



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN
LA MANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE

PROYECTO DE TITULACIÓN

**EFFECTO DEL TIEMPO DE TOSTADO DE *Theobroma cacao* EN
LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES, Y
ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL LICOR DE CACAO**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera
Agroindustrial

Autores:

Alexandra Noemí Torres Moreno

Tutor:

Tatiana Carolina Gavilánez Buñay, M.Sc.

LA MANÁ – ECUADOR

AGOSTO – 2025

DECLARACION DE AUTORÍA

Yo, Alexandra Noemí Torres Moreno declaro ser la autora del presente proyecto de investigación: **“EFECTO DEL TIEMPO DE TOSTADO DE *Theobroma cacao* EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES, Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL LICOR DE CACAO”** siendo la Ing. Gavilánez Buñay Tatiana Carolina MSc, tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Alexandra Noemí Torres Moreno

C.I. 0504485210

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION

En calidad de tutora del trabajo de investigación sobre el título: “**EFECTO DEL TIEMPO DE TOSTADO DE *Theobroma cacao* EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES, Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL LICOR DE CACAO**” de la señorita Alexandra Noemí Torres Moreno de la Carrera de Agroindustria, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, julio 2025

Ing. Gavilánez Buñay Tatiana Carolina MSc.

C.I: 1600398190

TUTOR

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de los lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las especificaciones reglamentaria emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por lo cuanto la postulante: Alexandra Noemí Torres Moreno; “**EFFECTO DEL TIEMPO DE TOSTADO DE *Theobroma cacao* EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES, Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL LICOR DE CACAO**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 30 de julio del 2025

Para la constancia firman:

Ph.D. Rivera Toapanta Evelyn Andrea

Cl. 1717656209

LECTOR1 (PRESIDENTE)

M.Sc. Casco Toapanta Marjorie Gissela

Cl. 0502877525

LECTOR 2 (MIEMBRO)

M.Sc. Carrera Borja Washington Xavier

Cl. 0502443625

LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Queremos empezar agradeciendo a Dios, quien con su bendición nos permitió seguir adelante afrontando los problemas y obstáculos que se nos presentaron a lo largo de este camino. A nuestros padres y seres queridos por el apoyo incondicional y los consejos que nos brindaron hasta poder cumplir lo que hoy es un logro más en nuestras vidas.

De la misma forma expresar nuestro emotivo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirnos las puertas de tan prestigiosa institución, a los docentes que conforman la carrera de Agroindustria quienes con sus conocimientos y enseñanzas nos ayudaron a formarnos como profesionales, de igual manera gracias por su paciencia, tolerancia, empatía, apoyo y su amistad brindada.

Finalmente, dirigo mi más grande agradecimiento a mi tutora de tesis la Ing. Tatiana Gavilánez y a las Ing. Verónica Chuquitarco y Pamela Venegas por el apoyo que me brindaron durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimientos y enseñanzas permitió que se desarrolle este proyecto de investigación. Gracias por demostrarme que la excelencia profesional siempre va de la mano con la generosidad docente.

Alexandra

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo está dedicado a:

A mi Dios Todopoderoso, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en este camino y darme la perseverancia para alcanzar esta meta universitaria a ti sea toda la gloria señor.

Dedico mi tesis a mi madre Sra. Carmen Moreno, mi pilar y mi fuerza. Por ser mi padre y mi madre en uno, por levantarme cada vez que caí y enseñarme que el amor todo lo puede. Y a mi padre Mauro Alexis Torres que desde el cielo sigue siendo mi guía sé que hoy sonríes al ver este logro, porque fue también tu sueño, Mauricio Torres mi hermano mayor por ser mi primer ejemplo mi cómplice en los desafíos y mi motivación. A mis queridos abuelos Ignacio Moreno y Anita Villalva por ser mis pilares cuando más los necesité, por darme no solo techo y comida sino un hogar lleno de valores gracias por esas noches de consejos celebrar mis pequeños triunfos y por haberse convertido en mis segundos padres cuando la vida lo requirió. A mi padrino Ing. Amable Bravo que convirtió mi curiosidad en vocación. “Por aquel día que me dijo: Esto lo harás tu algún día”

Alexandra

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EFECTO DEL TIEMPO DE TOSTADO DE *Theobroma cacao* EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES, Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL LICOR DE CACAO”

Autores: Alexandra Noemí Torres Moreno

RESUMEN

El trabajo experimental denominado efecto del tiempo de tostado de *Theobroma cacao* en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, y actividad antioxidante del licor de cacao fue realizado en el cantón La Maná parroquia Guasaganda. Consta de dos etapas, la primera en campo en todo lo referente a cosecha y poscosecha de los clones de cacao cuya colección reposa en las instalaciones del Centro Experimental Sacha Wiwa, y la segunda etapa a nivel de experimentación en el laboratorio de Análisis básicos agroindustriales y Banco de Germoplasma de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Extensión La Maná. El diseño aplicado fue un DCA (Diseño completamente al azar), con un arreglo factorial AxB, en el cual el factor A son los 5 clones de *Theobroma cacao* (clon EET-62, EET-48, EET-96, EET-103 y EET-CCN51) y el factor B los 4 tiempos de tostado (20, 30, 40 y 50 minutos), manteniendo la temperatura de tostado constante (180°C) y dos testigos obtenidos con agricultores de la zona (T0 cacao nacional y T0' el CCN51), con un total de 22 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 66 unidades experimentales. Se realizaron evaluaciones fisicoquímicas (pH, conductividad, TDS, Acidez titulable, % de humedad y % de materia seca), cuantificación de polifenoles, actividad antioxidante y análisis sensorial de todos los tratamientos. Finalmente se determinó que el tiempo de tostado y la variedad influyeron de forma positiva en las características químicas y la actividad antioxidante. Los mejores tiempos de tostado se apreciaron a los 40 y 50 minutos en lo que a composición química y la actividad antioxidante de forma general se refiere. Se destacaron los Clones EET-48, EET-103 y CCN-51 y que las características sensoriales demostraron interacción entre los clones y el tiempo de tostado, las mejores respuestas de estas variables de forma general se mostraron para los tiempos de tostado de 40 y 50 minutos, aunque se apreciaron para diferentes clones, destacando el CCN-51 y EET-48.

Palabras clave: cacao, clones, polifenoles, antioxidante, sensorial.

ABSTRACT

The experimental work entitled “Effect of Roasting Time of *Theobroma cacao* on the Physicochemical, Sensory Properties, and Antioxidant Activity of Cocoa Liquor” was carried out in the Guasaganda parish, La Maná canton. It consists of two stages: the first in the field, covering everything related to the harvest and post-harvest of cocoa clones, whose collection is held at the Experimental Center Sacha Wiwa; and the second stage, conducted in the Laboratory of Basic Agroindustrial Analysis and Germplasm Bank of the Technical University of Cotopaxi, La Maná Extension.

The applied design was a Completely Randomized Design (CRD) with a factorial arrangement AxB, in which factor A consisted of 5 *Theobroma cacao* clones (EET-62, EET-48, EET-96, EET-103, and EET-CCN51), and factor B consisted of 4 roasting times (20, 30, 40, and 50 minutes), maintaining a constant roasting temperature of 180°C. Two control treatments were included, obtained from local farmers (T0: National cacao and T0': CCN51), for a total of 22 treatments and 3 replications, resulting in 66 experimental units.

Physicochemical evaluations were performed (pH, conductivity, TDS, titratable acidity, moisture percentage, and dry matter percentage), along with polyphenol quantification, antioxidant activity, and sensory analysis of all treatments.

It was concluded that both the roasting time and the variety had a positive influence on the chemical characteristics and antioxidant activity. The best roasting times were observed at 40 and 50 minutes, in terms of overall chemical composition and antioxidant activity. The EET-48, EET-103, and CCN-51 clones stood out, and the sensory characteristics showed an interaction between the clones and roasting time. The best responses for these variables were generally observed at 40 and 50 minutes of roasting, though they varied depending on the clone, particularly highlighting CCN-51 and EET-48.

Keywords: cocoa, clones, polyphenols, antioxidant, sensory.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACION DE AUTORÍA	II
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION	III
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	6
8.1 El Cacao como cultivo	6
8.2 Origen y distribución	7
8.3 Características botánicas y taxonomía de la planta	10
8.4 Producción de cacao en el Ecuador	12
8.5 Variedades de cacao	16
8.5.1 Variedad criollo	17
8.5.2 Variedad forastero	17
8.5.3 Variedad trinitario	18
8.5.4 Variedad EET-48	18
8.5.5 Variedad Clon EET-96	18
8.5.6 Variedad CCN-51	18

8.5.7. Variedad EET 103	19
8.5.8 Variedad EET 62	19
8.6 Secado y tostado del cacao	19
8.7 Compuestos presentes en el cacao y sus propiedades	21
8.7.1 Propiedades del cacao	23
8.8 Licor de cacao	24
8.8.1 Características sensoriales del licor de cacao	26
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	27
10. METODOLOGIA	27
10.1. Ubicación y duración del ensayo	27
10.2. Tipos de investigación	28
10.3. Técnicas	29
10.4. Condiciones agro-meteorológicas	29
10.5. Materiales y equipos	29
10.6. Otros equipos, reactivos y materiales	29
10.7 Factores bajo estudio	30
10.8. Diseño del experimento y análisis estadístico	31
10.9. Esquema del experimento	31
10.10. Esquema de análisis de varianza	32
10.11 Manejo del experimento	32
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS)	47
13. PRESUPUESTO	48
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
14.1 CONCLUSIONES	48
14.2 RECOMENDACIONES	48
15. REFERENCIAS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del cacao.....	11
Tabla 3. Condiciones meteorológicas de la Parroquia Guasaganda	29
Tabla 4. Clones de cacao utilizados en el estudio.....	29
Tabla 5. Materiales y equipos.	29
Tabla 6. Factores de estudio.	30
Tabla 7. Esquema del experimento.....	31
Tabla 8. Esquema de análisis de varianza.....	32
Tabla 9. Propiedades químicas de las variedades de cacao en estudio.....	36
Tabla 10. Sólidos totales, fenoles y actividad antioxidante de las diferentes variedades de cacao en estudio.....	40
Tabla 11. Presupuesto general de la investigación.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Países productores de cacao por región y volúmenes de producción	9
Figura 2. Comportamiento de la variable color en los diferentes tratamientos en estudio.....	42
Figura 3. Comportamiento de la variable olor en los diferentes tratamientos en estudios.....	43
Figura 4. Comportamiento de la variable sabor en los diferentes tratamientos en estudios.....	44
Figura 5. Comportamiento de la variable textura en los diferentes tratamientos en estudios	45
Figura 6. Comportamiento de la variable aceptabilidad general en los diferentes tratamientos en estudios	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. INFORMES MENSUALES DE TUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 2. INFORME FINAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN...;	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 3. INSCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA O PLAN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 4. OFICIO DE SELECCIÓN DE TUTOR DE TITULACIÓN;	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 5. REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN POR PARTE DEL TUTOR ASIGNADO.	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 6. SOLICITUD PARA LA DESIGNACIÓN DEL TRIBUNAL DE LECTORES Y FECHA PARA LA SUSTENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 7. FORMULARIO PARA CORRECCIONES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN POR EL TRIBUNAL DE LECTORES	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 8. FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DEL PLAN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 9. CURVAS DE CALIBRACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 10. INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS SENSORIAL ...	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 11. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESAMIENTO DEL CACAO	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 12. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 13. CESIÓN DE DERECHOS	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 14. ANTIPLAGIO E INTELIGENCIA ARTIFICIAL ...	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 15. AVAL INGLÉS	¡Error! Marcador no definido.

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Efecto del tiempo de tostado de <i>Theobroma cacao</i> en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, y actividad antioxidante del licor de cacao
Fecha de inicio:	Abril del 2025
Fecha de finalización:	Agosto del 2025
Lugar de ejecución:	Parroquia Guasaganda y Cabecera Cantonal La Maná
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Agroindustria
Proyecto de Investigación:	"Sistema agro productivos de fabáceas en asociación con cacao y café en un contexto de economía circular para el desarrollo sostenible".
Equipo de Trabajo:	Ing. Tatiana C. Gavilánez B. MSc. Tutora del proyecto Alexandra Torres Moreno (Estudiante)
Área de Conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de Investigación:	Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria.
Sublínea de Investigación:	Análisis cualitativo, cuantitativo y sensorial de alimentos y no alimentos e productos agroindustriales.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El fruto del cacao (*Theobroma cacao*) se cultiva en varias zonas de América Latina, y en específico en Ecuador. País principal exportador de la región, y el mayor productor del denominado cacao fino a nivel mundial, reconocido como un producto de alta calidad. Su producción se considera de vital gran importancia en las actividades agrícolas del Ecuador, compone el tercer reglón exportable que es capaz de generar diferentes puestos de trabajo, además, forma parte de labores diarias de muchas localidades en el país.

Por otra parte, el tostado del cacao es de vital importancia ya que en ocasiones las condiciones de esta etapa pueden promover que se formen ciertos agregados que, si bien no se relacionan con la mejora de la esencia y el gusto, poseen valor por sus viables efectos perjudiciales que provoca a la salud del hombre. Así, realizar un proceso de tostado de forma correcta es fundamental, ya que se generan más 500 compuestos que tienen influencia en el aroma y el sabor, entre estos aparecen 2-metilpropanal, 3-metilbutanal, 2-metilbutanal, 2-fenilacetaldehído, benzaldehído, acetofenona, tetrametilpirazina, trimetilpirazina, 2,3-dimetilpirazina o 2,3-dimetil-5-etil-pirazina.

Estos y otros compuestos que se generan durante este proceso de tostado otorgan al cacao procesado y sus derivados, entre los que se encuentra el licor, sabores a fruto tostado, flores, frutas, caramelo o nueces.

El trabajo de investigación: Efecto del tiempo de tostado de *Theobroma cacao* en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, y actividad antioxidante del licor de cacao tuvo como objetivo determinar el efecto del tiempo de tostado de *Theobroma cacao* en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, y actividad antioxidante del licor de cacao

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El cacao (*Theobroma cacao*) se considera tolerante a la sombra, se puede cultivar en zonas húmedas tropicales, entre las latitudes 10° Norte y 10° Sur en América, África, Asia y Oceanía (Muller y Valle, 2012). La literatura señala que como cultivo se maneja desde la cultura Maya 200 años antes de cristo, además de su empleo por otros pueblos en Centroamérica (Dreiss y Greenhil, 2008). Otros estudios reflejaron que el uso del cacao data de alrededor de 5300 años en el territorio de

Santa Ana-La Florida, zona que pertenece a Zamora Chinchipe en el Sur-Este del Ecuador, perteneciente a los límites superiores del Amazonas (Zarrillo et al., 2018).

Por otra parte, se señala la facilidad como los productores lo asociaron de una forma sencilla con otros cultivos como: banano, frutales y bosques maderables (Jaimez et al., 2013), así, al tolerar la sombra les permite a los agricultores emplearlo en sistemas integrados de producción, que permite a estos productores lograr otras alternativas de ingresos para sus familias (Braga et al., 2019).

El *Theobroma cacao* es una planta muy importante en diversas naciones del mundo, sus propiedades sensorias y nutritivas se demostraron en diferentes investigaciones, sus características fisicoquímicas de las cuales emanan propiedades para la salud, ya que fortalece el sistema inmune, aspecto de mayor interés en quienes la consumen. Su calidad física y química (aromas y sabores del chocolate) del grano de esta planta se autentican con un inmejorable proceso de fermentado y una deshidratación lenta de carácter natural (Graziani, et al., 2013), la deshidratación artificial con aire caliente puede producir pérdidas de compuestos como los polifenoles (Hii, et al, 2012).

Los procedimientos primarios de Poscosecha, o sea, fermentación y secado, y las operaciones industriales como el tostado) (Cubillos et al., 2019), son elementos que afectan, el color del grano de cacao, la uniformidad del tamaño del grano, el pH y la acidez. Sin embargo, el aroma y sabor del cacao o productos derivados del cacao se consideran los indicadores de calidad más importantes, incluida la cantidad y el tipo de compuestos volátiles (Moreno et al., 2023). Diferentes investigaciones tratan lo referente al tostado del cacao como proceso fundamental para lograr productos como el licor de alta calidad, así, el análisis del licor de cacao es importante porque se puede comprobar la calidad de los procesos poscosecha, además de que dichas condiciones establecidas en los procesos poscosecha deben ser ideales para el producto final (Velásquez et al., 2023).

Por ello, este trabajo de investigación posee como objetivo determinar el efecto del tiempo de tostado en diferentes clones de *Theobroma cacao* en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, y actividad antioxidante del licor de cacao.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Los 125 estudiantes que cursan Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná y sus seis docentes concurren como los favorecidos directos. Esto se debe a que lograron profundizar el conocimiento en el proceso de tostado, gracias al trabajo que se desarrolló en esta investigación.

4.2. Beneficiarios Indirectos

Los 150 educandos que cursan carreras similares y los habitantes del Cantón La Maná especialmente de la parroquia Guasaganda quienes mejorarán el procesamiento del cacao, además de 200 agricultores que podrían dedicarse al procesamiento directo sin vender a intermediarios.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una de las materias primas más valoradas a nivel mundial por su riqueza en compuestos bioactivos, aromas complejos y su potencial funcional. En la cadena de procesamiento del cacao, el tostado representa una etapa clave que determina las características finales del licor de cacao, no solo en términos sensoriales, sino también en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante. A pesar de su importancia, la influencia precisa del tiempo de tostado sobre estas propiedades no ha sido completamente estandarizada o comprendida, especialmente cuando se trabaja con cacao de origen específico o variedades locales. Durante el tostado se generan reacciones complejas como la conocida Maillard y la degradación térmica de los compuestos polifenólicos, que modifican el perfil de sabor y la cantidad de elementos utilizables (Aprotosoaie et al., 2016).

Sin embargo, un tiempo de exposición excesivo al calor puede conducir a pérdidas significativas de antioxidantes naturales, como flavonoides y ácidos fenólicos, comprometiendo el potencial funcional del licor de cacao (Oracz & Nebesny, 2019). Por el contrario, tiempos insuficientes de tostado pueden afectar negativamente el desarrollo de notas aromáticas deseables, generando un compuesto con particularidades sensorias menos deseadas por el usuario (Ioannone et al., 2015).

En regiones productoras como La Maná, en la provincia de Cotopaxi (Ecuador), el cultivo y transformación de cacao representa un ingreso vital para pequeños productores, quienes comercializan el grano o elaboran productos artesanales como pasta y licor de cacao. Esta zona cuenta con condiciones agroecológicas privilegiadas que favorecen la producción del cacao que se conoce como fino de aroma. Sin embargo, existe una brecha tecnológica significativa en los procesos de transformación postcosecha, especialmente en lo referente al control del tostado. Muchos emprendimientos locales carecen de parámetros estandarizados y operan bajo condiciones empíricas, lo que puede generar variabilidad en la calidad del producto final y limitar su acceso a mercados especializados. Esta realidad evidencia la necesidad urgente de investigaciones contextualizadas que fortalezcan las capacidades locales mediante el desarrollo de conocimiento técnico aplicable a escala artesanal e industrial.

