crecimiento de frutos sigmoideo. En este contexto, Martín ten Hoopen et al. (2012) describieron que el crecimiento de frutos del cacao siguen un crecimiento sigmoideo, donde se reportan tres etapas bien definidas: 1) la primera se caracteriza por un crecimiento inicial lento donde ocurre la primera división del cigoto y el primer pico de marchitez de frutos, 2) la segunda etapa se caracteriza por un incremento rápido del crecimiento, donde ocurre el alargamiento de las células y el segundo pico de marchitez de los frutos, y 3) una etapa de crecimiento más ralentizada y caracterizada por el consumo del endospermo por parte del embrión.

# **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 CONCLUSIONES**

- Las unidades térmicas acumuladas mostraron un comportamiento diferenciado entre clones, con un rango promedio de 2029 a 2411.
- Los clones CCN-51, EET-575, EET-576, EET-103 y EET-95 alcanzaron el mayor diámetro y peso de mazorcas.
- Se identificó la curva de ritmo de crecimiento diario de los genotipos evaluados durante los meses de mayo a septiembre de 2022.

## **• 5.2 RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios de curvas de crecimiento y acumulación de grados días en otros ambientes cacaoteros de Manabí, con la finalidad de ajustar datos y planificar calendarios de recomendaciones técnicas.
- Repetir el ensayo en otras localidades con la finalidad de acoplar datos en los genotipos de cacao.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amores, F., Agama J., Suárez, C., Quiroz, J., & Motato, N. (2009). EET 575 y EET 576: Nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí.
- Amores, F., Suarez, C., Loor, G., Quiroz, J., Delgado, J., Peña, G., Solis, K., Paredes, N., Calderón, D., Agama. J., Del Pozo, P., y Zapata, R. (2004). Project: Germoplasm evaluation, breeding and phytopatological studies for obtaining improved cocoa varieties. Technical progress report year.
- ANECACAO (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao). (2015). Cacao CCN-51. Recuperado de: <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html>
- Anecacao (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao, Ecuador). (2015). Cacao CCN-51. 2015. En sitio web: <http://www.anecacao.com/es/cacao-ccn-51>.
- Arce, M. (2019). Manual de cultivo del cacao. Manual. Perú: Ministerio de Agricultura. p 25.
- Arias A. (2021). Manejo integrado cultivo de cacao (theobroma cacao L.): enmiendas edáficas, efecto en la floración y cuajado de fruto. p 122.
- Bunn, C., Lundy, M., Wiegel, J., Castro-Llanos, F; Fernández Kolb, P. (2019). Cacao sostenible adaptado al clima en Centroamérica y el Caribe: Hacia una producción resiliente a gran escala.
- Cantos, I., Freire, O., Solorzano, R., Puyutaxi, F; Motamayor, J. (2017). Variación fenotípica y selección de genotipos de cacao de alto rendimiento en Ecuador. Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103, 8(2), 23-33.
- Castro, C; Panduro, N; Velazco, E; Iturraran, E. (2017). Evaluación de la fenología reproductiva y dinámica de producción del cacao (Theobroma cacao L.) clon CCN – 51. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia.
- CENID-COMEF. (1994). el 29 de 08 de 2020, de [arbowww.conabio.gob.mx/conocimieles/doctos/68-sterc03m.pdf](http://arbowww.conabio.gob.mx/conocimieles/doctos/68-sterc03m.pdf)  
[http://www.canna.es/propagacion\\_vegetativa\\_injerto\\_pua\\_yema\\_y\\_aproximacion](http://www.canna.es/propagacion_vegetativa_injerto_pua_yema_y_aproximacion)

