

# MICRO FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN CAJAS DE MADERA NO CONVENCIONALES: IMPACTO EN LA CALIDAD DEL LICOR



## MICRO FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN CAJAS DE MADERA NO CONVENCIONALES: IMPACTO EN LA CALIDAD DEL LICOR

- Publicado por:** Universidad Técnica Estatal de Quevedo.  
Dir. Av. Quito km 1½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, Quevedo, Ecuador. [www.uteq.edu.ec](http://www.uteq.edu.ec).
- Derechos reservados:** © Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador 2023.  
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT).  
Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros que no sean comerciales sin permiso escrito previo detentar el derecho de autor, mencionando la cita.
- Cita del libro:** Bravo K. y Tuárez D. 2023. Micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cajas de madera no convencionales: Impacto en la calidad del licor. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 95 pp.
- Revisión de Pares Externos:** Andry Annabel Alvarez Aspiazu.  
Magister agroalimentación, producción y tecnologías agroalimentaria.  
Consultor Independiente.  
  
John Jairo Pinargote Álava.  
Transformación digital del sector agroalimentario y forestal.  
Consultor Independiente.
- Primera Edición:** Quevedo, Mayo del 2023.
- ISBN:** 978-9978-371-66-4
- Equipo Editorial:** Econ. Carlos Edison Zambrano, PhD  
**Director**  
Ing. Javier Patiño Uyaguari, M.Sc.  
**Revisión y Corrección**  
Ing. J. Bladimir Mora Macías  
**Edición y Diagramación**



## ► PRESENTACIÓN

---

El Comité Editorial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) es la unidad encargada de promover, gestionar y administrar el conocimiento resultante de las actividades de investigación científica, la docencia y la vinculación de docentes y estudiantes. Dentro del procedimiento para el reconocimiento al profesorado y estudiantado de la UTEQ se contempla la publicación como libros de Tesis de grado y posgrado que se distingan por su innovación, metodología, rigor técnico o impacto social.

El Proyecto de Investigación en opción al grado de Magister en Agronomía de Kerly Johanna Bravo Franco, obtenido en la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo”, atiende a la normativa existente para ser publicado como libro y por ello el Comité Editorial de la UTEQ aprueba la visibilidad y acceso a la comunidad académica, científica y sociedad en general.



► **MICRO FERMENTACIÓN DE CACAO (THEOBROMA CACAO L.)  
EN CAJAS DE MADERA NO CONVENCIONALES:  
IMPACTO EN LA CALIDAD DEL LICOR**

---

**AUTORES:**

Kerly Johanna Bravo Franco  
Diego Armando Tuárez García



## PRÓLOGO

El cacao es un producto de gran importancia en la industria alimentaria, especialmente en la producción de chocolate. Por esta razón, la búsqueda de nuevas técnicas y métodos para mejorar la calidad del cacao es una tarea constante en la investigación científica.

En este contexto, la presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en la Facultad de Ciencias Pecuarias, específicamente en el Laboratorio de Bromatología, situado en la Finca Experimental “La María”. El objetivo de esta investigación fue evaluar la variedad CCN-51 y cacao Nacional, utilizando tres tipos de maderas (Guayacán Blanco, Laurel, Pino) para la micro fermentación, y analizar variables físicas, sensoriales y bromatológicas.

Los resultados obtenidos muestran que los tres tipos de madera son adecuados para realizar la micro fermentación del cacao, obteniendo el 60% mínimo de almendras bien fermentadas. Además, se logró determinar que el perfil de sabores específicos varía dependiendo de la combinación de variedad y tipo de madera utilizados en la fermentación.

Los análisis físico-químicos también fueron evaluados en esta investigación, permitiendo conocer la humedad, ceniza, grasa, pH y acidez del licor de cacao. Estos resultados son de gran importancia para la industria alimentaria, ya que permiten conocer la calidad y composición del cacao utilizado en la producción de chocolate.

En conclusión, esta investigación aporta nuevos conocimientos sobre la micro fermentación del cacao, con la utilización de diferentes tipos de madera y variedades. Los resultados obtenidos pueden ser de gran utilidad para la industria chocolatera y para futuras investigaciones en el área de la producción de cacao.