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del tiempo de tostado de diferentes variedades de *Theobroma cacao* L. en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, y actividad antioxidante del licor de cacao

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del licor del cacao empleando diferentes tiempos de tostado.
- Cuantificar los compuestos polifenólicos de los tratamientos en estudio mediante espectrofotometría UV-Vis.
- Determinar la actividad antioxidante del licor del cacao en diferentes tiempos de tostado en función de su inhibición al radical libre DPPH.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	VERIFICACIÓN
Analizar las propiedades físicoquímicas y sensoriales del licor del cacao empleando diferentes tiempos de tostado.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar con correcto proceso de poscosecha. ▪ Tostado de todos los tratamientos a los tiempos correspondientes ▪ Toma de muestras y mediciones 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variables físicoquímicas (pH, acidez, conductividad, humedad y cenizas) ▪ Aceptabilidad aplicando instrumentos con escala hedónica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuaderno de laboratorio ▪ Fotografías ▪ Datos tabulados
Cuantificar los compuestos polifenólicos de los tratamientos en estudio mediante espectrofotometría UV-Vis.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceso en laboratorio de cuantificación de polifenoles por el método de Folin Ciocalteu y espectrofotometría. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Curvas de estándar de ácido gálico. ▪ Medición del total de polifenoles expresados en mg/L 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuaderno de laboratorio ▪ Fotografías ▪ Datos tabulados
Determinar la actividad antioxidante del licor del cacao en diferentes tiempos de tostado en función de su inhibición al radical libre DPPH.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Curvas de inhibición de DPPH vs. Trolox. ▪ Interpolar los valores de las muestras. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad de polifenoles de los tratamientos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fotografías ▪ Datos tabulados

Elaborado por: Torres, (2025)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1 El Cacao como cultivo

La literatura refiere que el origen del cultivo aparece posiblemente en el siglo IV-V de nuestra era, no obstante, se muestran otros estudios donde se hace alusión que pudo ser hace 35.000 años atrás (Verna, 2013). Así, se destaca que los olmecas, iniciaron al consumir productos que, elaboraran del fruto de esta planta, y que nombraron, kakawa (Kaufman y Justeson, 2007). Posterior a esto se dice que, lo mayas continuaron con la producción de una bebida a la que denominaron “Xocolatl”, la cual hacían utilizando las vainas secas, molidas y las disolvían en agua. Dillinger et al. (2000) informaron que el producto que se obtenía de los anterior descrito era de sabor amargo, pero con un efecto estimulante y nutritivo, el cual fue muy apreciado por los pueblos aztecas.

El *Theobroma cacao* más conocido como cacao es una planta tolerante a la sombra, se puede cultivar en la región tropical húmeda, entre las latitudes 10° Norte y 10° Sur en los continentes de América, África, Asia y Oceanía (Muller y Valle, 2012). Así, se plantea que su manejo se remonta a las culturas del imperio Maya 200 años AC., además del uso por otras culturas de aquella época.

La literatura resalta como los productores lo asocian a diversos cultivos como el plátano, árboles frutales y maderables (Jaimez et al., 2013), además se destaca que producto a su tolerancia a la sombra lo pueden integrar a sistemas de producción más disímiles que ofrecen al agricultor nuevas opciones de ingresos económicos (Braga et al., 2019). Así, se estimó que la producción de cacao comprende alrededor de seis millones de agricultores en el mundo (Carr y Lockwood, 2011), con una producción en los años 2019-2020, de 4,7 millones de toneladas. Además, se informó que, de dicha producción, en América-latina se promovió el 18.4 % (0.9 millones t), destacando a Costa de Marfil y Ghana como los mayores productores (2.1 y 0.8 millones, respectivamente), ocupando el Ecuador la tercera posición (0.32 millones t) (ICCO 2021).

Es necesario destacar como diferentes factores influyen en la producción de esta planta y la comercialización de su fruto en el mundo, así, se puede citar el incremento progresivo del calor global, lo cual crea nuevas escenas climáticas e influye en la dinámica de las poblaciones de insectos y padecimientos. Además, provoca un descenso del agua como recurso fundamental para el cultivo del cacao, en diversas regiones del globo terráqueo, lo que conlleva a al aumento de los períodos de sequías, y en otras ocasiones al incremento de las precipitaciones. Lo que puede traer consigo inundaciones de los terrenos (Márdero et al., 2012), lo que sin duda influyen de forma negativa en la producción de *Theobroma cacao* (Medina y Laliberte, 2017).

8.2 Origen y distribución

El origen de *Theobroma cacao* se trata en la literatura como un tema difícil de discernir. Por una parte, hay autores que señalan que los ancestros de esta especie se localizan en América del Sur y, con mayor certeza, en las áreas de influjo de los ríos Orinoco y Amazonas (Henderson et al., 2007). No obstante, otros trabajos señalaron el origen de esta planta en parte de Centro América (Schwan y Wheals, 2004), hace aproximadamente unos cuatro mil años. Así, un estudio genético que se realizó en el año 2002, concluyó sustentando la primera de las teorías antes expuestas, además, apuntó a los países de Colombia y Venezuela como las regiones con mayor probabilidad de mostrar la credencial de ascendencia del cacao (Motamayor et al., 2002).

Posterior a esto se originó una expansión hacia la porción central del continente, gracias entre otros factores al movimiento del hombre, y sus experiencias de comercio. Así, se resalta que aparecen pruebas que ratifican que se injerían bebidas que procedían del cacao en las sociedades nativas que poblaron la costa del pacífico mexicano, entre los años 1.900 y 1.500 antes de cristo (Ozturk y Young, 2017), esto trajo consigo una propagación por Mesoamérica (Clement et al., 2010). Precisamente, la distribución del árbol del *Theobroma cacao* por la región de las américas se respaldó por dos variedades primordiales de la especie.

Así, Tezara et al. (2016) informaron cómo llegó hacia la parte norte de Mesoamérica la denominada variedad “criollo”, proveniente de Venezuela, así, en otras zonas cercanas al meridiano, como la parte norte de Brasil, se acrecentó la variedad “forastero” (Motamayor et al., 2002). Además, se destaca la presencia de una tercera variedad, “trinitario”, la cual surge por un proceso de hibridación natural entre las dos anteriores.

La literatura informó que la variedad criolla como resultado de la representación en el continente de los colonialistas provenientes de Europa, entre los que cuentan españoles, franceses y portugueses, se continuó distribuyendo por numerosas áreas. Esto incluyó diversos islotes del mar Caribe, como Trinidad, Jamaica, Martinica y Haití, entre otras. Así, a principios del siglo diecinueve, los oriundos de Portugal expidieron los frutos del *Theobroma cacao* hasta Santo Tomé, localizada en el litoral del occidente de África, posterior a esto tránsito a la colindante isla Príncipe, con posterioridad y, durante la tercera parte del siglo se llevó a Ghana, país que procedió a ser el centro de propagación para todo el continente, con Costa de Marfil, Camerún y Nigeria como máximos representantes (Nair, 2010).

Zhang y Motilal (2016) destacaron que el cultivo se adaptó de una manera increíble, ya que actualmente estos países antes descritos figuran entre los principales productores de cacao del planeta. Estos autores señalaron que, en la región de Asia, la planta se introdujo por los colonos de los países bajos a través de la isla de Célebes. Posterior a esto ocurrió en Indonesia y después en Java, regiones a las cuales introdujeron la variedad criolla en el segundo cincuentenario del siglo XVI. Así, Zhang y Motilal (2016) informaron que los hispanos llevaron este mismo cultivar a Filipinas, a inicios del siglo diecisiete, además, dos siglos después en el año 1798, el cacao llega a Sri Lanka desde Trinidad, y de ahí durante el siglo XIX, llegó a Singapur, Fiji, Samoa, Australia e India.

Figura 1. Países que producen cacao por regiones y cantidad



Fuente: <https://images.app.goo.gl/3utKZmLdVaZZPVQV7>

Para el año 2018 se planteó que África acumuló el 76% de la producción del planeta, donde la región de América Latina sólo alcanzó el 16%, algo rezagada se mostró Así y Oceanía con tan solo el 7% (Pipitone, 2018). Así, se destacó que la mayor producción (70%) provino de fincas o granjas familiares de pequeño tamaño, de alrededor de unas cinco hectáreas (Franzen y Mulder, 2007), de las cuales se informó por la Fundación Mundial del Cacao, aparecían registradas hacia el año 2017 entre 5 y 6 millones, y que implicaban, una apariencia laboral, del entorno de 40 a 50 millones de personas (Beg et al., 2017). Aunque, se informó que estas fincas en su gran mayoría se movieron en una economía de subsistencia, algo contradictoria, lo que sin duda dejó al descubierto el beneficio que alcanzaron las mayores compañías industrializadoras (Oluyoel et al., 2011).

Lo anterior descrito se debe fundamentalmente a que los países productores, y además procesan el cacao son la minoría, así, se destaca Costa de Marfil, Ghana, Brasil, Indonesia o Malasia. La mayor cantidad de la producción se transforma en terceros países, y se localiza fundamentalmente en Europa y América del Norte (Ozturk y Young, 2017), regiones en las que aparecen las grandes compañías. Por otra parte, en América latina hay una particularidad del cacao que se produce al compararlo con otras regiones del mundo, aquí aparece el cacao fino o de aroma, que se conoce por sus especiales propiedades (Rottiers et al., 2019), el cual se produce a gran escala en América (Papalexandratou et al., 2019) y, de forma concreta en el Caribe.

Diferentes autores resaltaron que el 80% de este tipo de cacao es proveniente del Caribe, aunque Asia y Oceanía muestran el dieciocho por-ciento, y África dos. La jerarquía de estas variedades a nivel global persiste en producciones secundarias, ya que en la mayoría de los casos donde se amplía la frontera agrícola con el fin de la siembra de cacao se realiza con las variedades ordinarias,

esto deja al cacao fino consignado a la preparación de fórmulas específicas de la zona donde se cultiva (Arevalo-Gardini et al., 2019; Zambrano et al., 2019).

Sin embargo, Cevallos-Cevallos et al. (2018) y Tuentler et al., (2020) informaron que La preferencia, parece cambiar en las últimas décadas, ya que observó un aumento de la solicitud por parte de los clientes de este tipo de mercancías tradicionales, cuyas particularidades organolépticas distan visiblemente de las otras variedades. Por tal motivo, la continuación de esta preferencia favorecería en un futuro cercano un aumento en la proporción del cacao fino respecto a los restantes, en aproximadamente entre 3 y 10 %. De tal manera, incrementara el rol que estas clones desempeñan a nivel mundial y, consiguientemente, el de América Latina, ya que estos cultivares se origina en esta región.

8.3 Características botánicas y taxonomía de la planta

La planta de cacao es la única de las 22 especies que posee el género *Theobroma*, que pertenece a la familia Malvaceae (Alverson et al., 1999), su consecuencia económica logra niveles mundiales. En países como México y Costa Rica *T. angustifolium* se mezcla con *T. cacao*, con fines comerciales (Nair, 2010). Así, la planta de cacao se define como una especie diploide perpetua, que logra alcanzar de ocho a quince metros de altura (Ozturk y Young, 2017), sin embargo, en circunstancias de cultivo fluctúa entre los tres y cinco metros (de Almeida y Valle, 2008). Posee una raíz pivotante que se desarrolla de forma prolongada, hasta 150 cm, y las raíces secundarias laterales, aparecen en los primeros 20-30 cm de la tierra (Wartenberg et al., 2017).

Sin embargo, la función de estas raíces secundarias es notable, ya que se encargan de nutrir a la planta para la realización de sus diferentes procesos, mientras que la raíz principal efectúa la función de detención.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del cacao

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	Theobroma
Especie	cacao

Elaborado por: Torres (2025)

Por otra parte, los brotes que se forman a partir de las semillas se amplían hasta 1- 1,5 m, así, de ese tallo central, el cual se denomina chupon, se muestran divisiones laterales que se agrupan en niveles (Carr y Lockwood, 2011). La literatura refiere que en ejemplares que no se controlan pueden aparecer nuevos chupones a partir del principal. Por su parte, las inflorescencias, se pueden agrupar hasta en cincuenta flores, que se implantan en forma de vértice. Cada flor se constituye de cinco sépalos y cinco pétalos, diez estambres que se distribuyen en dos círculos, donde solo uno es fértil, y un ovario superior que está formado por cinco carpelos que se fusionan (Lim, 2012).

De Schawe et al. (2013) informaron que de las diversas flores que refleja el árbol, únicamente un pequeño número se desarrollan hasta fruto, y las que no se fertilizan desaparecen de forma rápida (Bridgemohan y Mohammed, 2019). Así, la polinización se origina por vía natural o mediante autopolinización, debido a que los estambres fértiles están sitiados por un anillo de estaminodios, cuando ocurre la polinización natural, se demanda la intervención de determinados insectos, principalmente los que pertenecen al género *Forcipomya* (de Schawe et al., 2018). Aunque, las hormigas también en ocasiones participan como agentes polinizadores, y solamente raras veces, la fertilización se produce por acción del viento.

Diferentes autores señalaron que al ver la producción de esta planta siempre desde un aspecto agronómico, los tres cultivares que se diferencian de forma tradicional en dependencia de sus características organolépticas (Criollo, Forastero y Trinitario), se evaluaron a través de la genética, lo que permitió establecer hasta diez grupos diferentes, que aseguran la diversidad genética vigente del cacao. Estos conjuntos genéticos que se establecieron, por su diferencia geográfica, son:

Amelonado, Contamama, Criollo, Curaray, Guiana, Iquitos, Marañón, Nanay, Nacional y Purús (Motamayor *et al.*, 2008).

Por otra parte, la ciencia destacó que, en los últimos años, las investigaciones sobre la diversidad genética se incrementaron, la mayor parte de estas apareció en poblaciones nativas (Gopaulchan *et al.*, 2019; Adenet *et al.*, 2020; Everaert *et al.*, 2020), esto permitió una mejor comprensión de la distribución geográfica de los distintos grupos ancestrales, además de tener una mayor claridad sobre la interacción entre estos a lo largo de los años, lo que trascendió a variedades híbridas.

La labranza de esta planta se circunscribe al cinturón que comprende entre 10-20°, **m** tanto al norte y al sur del ecuador, región que presenta los ambientes adecuados para el cacao. Así, Yoroba *et al.* (2019) informó que los principales elementos que determinan que la planta se desarrolle adecuadamente son, temperatura y la lluvia. Estos autores señalaron que el rango el rango óptimo de crecimiento de la planta aparece entre los 15 °C y los 32 °C, con una temperatura mínima de 10 °C a partir de la cual se pueden apreciar daños, esto restringe su cultivo en zonas elevadas (Nair, 2010). Al referirse a las precipitaciones se mostró parte de Okongor *et al.* (2013) valores de 1150 a 2500 mm anuales, inferior a esto, la cantidad de agua no es suficiente para suplir los niveles normales de evapotranspiración del cacao, sin embargo, altos volúmenes de precipitaciones pueden favorecer la aparición de enfermedades (Okongor *et al.*, 2013).

Respecto a la lluvia es necesario destacar la distribución de estas en el año, de tal forma que no se sucedan épocas de abundantes precipitaciones con períodos de poca lluvia. Así, se resalta también que la sombra constituye otro factor de peso en el manejo de esta especie, ya que influye en los niveles de productividad de la planta. Partiendo de las características vegetales de las diferentes zonas, se considera que esta planta a la sombra logra una buena producción (Somarriba y Beer, 2011), ya que puede retener la humedad de la tierra, mejora de la fertilidad, y disminuye la aparición de las malas hierbas (Franzen y Mulder, 2007).

8.4 Producción de cacao en el Ecuador

La planta de cacao se considera de vital importancia en las actividades agrícolas del Ecuador, compone el tercer producto exportable que concibe fuentes de trabajo directas e indirectas. Así, se destaca como parte principal de la vida diaria de diferentes comunidades en el país. La literatura

refiere que el cacao fino se produce en el mundo con valores de cinco por-ciento, de este, más del 65 es proveniente del Ecuador, por tal motivo se presenta este país como mayor productor de esta variedad (Nestlé, 2011).

A raíz de la pandemia de COVID 19 se establecieron diferentes planteamientos para la producción y la comercialización de esta rúbrica. Aunque, la producción del cacao en Ecuador se afectó y al contrario se expidieron alrededor de 60.000 t más que en el año 2019 (Asociación de Exportadores de cacao, ANECACAO (2020). Este incremento estuvo dado por el mayor número de tierras que plantaron cacao en los últimos cinco años, y que se unieron a la producción nacional. Es importante destacar que el cultivo del cacao brinda empleos para alrededor de 100 000 familias, la generalidad en el campo (Barrera et al., 2019), así, los ingresos que se generan por concepto de este producto ascendieron en el 2020 a 908 millones de USD de dólares (ANECACAO, 2020).

Los números antes descritos reflejan la trascendencia del cultivo de esta especie en el Ecuador en cláusulas de concepción de trabajos, recursos financieros no procedentes del petróleo, además con un gran crecimiento. Por tal motivo, es indispensable continuar la evaluación para conocer cómo mantener y mejorar la producción de esta especie en el país, lo cual puede ser con la implementación de estrategias y acciones le permitan consolidarse y atenuar los cambios del clima. Es importante evaluar diferentes estrategias para lograr la disminución de contaminación de cadmio, además, de considerar que muchos cambios que se pueden producir dependerán de los que ya están ocurriendo con este cultivo en África, y que consecuencia influirá en la demanda de esta planta en los países de Latinoamérica. (Parada y Veloz, 2021).

La literatura que se consultó resalta que en el Ecuador se plantan dos tipos de cacao: los cultivares Nacional, y el clon CCN 51. Los primeros aparecen en su mayoría en sistemas agroforestales de pequeños productores (Melo y Hollander, 2013) y en ciertas compañías que poseen extensiones de tierras que alcanzan las ciento veinte hectáreas y más. Así, se destaca que la calidad sensorial del cacao de tipo Nacional se reconoce en el ámbito mundial, y por este se pagan precios altos en el mercado mundial.

Por otra parte, aparecen también los cacaos conocidos híbridos de cacaos nacionales con cacao trinitarios (Ortiz et al., 2019). Esto se debe fundamentalmente a la importación de cacaos de otros países y los diferentes cruces (Carranza et al., 2020). En este sentido se puede destacar al CCN 51,

clon que obtuvo Homero Castro de los cruces (ICS95 x IMC 67) x Oriente 1 en la finca Theobroma en la región Naranjal, Provincia del Guayas. Este se cultiva desde el año 1980 de forma comercial, aparece como de mayor productividad, aunque lo describen como menor calidad que los cacaos nacionales, así, resaltan su siembra como un monocultivo, además que no le proveen sombra.

Hay un aspecto de vital importancia que imprescindible señalar, y es que en el Ecuador no aparece una diferencia en lo que precio respecta entre los tipos de cacao, esto trae como consecuencia que el comercialice la mezcla de ambos, lo que ocasiona la pérdida de la calidad y genera desconfianza en los clientes a nivel internacional (Díaz y Valera, 2018; Salgado y Ulloa, 2018). Por tal motivo la ICCO se vio en la obligación de penalizar la mengua en la calidad con la disminución del 25 %, por tanto, de total que se exporta, el 75 % es cacao fino de aroma (Troya, 2013).

La literatura resalta diferentes grupos de productores de cacao en dependencia de los medios de vida, así, Díaz et al. (2018), en la provincia de Guayas, estudió a 188 productores y señaló cuatro tipos, para esto se basó en la porción de las tierras de sus propiedades que se destinaba al cacaos nacionales y al CCN 51. Además, al tipo de mano de obra que utilizaban en las disímiles tareas que desarrollaban al cultivo. Díaz et al. (2018) destacaron que estos cuatro grupos se diferenciaban por la cantidad de terreno dedicado al cacao nacional y al CCN 51, además de la forma y tipo de mano de obra, donde en unos aparece el trabajo solo de la familia, lo que le permite aportes financieros, ya que además del cacao, muestran en sus fincas otros cultivos.

Otra clasificación la realizaron Barrera et al. (2019) estos autores a través de encuestas que realizaron a 386 productores de Manabí, los agruparon de la siguiente forma: un primer grupo representó el 37 % y son agricultores con pequeñas fincas próximos a tres hectáreas, en su mayoría no poseen riego y venden su producto a minoristas o asociaciones. En el segundo aparecieron el 54 %, estos comercializan sus productos con minoristas y, la extensión de sus cultivos estás alrededor de las cuatro hectáreas, y se destacó que alrededor del 25 % disponen de riego. El tercer y último que se identificó por estos autores representó el 8.3 %, estos poseen extensiones del cultivo que están en el orden de las 4.6 ha como promedio, así, menos del 10 % posee riego, además que conservan prácticas de manejo y entregan su producto a bodegas mayoristas (Barrera *et al.*, 2019).

Henry *et al.* (2018) destacaron que los productores de la variedad de cacao nacional están agrupados en dos: los pequeños productores, con menos de 10 ha, estos poseen sistemas de

producción limitado, con plantaciones que asocian a otros cultivos y árboles, y el grupo de los medianos y grandes productores donde las plantaciones en su mayoría son monocultivos. Por otra parte, para el clon CCN 51 los productores poseen plantaciones comerciales que se fundaron alrededor de 25 años atrás, la mayoría de estas presentan riego, y se manejan con maquinaria y diseños de plantío diferentes a las que se emplean en los sistemas convencionales, además que presentan grandes inversiones para combatir las plagas y enfermedades.