- Clay, P.A., K.M. Young and E.R. Taylor. (2006). Effect of heat unit accumulation on cotton defoliation, lint yield and fiber quality. *Arizona Cotton Report (P-145)*: 245-250.
- De Almeida, A.; Valle, R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal Plant Physiology* 19(4): 425 – 448.
- Enríquez, G. (2006). Fenología y fisiología del cacao. En: Seminario Taller Internacional de Producción, Calidad y Mercadeo de cacaos especiales. Quevedo, Ecuador. 13 p.
- Estrada, W., Romero, X., & Moreno, J. (2011). Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (Consultado 4 de junio de 2019).
- Fernandez, M. (2011). Determinación de la adopción de genotipos de cacao y sus componentes tecnológicos generados por INIAP, en zonas cacaoteras representativas de Manabí.
- Furcal, P. (2017). Extracción de nutrientes por los frutos de cacao en dos localidades en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 113-129.
- Gálvez, J., Sánchez, R., Ruiz, Y., Molina, Y., & de la Torre, M. (2013). Potencial de actividad antioxidante de extractos fenólicos de *Theobroma cacao* L.(cacao). *Revista cubana de plantas medicinales*, 18(2), 201-215.
- Gámez, M. & Gómez, W. (2019). Manejo Agroecológico de Suelo en el cultivo *Theobroma Cacao* L. UBPC José Maceo, municipio Baracoa. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 19(36).
- Gonzalez, L., & Vega, E. (2019). Evaluación de la reacción a moniliasis en clones e híbridos de cacao en Rio Frio. Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 16(1), 13-22.

- Guamán, A. (2022). CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS EN EL CRECIMIENTO TEMPRANO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.).
- Gutiérrez, L. (2012). Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad de Cuenca. Cuenca- Ecuador. p 13- 22.
- Gutiérrez, M., Gómez, R., & Rodríguez, N. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-41.
- Hernández, C.; Hernández, M. (2012). Growth and development of the cupuaçu fruit (*Theobroma grandiflorum* [Willd. Ex Spreng.] Schum.) in the western colombian Amazon. *Agronomía Colombiana* 30(1): 95 – 102.
- Hernández, C.; Hernández, M. 2012. Growth and development of the cupuaçu fruit (*Theobroma grandiflorum* [Willd. Ex Spreng.] Schum.) in the western colombian Amazon. *Agronomía Colombiana* 30(1): 95 – 102.
- ICCO (INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION). (2015). Reporte anual de estadística del cacao. Disponible en: <http://www.icco.org> (Consultado 20 de mayo de 2019).
- INIAP. (Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria). (2006). Mal del machete en cacao y combate. Boletín divulgativo nº 212. Pichilingue, Quevedo, Ecuador.
- Loor, M., Cabrera, A., Coello, D., Mora, M. & Aragón, A. (2021). Árbol filogenético y diversidad de bacterias endófitas asociadas a *Theobroma cacao* L. en una zona de la provincia de Esmeraldas, Ecuador. *Bioagro*, 33(3), 223-228.
- López, J., López, L., Avendaño, C., Aguirre, J., Espinosa, S., Moreno J., & Suárez G. (2018). Biología floral de cacao (*Theobroma cacao* L.); criollo, trinitario y forastero en México. *AGROProductividad*, 11(9), 129-136.
- López, J; López, L; Avendaño, C; Aguirre, J; Espinosa, S; Moreno, J; Mendoza, A; Suárez, G. (2018). BIOLOGÍA FLORAL DE CACAO (*Theobroma cacao* L.); CRIOLLO, TRINITARIO Y FORASTERO EN MÉXICO. Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Rosario Izapa, Chiapas, México.

Machado, B., M.R. Prioli, A.B. Gatti and V.J. Mendes. (2006). Temperature effects on seed germination in races of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scientiarum Agronomy* 28(2): 155-164.

Machado, R.; De Almeida, H. 1989. Estimativa do volume do fruto de cacau. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 1(1): 115 – 117.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2017). Boletín situacional del cultivo de cacao. Sistema de información pública agropecuaria. Quito, Ecuador. 6 p.

Martijn ten Hoopen, P; Deberdt, M; Mbenoun,C; Cilas.(2012). Modelling cacao pod growth: implications for d. *Ann Appl Biol* 160, pp. 260–272.

Mendoza, A., Gallardo, R; Avendaño, C (2011). El mundo del cacao. *Agroproductividad*, 2, 18-26.

Menéndez, C. (2015). Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola bajo ambiente protegidos. ProNAP.Costa Rica. p 122.

Molina, J., Cabrales, L., Pachajoa, L., Buitrago, M., & Suarez, Y. (2021). Producción de hojarasca y su aporte de nutrientes en cacao bajo diferentes esquemas de fertilización, Rionegro-Santander. *Agronomía Costarricense*, 193-206.

Morales, F.; Carrillo, M.; Ferreira, J.; Peña, M.; Briones, W. y Albán, M. 2018. Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología* 11(1): 63-69.