**Ing. Cyntia Erazo Solórzano**

## ÍNDICE DE TABLA

PRÓLOGO .....	13
---------------	----

### CAPÍTULO I.

<b>PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.1. Problema de investigación .....	17
1.1.1. Planteamiento del problema .....	17
1.1.2. Diagnóstico .....	17
1.1.3. Pronóstico .....	17
1.1.4. Formulación del problema .....	18
1.1.5. Sistematización del problema .....	18
1.2. Objetivos .....	18
1.2.1. Objetivo General .....	18
1.2.2. Objetivo Específico .....	18
1.3. Justificación .....	19

### CAPÍTULO II.

<b>DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>20</b>
2.1. Marco Conceptual .....	21
2.1.1. Cacao .....	21
2.1.2. Micro fermentación .....	21
2.1.3. Licor de cacao .....	21
2.2. Marco Referencial .....	22
2.2.1. Antecedentes del cacao .....	22
2.2.2. Morfología y taxonomía del cacao .....	22
2.2.3. Variedades del cacao .....	23
2.2.3.1. Criollo .....	23
2.2.3.2. Forastero .....	23
2.2.3.3. Trinitario .....	24
2.2.3.4. Cacao Nacional .....	24
2.2.3.5. CLON CCN - 51 .....	25

2.2.4.	Cosecha del cacao .....	25
2.2.5.	Producción del cacao .....	26
2.2.6.	Factores que determinan la calidad en cacao .....	26
2.2.7.	Grado de fermentación de las almendras de cacao .....	27
2.2.8.	Beneficio de la Post-cosecha .....	28
2.2.9.	Fermentación del cacao .....	28
2.2.10.	Remoción de masa .....	28
2.2.11.	Microorganismos .....	29
2.2.12.	Temperatura en la Fermentación .....	29
2.2.13.	Micro-fermentación .....	29
2.2.14.	Tiempo de la fermentación .....	30
2.2.15.	Secado .....	31
2.2.16.	Almacenamiento .....	31
2.2.17.	Equilibrio del porcentaje de humedad de granos de cacao en función a la humedad ambiental .....	32
2.2.18.	Estadísticas de exportación de cacao .....	32
2.2.19.	Semielaborados de cacao .....	33
2.2.20.	Composición fisicoquímica del cotiledón de tres variedades de cacao .....	33
2.2.21.	Composición química del grano y licor de cacao .....	34
2.2.22.	Licor o pasta de Cacao .....	34
2.3.	Marco Legal .....	35
2.3.1.	Normativa Ecuatoriana .....	35
2.3.2.	Norma técnica para el licor o pasta de cacao .....	35

### **CAPÍTULO III.**

<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>36</b>
3.1. Localización del proyecto .....	37
3.1.1. Condiciones climáticas de la zona .....	37
3.2. Tipo de investigación .....	37
3.2.1. Investigación Exploratoria .....	38
3.2.2. Investigación Descriptiva .....	38
3.2.3. Investigación Experimental .....	38

3.3.	Método de Investigación .....	38
3.3.1.	Método inductivo – deductivo .....	38
3.3.2.	Método Estadístico .....	38
3.3.3.	Método Analítico .....	39
3.4.	Fuentes de recopilación de la información .....	39
3.4.1.	Fuente primaria .....	39
3.4.2.	Fuente secundaria .....	39
3.5.	Diseño de la investigación .....	39
3.5.1.	Esquema del ANDEVA .....	40
3.5.2.	Esquema del experimento .....	40
3.5.3.	Modelo Matemático .....	41
3.6.	Diagrama de flujo del licor de cacao .....	41
3.6.1.	Descripción del proceso de elaboración del licor de cacao .	42
3.7.	Instrumento de investigación .....	44
3.7.1.	Análisis físico – químico .....	44
3.7.2.	Porcentaje de fermentación .....	44
3.8.	Recursos materiales .....	47