Es necesario destacar que Henry et al. (2018) refirieron que estos clones antes descritos presentan un buen manejo de postcosecha (fermentación y secado) y poseen certificados internacionales como UTZ y Rainforest. Además, generan una cartera de empleos tanto directo como indirectos. Estos autores resaltaron que en el Ecuador aparecen pequeños productores con plantíos de CCN 51 y varios presentan un compuesto de cacaos nacionales y CCN 51. Lo anterior descrito se resume en que este cultivo se produce en 16 de las 24 provincias, en las que se divide el país para un total de 590579 ha que se cultivan y 527327 ha que se cosechan (INEC, 2020), así, los pequeños productores de cacao nacional se agrupan sociedades que se pueden encontrar en las diferentes provincias.

Lo antes expuesto se destaca en Esmeraldas provincia que contiene el mayor número de asociaciones, le continua la provincia de Manabí con 28. Otras como Morona, Pastaza, Cañar poseen una sola asociación. Así, la literatura destaca que en las propiedades de pequeños productores se pueden hallar cacaos de tipo Nacional, complejos de Nacional-trinitario y CCN 51. Por otro lado, aparecen un grupo de productores de CCN 51 que se encuentran asociados a APROCAFA, así como otros con tierras de más de 100 ha de CCN 51, que producen de forma independiente (Henry et al., 2018). Es de importante señalar que, entre las provincias de Los Ríos, Manabí Guayas suman el 61.3 % de la superficie total donde se desarrolla este cultivo (INEC, 2020).

Gómez (2016) destacó que el Ecuador aparece como el productor número uno de cacao de los países Latinoamericanos, y aparece en el mundo en el puesto cinco. Así, notificó que, la producción nacional varía de 180 y 260 kilogramos por hectárea al año, asimismo, su madurez es más lenta al compararlo con otros tipos de cacao de otras regiones del mundo. Esto representa el cuatro por ciento del consumo mundial, con crecimiento (tasa) entre el cinco y el 10%. Este cacao ecuatoriano se reconoce en el mundo de la confitería, en países de Europa entre estos destacan Suiza y Bélgica.

Por su parte, Carrera (2014), informó que, en el banco de desarrollo de América Latina, Ecuador lo lidera mundialmente en cuanto a las exportaciones y producción del cacao fino de aroma, con más del 60% de lo que se ofrece al mercado internacional. Esto sin duda representa uno de los rubros de mayor importancia para la economía del Ecuador, de acuerdo a los datos que mostró el Banco Central del Ecuador. Donde se menciona que el cacao es el sexto producto agrícola que se exporta, y así, lo convierte, en uno de los principales productores de cacao en el mundo.

Por otra parte, Espinosa (2018) al referirse a la comercialización de los granos de cacao informó que esta se dirige tanto al mercado interno como externo, ya sea crudo, en residuos, tostado o industrializado, cacao en polvo, tortas o licor. Así, destacó que, el cacao que se comercializa se cataloga en dependencia de las medidas de calidad: arriba superior summer selecto (ASSS), arriba superior summer plantation selecta (ASSPS), arriba superior navidad (ASN), arriba superior selecto (ASS), arriba superior época (ASE), este último lo resaltó como de menor calidad. Además, este autor informó que, en Ecuador la mayoría del cacao exportado corresponde al cacao arriba.

Espinosa (2018) añadió que las tendencias del mercado progresaron con el tiempo, con relación al consumo del cacao de mayor propiedad, y refirió que esto sucedió fundamentalmente debido a la pandemia de COVID 19 que se presentó en el mundo. Aunque, todavía la oferta de cacao fino de aroma es mínima en comparación con la oferta mundial del cacao, estas variedades de cacao fino en su totalidad se producen en países como Indonesia, Ecuador, Colombia, Papúa, Nueva Guinea, Venezuela, los cuales Ecuador es el que ocupa el primer puesto como exportador. Así, Mendoza et al. (2021) destacó al cacao fino de aroma como un producto que se cotiza a un precio superior al cacao tradicional, aproximadamente entre 7 y 28% adicional, aunque, este precio puede fluctuar en dependencia del cambio climático, las plagas y enfermedades que lo afectan, lo que trae como consecuencias pérdidas en 30% de la producción mundial, a esto se debe sumar la disponibilidad de las reservas del producto.

8.5 Variedades de cacao

En el acápite anterior de forma general se hizo alusión a las variedades de cacao, sin embargo, no se destacó con precisión cuáles son las que se cultivan de forma oficial en el país. En el Ecuador se encuentra diversas variedades de variedades de cacao. Así, aparece el llamado Nacional, el cual se identifica por brindar un chocolate de un sabor suave y buena aroma, el cual posee una fermentación más corta en comparación con otras variedades, que pueden demorar varios días. Este

genotipo Nacional con el pasar del tiempo, se está perdiendo, lo que se debe a la introducción de nuevos clones resistentes a enfermedades, las cuales son las que más afectan la economía del cacao (Montes, 2016).

La literatura que se consultó destacó que para el año 1965 una investigación en el Ecuador brindó como resultado un clon de cacao de doble hibridación del material genético Trinitario y Forastero de origen amazónico. El nuevo cultivar se denominó CCN-51, el cual posee mejor rendimiento, además, de ser más resistente a las enfermedades provocadas por hongos. Así, esta característica concibe dicha variedad sea una excelente opción para lograr una mejor producción, ya que con un buen proceso de fermentación de este cacao se pueden conseguir particularidades de alta calidad (Bustamante y Ramírez, 2010).

Otro estudio de Quiroz et al. (2021) resaltó la presencia de otros clones, entre los que aparecen los identificados como EET-48, EET-96, los cuales se liberaron en los años 70, además de otros como los EET-111 (ICS-95) y EET-275 (ICS-6). Estos se recomienda su siembra en forma conjunta como un policlon. Así, se mostraron también los clones EET-19, EET-95 y EET-103, los cuales se cosecharon de la finca Tenguel en Guayas, por su parte los cultivares EET-48, EET-62 y EET-96 se consiguieron de la finca Porvenir en Los Ríos, y por último los de la serie 500 provenientes de la Colección del Centro de Cacao de Aroma Tenguel (CCAT).

8.5.1 Variedad criollo

La variedad criollo se puede encontrar en la zona norte del Ecuador, Colombia, Venezuela y América Central, este cacao se caracteriza por poseer mazorcas rugosas, con surcos pronunciados, de una forma alargada y puntiaguda, son de color verde y rojo en su madurez. Las almendras exhiben una tonalidad blanca, el sabor de sus mucilagos es dulce, con un aroma muy fuerte, cuando se realiza el proceso de fermentación. Así, el chocolate que se produce de este tipo de cacao es muy codiciado por los diferentes consumidores debido a su nuez y fruta (Durán y Dubón, 2016).

8.5.2 Variedad forastero

Se plantea que esta variedad se originó en las cuencas del río Amazonas, y se clasificaron como silvestres en la Amazonia del Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela y Brasil. Es un fruto que posee una cáscara muy dura y lisa, su color se dice que varía entre verde a rosado pálido, posee almendras aplanadas con un color morado, las cuales poseen un sabor amargo (Estrada et al. 2011).

8.5.3 Variedad trinitario

Esta variedad de cacao se considera es heterogénea, posee frutos de color verde, la tonalidad de sus semillas es violeta con un rasado pálido. Se dice que su origen pertenece la Isla de Trinidad y Tobago. Por tal motivo, se plantea que la combinación fue el resultado de un cruce voluntario y natural. Su sabor se considera de medio a alto, así, su producción se destaca entre el 10 al 15% en todo el planeta tierra (Phillips et al. 2013).

8.5.4 Variedad EET-48

Esta variedad se define como originario de la propiedad Santa Rosa en los Ríos, se colectó en los años 1944 y 1948, se destaca que la floración más rápida aparece en las épocas lluviosas, sus frutos pasan de un color verde al amarillo cuando alcanzan el estado de madurez. Posee semillas grandes de carácter cilíndrico, un tanto achatadas, sus cotiledones muestran un color rojo oscuro, es un clon tiene un índice de alrededor de 16 y 17 frutos con lo que se forma un kilogramo de cacao seco (Vera et al. 2015). Este mismo autor refirió que presenta buenos niveles de producción, con rendimientos promedio de 1089 y 1248 kilogramos de cacao seco por hectárea, además, tolera enfermedades como la escoba de bruja, ya que incluso cuando está afectado por dicha enfermedad presenta un buen rendimiento, sin embargo, es susceptible a la llamada mal de machete, por lo que se informa que se debe mantener un adecuado manejo fitosanitario.

8.5.5 Variedad Clon EET-96

Esta variedad posee una floración acelerada en los períodos de enero a marzo, su fruto presenta un color verde rojizo cuando está en estado inmaduro, ya al alcanzar la madurez se torna de color amarillo, posee un índice de mazorcas es de 20 unidades por planta. Las hojas gozan de un color rojo, y posee una muestra del 60% de enraizamiento, presenta un buen rendimiento, alcanza los 1146 kg/ha al año (Salinas y Tomalá, 2014).

8.5.6 Variedad CCN-51

La variedad o clon CCN-51 se dice que es proveniente de la Colección Castro Naranjo 51, y tiene su origen en el Ecuador. Se considera un árbol de un tamaño pequeño, que logra alcanzar los 2,5 metros de altura, con un índice de mazorcas de seis libras de cacao seco: La literatura refiere que inicia su producción a los dieciocho meses de edad, así, se destaca que el tamaño, así como el desarrollo del follaje depende donde se cultive. Por tal motivo, en las plantaciones donde se cultiva,

se sugiere una buena separación entre plantas, para que el fruto pueda tener un mejor desarrollo. Este clon se caracteriza por tener una alta calidad y de gran productividad, además, es resistente a diferentes plagas y enfermedades que lo pueden afectar como: la escoba de bruja, monilla y el mal de machete, su rendimiento se calcula en 50 a 60 quintales, por hectárea (Guaman, 2007).

8.5.7. Variedad EET 103

Este clon tiene mucha aceptabilidad, con una denominación de origen inicial Tengel 25, tolera plagas y enfermedades y principalmente a la escoba de bruja y monilla. En la descripción botánica macroscópica predomina sus flores blancas, fruto rugoso y cáscara gruesa, el fruto inmaduro es de color verde y el fruto maduro de color amarillo. En las variables de rendimiento predomina el índice de mazorca de 20 para la obtención de un kilogramo de cacao seco (Espinal, 2015).

8.5.8 Variedad EET 62

Este clon se caracteriza por tener ramas laterales que crecen de forma vertical o ligeramente inclinada. Sus hojas tienen forma elíptica y los brotes nuevos presentan un tono rojo oscuro. Puede propagarse mediante ramillas, logrando un porcentaje de enraizamiento del 51%. Sus flores tienen un péndulo floral que alcanza los 15,5 mm de largo, y la etapa de mayor floración ocurre en los períodos de diciembre, enero y junio. Cuando los frutos están inmaduros, muestran un color verde con tonalidades rojizas, y al madurar adquieren un color amarillo con matices rojizos. Las semillas son grandes, redondeadas y ligeramente aplanadas, mientras que sus cotiledones se distinguen por un tono púrpura oscuro. Este clon produce en promedio 20 mazorcas por planta (Mera & Ruiz, 2014).

8.6 Secado y tostado del cacao

El estudio de este proceso en la planta de cacao informó que método solar es el más conocido, antiguo, económico, popular y de acceso libre, se puede aplicar manejando los procedimientos rudimentarios, los más sofisticados y científicos, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales donde la radiación solar es mayor (Bala y Janjai, 2012). Así, se plantea que más del 60% del cacao africano y asiático se seca al sol, cuestión esta que hace que el contenido de humedad sea elevado en el momento de la venta por parte de los agricultores (Fernández *et al.*, 2011).

El método de secado al sol se realiza al expandir los granos sobre esteras de madera elevadas y láminas de plástico o sobre pisos de concreto. Los granos se voltean o remueven de forma manual

con cierta regularidad, y se hace necesario que un trabajador permanezca cerca del sitio para ahuyentar los contaminantes bióticos, además para llevar los granos a la sombra en caso de lluvia. Aunque este método está disponible sin costo alguno, depende en su totalidad del clima, además, requiere mucha mano de obra, y necesita más tiempo (entre 7 y 22 días) y expone los granos a animales y otros contaminantes ambientales (Mohamadi *et al.*, 2019)

La literatura resalta que el secado abierto al sol, incrementa el riesgo de producir granos contaminados en comparación con los métodos de secado que se controlan con más rigurosidad, entre otros aspectos, a que los tiempos de secado más prolongados exponen los granos al crecimiento de moho (Foster *et al.*, 2024). Así, diferentes productores que no poseen la información adecuada secan sus granos de cacao en el suelo desnudo, lo que los expone a la contaminación por piedras, tierra y organismos de la superficie. Otros prefieren las carreteras asfaltadas, y así, lo exponen a la contaminación por compuestos que provienen de dicho asfalto.

La literatura que se consultó destaca que una forma de secado donde los granos se exponen mediante un tostador de tambor a temperatura de 130°C por un periodo de 30 minutos, posterior a esto emplean una descascarilladora eléctrica con flujo de aire para la eliminación de la cascarilla. Al eliminar dicha cascarilla se obtiene una pasta mediante el uso de un molino eléctrico. Así, otros autores resaltan este proceso con el empleo de diferentes temperaturas (120, 130, 140 °C) por medio de un tostador de convección con circulación de aire caliente, así, señalan que durante proceso las almendras de cacao desarrollan las cualidades aromáticas y sabor cancerígenos (Misnawi, 2012). No obstante, a que este método se considera el de menos costo, y además se encuentra utilizable para todos los agricultores, en la práctica no se considera viable cuando aparecen períodos de fuertes lluvias y alta humedad (Komolafe *et al.*, 2020)

Diferentes investigaciones destacan el proceso de secado como una operación que es clave y además, puede determinar la calidad en la cadena de procesamiento del cacao, que forma la parcela, los métodos de secado y los parámetros de calidad de los granos del fruto de la planta. Así, el contenido de humedad, el moho, el color del grano, el pH, la acidez titulable, el contenido de grasa, y la concentración de ácido acético son los indicadores de calidad del grano que más se evalúan (Dzelagha *et al.*, 2020). Otros trabajos informan como continúan las investigaciones para mostrar otros métodos de secado que sean eficientes, y no afecten la calidad de los granos (Dzelagha *et al.*, 2020).

Por otra parte, es importante conocer que la temperatura para secar depende de la intensidad solar, los materiales del secador y la colocación de los platos que se emplean para dicho secado. Por tal motivo, se consideran que, para mejorar el secado al sol, es imprescindible tener en cuenta, los materiales, los ángulos de altura, los calentadores y los ventiladores en los secadores solares para extender la absorción de energía y los elementos de secado. Los sistemas electrónicos registran claramente el aire de secado en hornos y microondas. (Streule *et al.*, 2022).

8.7 Compuestos presentes en el cacao y sus propiedades

Los estudios que se realizaron de la composición química del cacao reflejaron que los polifenoles predominantes de los granos de cacao en muchas variedades presentes en diversos países son: catequinas, epicatequinas, dímeros de epicatequina y procianidina, entre otros. Así, otros reportes informaron la presencia de un mayor contenido de polifenoles para el clon ICS-95 en grano fresco 13,94, fermentado en un día 13,57 y a los dos días 14,36 g EEC/100g (Niemenak *et al.*, 2006). Sin embargo, Zapata *et al.*, (2013) notificaron la presencia de polifenoles totales de ICS-95 $3,522 \pm 2,77$ g EAG/100g, lo que representó la mayor cantidad respecto a otros cinco clones que estudiaron. Por su parte, Negareshy y Marín (2013) informaron que la mayor cantidad de polifenoles la encontraron en el grano de cacao del clon ICS-95 con 6 g EAG/100 g. Otro estudio destacó que el clon SCAVINA-6 posee un contenido de polifenoles más alto, que otras variedades, que depende del manejo, así como de los elementos del clima que se presentan (Cubero, 1990). Así, este mismo autor en su estudio destacó que el porcentaje de polifenoles totales fue mayor en los acriollados y en el cultivar Catongo que en el grupo forastero sin fermentar. Refirió que, al fermentar el último cultivar poseía mayor cantidad que el grupo trinitario, el cual no mostró diferencias matemáticas estadísticas con el Catongo y el grupo Criollo.

El estudio de la familia Scavina por (Enríquez, 2010) resaltó que, aunque posee semilla y frutos pequeños, tienen una producción elevada, y elevada resistencia a la enfermedad escoba de bruja. Así, se puede detectar que, compuestos como la galactosa y la fructosa aparecen en mayor cantidad en los clones resistentes, además de que se informó que son los compuestos polifenólicos a los que se atribuye tal resistencia. Estos se encuentran en los granos de cacao y se almacenan en las células pigmentarias de los cotiledones, y le brindan colores que van desde el blanco hasta el morado oscuro, lo que depende de la acumulación del compuesto antocianinas (Sulaiman *et al.*, 2017).

Así, estas se clasifican en diversos conjuntos en función del número de anillos aromáticos y los compuestos de estructura que articulan estos anillos. Se hacen distinciones entre flavonoides, no flavonoides y ácidos fenólicos (Peno-Mazzarino, 2012). Por otra parte, el cacao presenta flavanoles (flavan-3-ols), estos se muestran como monómeros, epicatequina y catequina o como oligómeros de epicatequina o catequina llamados procianidinas (Peno-Mazzarino, 2012). Asimismo, se encuentran en cantidades menores (+) - catequina, (+) - galocatequina y (-) epigalocatequina, flavonas (kaempferol, apigenina, luteolina y glucósidos) y ácidos fenólicos (clorogénico, cafeico, ácido siríngico, cumárico y ferúlico) (Kothe *et al.*, 2013).

Además, Bordiga *et al.* (2015), y Pedan *et al.* (2016) notificaron que, en los frutos del cacao se aprecian diferentes compuestos polifenólicos como: catequinas o flavan-3-oles (37%); antocianinas (4%), que tienen que ver con el color púrpura del grano; y proantocianidinas (58%), este grupo se presenta mediante dímeros, trímeros u oligómeros de flavan-3,4-diol. Los flavanoles y las proantocianidinas se correlacionan con la calidad del sabor del cacao. De tal modo, el contenido más alto de los flavanoles como (+)-catequina y (-)-epicatequina son responsables del sabor amargo (no deseable). Mientras que, el sabor de la astringencia es más fuerte con el incremento de un contenido soluble de las proantocianidinas (Brillouet y Hue, 2017; Sulaiman *et al.*, 2017).

Los polifenoles favorecen a los olores verde y a fruta de los granos y aparecen entre el diez y el veinte por-ciento del peso seco (Djikeng *et al.*, 2018). Su composición varía de forma significativa bajo la influencia de altas temperaturas, pH, acceso al oxígeno, origen, genotipo, procesamiento del grano y grado de madurez (Urbańska *et al.*, 2019).

Una investigación de Efraim *et al.* (2010), con granos tipo Forastero, confirmó que el contenido de compuestos fenólicos totales disminuyó en 35 y 59%, al tercer y séptimo día de fermentación, respectivamente (Vázquez-Ovando *et al.*, 2016). Esto coincide con la proporción inversa del contenido de polifenoles totales, y el tiempo de fermentado de la planta que informaron Payne *et al.* (2010). Igualmente, durante el secado el material que se fermenta, por tres y siete días, disminuyó en 10,8 y 19,1% y en 2,8 y 11,6%, al sol (durante 10 días) y al horno (por tres días a 35 °C), respectivamente.

8.7.1 Propiedades del cacao

Los estudios de las propiedades del cacao reflejaron niveles de acidez titulables, así, se informó por autores como Albia et al. (2016), al trabajar estos aspectos en variedades de cacao nativo fino posterior a su secado en países como Colombia. Además, se mostró también por Nazaruddin et al. (2006), los que, valoraron el cacao originario de Malasia. En tal sentido Albia et al. (2016), mencionaron que, en la etapa que ocurre la fermentación, los ácidos láctico y acético producto de la degradación microbiana de la pulpa se difunden al interior del cotiledón y aumentan los niveles de acidez, los cuales se reducen al secar el cacao. Sin embargo, una alta obtención de estos ácidos lleva a la producción de granos con sabor ácido, lo cual repercute en la mejor calidad del cacao (Schwan y Fleet, 2015).