Morán, O., & Pinargote, M. (2014). Evaluación física, sensorial y bromatológica del licor de cacao en variedades clonales eet-19, eet-48, eet-62, eet-95, eet-96, eet-103 en la espam. Tesis. Ing. Agroindustrial. Calceta- Manabí. p 122- 130

Motato, N. y Pincay, J. 2015. Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *La Técnica* 14: 6 – 23.

Ortiz, D., Moreno, F., y DÍEZ, M. C. (2021). Photosynthesis, growth, and survival in seedlings of four tropical fruit-tree species under intense radiation. *Acta Amazónica*, 51, 1-9.

- Parraga L. (2020). Recuperado el 29 de 09 de 2020, de file:///C:/Users/MARIA/Downloads/cacao%20guia
- Patiño, G., Puentes, Y., & Flores, J. (2021). Efecto del pH sobre la concentración de nutrientes en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonia Colombiana. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1).
- Pérez, G., & Freile, J. (2017). Adaptabilidad de clones promisorios de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.), en el cantón Arosemena Tola de Ecuador. *Centro Agrícola*, 44(2), 44-51.
- Prabhakar, B.N., A.S. Halepyati, B.K. Desai and B.T. Pujari. 2007. Growing degree days and photo thermal units accumulation of wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. durum* Desf.) genotypes as influenced by dates of sowing. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 20(3): 594-595.
- Qadir, G, M.A. Cheema, F. Hassan, M. Ashraf and M.A. Wahid. 2007. Relationship of heat units accumulation and fatty acid composition in sunflower. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 44(1): 24-29.
- Qadir, G., S. Ahmad, F Hassan and M.A. Cheema. 2006. Oil and fatty acid accumulation in sunflower as influenced by temperature variation. *Pakistan Journal of Botany* 38(4): 1137-1147.
- Quintero, M. & Díaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18), 47-59.
- Quiroz, J. (2002). Caracterización molecular y morfología de genotipos superiores de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4122/1/iniaptq86c.PDF>
- Quiroz, J; Mestanza, S; Parada, N; Morillo, E; Sarmiento, I; Garzón, I. (2021). CATÁLOGO DE CULTIVARES DE CACAO EN ECUADOR. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Ramírez, D., Andrade, D., & Sepúlveda, D. (2018). Análisis comparativo del estudio fisicoquímico de suelos con plantación de *Theobroma Cacao* L. en zonas específicas de los municipios de Belén de Umbríarisaralda y Belalcázar-Caldas. *Suelos Ecuatoriales*, 48(1 y 2), 57-63.



- Ramos, N., Castro, A., Félix, M., Milla, F., Soria, R., Alcarraz, M., & Valdivieso, D. (2018). Evaluación de ocratoxina a en *Theobroma cacao* L." Cacao trinitario", por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) y análisis micotoxigénico durante el proceso de cosecha, fermentado, secado y almacenado. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(4), 477-487.
- Remache, R., Cantos, K., Puyutaxi, F., Medina, A., & Dávila, F. (2020). Adaptación de clones de cacao (*theobroma cacao* L.) Tipo nacional en el piedemonte de Guasaganda, Cotopaxi, Ecuador. *Alternativas*, 21(3), 33-41.
- Rivera, D; Lagunes, L; Azpeitia, A; Garcia, P. (2022). Reproductive and morphological phenology of eight Mexican cacao clones (*Theobroma cacao* L.). *Agro Productividad*, 15(8). pp: 157-167.
- Rodríguez, D. y Fusco, M. 2017. Gestión de riesgos agropecuarios en el sector del cacao en Ecuador. *Revista de Investigación en Modelos Financieros* 1(1).57-74.
- Rosas, G., Puentes, Y., & Menjivar J., (2019). Liming effect on macronutrient intake for cacao (*Theobroma cacao* L.) in the Colombian Amazon. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 5-28.
- Salazar, R., & Torres, V. (2017). Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en tres sistemas de producción. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(1), 90-100.
- UNCTAD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT). (2003.) Información de mercado sobre productos básicos. Recuperado de <http://www.unctad.org>
- Vera, J., Suárez, C., & Mogrovejo E. (2016). Descripción técnica de algunos híbridos y clones de cacao recomendados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

# **ANEXOS**



Selección de Flores



Toma de Diametro al fruto



Toma de Longitud del fruto



Frutos cosechados para meter a estufa



Dias de Evolución



Toma de peso seco en el laboratorio