## **CAPÍTULO IV.**

<b>RESULTADOS</b> .....	49	
4.1.1.	Humedad en el licor de cacao .....	50
4.1.2.	Ceniza en el licor de cacao .....	51
4.1.3.	Grasa en el licor de cacao .....	52
4.1.4.	pH en el licor de cacao .....	54
4.1.5.	Acidez en el licor de cacao .....	56
4.2.	Efecto de los micro fermentadores en la almendra .....	57
4.2.1.	Primer micro fermentador .....	57
4.2.2.	Segundo micro fermentador .....	59
4.2.3.	Tercer micro fermentador .....	60
4.2.4.	Cuarto micro fermentador .....	62
4.3.	Análisis organoléptico del licor de cacao .....	64
4.3.1.	Perfil sensorial de sabores específicos .....	64
4.3.1.1.	Cacao .....	64

4.3.1.2. Floral .....	65
4.3.1.3. Frutal .....	66
4.3.1.4. Nuez .....	68
4.3.1.5. Dulce .....	69
4.3.2 Perfil sensorial de sabores básicos .....	71
4.3.2.1 Amargor .....	71
4.3.2.2 Acidez .....	73
4.3.2.3 Astringencia .....	74
4.3.3 Perfil sensorial de sabores adquiridos .....	76
4.3.3.1 Verde .....	76
4.3.3.2 Moho .....	77
4.4 Prueba de Corte en las Almendras .....	79

## CAPÍTULO V.

Conclusiones .....	81
Bibliografía .....	83
Anexo .....	90

---

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Morfología y taxonomía del cacao .....	22
<b>Tabla 2.</b> Equilibrio del porcentaje de humedad de granos de cacao en función a la humedad ambiental .....	32
<b>Tabla 3.</b> Exportaciones totales de cacao últimos 5 años .....	32
<b>Tabla 4.</b> Exportación de Semielaborados de cacao .....	33
<b>Tabla 5.</b> Composición fisicoquímica del cotiledón de tres variedades de cacao .....	33
<b>Tabla 6.</b> Composición química del grano y licor de cacao .....	34
<b>Tabla 7.</b> Requisitos para la pasta de cacao .....	35
<b>Tabla 8.</b> Características climáticas de la zona de estudio .....	37
<b>Tabla 9.</b> Esquema del ANDEVA .....	40
<b>Tabla 10.</b> Esquema del experimento .....	40

<b>Tabla 11.</b> Humedad en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 202 .....	50
<b>Tabla 12.</b> Ceniza en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	51
<b>Tabla 13.</b> Grasa en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	53
<b>Tabla 14.</b> pH en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	55
<b>Tabla 15.</b> Acidez en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	56
<b>Tabla 16.</b> Primer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020 ..	58
<b>Tabla 17.</b> Segundo micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	59
<b>Tabla 18.</b> Tercer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020.....	61
<b>Tabla 19.</b> Cuarto micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	63
<b>Tabla 20.</b> Cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	64
<b>Tabla 21.</b> Floral. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	65
<b>Tabla 22.</b> Frutal. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	67
<b>Tabla 23.</b> Nuez. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	68
<b>Tabla 24.</b> Dulce. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	70
<b>Tabla 25.</b> Amargor. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	72
<b>Tabla 26.</b> Acidez. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	73
<b>Tabla 27.</b> Astringencia. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	75
<b>Tabla 28.</b> Verde. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	76
<b>Tabla 29.</b> Moho. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	78

---

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Diagrama de flujo del licor de cacao .....	41
<b>Gráfico 2.</b> % Humedad en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	51
<b>Gráfico 3.</b> % Ceniza en el Licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.....	52
<b>Gráfico 4.</b> % Grasa en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.....	54
<b>Gráfico 5.</b> pH en el licor de cacao FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	55
<b>Gráfico 6.</b> % Acidez del licor de cacao FCP. La María. UTEQ. 2020 ..	57
<b>Gráfico 7.</b> Primer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	59

<b>Gráfico 8.</b> Segundo micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020 ....	60
<b>Gráfico 9.</b> Tercer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	62
<b>Gráfico 10.</b> Cuarto micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020 ....	63
<b>Gráfico 11.</b> Cacao FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	65
<b>Gráfico 12.</b> Floral. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	66
<b>Gráfico 13.</b> Frutal. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	67
<b>Gráfico 14.</b> Nuez. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	69
<b>Gráfico 15.</b> Dulce. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	71
<b>Gráfico 16.</b> Amargor. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	72
<b>Gráfico 17.</b> Acidez. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	74
<b>Gráfico 18.</b> Astringencia. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	75
<b>Gráfico 19.</b> Verde. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	77
<b>Gráfico 20.</b> Moho. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	78
<b>Gráfico 21.</b> Prueba de corte en las almendras. FCP. La María. UTEQ. 2020 .....	80