Otros trabajos hacen referencia al pH que puede aparecer en el cacao, así Albia et al. (2016), en cacao nativo fino de aroma informó valores entre 6,03 y 6,34. Asimismo, Armijos (2002), mencionó que el pH óptimo para un producto de calidad debe aparecer entre de 5,1 a 5,4, por tal motivo cualquier cacao con pH menor a 5,0 muestra presencia de ácidos no volátiles indeseables que proporcionan al producto aromas desagradables, esto perjudica la producción de los diferentes derivados como el chocolate. Por otra parte, Jinap et al. (1995), informaron que un pH bajo (rango 4,8-5,2) representa que los granos de cacao fermentados y secos son de calidad baja aromática.

Por su parte, Portillo et al. (2007), informaron que un el pH menor a 4,5 se relaciona a la mengua del potencial aromático del grano. La diferenciación en el nivel del pH es un indicador que determina en el proceso de secado, y se corresponde con las condiciones que este tenga (López y Ramírez, 2001).

Diferentes investigaciones destacaron las propiedades antioxidantes del cacao, así, Bardakles et al.(2021), refirieron valores que oscilaron en su estudio entre 89,7 y 90,8%, superiores a los notificados por Gonzáles et al. (2012), quienes al estudiar en México la actividad antioxidante de 34 extractos metanólicos de cacao, mostraron porcentajes que oscilaron entre 57,0 % y 71,1 % de inhibición, aunque estos a su vez fueron superiores a los informados por Granato et al. (2011), quienes cometieron un estudio en 73 vinos tintos producidos en Brasil, Chile y Argentina, lo que se reconocen como fuentes de antioxidantes, cuya actividad antioxidante fluctuó entre 47,9 y 66,7% de inhibición del DPPH.

En este sentido Rivera et al., (2012), manifestaron que, para la salud del hombre, la actividad antioxidante provoca efectos benéficos, en los alimentos y bebidas que contienen compuestos polifenólicos, ya que protegen al cuerpo de los radicales libres, moléculas altamente reactivas, las cuales causan daños en el organismo a nivel de las células, y que son capaces de aumentar el riesgo al progreso de cáncer, enfermedades cardiovasculares y algunas enfermedades degenerativas.

Otros estudios en México al evaluar clones de cacao finos y aromáticos, destacaron la cantidad de compuestos polifenólicos que se expresan en similar de ácido gálico (EAG) los cuales mostraron valores de 6,4 g EAG/100 g. (González et al., 2012). Así, las investigaciones de Nazario et al., (2018), quienes midieron polifenoles totales en granos de cacao criollo y siete clones, expusieron valores de entre 3,338 y 5,721 g EAG/100g. Por su parte, Nogales (2006), indicó que durante el secado se reduce la cantidad de polifenoles, esto se imputa al pardeamiento enzimático, el cual se debe a la acción de la enzima polifenoloxidasas; por esta razón, al ser mayor sea la humedad, se incrementa la oxidación de los polifenoles en el cacao. Sobre este aspecto, Ortiz et al., (2009), notificaron que el contenido de polifenoles totales de los granos de cacao se reduce mucho más posterior al secado, así, las catequinas y procianidinas solitarias del cacao poseen fuertes propiedades antioxidantes *in vitro*.

La literatura consultada también refirió lo el contenido de grasa del cacao, el cual varía en dependencia de diferentes factores, dentro de los cuales aparece la variedad y el clima. Trabajos de encontrado González et al., (2012) en México al analizar 34 muestras de cacao reportaron porcentajes de grasas entre 35,1 y 42. Por su parte, Llambo (2014) en el Ecuador al evaluar cacao fino de aroma mostró valores de grasa de 47 y 50%. Así, otro estudio de Albia et al. (2016), reflejaron porcentajes de grasa entre 43,4 y 47,0 en cacao criollo. Además, resaltaron que este producto posee una materia prima importante, la manteca, la cual se emplea con mucha frecuencia en la industria de chocolate, farmacéutica y cosmética, el contenido y calidad de esta manteca en el grano de cacao son características que se pueden controlar de forma genética, y afectan su valor comercial e industrial (de Araújo et al., 2019).

8.8 Licor de cacao

Al referirse al licor de cacao se puede apreciar que se trata de un término que recoge el nombre de pasta después que este se le extrae o quita la cascarilla y se procede a moler el material. Esta pasta

se aprovecha como base para las formulaciones de chocolate. Por tal motivo, el análisis del licor de cacao es importante porque se puede probar la calidad de los procesos posterior a la cosecha.

Según Velásquez-Reyes et al. (2023) las condiciones establecidas en los procesos poscosecha deben ser ideales para el producto final. Los licores de cacao resultan ser la materia prima industrial para la fabricación del chocolate. Este se produce posterior a la cosecha del cacao, la rotura del grano, la fermentación y el secado, continuos al tostado para obtener los nibs de cacao y la molienda, lo que origina el licor de cacao o masa de cacao, así, se puede prensar el licor y se obtiene la manteca de cacao y cacao en polvo (Engeseth y Ac Pangan, 2018).

En la actualidad se plantea que una de las principales preocupaciones en las industrias chocolateras es la dificultad para estandarizar el licor de cacao, aspecto de vital importancia para lograr un producto de alta calidad, así, estos los atributos sensoriales son una de las primordiales preocupaciones. Los compuestos responsables de este atributo son los llamados heterocíclicos de nitrógeno y oxígeno, aldehídos, cetonas, ésteres, alcoholes, hidrocarburos, nitrilos, sulfuros, pirazinas, éteres, furanos, tiazoles, pironas, ácidos, fenoles, iminas, aminas, oxazoles y pirroles (Cemin *et al.*, 2022).

Por otra parte, es necesario conocer que las semillas tostadas se trituran para realizar el licor de cacao. Las partículas que componen al cacao que están suspendidas en la manteca de cacao, son lo que hace dicho licor. Así, resalta que la temperatura y el grado de fresado varía según el tipo de nibs que se utiliza y el producto requerido. Por tal razón, los empresarios de la industria del chocolate suelen emplear en sus productos cacao de diferentes orígenes, razón por la cual, los diferentes licores que extraen de las diferentes semillas deben mezclarse según la fórmula requerida (Stadler y Guillaume, 2014).

Herrera et al. (2023) notificó que el licor de cacao se puede emplear de forma directa en la fabricación de chocolate o se puede prensar en dos porciones posterior a su procesamiento en: manteca de cacao y torta prensada de cacao. Así, la literatura refiere que la grasa del cacao se emplea en la fabricación de chocolate, mientras que la torta prensada se descompone para formar cacao en polvo, que se utiliza principalmente en bebidas y repostería. Esto conlleva a que los fabricantes de chocolate estriban principalmente del licor de cacao para el sabor de su producto, y no se pueden permitir que este adquiriera sabores desagradables. Esto trae como consecuencia que,

si las fábricas continúan comprando más productos de cacao, el cuidado de la calidad del licor se hace cada vez más importante (Melo *et al.*, 2022).

Si bien existen procesos disponibles que pueden quitar los sabores no deseados, dichos métodos también pueden reducir el aroma del chocolate, y no se pueden entonces emplear para licores, aquellos productos que posean alto grado de sabores desagradables. Así, Dand, (2011) notificó que en estos procesos figuran dos tipos básicos: calentar el licor y usar vapor de agua para eliminar el sabor no deseado, o calentar el licor al vacío. Determinar qué forma en mejor están en dependencia del tipo de cacao, el sabor no deseado del licor y el sabor del producto que se requiere.

Es necesario conocer que en el chocolate dos ingredientes destacan las propiedades químicas del licor de cacao, los cuales intervienen en la percepción sensorial. Estos incluyen el sabor y el aroma de los compuestos químicos volátiles, el amargor y la astringencia de los compuestos químicos no volátiles, así como la sensación en boca y la fusión de la manteca de cacao (Brown *et al.*, 2023).

8.8.1 Características sensoriales del licor de cacao

La evaluación sensorial de los productos del cacao demanda la definición y comprensión uniforme de cada uno de las propiedades sensorias que se seleccionan. Así, un estudio de la evaluación sensorial cuantitativa por parte de diferentes panelistas refiere que la aroma es el primer factor crucial de un cacao líquido o en polvo. Así, el sabor que antecede al aroma está acompañado de una evaluación, que debe reflejar si existe un equilibrio entre el amargor y la acidez, o si uno de ellos es predominante. Por último, se valoran todas las notas de sabor determinadas del cacao y los sabores extraños (Engeseth y Ac Pangan, 2018).

Por otra parte, el perfil sensorial y la bromatología de los granos de cacao son factores esenciales que establecen la calidad de los productos a base de cacao. Por tal motivo, los perfiles sensoriales de las muestras de licor de cacao se representan mediante intensidades débiles de aspectos de sabor y aroma a afrutadas, florales, especiadas y dulces. Así, la concentración de ácido acético, ácido láctico y algunos aminoácidos (ácido glutámico, prolina y metionina) se relaciona con la fruta fresca, la fruta dorada y la nota tostada del licor de cacao, respectivamente. La diversificación de las condiciones ambientales y de las prácticas pos-cosecha suele favorecer con la diversidad de las características químicas y sensoriales del cacao en grano (Fang *et al.*, 2020).

Loayza (2014) destacó que los perfiles de sabor ideales para el cacao y el chocolate son los que poseen que tienen cantidades equilibradas de astringencia y amargor (no abrumadores), un agradable sabor a cacao y notas delicadas como frutales, florales, especiadas, herbáceas y de nuez. Además, se identificaron más de 600 compuestos aromáticos volátiles que, mezclados, se observan como el extracto del sabor a chocolate. Por su parte, los compuestos volátiles proceden de los llamados predecesores del sabor que aparecen en la fermentación y el secado del cacao en el momento que la levadura y las bacterias accionan sobre los péptidos y los azúcares reductores (Engeseth y Ac Pangan, 2018)

Las aromas y sabores característicos del cacao y el chocolate, que se componen de una mezcla de centenas de compuestos, y se determinan por compuestos orgánicos volátiles principalmente por aldehídos, ésteres, ácidos orgánicos y pirazinas, como por compuestos orgánicos no volátiles especialmente aminoácidos, así como, ácidos orgánicos ácidos, sacáridos y proantocianidinas. Asimismo, aparecen compuestos de desagradable sabor, como el ácido acético, el butanoico, el 2-metilpropanoico y el 3-metilbutanoico, que ofrecen rancidez o acidez, junto con otros ácidos carboxílicos de cadena corta, consiguen considerarse malos olores (Perotti *et al.*, 2020)

Las revisiones de la literatura exponen la presencia de diferentes compuestos químicos que contribuyen al sabor del chocolate, en estos aparecen los alcoholes, aldehídos y cetonas, ésteres, pirazinas, ácidos y fenoles. Así, los compuestos químicos volátiles se captan por la nariz y se perciben en las vías respiratorias junto al gusto el tacto, el sonido, la visión y la percepción activa, todo esto se combina y forman la percepción del sabor a chocolate (Braga *et al.*, 2018).

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

9.1 Ha: El tiempo de tostado afecta en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y actividad antioxidante del cacao.

9.2 Ho: El tiempo de tostado no afecta en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales y actividad antioxidante del cacao.

10. METODOLOGIA

10.1. Ubicación y duración del ensayo

El trabajo experimental se desarrolló en dos fases, la primera a nivel de campo en el Centro Experimenta Sacha wiwa que se encuentra en la parroquia Guasaganda del Cantón La Maná, en el cual se encuentran sembrados las variedades-clones de cacao utilizados en este estudio. Posteriormente el procesamiento se realizó a nivel artesanal y las muestras se llevaron al laboratorio de Germoplasma de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la extensión La Maná, para su posterior análisis, esta como segunda etapa a nivel de laboratorio en el de análisis básicos agroindustriales perteneciente a la misma carrera.

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Investigación científica

Se empleó un proceso que, aplicó el método científico, y se obtuvo información relevante y fidedigna que permitió entender, corregir y aplicar el conocimiento, también, incluyó la solución de los problemas, esta busca la justificación mediante la exploración, donde se plantea interrogantes y soluciones, así la investigación científica busca el conocimiento y la forma de resolver los problemas (Marín, 2013).

10.2.2. Investigación experimental

Es la alteración de una variable experimental, en un ambiente rigurosamente vigilado por la persona que realiza la investigación, de esta forma el investigador valorara de que, forma o porque ocurre algo en particular, en estudio permite que se puedan modificar las variables, así, evaluar las consecuencias de los resultados. Este tipo de investigación se diferencia de los otros, porque la forma de estudio y la metodología dependen del investigador y las decisiones que se tome dentro del experimento (Marín, 2013).

10.2.3. Investigación descriptiva

Esta investigación señala sus características y propiedades, comprendiendo el registro, el análisis y la interpretación de la naturaleza y la composición de los fenómenos, es una investigación que no le interesa comprobar determinadas hipótesis ni predicciones, esto puede servir como base para las pesquisas que requieran un nivel de mayor profundidad (Casilimas, 1996).

10.3. Técnicas

Observación de campo y laboratorio: Es una técnica que permite tener un buen control del proyecto a través de la obtención de datos, controla los elementos que pueden afectar los resultados durante la investigación.

10.4. Condiciones agro-meteorológicas

Tabla 3. Condiciones meteorológicas de la Parroquia Guasaganda

Parámetros	Valores promedios
Altitud m.s.n.m	503.00
Temperatura media anual °C	22.00
Precipitación media mm/año	2761.00
Humedad relativa %	88.00
Heliofanía (hora/luz/año)	570.00
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso

Fuente: Estación del instituto Nacional de meteorología e Hidrología (INAMHI) (2022).

10.5. Materiales y equipos

10.5.1 Material vegetal

Tabla 4. Clones de cacao utilizados en el estudio

N°	Clon	Genotipo
1	EET-62	Nacional x V.A
2	EET-48	Nacional
3	EET-96	Nacional x V.A
4	EET-103	Nacional x V.A
5	CCN51	(ICS-95xIMC-67) x Canelo
6	Nacional (Testigo)	Nacional
7	CCN51 (Testigo)	(ICS-95xIMC-67) x Canelo

Elaborado por: Torres (2025)

10.6. Otros equipos, reactivos y materiales

Tabla 5. Materiales y equipos.

Materiales y equipos	Cantidad
Machete	1
Carbonato de sodio	1
Reactivo DPPH	1
Metanol	1
Reactivo ácido gálico	1
Reactivo Trolox	1

Agua destilada	1
Cloroformo grado analítico	1
Reactivo Folin ciucalteu	1
Espectrofotómetro	1
Balanza	1
Cuaderno de laboratorio	1

Elaborado por: Torres (2025)

10.7 Factores bajo estudio

Esta investigación se conformó por factores A y B

Factor (A) Clones

A1: EET-62

A2: EET-48

A3: EET-96

A4: EET-103

A5: CCN51

Factor (B) Tiempos de tostado

B1: 20 min

B2: 30 min

B3: 40 min

B4: 50 min

Tabla 6. Factores de estudio.

Factores		Abreviaturas
Factor (A) Clones	EET-62	A1
	EET-48	A2
	EET-96	A3
	EET-103	A4
	CCN51	A5
Factor (B) Tiempo de tostado	20 minutos	B1
	30 minutos	B2
	40 minutos	B3
	50 minutos	B4
Testigos	Nacional	T0
	CCN51	T0'

Elaborado por: Torres (2025)

10.8. Diseño del experimento y análisis estadístico

En el trabajo investigativo se utilizó un diseño experimental denominado DCA (Diseño completamente al azar, con un arreglo factorial $5 \times 4 + 2$, donde el factor A son las variedades y clones en estudio y el factor B son los diferentes tiempos de tostado. Teniendo un total de 22 tratamientos con tres repeticiones cada uno dando un total de 66. Las medias se compararon con el empleo de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). Para determinar la homogeneidad de las varianzas se utilizó la prueba de Bartlett y para la distribución de los datos Kolmogorov-smirnov. Para el análisis de datos se empleó el programa estadístico SPSS versión 22 para Windows.

10.9. Esquema del experimento

A continuación, se muestra el esquema con su simbología:

Tabla 7. Esquema del experimento

Nº	Variedad/clon	Tiempos de tostado (min)	Tratamientos	Repeticiones	U. E
1	Testigo (Variedad arriba)		T0	3	3
2	Testigo (CCN51)		T0	3	3
3	Clon EET-62	20	A1B1	3	3
4	Clon EET-62	30	A1B2	3	3
5	Clon EET-62	40	A1B3	3	3
6	Clon EET-62	50	A1B4	3	3
7	Clon EET-48	20	A2B1	3	3
8	Clon EET-48	30	A2B2	3	3
9	Clon EET-48	40	A2B3	3	3
10	Clon EET-48	50	A2B4	3	3
11	Clon EET-96	20	A3B1	3	3
12	Clon EET-96	30	A3B2	3	3
13	Clon EET-96	40	A3B3	3	3
14	Clon EET-96	50	A3B4	3	3
15	Clon EET-103	20	A4B1	3	3
16	Clon EET-103	30	A4B2	3	3
17	Clon EET-103	40	A4B3	3	3
18	Clon EET-103	50	A4B4	3	3
19	Clon CCN-51	20	A5B1	3	3

20	Clon CCN-51	30	A5B2	3	3
21	Clon CCN-51	40	A5B3	3	3
22	Clon CCN-51	50	A5B4	3	3
Total					66

Elaborado por: Torres (2025)

10.10. Esquema de análisis de varianza

El análisis de varianza con los grados de libertad, se muestran a continuación:

Tabla 8. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	(r-1)	2
Tratamiento	(t-1)	21
Factor A= Variedad/clon	a-1	4
Factor B= Tiempos tostado	b-1	3
Interacción AXB	(a-1)(b-1)	12
Error experimental	(t-1)(r-1)	42
Total	(r.t)-1	65

Elaborado por: Torres (2025)

10.11 Manejo del experimento

10.11.1 Cosecha y poscosecha

La cosecha se inició con la recolección de las cinco variedades de cacao en la parroquia Guasaganda en Sachawiwa, se cosecharon 50Kg por variedad de cacao se les descajetó y se les desmagallo, y se guardó en los saquillos respectivos rotulados adecuadamente.

Para la fermentación, se utilizó los saquillos de yute y se le dejó fermentar por tres días.

Secado al sol se realizó por tres días de la fermentación, se colocó sobre un plástico negro se dejó secar por cinco días.

Para el secado en máquina se utilizó la secadora de la planta de la universidad del bloque b con tiempos de 20, 30, 40 y 50 minutos. Luego se descascarilla y se utilizó el molino de mano para moler y obtener el polvo del cacao de las cinco variedades en los diferentes minutos.

Las muestras se almacenaron en recipientes herméticos a 4°C en el cuarto frío de la carrera de agroindustria para su posterior análisis.

10.11.2 Medición de las variedades fisicoquímicas

10.11.2.1 pH, conductividad y solidos totales disueltos del licor de cacao sólido

Se tomaron 10 gramos de muestra en 90 ml de agua destilada en un vaso de precipitación. Se mezcló la muestra con el agua destilada, se ubicó el potenciómetro en la muestra y apuntar la lectura (Association of Analytical Communities, 2015).

10.11.2.2 Determinación de humedad

Se pesaron 5 g de licor de cacao molido, y se colocaron en una cápsula de aluminio, previamente tarada, y secaron en la estufa a 105°C por-6 horas o hasta el peso constante, luego se enfrió en desecador y se pesó (AOAC, 1990).

$$\%Humedad = \frac{(peso\ inicial - peso\ seco)}{Peso\ inicial} \times 100$$

10.11.2.4 Acidez titulable

Se pesaron 10 gramos de muestra y se transfirieron a un matraz volumétrico de 250 mL, al que se adicionaron 50 mL de agua destilada. La mezcla se agitó vigorosamente hasta obtener una suspensión homogénea. A continuación, se procedió a la titulación, llenando una bureta con hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N. Sobre la suspensión se añadieron cinco gotas de fenolftaleína al 1 % como indicador, y se tituló cuidadosamente con NaOH, añadiendo gota a gota hasta observar un cambio de color a rosado pálido que se mantuviera estable por al menos 15 segundos. Se registró el volumen exacto de NaOH utilizado para la neutralización, el cual permitió calcular la acidez titulable de la muestra (AOAC, 2005).

$$Acidez\ (\%) = \frac{a * N * meq}{b} \times 100$$

Donde:

a: Volumen en ml consumido de solución de NaOH 0.1 N.

N: normalidad de la solución de NaOH

meq= Peso expresado en g del ácido predominante del producto

b= Masa en gramos de la temperatura.

10.11.3 Cuantificación de Polifenoles

Preparación de la muestra

Se realizó el desgrasado por solvente frío del método Folch para obtener la muestra, para ello se pesó 20 g de cacao molido y macero por 24 horas en 50 ml de solvente con cloroformo: metanol (1:2v/v), tras la maceración se filtró para separar la torta desgrasada de la fase lipídica, la torta se secó en la estufa a 45°C por 15 min, para evaporar el solvente y triturar en un mortero la muestra para su conservación y posterior proceso de cuantificación para obtener los polifenoles (Chávez Rivera & Ordoñez Gómez, 2013).

Preparación del extracto

Para la obtención de los extractos se tomó 0,5 g de muestra desgrasada, se mezcló con 5 ml de solución metanólica al 30%, se centrifugó a 3000 rpm durante 15 min a 4°C, se pasó por el papel filtro y se conservó el sobrenadante en tubos de ensayo a una temperatura de 4 °C (Chávez Rivera & Ordoñez Gómez, 2013).

Cuantificación de polifenoles

A partir del extracto se realizó la preparación de la curva de calibración de ácido gálico, se elaboraron soluciones patrón con concentraciones de 0 a 1000 ppm. La solución madre se preparó, se disolvió 0,1 g de ácido gálico en 100 mL de agua destilada (1000 ppm). A partir de esta solución se tomaron volúmenes adecuados para obtener concentraciones de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 250, 500, 750, 100 y 1000 ppm, con solución metanólica al 30 % en un balón aforado de 10 mL.

Para cada una de las soluciones patrón, se tomó una alícuota de 60 µL y se colocó en tubos de ensayo; a cada tubo se le añadieron 4740 µL de agua destilada, 300 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu y 900 µL de carbonato de sodio al 20 %, se desarrolló el protocolo estándar para la cuantificación de fenoles totales, se homogenizó y se dejó en reposo durante dos horas a temperatura ambiente para posteriormente realizar la lectura de absorbancia en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 700 nm (Felice, y otros, 2020).

10.11.4 Determinación de la actividad antioxidante.

Para la preparación de la solución se pesó 11,83 mg de DPPH en un balón de 100 ml y aforar con metanol puro, reposar 30 min protegido de la luz, almacenar en un frasco ámbar, después, la solución de DPPH se ajustó a 1.1 unidades en el espectrofotómetro, a una longitud de onda de 515 nm, Para la curva de calibración, se preparó una solución stock de Trolox a una concentración de 2000 μM , disolviendo 0.025 g de Trolox en metanol puro y aforando en un matraz de 50 mL. A partir de esta solución madre, se prepararon soluciones estándar de Trolox con concentraciones de 200, 400, 500, 600, 700, 800 y 900 μM , aforando en balones de 25 mL con metanol puro.

Se colocaron 150 μL de cada una de estas soluciones estándar en tubos de ensayo, y posteriormente se añadió 2.850 μL de la solución de DPPH previamente ajustada. Las mezclas se agitaron y se dejaron en reposo durante 10 minutos a temperatura ambiente, protegidas de la luz. Finalmente, se midió la absorbancia a 515 nm. Esta curva de calibración con Trolox se utilizó para expresar los resultados de capacidad antioxidante en equivalentes de Trolox ($\mu\text{mol TE/mL}$), según el procedimiento descrito por (Yizhonng, Mei, & Harorld, 2003).

10.11.5 Análisis sensorial a consumidores

Se realizó un análisis sensorial a 20 catadores semientrenados, con edades de entre 18 a 30 años de edad, 14 de los cuales se consideraron semientrenados puesto que recibieron un curso de evaluación sensorial y 6 considerados también pues son parte de la REDUCAFE, que trabajan también en análisis sensorial, a los 20 catadores se aplicó un instrumento con una escala hedónica de 9 puntos (Anexo 10).

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados mostraron que los valores más altos de humedad lo reflejaron el tratamiento A2B1 (Clon EET-48, con 20 minutos de tostado) con un valor de 4,33% y A5B1 con 4,26 (Clon CCN-51, 20 minutos de tostado), ambos se diferenciaron del resto. Así, el menor valor de humedad se reflejó para A2B4 con 1,80%, con diferencias respecto al resto. Los valores de humedad se mostraron entre 4,33 y 1,80. Por su parte, los tratamientos desde A1B1 hasta A1B4 no expusieron diferencias entre sí, señalar que estos pertenecen al mismo clon (Clon EET-62), aunque con diferentes tiempos de secado, 20 y 50 minutos de tostado, respectivamente (Tabla 9).

La materia seca reflejó su mayor valor (98,20%) para el tratamiento A2B4, coincidente con la menor humedad, dicho tratamiento se diferenció del resto. El menor porcentaje de materia seca se registró para A2B1 con 95,66, el cual se diferenció del resto de los tratamientos excepto de A5B1(95,77%), que, aunque no coincide con el mismo clon si presentaron los dos el mismo tiempo de secado (20 minutos). Los restantes tratamientos mostraron valores entre 97,93 y 95,93 (Tabla 9).

La conductividad no mostró diferencias entre los tratamientos A2B2, A2B3 y A2B4, con valores de 1961, 1949 y 1951,7, respectivamente, destacar que estos tratamientos pertenecen a un mismo clon (Clon EET-48), aunque con diferentes tiempos de secado (30, 40 y 50 minutos, respectivamente). Señalar que A5B3 (1940) y A5B4 (1946) no mostraron diferencias entre sí, ni con A2B3 y A2B4, aunque pertenecen a clones diferentes y se secaron a distintos tiempos. El menor valor de conductividad se reflejó para A1B1, A1B2 y A3B2, los dos primeros pertenecientes al Clon EET-62, aunque con diferentes tiempos de secado, el tercero referente al Clon EET-96 (Tabla 9).

La variable pH indicó los valores más altos, cercanos al básico para A2B4 (6,61) y A5B1 (6,55) sin diferencias entre sí, resaltar que pertenecen a clones diferentes (Clon EET-48 y Clon CCN-51) y distintos tiempos de secado (50 y 20 minutos, respectivamente). Los valores más bajos se mostraron para A1B2, A1B3 y A1B4 (5,15; 5,19 y 5,23, respectivamente) sin diferencias entre sí, todos pertenecientes al mismo clon (EET-62), aunque a diferentes tiempos de secado (30, 40 y 50 minutos, respectivamente). Señalar que para todos los tratamientos el pH fue superior a cinco (Tabla 9).

Al evaluar acidez se mostró el mayor valor para A1B3 con 0,36%, con diferencias respecto al resto. El menor valor se reflejó para el testigo (Variedad arriba), A2B1, A4B4, A5B1, A5B3 y A5B4, sin diferencias entre sí, los tres últimos tratamientos pertenecen al Clon CCN-51, a diferentes tiempos de secado (Tabla 9).

Tabla 9. Propiedades químicas de las variedades de cacao en estudio

	Tratamientos	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Conductividad (μ S)	pH	Acidez (%)
T0	Test. Nacional	3,26 ^f	96,73 ^h	1819,0 ^g	5,33 ⁱ	0,11 ⁱ
T0'	Test. CCN51	3,86 ^c	96,13 ^j	1649,7 ^j	5,41 ^h	0,32 ^b
A1B1	Clon EET-62	2,40 ^j	97,60 ^c	1775,7 ⁱ	5,48 ^g	0,19 ^{fg}
A1B2	Clon EET-62	2,40 ^j	97,60 ^c	1772,0 ⁱ	5,15 ^j	0,24 ^c
A1B3	Clon EET-62	2,46 ^j	97,53 ^c	1802,0 ^h	5,19 ^j	0,36 ^a

A1B4	Clon EET-62	2,46 ^j	97,53 ^c	1822,0 ^g	5,23 ^j	0,22 ^{de}
A2B1	Clon EET-48	4,33 ^a	95,66 ^l	1821,7 ^g	5,54 ^f	0,11 ⁱ
A2B2	Clon EET-48	3,06 ^g	96,93 ^g	1961,0 ^a	5,44 ^{gh}	0,23 ^{cd}
A2B3	Clon EET-48	2,06 ^l	97,93 ^b	1949,0 ^{ab}	5,42 ^{gh}	0,22 ^{de}
A2B4	Clon EET-48	1,80 ^m	98,20 ^a	1951,7 ^{ab}	6,61 ^a	0,14 ^h
A3B1	Clon EET-96	4,06 ^b	95,93 ^k	1915,7 ^c	6,22 ^d	0,22 ^{de}
A3B2	Clon EET-96	3,40 ^e	96,60 ^{hi}	1777,7 ⁱ	6,13 ^e	0,25 ^c
A3B3	Clon EET-96	2,46 ^j	97,53 ^c	1862,3 ^e	6,16 ^e	0,20 ^{ef}
A3B4	Clon EET-96	2,20 ^k	97,80 ^b	1863,3 ^e	5,51 ^f	0,24 ^c
A4B1	Clon EET-103	3,53 ^d	96,47 ⁱ	1852,0 ^{ef}	5,40 ^h	0,18 ^{fg}
A4B2	Clon EET-103	3,46 ^{de}	96,53 ⁱ	1845,0 ^f	5,33 ⁱ	0,17 ^g
A4B3	Clon EET-103	2,80 ^h	97,20 ^{ef}	1875,0 ^d	5,35 ^{hi}	0,19 ^{fg}
A4B4	Clon EET-103	2,66 ⁱ	97,33 ^{de}	1875,7 ^d	5,36 ^h	0,12 ^{hi}
A5B1	Clon CCN-51	4,26 ^a	95,73 ^l	1809,3 ^h	6,55 ^a	0,11 ⁱ
A5B2	Clon CCN-51	3,06 ^g	96,93 ^g	1926,3 ^c	6,44 ^{bc}	0,14 ^h
A5B3	Clon CCN-51	2,60 ⁱ	97,40 ^{cd}	1940,7 ^b	6,42 ^{bc}	0,11 ⁱ
A5B4	Clon CCN-51	2,86 ^h	97,13 ^f	1946,0 ^b	6,37 ^c	0,12 ^{hi}
EE±		0,09	0,09	10,21	0,06	0,008
P		0,0001	0,0001	0,0002	0,0010	0,0010

Elaborado por: Torres (2025)

Letras desiguales en una misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$

Como se evidenció en la tabla 9 los resultados en los porcentajes de humedad que se reflejan en todos los tratamientos son bajos, es vital reducir la humedad en el cacao, sino ocurre de forma correcta este proceso se favorecería el desarrollo de hongos, extendería en abundancia el quehacer de especies microbianas inherentes al proceso de fermentación y ampliaría el riesgo de afectar los granos durante la etapa que continúa que es almacenar (Aprotosaiie *et al.*, 2016). Por otra parte, el tostado también ayuda a desarrollar las propiedades ansiadas del cacao. Así, durante esta fase, se potencia el perfeccionamiento del color mediante un grupo de reacciones de carácter oxidativo, ya positivas en la etapa de fermentación (Merkus, 2014).

Es importante destacar en esta investigación que el Clon EET-48 (Tratamiento A2B4, 50 minutos de tostado) mostró el valor más bajo de humedad y alto en materia seca, lo que sin duda contribuye de forma eficiente al tratamiento posterior del cacao con el propósito de obtener un mejor producto, y evidencia como el tiempo de tostado influye de forma directa en la humedad, y por supuesto en la materia seca. Los valores notificados en esta investigación aparecen dentro de los informados por Lares *et al.* (2018).

Por su parte, la conductividad (tabla 9) reflejó valores superiores a 1960 coincidente con el Clon EET-48, estos son similares a los informados por Loo *et al.* (2020), quienes comunicaron valores

superiores a 1900. Estos autores destacaron que la conductividad eléctrica está influenciada por la madurez del fruto y las condiciones de manejo que se le brinde a la planta. En el caso específico de esta investigación es importante conocer el Clon o variedad, ya que esta influye de forma directa en esta variable, como se apreció en estos resultados.

Los valores de pH (Tabla 9) estuvieron por encima de cinco para todos los tratamientos en estudio e incluso algunos cercanos a la neutralidad. El pH ácido representa para el cacao la transformación de azúcares en alcohol, la concepción de diferentes precursores organolépticos y la degradación de la pulpa por el quehacer de enzimas pectinolíticas (Figueroa al., 2019), lo que influye de forma directa en el producto final que se desea obtener. En esta investigación el Clon EET-48 a los 50 minutos de tostado mostró el valor más alto de pH (6,61), lo que refiere que someter el cacao a tiempos altos de dicho tostado influye de forma en el incremento del pH, aunque esto puede estar determinado por la variedad o Clon, ya que para ese mismo tiempo no sucedió lo mismo para las restantes variedades, donde se incluye a los dos testigos que se evaluaron. Resultados similares reflejó Quispe (2024) para las variedades THS 565 y Fc ICS-39, la cual informó un valor de pH de 6,74 y 6,69, respectivamente.

Los valores de acidez (Tabla 9) estuvieron entre 0,11 y 0,36%, lo que refiere la influencia del tiempo de tostado y la variedad o Clon, ya que en la mayoría de los casos se influenció por estos aspectos. Así, Quevedo *et al.* (2022) informaron que el incremento de la acidez se vincula a la presencia de los ácidos acéticos y lácticos, los cuales se originan al ocurrir la degradación de la pulpa por la acción microbiana en la fermentación. Sin embargo, Ortiz *et al.* (2009) reportó diferencias muy marcadas en diferentes los genotipos de cacao estudiados en la región cacaotera venezolana de Chuao, particularmente en indicadores químicos como cantidad de humedad de humedad, grasas, acidez y cenizas, lo que evidenció que el origen territorial determina la calidad de los frutos del cacao. Aspecto que se debe tener en cuenta en el momento de decidir la variedad o Clon para obtener determinado producto del cacao, ya que como bien se observó en estos resultados, el tiempo de tostado y el Clon influyeron en los resultados.

A continuación, en la tabla 10, se reflejan los resultados de las variables sólidos totales, absorbancia polifenoles, concentración de polifenoles, absorbancia antioxidante, así como la actividad antioxidante expresada en umol de estándar Trólox.

Para los sólidos totales se apreció que el mayor valor 1378,3 lo mostró el tratamiento A1B2, con diferencias respecto al resto. Así, A1B1, A1B3 y A1B4 perteneciente al mismo clon (EET-62) no mostraron diferencias entre sí, aunque con tiempos de tostado diferentes (20, 40 y 50 minutos, respectivamente). El menor valor se registró para A2B1 con 992,67 (Clon EET-48) con 20 minutos de tostado (Tabla 10). Destacar que los tratamientos A3B2, A3B3 y A3B4, que pertenecen al mismo clon (EET-96) no mostraron diferencias entre sí, aunque con distintos tiempos de secado (30, 40 y 50 minutos, respectivamente). Los restantes valores de los sólidos totales estuvieron entre 1024 y 1152, y variaron con los tiempos de secado.

Para la variable absorbancia de polifenoles (Tabla 10) se apreció el mayor valor para A5B2 con 0,731y se diferenció del resto de los tratamientos. El menor de los valores se registró para A3B3 con 0,123. Los tratamientos A1B1, A1B4 y A2B1 no mostraron diferencias entre sí, los dos primeros pertenecientes a un mismo clon (EET-62), aunque con tiempos de tostado diferente, 20 y 50 minutos, respectivamente. Algo similar ocurrió para A2B3 y A2B4.

La concentración de polifenoles (Tabla 10) reflejó los mayores valores para A5B2 (608,42 mg GAE/g muestra seca) y el testigo CCN51 con 588,97 mg GAE/g muestra seca con diferencias respecto al resto. El menor valor apareció para A3B3 Clon EET-96 (103,42 mg GAE/g muestra seca) a 40 minutos de tostado, este se diferenció del resto. Señalar que no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos A1B4, A2B1, A2B3 y A2B4, los tres últimos pertenecientes al Clon EET-48, pero con los tiempos de tostado 20, 40 y 50 minutos, respectivamente (Tabla 10). Los tratamientos A4B3 y A5B1 tampoco mostraron diferencias entre sí. Los valores de la concentración de polifenoles estuvieron entre 103 y 600 mg GAE/g muestra seca.

Por su parte la absorbancia antioxidante (Tabla 10) la menor lo reflejaron los tratamientos A4B3, A4B4, A5B1 y A5B4, con valores entre 0,11 y 0,12, los dos primeros pertenecientes al Clon EET-103 con los tiempos de tostado de 40 y 50 minutos, respectivamente. Los dos restantes al Clon CCN-51, con los tiempos de tostado de 20 y 50 minutos respectivamente. El resto de los tratamientos mostraron valores entre 0,13 y 0,28. Al evaluar la actividad antioxidante expresada en $\mu\text{molTE/g}$ muestra seca se apreció que los tratamientos A4B4, A5B1 y A5B2 mostraron los

mayores valores con 38,21, 38,17 y 38,17 respectivamente. Señalar que los dos últimos pertenecen al Clon CCN-51 con diferentes tiempos de tostado (20 y 30 minutos, respectivamente). Así, el valor más bajo se apreció para A2B2 con 30,03, y se diferenció del resto de los tratamientos. Los restantes tratamientos estuvieron con valores entre 31,85 y 37,79 (Tabla 10).

Tabla 10. Sólidos totales, fenoles y actividad antioxidante de las diferentes variedades de cacao en estudio.

	Tratamientos	ST (ppm)	Absorbancia polifenoles	CF (mg GAE/g muestra seca)	AA	ACA ($\mu\text{molTE/g}$ muestra seca)	
	T0	Test. Nacional	1038,0	0,482 ^c	400,92 ^b	0,13 ⁱ	37,35 ^c
	T0'	Test. CCN51	1069,7	0,707 ^b	588,97 ^a	0,19 ^e	35,02 ^h
	A1B1	Clon EET-62	1347,0	0,229 ⁱ	190,64 ^g	0,17 ^{fg}	35,97 ^{fg}
	A1B2	Clon EET-62	1378,3	0,289 ^g	215,08 ^f	0,16 ^{gh}	36,52 ^e
	A1B3	Clon EET-62	1336,3	0,294 ^g	244,81 ^e	0,18 ^{ef}	35,67 ^h
	A1B4	Clon EET-62	1338,3	0,231 ⁱ	192,03 ^g	0,21 ^d	34,44 ^j
	A2B1	Clon EET-48	992,67	0,229 ⁱ	190,08 ^g	0,15 ^h	36,72 ^{de}
	A2B2	Clon EET-48	1068,0	0,147 ^l	120,08 ^j	0,32 ^a	30,03 ^m
	A2B3	Clon EET-48	1046,7	0,240 ^{hi}	199,53 ^g	0,13 ⁱ	37,53 ^{bc}
	A2B4	Clon EET-48	1162,7	0,257 ^{hi}	213,97 ^{fg}	0,16 ^{gh}	36,27 ^{ef}
	A3B1	Clon EET-96	1152,3	0,274 ^{gh}	228,14 ^{ef}	0,15 ^h	36,90 ^d
	A3B2	Clon EET-96	1205,7	0,326 ^e	271,19 ^d	0,13 ⁱ	37,37 ^c
	A3B3	Clon EET-96	1207,7	0,123 ^l	103,42 ^k	0,28 ^b	31,85 ^l
	A3B4	Clon EET-96	1218,0	0,281 ^g	233,69 ^e	0,24 ^c	33,25 ^k
	A4B1	Clon EET-103	1048,7	0,486 ^c	404,81 ^b	0,15 ^h	36,83 ^d
	A4B2	Clon EET-103	1098,7	0,175 ^k	143,69 ⁱ	0,23 ^c	33,67 ^k
	A4B3	Clon EET-103	1135,3	0,309 ^f	256,75 ^d	0,12 ^{ji}	37,76 ^b
	A4B4	Clon EET-103	1169,7	0,292 ^g	244,53 ^e	0,11 ^j	38,21 ^a
	A5B1	Clon CCN-51	1105,3	0,323 ^e	268,69 ^d	0,11 ^j	38,17 ^a
	A5B2	Clon CCN-51	1034,0	0,731 ^a	608,42 ^a	0,11 ^j	38,17 ^a
	A5B3	Clon CCN-51	1067,3	0,201 ^j	166,75 ^h	0,28 ^b	34,85 ⁱ
	A5B4	Clon CCN-51	1024,7	0,442 ^d	367,58 ^c	0,12 ^{ji}	37,79 ^b
	EE±		14,74	0,02	16,26	0,007	0,29
	p		0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000

Elaborado por: Torres (2025)

Letras desiguales en una misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$

ST=sólidos totales, CF=concentración polifenoles, AA= absorbancia antioxidante, ACA=actividad antioxidante expresada en $\mu\text{molTE/g}$ muestra seca.