---

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Fotografías de la Investigación .....	90
---	----

## INTRODUCCIÓN

El cacao pertenece al género *Theobroma*, orden Filiales y familia Malvaceae. Es un árbol de carácter tropical lluvioso que se desarrolla en climas calientes y húmedos. Cuyo origen de distribución nativa se encuentra ubicado en las tierras bajas de Centro América como México, y una gran parte en el norte de América del Sur y comprende los países amazónicos como Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Colombia y Venezuela. En América del Sur se encuentra Ecuador con una producción de cacao tipo Nacional que representa el 60% del total Nacional, con este porcentaje hemos ganado los primeros sitios en lo que respecta a cacao fino y de aroma en el mundo. El 95% de la producción mundial de cacao es identificada como cacao común y el 5% corresponde al cacao fino y de aroma, con características organolépticas excelentes (1).

Ecuador tiene la característica de producir cacao fino y de aroma con una oferta de 60 a 70 mil toneladas al año. Hace algún tiempo este producto representó el 80% de producción en todo el mundo. El 60% de producción de cacao fino y de aroma le corresponde a Ecuador lo cual es envidiado por otros países productores de cacao. Esto se debe a la presencia de cacao llamado “Nacional” originario del Forastero Amazónico (2).

Las variedades de cacao, Nacional y CCN-51 son las que predominan en las plantaciones cacaoteras del Ecuador, de las cuales, a la variedad de cacao Nacional se le ha reconocido mundialmente por sus características de sabor y aroma, apreciadas en la preparación de chocolates, contrastándose con la variedad CCN-51 la cual no alcanza las características organolépticas del cacao Nacional (3).

La fermentación del cacao es una etapa muy importante en el procesamiento del grano, ya que se producen cambios bioquímicos

que dan origen a los precursores del aroma y sabor, lo que determina su calidad física y química. Entre los cambios bioquímicos está el desarrollo de la pigmentación color marrón a partir de compuestos fenólicos, lo cual es un indicativo de la fermentación del grano de cacao. Además, los contenidos de precursores sensoriales como polifenoles alcaloides (cafeína y teobromina) y acidez volátil (en especial el ácido acético), son indicadores de la calidad organoléptica del cacao (4).

La calidad del cacao radica principalmente en la etapa de pos cosecha, tiempo en el cual las almendras de cacao son tratadas en condiciones adecuadas con el fin de cumplir una serie de transformaciones bioquímicas que favorecen la calidad organoléptica (aroma y sabor). La fermentación del cacao es una operación indispensable, en la cual la pulpa que envuelve las semillas son metabolizadas por microorganismos que producen compuestos como el etanol y ácido acético los cuales promueven cambios fisicoquímicos importantes en las almendras (3).

El comercio de productos primarios, entre ellos el cacao en grano, es de gran importancia para la economía del Ecuador y de la mayoría de países en desarrollo, se obtiene como subproductos a través de procesos industriales la pasta, licor, manteca, torta y el polvo de cacao, que son consumidos por la población. En la actualidad la demanda está orientada en materia prima orgánica libre de toxicidades y que posean características de calidad, por este motivo es significativo caracterizar los parámetros de perfiles sensoriales. La calidad comprende en seleccionar frutos sanos, ubicar en recipientes especiales y en condiciones apropiadas, sufren transformaciones físico-químicas lo que permite desarrollar perfiles sensoriales propias del chocolate (5).

Por lo expuesto, la presente investigación tiene como propósito evaluar el efecto de la micro fermentación (*Theobroma cacao* L.) variedad Nacional y CCN-51 en maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao con el fin de utilizar nuevas cajas fermentadoras para favorecer la calidad de las características organolépticas del producto final, se realizará los análisis físicos- químicos y se efectuará el perfil sensorial del licor de cacao, los análisis se llevara a cabo en el laboratorio Bromatológico de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo finca experimental “la María”.