En la tabla 10 se reflejaron las características químicas que resalta la importancia de las atenciones que se deben brindar al cacao para su posterior uso en diferentes productos como el licor. Los altos valores de polifenoles que mostraron los testigos y algunos clones como A4B1, sobresalen la importancia de una elección adecuada para elaborar un determinado producto. En este sentido, Misnawi *et al.* (2004) destacó la elevada presencia de polifenoles también afecta de forma negativa

las características organolépticas. Además, la elevada concentración de compuestos polifenólicos otorga al producto una astringencia no deseada (Romanens *et al.*, 2018).

Sin embargo, existen en el cacao polifenoles de interés como son los pertenecientes a los flavonoides, como las catequinas (37%), antocianinas (4%) y procianidinas (58%). Estos resaltan por su baja toxicidad y elevada acción antioxidante, aspecto que se evaluó en este trabajo. Esta actividad antioxidante se vincula a prevenir el estrés oxidativo, desequilibrio biológico y alteración de la función celular, la cual se puede originar por padecimientos degenerativos como la arterosclerosis, cardiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer (Negareh y Marín, 2013).

Resultados superiores a los de esta investigación mostró Chávez (2020) al evaluar la concentración de polifenoles en la variedad CCN 51, donde informó valores entre 500 y 700 mg, lo que refleja como la variedad, el manejo entre otros aspectos influye de forma directa en estos resultados. Se destaca que la variedad en estudio por el autor antes mencionado es uno de los testigos que se evaluaron en este trabajo, el cual alcanzó uno de los tenores más altos de concentración de polifenoles, aspecto a tener en cuenta al seleccionar una determinada variedad para obtener un mejor producto derivado del cacao.

La capacidad antioxidante fue mayor en el tratamiento A5B3, que corresponde al Clon CCN-5, específicamente con 40 minutos de tostado, por lo que significa que tanto como el tiempo de exposición a altas temperaturas y la variedad influyen de forma directa en esta actividad. Es importante señalar que esto fue proporcional a la cantidad de polifenoles, dentro de los cuales se pueden encontrar fenoles que poseen este importante efecto antioxidante sobre los radicales libre (Fernández *et al.*, 2022). Así, López (2023), al elaborar una barra una barra de chocolate, describieron mayor capacidad antioxidante en un tratamiento, y destacaron que se debió a la presencia de azúcar utilizada en la formulación. Los resultados de Intriago y Intriago (2025) son superiores a los de esta investigación en lo que actividad oxidante se refiere, este autor mostró valores de 47,06 $\mu\text{molTE/g}$. Lo anterior descrito se debe a la variedad de cacao utilizada, las condiciones de manejo, entre otros aspectos.

Al realizar el **análisis sensorial** (Anexo 10) se apreció la respuesta de los especialistas en dependencia de las variables que se evaluaron. Para el caso del **color** es fundamental resaltar como los tratamientos 5(Clón EET-62, 40 minutos tostado), 15 (Clón EET-103, 20 minutos de tostado),

17 (Clon EET-103, 40 minutos tostado) y 21(Clon CCN-51, 40 minutos de tostado), reflejaron ocho personas que respondieron que les gustaba mucho esto representó el 40% de los catadores. Así, el tratamiento 22 (Clon CCN-51, 50 minutos de tostado) mostró nueve catadores que los calificaron de me gusta extremadamente, lo que representó el 45% del total.

Aspecto que manifiesta la influencia del tiempo de tostado y el Clon en el color del cacao (Figura. 2). Destacar que las categorías de la uno a la cuatro (me disgusta extremadamente a me disgusta ligeramente) solo se marcaron por 10 catadores, entre estos aparecieron los testigos.

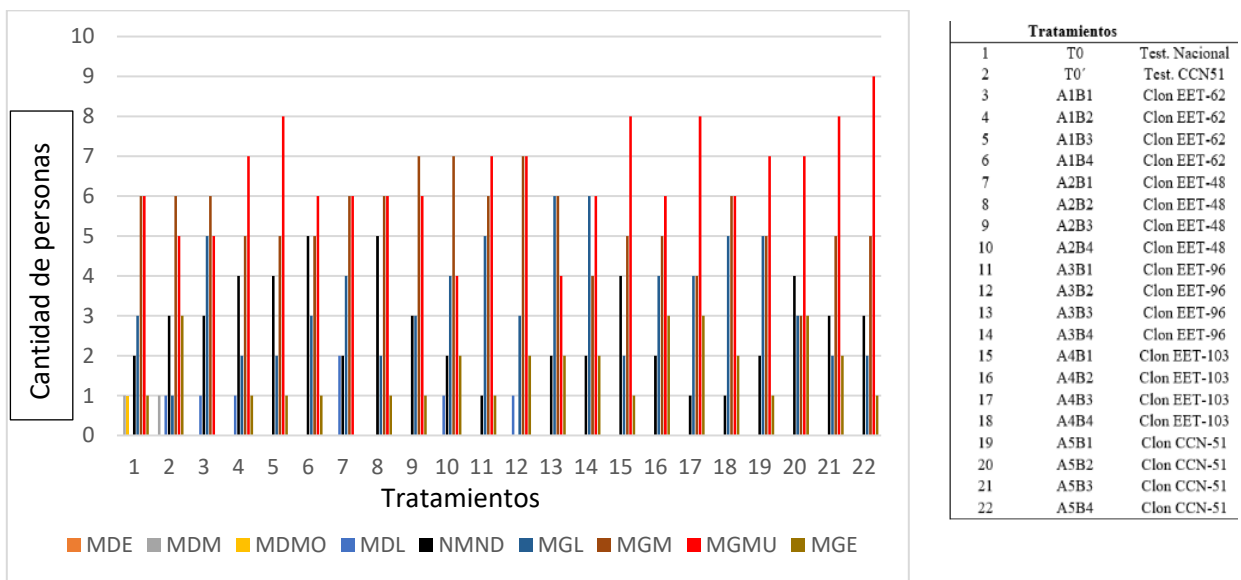


Figura 2. Comportamiento de la variable color en los diferentes tratamientos en estudio
 Categorías: MDE= Me disgusta extremadamente, MDM= Me disgusta mucho, MDMO= Me disgusta moderadamente, MDL= Me disgusta ligeramente, NMND= Ni me gusta ni me disgusta, MGL= Me gusta ligeramente, MGM=Me gusta moderadamente, MG MU= Me gusta mucho, MGE= Me gusta extremadamente.

Para la variable olor ocurrió algo similar la mayor cantidad de catadores se apreció en la categoría ocho para los tratamientos A2B2 (Clon EET-48, 30 minutos de tostado) y el A4B3 (Clon EET-103, 50 minutos de tostado) lo que representó el 50% de los evaluadores en cada caso. Se destaca que la mayoría de aceptación del color en los diferentes tratamientos se mostró como aceptable, ya que la mayoría de los evaluadores emitieron criterios de me gusta moderadamente y me gusta mucho, aunque se apreció los mayores porcentajes de estas respuestas para los tratamientos dos, cinco, trece, dieciocho y veintidós. Las repuestas que incluye las categorías de no me gusta se mostraron para los testigos y el Clon EET-62 con 20 minutos de tostado, tratamiento A1B1 (Figura 3).

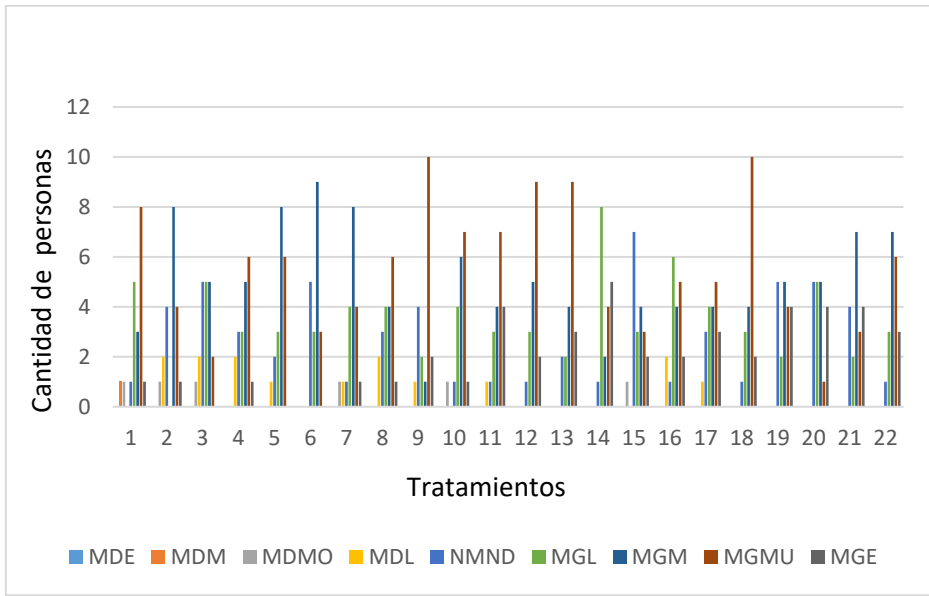
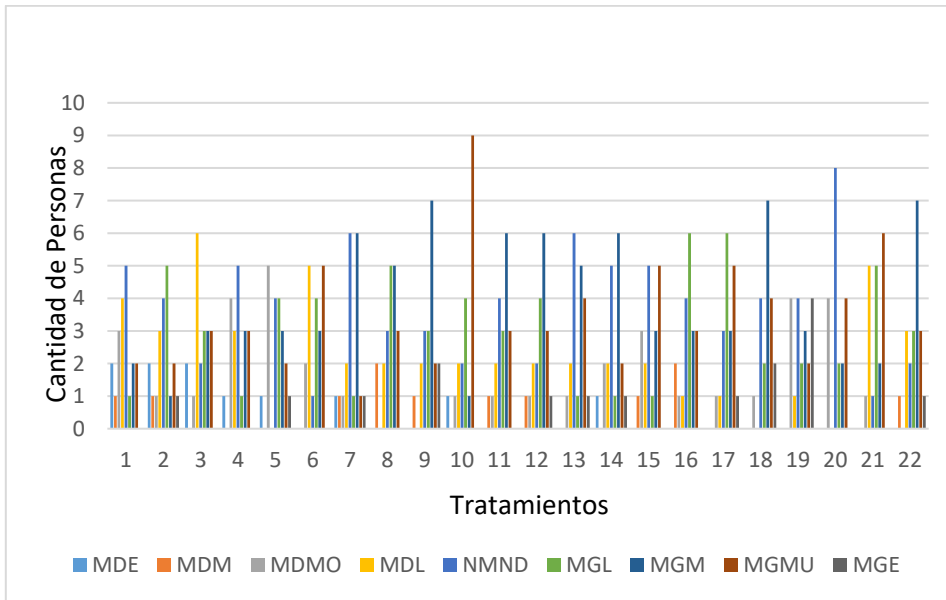


Figura 3. Comportamiento de la variable olor en los diferentes tratamientos en estudios
 Categorías: MDE= Me disgusta extremadamente, MDM= Me disgusta mucho, MDMO= Me
 disgusta moderadamente, MDL= Me disgusta ligeramente, NMND= Ni me gusta ni me disgusta,
 MGL= Me gusta ligeramente, MGM=Me gusta moderadamente, MGMU= Me gusta mucho,
 MGE= Me gusta extremadamente.
 CP=cantidad de personas

Tratamientos		
1	T0	Test. Nacional
2	T0'	Test. CCN51
3	A1B1	Clon EET-62
4	A1B2	Clon EET-62
5	A1B3	Clon EET-62
6	A1B4	Clon EET-62
7	A2B1	Clon EET-48
8	A2B2	Clon EET-48
9	A2B3	Clon EET-48
10	A2B4	Clon EET-48
11	A3B1	Clon EET-96
12	A3B2	Clon EET-96
13	A3B3	Clon EET-96
14	A3B4	Clon EET-96
15	A4B1	Clon EET-103
16	A4B2	Clon EET-103
17	A4B3	Clon EET-103
18	A4B4	Clon EET-103
19	A5B1	Clon CCN-51
20	A5B2	Clon CCN-51
21	A5B3	Clon CCN-51
22	A5B4	Clon CCN-51

La variable sabor reflejó que la mayor cantidad de evaluadores otorgó la categoría me gusta moderadamente, aquí resaltaron los tratamientos A2B3 (Clon EET-48, con 40 minutos de tostado), A4B4 (Clon EET-103, 50 minutos tostado) y A5B4 (Clon CCN-51, 50 minutos tostado) en los tres casos, siete evaluadores colocaron estos tratamientos en la categoría antes descrita, esto significó el 35% del total. Como se puede apreciar el Clon y el tiempo de tostado influyen de forma positiva en el sabor del cacao (Figura 4).

Se apreció que para los tratamientos A1B2 (Clon EET-62, 30 minutos tostado), A5B1 (Clon CCN-51, 20 minutos tostado) y A5B4 (Clon CCN-51, 50 minutos) se mostraron respuestas me disgusta moderadamente. Los testigos y el tratamiento A1B1, se vieron representados nuevamente en las primeras categorías, aunque también aparecieron en las tres últimas (Figura 4).



Tratamientos		
1	T0	Test. Nacional
2	T0'	Test. CCN51
3	A1B1	Clon EET-62
4	A1B2	Clon EET-62
5	A1B3	Clon EET-62
6	A1B4	Clon EET-62
7	A2B1	Clon EET-48
8	A2B2	Clon EET-48
9	A2B3	Clon EET-48
10	A2B4	Clon EET-48
11	A3B1	Clon EET-96
12	A3B2	Clon EET-96
13	A3B3	Clon EET-96
14	A3B4	Clon EET-96
15	A4B1	Clon EET-103
16	A4B2	Clon EET-103
17	A4B3	Clon EET-103
18	A4B4	Clon EET-103
19	A5B1	Clon CCN-51
20	A5B2	Clon CCN-51
21	A5B3	Clon CCN-51
22	A5B4	Clon CCN-51

Figura 4. Comportamiento de la variable sabor en los diferentes tratamientos en estudios
 Categorías: MDE= Me disgusta extremadamente, MDM= Me disgusta mucho, MDMO= Me
 disgusta moderadamente, MDL= Me disgusta ligeramente, NMND= Ni me gusta ni me disgusta,
 MGL= Me gusta ligeramente, MGM=Me gusta moderadamente, MG MU= Me gusta mucho,
 MGE= Me gusta extremadamente.
 CP=cantidad de personas

Al evaluar la variable textura el resultado reflejó que la categoría me gusta moderadamente fue la más representativa, aquí resaltaron los tratamientos A4B2 (Clon EET-103, 30 minutos tostado), A4B3 (Clon EET-103, 40 minutos) y A5B4 (Clon CCN-51, con 50 minutos tostado), con el 45% de los evaluadores que emitieron sus criterios a estos les siguieron el A1B3 (Clon EET-62, con 40 minutos) y A3B2 (Clon EET-96, con 30 minutos). Se evidenció nuevamente la interacción entre el tiempo de tostado y el Clon, factores que influyen en las características sensoriales del cacao. Los testigos fueron los dos únicos tratamientos que aparecieron en la categoría me disgusta extremadamente, aunque con porcentajes bajos (10%) (Figura 5).

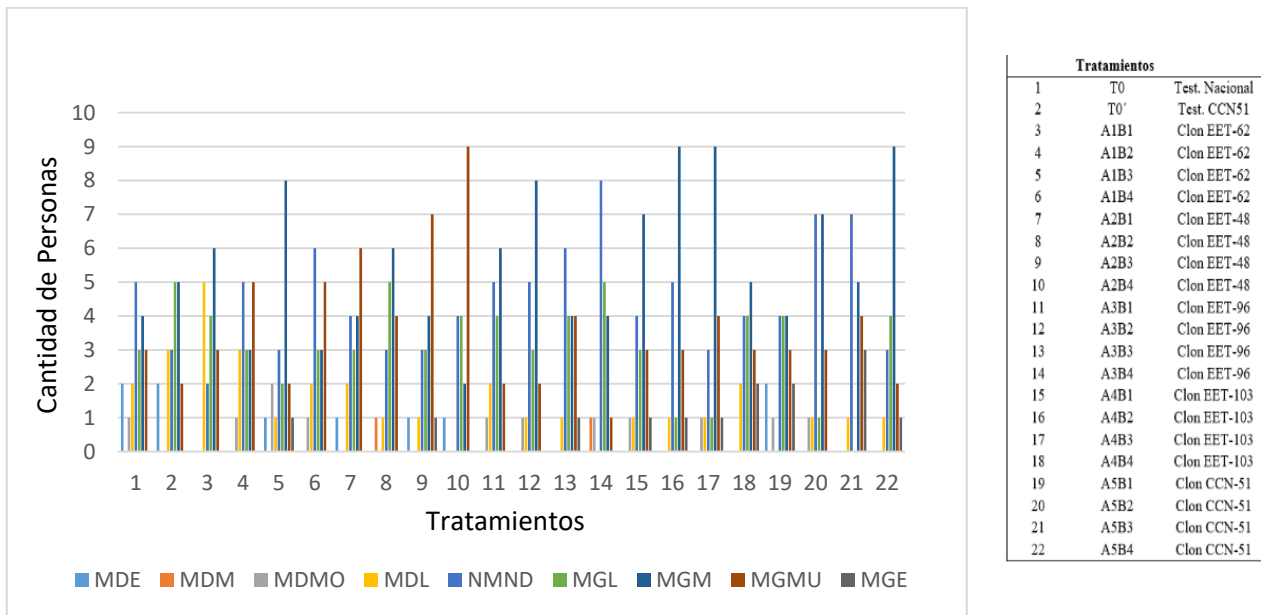


Figura 5. Comportamiento de la variable textura en los diferentes tratamientos en estudios
 Categorías: MDE= Me disgusta extremadamente, MDM= Me disgusta mucho, MDMO= Me disgusta moderadamente, MDL= Me disgusta ligeramente, NMND= Ni me gusta ni me disgusta, MGL= Me gusta ligeramente, MGM=Me gusta moderadamente, MG MU= Me gusta mucho, MGE= Me gusta extremadamente.
 CP=cantidad de personas

La **aceptabilidad general** (Figura 6) reflejó que el criterio de la mayor cantidad de evaluadores se apreció para la categoría me gusta moderadamente, y resaltaron los tratamientos A3B1(Clon EET-96, 20 minutos), A3B2(Clon EET-96, 30 minutos), A4B1(Clon EET-103, 20 minutos), A4B4(Clon EET-103, 50 minutos) y A5B1(Clon CCN-51, 20 minutos) en todos los casos la categoría fue señalada por seis evaluadores que representó el 30% del total. La categoría me gusta mucho (8) mostró sus mayores representantes con los tratamientos A2B4(Clon EET-48, 50 minutos) y A5B4(Clon CCN-51, con 50 minutos). Aquí se pudo apreciar como el Clon y el tiempo de tostado influyeron en la aceptabilidad general, es importante destacar que en esta categoría el mayor tiempo de tostado mostró la mayor aceptabilidad.

Por otra, parte, resulta contradictorio que para el testigo Variedad arriba, ocho evaluadores le dieron en la variable aceptabilidad general la categoría me gusta ligeramente, máxime si este tratamiento no presentó los mejores resultados en las variables sensoriales evaluadas con anterioridad.

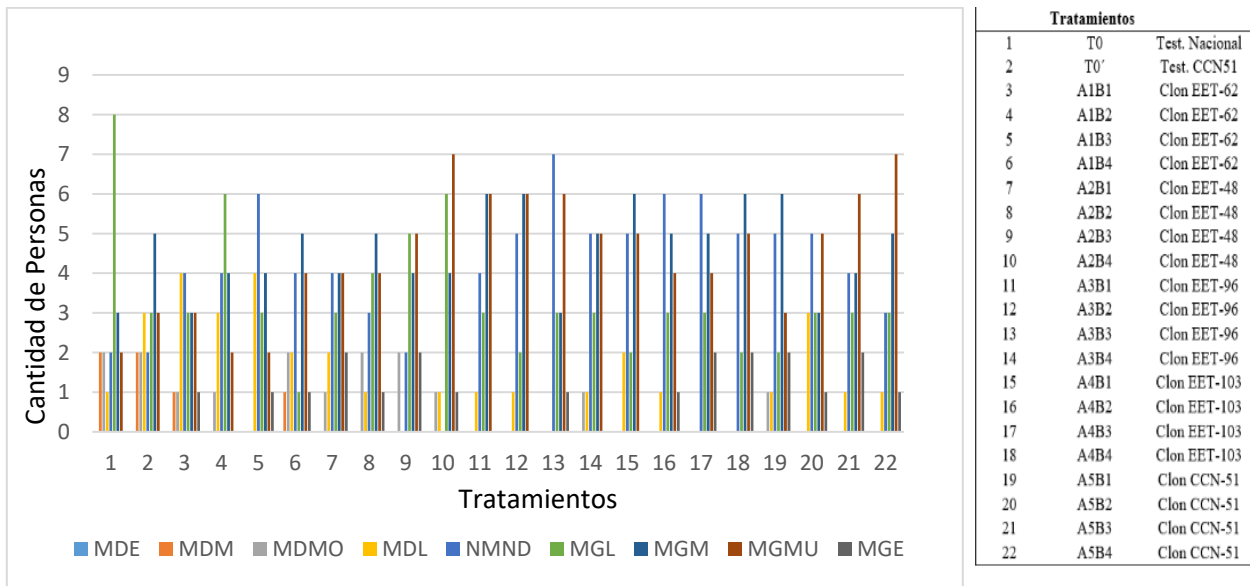


Figura 6. Comportamiento de la variable aceptabilidad general en los diferentes tratamientos en estudios
 Categorías: MDE= Me disgusta extremadamente, MDM= Me disgusta mucho, MDMO= Me disgusta moderadamente, MDL= Me disgusta ligeramente, NMND= Ni me gusta ni me disgusta, MGL= Me gusta ligeramente, MGM=Me gusta moderadamente, MGME= Me gusta mucho, MGE= Me gusta extremadamente.
 CP=cantidad de personas

Las respuestas emitidas por los evaluadores reflejaron una diversificación de lectura para las diferentes variables (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general), aunque las respuestas que se pueden considerar positiva entre las categorías seis y la nueva se reflejaron más para los mayores tiempos de tostado (40 y 50 minutos) en diferentes clones, los cuales a su vez mostraron mejor comportamiento de los polifenoles y la actividad antioxidante, características que interfieren en las variables sensoriales de estos productos. La generación de datos sensoriales mediante la catación del cualquier derivado del cacao, es un proceso de gran subjetividad. Los sentidos del gusto y el olfato del evaluador son los instrumentos directamente involucrados en la medición sensorial (Rodríguez *et al.*, 2022).

Por otra parte, Cedeño (2010) informó que la expresión sensorial del cacao contiene un fuerte componente genético, que posterior al beneficio postcosecha se convierte en diferencias para una o más variables de sabor en muestras de distintos orígenes, aspectos que quedaron demostrados en este estudio, donde la mayoría de los Clones reflejaron mejores características sensoriales que los testigos. Resultados similares a los informados en este trabajo obtuvieron Solórzano *et al.* (2015) al comparar de forma sensorial el cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del ecuador. Estos autores resaltaron la importancia de estudiar las

características sensoriales del cacao, ya que esto permitirá suministrar un sustento científico al proceso de construcción de identidades con base a las características sensoriales para cacaos y sus derivados en las distintas regiones del Ecuador.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS)

- **Técnicos**

Los impactos técnicos que se generaron en el trabajo fueron de vital importancia, ya que en el procesamiento del cacao no se tienen en cuenta los tiempos de tostado, más bien se ve sólo la parte económica, además con esta metodología se está analizando la composición de polifenoles que normalmente se pierden en un tostado no controlado.

- **Social**

El impacto social que muestra esta investigación es conveniente. ya que la relación técnico-agricultor no es la apropiada, por lo que al instrumentar esta tecnología las relaciones con la sociedad mejoran, fundamentalmente en el Cantón La Maná que al utilizar tecnologías en las cuales se controla los procesos de poscosecha mejoran el rendimiento de los granos de valor.

- **Ambientales**

Se conoce la relación del ambiente con las microempresas que se dedican al procesamiento de cacao, por tal motivo es ideal como propuesta, emplear los residuos generados en el cultivo del cacao, para seguir implementando estos proyectos de desarrollo en el cantón la Maná y su zona de influencia.

- **Económicos**

En Cantón La Maná es productivo por su ubicación en el subtrópico, lo que permite que variedades de cacao se desarrollen de mejor manera y principalmente en las propiedades que se proponen en el presente estudio, además pueden incrementar el valor agregado y darle más valor tanto económico como ambiental al procesamiento de cacao en la zona.

13. PRESUPUESTO

Para la investigación los gastos se detallan a continuación:

Tabla 11. Presupuesto general de la investigación.

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Reactivos	1	200,00	200,00
Envases	100	0,5	50
Saquillos	5	2,00	10,00
Maquinaria	1	20	20
Gastos indirectos	1	30,00	30,00
Subtotal		195,43	310,00
Imprevistos (5%)		9,77	15,50
Total		205,20	325,50

Elaborado por: Torres (2025)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 CONCLUSIONES

- El tiempo de tostado y la variedad influyeron de forma positiva en las propiedades químicas y la actividad antioxidante. Los mejores tiempos de tostado se apreciaron a los 40 y 50 minutos, y los Clones con respuestas superiores fueron EET-48, EET-103 y CCN-51.
- Las características sensoriales demostraron interacción entre los clones y el tiempo de tostado, las mejores respuestas de estas variables de forma general se mostraron para los tiempos de tostado de 40 y 50 minutos, aunque se apreciaron para diferentes clones, destacando el CCN-51 y EET-48.

14.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar los tiempos de tostado de 40 y 50 minutos preferentemente, en los Clones CCN-51, EET-103 y EET-48.
- Continuar las investigaciones sobre las características sensoriales de estos Clones y los tiempos de tostado para establecer la relación funcional de estos con la composición química.

- Difundir los resultados a los productores artesanales, con el objetivo de implementar nuevas técnicas que eviten las pérdidas en los compuestos fenólicos y características sensoriales.

15. REFERENCIAS

1. Adenet, S., Regina, F., Rogers, D., Bharath, S., Argout, X., Rochefort, K., Cilas, C. (2020). Study of the genetic diversity of cocoa populations (*Theobroma cacao* L.) of Martinique (FWI) and potential for processing and the cocoa industry. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-11.
2. Albia, B., K. J. y C. A. Mendoza Alcívar. (2016). Post-Cosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta: (Ecuador).
3. Alverson, W.S., Whitlock, B.A., Nyffeler, R., Bayer, C., Baum, D.A. 1(999). Phylogeny of the core Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany*, 86(2): 1474-1486.
4. ANECACAO (2020). Asociación Nacional de Exportadores de cacao - Ecuador. Recuperado de <http://www.anecacao.com/index.php/es/revista.html>.
5. Aprotosoai, A. C., Luca, S. V., & Miron, A. (2016). Flavor chemistry of cocoa and cocoa products—An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 73–91. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>
6. Arevalo-Gardini, E., Meinhardt, L.W., Zuñiga, L.C., Arevalo-Gardini, J., Motilal, L., Zhang, D. (2019). Genetic identity and origin of “Piura Porcelana”, a fine-flavored traditional variety of cacao (*Theobroma cacao*) from the Peruvian Amazon. *Tree Genetics & Genomes*, 15(1): 11-15.
7. Armijos, A. (2002). Caracterización de acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación. Tesis de Grado. Universidad Católica del Ecuador. Quito (Ecuador).
8. AOAC. (1990). Métodos oficiales de análisis de la AOAC internacional (15. ed., Método 923.03). *AOAC Internacional* .
9. AOAC. (1990). Determinación de humedad o contenido de agua del alimento . *Asociación Oficial de Químicos Analistas*.

10. AOAC. (2005). Official methods of analysis (18th ed.). *Association of Official Analytical Chemists*.
11. Association of Analytical Communities. (2015). AOAC 970.21-1974, PH de productos de cacao. Método potenciométrico. *AOAC INTERNACIONAL*, 1. Obtenido de http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=1707
12. Bala, B.K. & Janjai, S., (2012). Solar Drying Technology: Potentials and Developments. En: M.A. UQAILI y K. HARIJAN (eds.), *Energy, Environment and Sustainable Development*. Vienna: Springer Vienna, pp. 69-98. ISBN 978- 3-7091-0109-4. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-7091-0109-4_10.
13. Barrera, V. H., Escudero, L., Racines, M. R., García, C., Arévalo, J., Casanova, T., & Domínguez, J. (2019). La cadena de valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí Ecuador. (INIAP libro técnico No 171) Arco Iris Producciones, Quito, Ecuador. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5377/1/iniapsc383.pdf>
14. Beg, M.S., Ahmad, S., Jan, K. & Bashir, K. (2017). Status, supply chain and processing of cocoa. A review. *Trends in Food Science and Technology*, 66: 108-116.
15. Bordiga, M., Locatelli, M., Travaglia, F., Coïsson, J. D., Mazza, G., & Arlorio, M. (2015). Evaluation of the effect of processing on cocoa polyphenols: Antiradical activity, anthocyanins and procyanidins profiling from raw beans to chocolate. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(3), 840–848. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12760>
16. Braga, D. P. P., Domene, F., & Gandara, F. B. (2019). Shade trees composition and diversity in cacao agroforestry systems of southern Pará, Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, 93: 1409–1421 <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0250-6>
17. Braga, S.C.G.N., Oliveira, L.F., Hashimoto, J.C., Gama, M.R., Efraim, P., Poppi, R.J. & Augusto, F. (2018). Study of volatile profile in cocoa nibs, cocoa liquor and chocolate on production process using GC × GC-QMS. *Microchemical Journal*, vol. 141, pp. 353-361. ISSN 0026-265X. DOI <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.05.042>.
18. Bridgemoham, P., & Mohammed, M. (2019). The eco-physiology of abiotic and biotic stress on the pollination and fertilization of cacao (*Theobroma cacao* L.; formerly Sterculiaceae family). En: De Oliveira, A.B. (Ed.). *Abiotic and Biotic Stress in Plants*. Intech Open, Londres, Reino Unido, cap. 2.

19. Brillouet, J. M., & Hue, C. (2017). Fate of proanthocyanidins and anthocyanins along fermentation of cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 90, 141–146. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2017.090.017>
20. Brown, A.L., Warren, E.R., Ingraham, B.W., Ziegler, G.R. & Hopfer, H., (2023). The effect of fat content on sensory perception and consumer acceptability of 70\% cacao dark chocolate made from reconstituted cocoa liquor. *Journal of Sensory Studies*,38(5): e12864. DOI <https://doi.org/10.1111/joss.12864>.
21. Bustamante, M., & Ramírez, A. (2010). Efecto de varios métodos de prefermentación y fermentación del cacao CCN-51 (*Theobroma caca* L.) en las propiedades físicas y organolépticas de la almendra. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/977>
22. Carr, M.K.V., & Lockwood, G. (2011). The water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): A review. *Experimental Agriculture*, 47: 653-676.
23. Carranza, M. S., Zapata, Y. P., Gallego, G., Rodríguez, J. N., Carriel, J. M., Rosero, N. C., & Muñoz, J. E. (2020). Genetic diversity of ecuatorian cocoa from the germplasm bank of tenguel-guayas Ecuador based in snp's, *BIOAGRO*, 32(2): 75-86. <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/2691/1677>
24. Carrera, M. (2014). Análisis sobre el desarrollo de la comercialización internacional del cacao nacional fino de aroma del 2002 al 2012, producción e impacto político, económico y social. Quito: Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7490/10.26.000753.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
25. Cedeño, P. (2010). Determinación de perfiles organolépticos en ocho grupos de cacao mediante la degustación de licor de cacao y chocolates oscuros elaborados artesanalmente. Tesis Ing. Agroindustrial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Manabí Ecuador.
25. Cemin, P., Reis Ribeiro, S., De Candido de Oliveira, F., Leal Leães, F., Regina dos Santos Nunes, M., Wagner, R. & Sant'anna, V., (2022). Chocolates with Brazilian cocoa: Tracking volatile compounds according to consumers' preference. *Food Research International* [en línea], 159: 111618. ISSN 0963-9969.

DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111618>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996922006767>.

26. Cevallos-Cevallos, J.M., Gysel, L., Maridueña-Zavala, M.G., & Molina-Miranda, M.J. (2018). Time-related changes in volatile compounds during fermentation of bulk and fine-flavor cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *Journal of Food Quality*, 2018:1-14.
27. Chávez, A. (2020). Efecto de las condiciones de fermentación y secado, en las características físico-químicas del cacao *Theobroma cacao*, cultivar CCN-51. Tesis de Maestría en Tecnología de los Alimentos. Universidad Agraria La Molina. Escuela de Postgrado. Perú.
28. Clement, C.R., De Cristo-Araújo, M., Coppens D'Eeckenbrugge, G., Alves Pereira, A., & Picanço-Rodrigues, D. (2010). Origin and domestication of native Amazonian crops. *Diver*, 2: 72-106.
29. Cubillos Bojacá, A.F., García Muñoz, M.C., Calvo Salamanca, A.M., Carvajal Rojas, G.H. & Tarazona-Díaz, M.P. (2019). Study of the physical and chemical changes during the maturation of three cocoa clones, EET8, CCN51, and ICS60. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [en línea], vol. 99, no. 13, pp. 5910-5917. DOI <https://doi.org/10.1002/jsfa.9882>.
30. Chávez Rivera, R., & Ordoñez Gómez, E. (2013). Polifenoles Totales, Antocianinas y Capacidad Antioxidante (DPPH y ABTS) durante el procesamiento del licor y polvo de cacao. *Revista ECIPerú: Revista del Encuentro Científico Internacional*, 10(1), 42-50. Obtenido de [http://revistas.eciperu.net/index.php/ECIPERU/article/view/16/18:contentReference\[oaicite:1\]{index=1}](http://revistas.eciperu.net/index.php/ECIPERU/article/view/16/18:contentReference[oaicite:1]{index=1})
31. De Almeida, A.A.F., & Valle, R.R. (2008). Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19: 425-448.
32. De Araújo, J.A., Ferreira, N.R., da Silva, S.H.M., Oliveira, G., Monteiro, R.C., Alves, Y.F.M., & Lopes, A.S. (2019). Filamentous fungi diversity in the natural fermentation of Amazonian cocoa beans and the microbial enzyme activities. *Annals of Microbiology*, 69: 975-987.

33. De Schawe, C.C., Durka, W., Schrank, T., Hensen, I., Kessler, M. (2013). Gene Flow and genetic diversity in cultivated and wild cacao (*Theobroma cacao*) in Bolivia. *American Journal of Botany*, 100: 2271-2279.
34. Díaz-Montenegro, J., Varela, E., & Gil, J. M. (2018). Livelihood strategies of cacao producers in Ecuador: Effects of national policies to support cacao farmers and specialty cacao landraces. *Journal of Rural Studies* 63:141-56.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.08.004>
35. Dillinger, T.L., Barriga, P., Escárcega, S., Jimenez, E., Salazar Lowe, D., Grivetti, L.E. (2000). Food of the gods: cure for humanity? A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. *The Journal of Nutrition*, 130: 2057S-2072S.
36. Djikeng, F. T., Teyomnou, W. T., Tenyang, N., Tiencheu, B., Morfor, A. T., Touko, B. A. H., Houketchang, S. N., Boungo, G. T., Karuna, M. S. L., Ngoufack, F. Z., & Womni, H. M. (2018). Effect of traditional and oven roasting on the physicochemical properties of fermented cocoa beans. *Heliyon*, 4(2).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00533>
37. Dreiss, M. L., & Greenhil, E. S. (2008). *Chocolate: Pathway to the gods. The sacred realm of chocolate in Mesoamerica*. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.
38. Durán, E., & Dubón, A. (2016). *Tipos genéticos de cacao y distribución geográfica en Honduras*. La Lima: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/guia_tipos_geneticos_de_cacao_y_distribucion_geografica_en_honduras.pdf
39. Dzelagha, B.F., Ngwa, N.M. & Nde bup, D., (2020). A Review of Cocoa Drying Technologies and the Effect on Bean Quality Parameters. *International Journal of Food Science*, vol. 2020 (1): 8830127. DOI <https://doi.org/10.1155/2020/8830127>.
40. Efraim, P., Pezoa-García, N. H., Pereira, D., Nishikawa, A., Haddad, R., & Nogueira, M. (2010). Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial Influence of cocoa beans fermentation and drying on the polyphenol content and sensory acceptance. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 30, 142–

41. Engeseth, N.J. & Ac pangan, M.F. (2018). Current context on chocolate flavor development — a review. *Current Opinion in Food Science*, vol. 21, pp. 84-91. ISSN 22147993. DOI 10.1016/J.COFS.2018.07.002.
42. Enríquez, G. (2010). Cacao orgánico guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4571/1/iniapeetpm54.pdf>
43. Espinal, J. (2015). Producción del clon de cacao EET-103 orgánico a tres distanciamientos de siembra en un sistema triangular de doble hilera. Quevedo-Universidad Estatal de Quevedo. Obtenido de: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/05228e5f-8b36-44a9-b40d-08093cc0d311>
44. Espinosa, M. (2018). La producción en Quevedo, Santo Domingo y La Concordia está en alza. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/produccion-quevedo-santodomingo-concordia-agricultura.html>
45. Estrada, W., Romero, X., & Moreno, J. (2011). Guía técnica del cultivo de cacao manejada con técnicas agroecológicas. El Salvador.
46. Everaert, H., De Wever, J., Tang, T.K.H., Vu, T.L.A., Maebe, K., Rottiers, H., Lefever, S., Smaghe, G., Dewettinck, K., Messens, K. (2020). Genetic classification of Vietnamese cacao cultivars assessed by SNP and SSR markers. *Tree Genetics & Genomes*, 16: 43.
47. Felice, F., Fabiano, A., De Leo, M., Piras, M., Beconcini, D., Cesare, M., & Di Stéfano, R. (2020). Efecto antioxidante de los extractos de polifenoles de cereza y subproductos del cacao: un estudio comparativo. 9(2): 132. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox9020132>
48. Fernández, F.A.N., Rodríguez, S., Law, C.L. & Mujumdar, A.S. (2011). Drying of Exotic Tropical Fruits: A Comprehensive Review. *Food and Bioprocess Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 163-185. ISSN 1935-5149. DOI 10.1007/s11947-010-0323-70323-7.
49. Fernández R, Mori, P., & Chávez S. (2022). Efecto del tipo de azúcar en la aceptación y capacidad antioxidante de los chocolates oscuros. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 5(1), 64-69. <https://doi.org/10.25127/ucni.v4i3.810>

49. Foster, K.A., Suarez-Guzmán, L.M., Meza-Sepulveda, D.C., Baributsa, D. & Zurita, C.A. (2024). Effects of alternative hermetic bag storage on fermented and dried cocoa bean (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Stored Products Research*, vol. 107, pp. 102351. ISSN 0022-474X. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102351>.
50. Franzen, M., & Mulder, M.B. (2007). Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide. *Biodiversity and Conservation*, 16: 3835-3849.
51. Figueroa-Hernández, C., Mota-Gutiérrez, J., Ferrocino, I., Hernández-Estrada, Z.J., González-Ríos, O., Cocolin, L., Suárez-Quiroz, M.L. 2019. The challenges and perspectives of the selection of starter cultures for fermented cocoa beans. *International Journal of Food Microbiology*, 301: 41-50.
52. Gómez, P. (2016). Iniciativa Latinoamericana del cacao. CAF. Obtenido de <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/892>
53. González, Y., E. Pérez, y C. Palomino. (2012). “Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate”. *Actualización en nutrición* 13 (4): 314-331.
54. Gopaulchan, D., Motilal, L.A., Bekele, F.L., Clause, S., Ariko, J.O., Ejang, H.P., & Umarahan, P. (2019). Morphological and genetic diversity of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Uganda. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25: 361-375.
55. Granato, D., F. C. U. Katayama, & I. A. de Castro. (2011). “Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality”. *Food Chemistry* 129 (2): 366-373.
56. Graziani, L., Ortiz, L., Álvarez, N., & Trujillo, A. (2013). Fermentación del Cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*, 53(2), 175-188.
57. Guaman, C. (2007). Estudio de factibilidad para el cultivo de "Cacao 51" en la Parroquia Cristóbal Colón de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y su comercialización. Santo Domingo: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/731/1/CD-1118.pdf>
58. Henderson, J.S., Joyce, R.A., Hall, G.R., Hurst, W.J., & McGovern, P.E. (2007). Chemical and archaeological evidence for the earliest cacao beverages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 18937-18940.