## CAPÍTULO I.

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN



## 1.1. Problema de investigación

### 1.1.1. Planteamiento del problema

El problema de la presente investigación se enfoca en evaluar el efecto de la micro fermentación de la almendra en cajas de maderas no convencionales sobre las características sensoriales del licor de cacao, en la actualidad el método de fermentación y post-cosecha del grano es un factor importante porque da origen a la calidad física y sensorial de la almendra, buscando la eliminación de mucilago y cambios químicos del grano para el desarrollo del aroma y sabor , es decir la mala fermentación del cacao incide en las pérdidas de las características organolépticas, el crecimiento de mohos y el desarrollo de bacterias patógenas durante el proceso de fermentación a su vez afectando la calidad del producto final.

### 1.1.2. Diagnóstico

Los métodos de fermentación en la actualidad varían mucho dependiendo la zona productora, para dicho proceso se utiliza comúnmente cajones de laurel sin explorar otro tipo de maderas que podrían favorecer el perfil organoléptico del producto final en este caso de estudio específico en el licor o pasta de cacao.

### 1.1.3. Pronóstico

Mediante esta investigación se pretende evaluar la influencia de fermentar las almendras de cacao en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad sensorial del licor de cacao.

¿La utilización de cajas de maderas no convencionales repercute en la calidad final del licor de cacao?

### 1.1.4. Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de la micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Nacional y CCN-51 en maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao?.

### 1.1.5. Sistematización del problema

- ¿Cómo se va a evaluar la temperatura máxima y mínima alcanzada en el proceso de micro fermentación?
- ¿Cuáles serán los análisis físico- químicos del licor de cacao?
- ¿Cuál será el perfil organoléptico del licor de cacao obtenido a partir de la micro fermentación?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad Nacional y CCN-51 en maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la temperatura máxima y mínima alcanzada en el proceso de micro fermentación de las almendras de cacao.
- Analizar el perfil organoléptico del licor de cacao obtenido a partir de la micro fermentación.
- Determinar análisis físico- químicos (pH, Acidez, humedad, ceniza, grasa) del licor de cacao.

### 1.3. Justificación

Esta investigación tiene como propósito la utilización de nuevas alternativas de maderas no convencionales a su vez evaluar el efecto de la micro fermentación sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao, es decir que durante el proceso de fermentación se pretende observar la temperatura mínima y máxima alcanzada por la masa fresca a través de micro fermentadores lo cual repercute en las características de calidad del grano.

Esta idea generaría el desarrollo de impulsar nuevos conocimientos para los productores del cacao y los agricultores ya que se pretende mejorar el proceso de fermentación con la implementación nueva metodología con el objetivo de mejorar la calidad del producto incrementando el rubro económico del agricultor. Una adecuada fermentación ayuda a contribuir o desarrollar los mejores atributos que confiere la calidad de la almendra generando grandes beneficios en las zonas productoras de cacao.

## **CAPÍTULO II.**

### **DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN**



## 2.1. Marco conceptual

### 2.1.1. Cacao

La producción de cacao (*Theobroma cacao L.*) tipo Nacional en Ecuador conocido a nivel internacional por sus cualidades de aroma y sabor, tienen una gran incidencia sus características sociales y económicas que repercuten en el aspecto productivo más aun cuando el cacao Nacional enfrenta la competencia a nivel local del clon *Colección Castro Naranja 51* conocido como CCN51 considerado como cacao corriente, que se caracteriza por su alto rendimiento, pero de baja calidad organoléptica y de alto requerimiento nutricional (6).

### 2.1.2. Micro fermentación

Se desarrolló un método de fermentación (el método Rohan) el cual se construyen bandejas de madera con dimensiones de 1.20 x 0.80 Y 0.10 m (largo, ancho y alto), divididas en dos secciones, cada una con capacidad para fermentar hasta 45 kg de masa. En el fondo de la caja se dejan agujeros de 5 mm de ancho, separados 5 cm uno de otro, para permitir la salida de los exudados de las almendra (7).

### 2.1.3. Licor de cacao

El licor de cacao se considera como materia prima para la producción de chocolates y algunas bebidas alcohólicas, sin embargo, cuando es sometido a un proceso de prensado se puede obtener diversos productos como: manteca y torta de cacao, la cual puede ser pulverizada para la obtención de cocoa. El licor de cacao es un producto obtenido a partir de la disgregación de granos de cacao mediante fuerza mecánica, que han sido previamente fermentados y secados; para posteriormente ser limpiados, tostados y descascarillados; libres de partículas extrañas (8).

## 2.2. Marco Referencial

### 2.2.1. Antecedentes del cacao

El cacao se cultiva desde finales del siglo XVI a lo largo de las zonas tropicales de América del Sur, Central y del Caribe. Ecuador está situado entre los 10 principales productores a nivel mundial y alcanza un promedio anual de 85000 toneladas métricas, constituyendo el 4% de las exportaciones mundiales. A nivel mundial se conocen cacaos tipo: Criollo, Forastero Amazónico, Trinitario y Nacional del Ecuador denominado Fino de Aroma. Ecuador es el líder mundial en la producción y exportación de Cacao Fino de Aroma aportando con el 61%, este cacao posee una calidad única en el mundo debido a sus características aromáticas particulares (con aromas florales muy perceptivas) y es conocido como el cacao de “Arriba”. Actualmente hay pocas plantaciones de cacao Nacional puro, predominan las de cruzamientos naturales entre el Nacional y el Trinitario conocido como complejo Nacional por Trinitario, este cacao es muy apetecido por la industria chocolatera, especialmente en Europa (9).

### 2.2.2. Morfología y taxonomía del cacao

**Tabla 1.** *Morfología y taxonomía del cacao.*

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
<b>Tipo</b>	Espermatofita
<b>Subtipo</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledoneas
<b>Subclase</b>	Dialipetalas
<b>Orden</b>	Malvales
<b>Familia</b>	Esterculiaceae
<b>Tribu</b>	Buettneria
<b>Genero</b>	Theobroma
<b>Especie</b>	Cacao

Fuentes: (10).

## 2.2.3. Variedades del cacao

### 2.2.3.1. Criollo

Esta variedad representa los cacaos originales, cuyas plantaciones más antiguas se remontan al siglo XVII. Cultivada al principio en Venezuela, en América central y en México, también la reencontramos hoy en Ecuador, en Nicaragua, en Guatemala y en Sri Lanka. Considerado como el “príncipe de los cacaos”, Criollo es famoso por su finura y sus aromas poderosos. Representa no obstante sólo el 5 % de la producción mundial, debido a su fragilidad frente a las enfermedades y frente a los insectos. Principalmente es destinado a la chocolatería de alta gama. La raza Criollo tiene frutos de cáscara suave con semillas redondas, blancas o violetas, y de un agradable sabor dulce (11).

Esta clase de cacao es de cascara fina, muy suave y aromático de gran calidad, reservado para la fabricación de los chocolates más finos a nivel mundial, cuyo árbol es frágil y de escaso rendimiento. Se cultiva en gran parte América y el resto del caribe (12).

### 2.2.3.2. Forastero

Comprende el cacao del alto y bajo del Amazonas, que se encuentra en las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes en el Amazonas de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, que se elevan a altitudes de 1000 metros. Se caracterizan por tener pequeñas mazorcas inicialmente de color verdeo rosa pálido, luego amarillo, la punta es redondeada, la cáscara de la mazorca es suave o ligeramente rugosa, delgada, tiene 10 surcos superficiales, con una capa lignificada en el centro del pericarpio. Las semillas son pequeñas de color púrpura, triangulares en sección transversal, aplanadas (13).

### **2.2.3.3. Trinitario**

Finalmente existen diversas variedades híbridas de cacao, entre las cuales la más conocida es el cacao trinitario. Como su nombre sugiere, es originario de Trinidad donde, después de un terrible huracán que en 1727 destruyó prácticamente todas las plantaciones de la isla, surgió como resultado de un proceso de crecimiento (14).

Se formó de manera espontánea de un cruce entre cacaos criollos y forasteros amazónicos en la isla de Trinidad pasando luego a Venezuela, Colombia y el resto del mundo. De este cruce heterogéneo se presentan diversidad de formas intermedias de mazorcas al igual que su coloración rojizos. Por cuanto son más resistentes a enfermedades y han podido adaptarse mejor a muchos ambientes (15).