59. Henry, C., Morillo, J. L., Salgado, V., & Ulloa, W. (2018). Diagnóstico y Benchmarking de la cadena de cacao. Consorcio AGRER-TYPSA Proyecto de asistencia Técnica para la reactivación productiva Post Terremoto. Manta: Ecuador.
60. Herrera-Rocha, F., Fernández-Niño, M., Cala, M.P., Duitama, J. & Barrios, A.F.G., (2023). Omics approaches to understand cocoa processing and chocolate flavor development: A review. *Food Research International* [en línea], vol. 165, pp. 112555. ISSN 0963-9969. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112555>.
61. Hii, A., A. Law, S., & Suzannah. (2012). Drying kinetics of the individual layer of cocoa beans during heat pump drying. *Rev. Journal of Food Engineering*, 108(1), 276–282.
62. <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/download/1210/133>.
63. ICCO (2021). Producción de granos de cacao. https://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/doc_download/4577-production-qbcs-xlvi-no-2.html
64. INEC (2020). Documento metodológico de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Metodologia%20ESPAC%202020.pdf
65. Intriago-Giler, Gema, & Intriago-Flor, F. (“025). Evaluación de las características físico-químicas y antioxidantes de una crema de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Journal Scientific MQRInvestigar*, 9(1): 1-19.
66. Ioannone, F., Di Mattia, C., De Gregorio, M., Sergi, M., Serafini, M., & Sacchetti, G. (2015). Flavan-3-ols, antioxidant activity and aroma profile of chocolate at different roasting conditions. *Food Chemistry*, 174, 256–262. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.033>
67. Jaimez, R. E., Araque, O., Guzmán, D., Mora, A., Espinoza, W., & Tezara, W. (2013). Agroforestry systems of timber species and cacao: survival and growth during the early stages. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 114(1), 1-11. <https://www.jarts.info/index.php/jarts/article/view/2012112642171>
68. Jinap, S., Dimick, P. S., & Hollender, R. (1995). “Flavour evaluation of chocolate formulated from cocoa beans from different countries”. *Food Control* 6 (2): 105-110.

69. Kaufman, T., & Justeson, J. (2007). The history of the word for cacao in ancient Mesoamérica. *Ancient Mesoamérica*, 18: 192-237.
70. Komolafe, C.A., Waheed, M.A., Kuye, S.I., Adewumi, B.A. & Daniel Adejumo, A.O. (2021). Thermodynamic analysis of forced convective solar drying of cocoa with black coated sensible thermal storage material. *Case Studies in Thermal Engineering*, 26(2): 101140. ISSN 2214157X. DOI 10.1016/j.csite.2021.101140.
71. Kothe, L., Zimmermann, B. F., & Galensa, R. (2013). Temperature influences epimerization and composition of flavanol monomers, dimers and trimers during cocoa bean roasting. *Food Chemistry*, 141(4): 3656–3663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.049>
72. Lares, M., Pérez, E., & Álvarez, C. (2018). Cambios de las propiedades físico-químicas y perfil de ácidos grasos en cacao de Chuao, durante el beneficio. *Agronomía Tropical*, 63(1-2), 37-47.
73. Lim, T.K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Springer, Dordrecht, Holanda.
74. Llambo, G. (2014). Estudio de la variación de los contenidos de polifenoles totales, alcaloides y grasa en almendras de cacao fino de aroma en tres diferentes zonas de producción de la Amazonia ecuatoriana. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. Ambato (Ecuador).
75. Loo-Miranda, J.L.M., Chire-Fajardo, G.C., & Ureña-Peralta, M.O. (2020). Modeling of the variation of the electrical conductivity of the leachate of cocoa with different fermentation index. *Enfoque UTE*, V.11-N.3, Jul.2020, pp. 46-54 <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/e-ISSN:1390-6542.DOI: 10.29019/enfoque.v11n3.609>
76. López S. (2023). Evaluación sensorial, fisicoquímica y bromatológica de una crema unttable de cacao (*Theobroma cacao*) y semillas de girasol (*Helianthus annuus*). [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/122c9226-2398-45f6-baf2-694ca468e328/content#page=79>
77. López, O., & S. Ramírez. (2011). Caracterización agronómica de clones *Theobroma cacao*, en plantaciones de cacao. Tuxtla Chico, Tapachula, Tuzantán y Pichucalco,

- Estado de Chiapas. Tesis de grado. Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas (México).
78. Márdero, S., Nickl, E., Schmook, B., Schneider, L., Rogan, J., Christman, Z., & Lawrence, D. (2012). Sequías en el sur de la península de Yucatán: análisis de la variabilidad anual y estacional de la precipitación. *Investigaciones Geográficas*, (78), 19-33. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112012000200003.
 79. Medina, V., & Laliberte, B. (2017). A review of research on the effects of drought and temperature stress and increased CO₂ on *Theobroma cacao* L., and the role of genetic diversity to address climate change. Bioversity International: Costa Rica. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/89084>
 80. Melo, C. J., & Hollander, G. H. (2013). Unsustainable development: Alternative food networks and the Ecuadorian Federation of Cocoa Producers, 1995-2010. *Journal of Rural Studies*, 32(1): 251-63. <https://agris.fao.org/agrisearch/search.do?recordID=US201900109163>
 81. Melo, L.J., Orjuela, A. & Guerrero, E. (2022). Improvement of industrial processes in Colombia. Case study: Cocoa pressing process in a chocolate factory. *Chemical Engineering Research and Design*, 183: 307-317. ISSN 0263-8762. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2022.05.013>.
 82. Mendoza, E., Boza, J., & Manjarrez, N. (2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 1-18. Obtenido de <file:///C:/Users/Personal/Downloads/603-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1701-1-10-20211227.pdf>
 83. Mera, O., & Ruíz, 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. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/434/1/TESIS%20CLONES%20DE%20LICOR%20DE%20CACAO%20%20APROBADA%20FINAL.pdf>

84. Merkus, H.G. 2014. Chocolate. En: Merkus, H.G., Meesters, G.M.H. (Eds.). *Particulate Products: Tailoring Properties for Optimal Performance*. Springer International Publishing, Dordrecht, Países Bajos, pp. 253-272.
85. Misnawi, M., (2012). Effect of cocoa bean drying methods on polycyclic aromatic hydrocarbons contamination in cocoa butter, 19(4): 1589–1594. ISSN 2231-7546 1985-4668.
83. Misnawi, J.S., Jamilah, B., & Nazamid, S. (2004.) Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and Preference*, 15: 403-409.
86. Mohamadi Alasti, F., Asefi, N., Maleki, R., & SeiedlouHeris, S.S. (2019). Investigating the flavor compounds in the cocoa powder production process. *Food Science y Nutrition*, 7: 3892-3901.
87. Montes, M. (2016). Efectos del fosforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
88. Moreno-Rojas, J.M., Yadira Erazo Solorzano, C., Tuárez García, D.A., Pereira-Caro, G., Ordóñez Díaz, J.L., Muñoz–Redondo, J.M. & Rodríguez-Solana, R., (2023). Impact of the pre-drying process on the volatile profile of on-farm processed Ecuadorian bulk and fine-flavour cocoa varieties. *Food Research International*, vol. 169, pp. 112938. ISSN 0963-9969. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112938>.
89. Motamayor, J.C., Risterucci, A.M., Lopez, P.A., & Lanaud, C. (2002). Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 89: 380-386.
90. Muller, M. W., y Valle, R. R., (2012). *Ecofisiología do cultivo do cacaueiro*. Ciencia Tecnologia e manejo de cacaueiro. MAPA: CEPLAC Brasil, 31-66.
91. Nair, K.P. (2010). *The agronomy and economy of important tree crops of the developing world*. Elsevier, Londres, Reino Unido.

92. Nazaruddin, R., L. K. Seng, O. Hassan, & M. Said. (2006). "Effect of pulp preconditioning on the content of polyphenols in cocoa beans (*Theobroma cacao*) during fermentation". *Industrial Crops and Products* 24 (1): 87-94.
90. Negaresh, S., & Marín, I. (2013). El cacao y la salud humana: propiedades antioxidantes del cacao nicaragüense y productos alimenticios comercializados. En: *Agroforestería en las Américas*, 49.
93. Nestlé. (2011). El Plan de Cacao, producción social y ambientalmente responsable (2011). Nestlé, Good food, Good life. Disponible en: <<http://ww1.nestle.com.ec/csv/desarrollo-rural/plancacao>> Consultado: 07/2013
94. Niemenak, N., Rohsius, C., Elwers, S., Ndoumoua, D. O., & Lieberei, R. (2006). Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents. *J. Food Compos. Anal.*, 19: 612–619.
95. Nogales, J., N. Graziani de farañas, L., & Ortiz de Bertorelli. (2006). "Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera". *Agronomía Trop.* 56 (1): 5-20
96. Okongor, G.N., Afangideh, I.A., & Obong, L.B. (2013). Impact of rainfall regime on cocoa production in Etung local government area, Cross River-State, Nigeria. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 1: 243-251.
97. Oluyole, K., Sanusi, E.O., Aigbekaen, E.O., & Oni, O.A. (2011). Food security status among cocoa farming households in Nigeria: a discriminant analysis approach. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7: 617-623.
98. Oracz, J., & Nebesny, E. (2019). The impact of roasting conditions on the polyphenol content, antioxidant activity, and aroma compounds in cocoa beans (*Theobroma cacao* L.). *European Food Research and Technology*, 245(3), 559–571. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3183-5>
99. Ortiz, J., Chungara, M., Ibieta, G., Alejo, I., Tejeda, L., Peralta, & Peñarrieta, J. M., (2019). Determinación de teobromina, catequina, capacidad antioxidante total y contenido fenólico total en muestras representativas de cacao Amazónico Boliviano y su comparación antes y después del proceso de fermentación. *Revista Boliviana de Química*, 36(1):40-50.

100. Ortiz, L., L. Graziani, & G. Rovedas. (2009). Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol". *Agronomía Trop.* 59 (2).
101. Ozturk, G., & Young, G.M. (2017). Food evolution: the impact of society and science on the fermentation of cocoa beans. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16: 431-455.
102. Kaasik, K., Villagra Kauffmann, L., Skorstengaard, A., Bouillon, G., Espensen, J.L., Hansen, L.H., Jakobsen, R.R., Blennow, A., Krych, L., Castro-Mejía, J.L., & Nielsen, D.S. (2019). Linking cocoa varieties and microbial diversity of Nicaraguan fine cocoa bean fermentations and their impact on final cocoa quality appreciation. *International Journal Food Microbiology*, 304: 106-118.
103. Parada-Gutiérrez, O., & Veloz-Cordero, R. (2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*, 27(1): 1-18.
104. Payne, M. J., Hurst, W. J., Miller, K. B., Rank, C., & Stuart, D. A. (2010). Impact of fermentation, drying, roasting, and dutch processing on epicatechin and catechin content of cacao beans and cocoa ingredients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10518–10527. <https://doi.org/10.1021/jf102391q>
105. Pedan, V., Fischer, N., & Rohn, S. (2016). An online NP-HPLC-DPPH method for the determination of the antioxidant activity of condensed polyphenols in cocoa. *Food Research International*, 89, 890–900. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.10.030>
106. Peno-Mazzarino, L. (2012). Cocoa Polyphenols. In *Cocoa Butter and Related Compounds*. AOCS Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-2-5.50006-2>
107. Perotti, P., Cordero, C., Bortolini, C., Rubiolo, P., Bicchi, C. & Liberto, E., (2020). Cocoa smoky off-flavor: Chemical characterization and objective evaluation for quality control. *Food Chemistry*, vol. 309, pp. 125561. ISSN 0308-8146. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125561>.
108. Phillips, W., Arciniegas, A., Mata, A., & Motamayor, J. (2013). Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales. San José. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7280>
109. Pipitone, L. (2018). Cocoa boom & bust: A review of cocoa market developments. *Development*, 25: 26.

110. Portillo, E., L. Graziani, & E. Betancourt. (2007). “Análisis químico del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el sur del lago de Maracaibo”. *Revista de la Facultad de Agronomía* 24 (3): 522-546.
111. Quiroz, J., Mestanza, S., Parada, N., Morillo, E., Samaniego, I., & Garzón, I. (2021). Catálogo de cultivares de cacao en Ecuador. iniap. Obtenido de <file:///C:/Users/Personal/Downloads/Iniapeelsbtp66.pdf>
109. Quevedo Guerrero, J. N., Ramírez Villalobos, M., Alfonso Portillo, E., García Batista, R. M., & Tuz Guncay, I. G. (2022). Diversidad fisicoquímica y sensorial de 60 árboles elite de *Theobroma cacao* L., del sur del Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 543-553.
110. Quispe-Vásquez, Matilde. Efecto de los métodos de fermentación y secado en las características sensoriales de licor de cacao (*Theobroma Cacao* L.) del tipo ICS 39 y THS 565”. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Perú.
112. Rivera, R., F. Mecías, Á. Guzmán, M. Peña, H. Medina, L., & Casanova. (2012). “Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional”. *Ciencia y Tecnología*, 5(1): 7-12.
113. Rodríguez, N., Chávez, B., Gómez, I., Vásquez, M., & Estrada, P. (2022). El cultivo del cacao, sus características y su asociación con microorganismos durante la fermentación. Alianzas tendencias BUAP. Obtenido de <https://zenodo.org/records/6326782110>.
- Romanens, E., Näf, R., Lobmaier, T., Pedan, V., Leischtfeld, S.F., Meile, L., & Schwenninger, S.M. (2018). A lab-scale model system for cocoa bean fermentation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102: 3349-3362.
113. Rottiers, H., Tzompa Sosa, D.A., De Winne, A., Ruales, J., De Clippeleer, J., De Leersnyder, I., De Wever, J., Everaert, H., Messens, K., & Dewettinck, K. (2019). Dynamics of volatile compounds and flavour precursors during spontaneous fermentation of fine flavor Trinitario cocoa beans. *European Food Research and Technology*, 245: 1917-1937.

114. Salgado, V. H., Morillo, J. L., & Ulloa, W. (2018). Plan de mejora competitiva para el desarrollo agroindustrial de la cadena de cacao -chocolate. Consorcio AGRER-TYPSA Proyecto de asistencia Técnica para la reactivación productiva Post Terremoto. Manta: Ecuador.
115. Salinas, F., & Tomalá, M. (2014). Comportamiento agronómico de clones de cacao (*Theobroma cacao*) tipo nacional en Manglar alto, Cantón Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2215/1/UPSE-TIA-2015-007.pdf>
116. Schwan, R., & G. Fleet. (2015). *Cocoa and Coffee Fermentations*. Londres (Reino Unido): Graham H. Fleet
117. Schwan, R.F., & Wheals, A.E. (2004). The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44: 205-221.
118. Somarriba, E., & Beer, J. (2011). Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry systems with timber or legume service shade trees. *Agroforestry Systems*, 81: 109-121.
119. Solórzano, E. 2011. Evaluación sensorial del cacao Nacional fino o de aroma procedente de diferentes zonas del país. Tesis Ing. Agroindustrial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
119. Streule, S., Freimüller Leischtfeld, S., Galler, M. & Miescher Schwenninger, S., (2022). Monitoring of cocoa post-harvest process practices on a small-farm level at five locations in Ecuador. *Heliyon* vol. 8(6): e09628. ISSN 2405-8440. DOI <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09628>.
120. Sulaiman, K. B., Yang, T. A., & Ariffin, F. (2017). Colour and Antioxidant Properties of Cocoa Beans From Pods Storage and Fermentation Using Shallow Box. *MATTER: International Journal of Science and Technology*, 3(2): 455–465. <https://doi.org/10.20319/mijst.2017.32.455465>
121. Tezara, W., Urich, R., Jaimez, R., Coronel, I., Araque, O., Azocar, C., & Chacón, I. (2016). Does Criollo cocoa have the same ecophysiological characteristics than Forastero? *Botanical Sciences*, 94: 563-574.
122. Troya, M. B. (2013). Acción colectiva y cadenas de valor estudio de caso: Cadena de cacao y UNOCACE (Tesis de Maestría en Ciencias Sociales con Mención en Desarrollo

Local y territorial). Tesis Inédita, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales sede Ecuador (FLACSO), Ecuador.

<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/5851>

123. Tuentler, E., Delbaere, C., De Winne, A., Bijttebier, S., Custers, D., Foubert, K., Van Durme, J., Messens, K., Dewettinck, K., & Pieters, L. (2020). Non-volatile and volatile composition of West African bulk and Ecuadorian fine-flavor cocoa liquor and chocolate. *Food Research International*, 130: 108943.
124. Urbańska, B., Derewiaka, D., Lenart, A., & Kowalska, J. (2019). Changes in the composition and content of polyphenols in chocolate resulting from pre-treatment method of cocoa beans and technological process. *European Food Research and Technology*, 245: 2101–21.
125. Vázquez-Ovando, A., Ovando-Medina, I., Adriano-Anaya, L., Betancur-Ancona, D., & Salvador-Figueroa, M. (2016). Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(3): 239–254.
126. Velásquez-Reyes, D., Rodríguez-Campos, J., Avendaño-Arrazate, C., Gschaedler, A., Alcázar-Valle, M. & Lugo-Cervantes, E. (2023). Forastero and Criollo cocoa beans, differences on the profile of volatile and non-volatile compounds in the process from fermentation to liquor. *Heliyon* [en línea], vol. 9, no. 4, pp. e15129. ISSN 2405-8440. DOI <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15129>.
127. Verna, R. (2013). The history and science of chocolate. *The Malaysian Journal of Pathology*, 35: 111-121.
128. Wartenberg, A.C., Blaser, W.J., Gattinger, A., Roshetko, J.M., Van Noordwijk, M., & Six, J. (2017). Does shade tree diversity increase soil fertility in cocoa plantations? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 248: 190-199.
129. Yoroba, F., Kouassi, B.K., Diawara, A., Yapo, L.A.M., Kouadio, K., Tiemoko, D.T., Kouadio, Y.K., Koné, I.D., & Assamoi, P. (2019). Evaluation of rainfall and temperature conditions for a perennial crop in tropical wetland: a case of study of cocoa in Côte d'Ivoire. *advances in Meteorology*, Article ID 9405939.

130. Yizhonng, C., Mei, S., & Harorld, C. (2003). Antioxidant activity of betalains from plants of the amaranthaceae. *Journal of Agricultural and Foof Chemistry*, 51. doi: <https://doi.org/10.1021/jf030045u>.
131. Zambrano, T.Y.M., Castro, I.C.G., Plaza, C.L.M., & Farfan, R.M. (2019). Recovery of ancestral knowledge for production of traditional Manabí cocoa paste. *International Journal of Life Sciences*, 3: 71-78.
132. Zapata, S., Tamayo Tenorio, A., & Alberto Rojano, B. (2013). Effect of fermentation on the antioxidant activity of different Colombian cocoa clones. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3): 391–404.
133. Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, & Valdez, F. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon, *Nature Ecology and Evolution*, 2(12), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x>
134. Zhang, D., & Motilal, L. (2016). Origin, dispersal, and current global distribution of cacao genetic diversity. En: Bailey, B., Meinhardt, L. (Eds.). *Cacao Diseases*. Springer, Cham, Suiza, pp. 3-31.