### **2.2.3.4. Cacao Nacional**

En el Ecuador existe un tipo de cacao único en el mundo conocido con el nombre de “Nacional”. El cacao Nacional se caracteriza por tener una fermentación muy corta, excelente calidad, aroma floral y sabor excepcional, lo que da un chocolate suave de buen sabor y aroma, por lo que es reconocido internacionalmente con la clasificación de “Cacao Fino de Aroma”. La producción del cacao ecuatoriano se encuentra ligada a las condiciones del ecosistema, lo que determina un rendimiento diferente al de otros países productores. La buena calidad del producto ecuatoriano depende en gran medida de la ubicación geográfica en la que se cultiva y produce el cacao, lo que hace que el Ecuador sea el único exportador del “Cacao Fino de Aroma”. El cacao representa el tercer rubro de exportación agrícola del país, siendo así una fuente de ingreso importante para pequeños productores de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, la Amazonía, Guayas y Manabí, esta gran demanda del cacao ecuatoriano se debe a las características únicas que posee (16).

### **2.2.3.5. CLON CCN –51.**

El clon CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, lo cual fue ejecutado de forma acertada por el Agr. Homero Castro Zurita en la ciudad de Naranjal (Provincia del Guayas), por el año de 1965 es importante señalar que el origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) por ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva, en la actualidad, la cantidad de hectárea total de cacao en el Ecuador aproximadamente corresponde un 10% a CCN-51 (15).

### **2.2.4. Cosecha del cacao**

La cosecha se debe realizar cuando las mazorcas estén sanas y presentan un estado de madurez fisiológica, esto se puede identificar por los colores externos que muestran cada tipo o variedad, los de color verde se tornan amarillos, las de color rojo se tornan anaranjadas y otras cambian a amarillo anaranjado fuerte o sólido. Unas de las principales herramientas para realizar la cosecha es la tijera de podar, esta herramienta no causa mucho daño a la mazorca ni a los cojinetes florales del árbol (1).

El corte principal se debe realizar es con la tijera realizando sobre lo más cerca de la base de la mazorca. Una de las principales características para reconocer el estado óptimo de la maduración de mazorca es cuando emiten un sonido hueco que se oye al momento de golpear el fruto con los dedos, es importante apartar las mazorcas sanas de las enfermas para evitar una proliferación de enfermedades. Se debe evitar cosechar mazorcas inmaduras porque dan origen a granos de pésima fermentación

y granos color violeta, aplastados, indican que no debemos mezclar las semillas enfermas que contengan más de dos días de cosechadas para así impedir una fermentación heterogéneo (1).

### **2.2.5. Producción del cacao**

La producción anual del cacao en el Ecuador viene aumentando considerablemente lo cual es muy importante para su economía y para el desarrollo de los pequeños agricultores que se dedican a esta actividad agrícola. Siendo el cacao Nacional fino de aroma la clase de cacao más apetecida a nivel internacional logrando las más altas calificaciones las mismas que son ASS (Arriba superior selecto) y ASSS (Arriba superior summer selecto). No dejando alado a la variedad CCN-51 o ramilla la misma que ha tenido una evolución gigantesca con el pasar de los años logrando mayor inmunidad ante las enfermedades y aumentando la producción de las plantaciones por hectárea debido a sus abundantes vainas de cacao en el tronco de la planta; sin embargo el cacao ramilla carece del sabor y aroma que caracteriza al cacao Nacional pero que al funcionar ambos se convierten en un tipo de cacao considerado fino de aroma con calificación ASN (Arriba superior navidad) Actualmente la producción nacional de cacao por tipo es: el cacao nacional fino de aroma 60% y el cacao CCN-51 o ramilla 40% (17).

### **2.2.6. Factores que determinan la calidad en cacao**

Los factores que determinan la calidad de las almendras de cacao son cinco: genotipo, clima, tipo de suelo, manejo agronómico y, fitosanitario que se ofrezca a las plantas y el tratamiento post-cosecha, lo que es directamente proporcional a la calidad aromática de los chocolates, incluyendo la fermentación, el secado, almacenamiento, y tostado, lo que hasta ahora no se conoce al detalle, que desafortunadamente va desapareciendo para dar paso a otros genotipos o variedades más resistentes a las enfermedades, pero con un sabor diferente y sin aroma

que es lo que ha caracterizado al cacao Nacional a través de los años en la elaboración de chocolates especiales (18).

## **2.2.7. Grado de fermentación de las almendras de cacao**

### **2.2.7.1. Almendras de color marrón o café**

Poseen una fermentación muy completa, los ácidos han matado al embrión y a las vacuolas de pigmentación, estas almendras son muy hinchadas y se separan fácilmente del cotiledón. La calidad del sabor y aroma del grano es óptimo para elaborar chocolates gourmet (19).

### **2.2.7.2. Almendra marrón o violeta**

Indican una fermentación parcial, los ácidos no han penetrado y una proporción de vacuolas se encuentran intactas, los cotiledones están poco compactos y la testa algo suelta. La calidad del sabor es regular pero aprovechable para producir chocolate (19).

### **2.2.7.3. Almendras violetas**

Son el producto de una fermentación incompleta, por ello aparecen ácidos procedentes de la pulpa. Las almendras no están hinchadas y la apariencia interna es compacta, desarrollan un sabor astringente y ácido (19).

### **2.2.7.4. Almendras pizarrosas (de color gris)**

Presentan un aspecto compacto de color gris negruzco, lo cual indica ningún efecto de fermentación, por lo que desarrollan sabores amargos y astringentes (19).

## **2.2.8. Beneficio de la Post-cosecha**

El beneficio post-cosecha en cacao inicia con la cosecha o recolección de los frutos, los cuales son denominados comúnmente como mazorcas. En sí, el beneficio post-cosecha es un proceso que se puede dividir en tres etapas: fermentación, secado y almacenamiento. En su conjunto, este proceso genera información complementaria a los de evaluación agronómica, sanitaria y productiva lo que permitirá describir las propiedades particulares de los diferentes genotipos bajo evaluación (20).

## **2.2.9. Fermentación del cacao**

La fermentación de los granos de cacao es la fase más importante en el desarrollo del aroma y sabor final del chocolate. Los compuestos químicos vinculados a la calidad sensorial son de origen térmico y sufren transformaciones durante la fermentación. El método de fermentación empleado juega un papel esencial en el sabor y aroma. Primero debe ocurrir la fermentación microbiana que colabora en la eliminación de la pulpa mucilaginososa que recubre los granos, luego ocurren un conjunto de reacciones bioquímicas en el interior de los cotiledones que demandan la remoción oportuna y eficiente de la masa fermentante. La fermentación del grano de cacao se produce cuando los alcoholes se combinan con ácidos, el pH y la temperatura sufre cambios pausados y la humedad comienza a disminuir de forma lenta, esto permite que el embrión muera y el sabor amargo disminuya por la pérdida de teobromina, generándose un sabor y aroma más pronunciado a chocolate (21).

## **2.2.10. Remoción de masa**

La remoción de la masa es muy importante y se la debe realizar cada 48h, con la finalidad de homogenizar, airear y ayudar a elevar la temperatura de la masa en fermentación. Las almendras deben permanecer sin ser removidas, durante las primeras 36 horas, tiempo que dura la fase de

fermentación anaeróbica; luego, es necesario voltear la masa de cacao diariamente, es decir, cada 24 horas, para permitir la liberación del CO<sub>2</sub> generado en el proceso y que su lugar sea ocupado por aire con oxígeno que garantice el proceso de oxidación. Con los volteos se logra una fermentación uniforme entre los granos, siendo ello garantía para obtener un producto con aroma, color y sabor a chocolate, ya que en ese estado se promueve la formación de los precursores de tales características (22).

### **2.2.11. Microorganismos**

Durante la primera fase de la fermentación actúan las levaduras, luego se desarrollan las bacterias lácticas y las bacterias acéticas. Las primeras en desarrollarse son las levaduras, gracias a las condiciones iniciales en la pulpa del grano de cacao como el ambiente anaeróbico y el bajo nivel de pH (23).

### **2.2.12. Temperatura en la Fermentación**

Durante los primeros días de fermentación la temperatura llega hasta los 45-50° C; después de la primera remoción es normal este proceso, luego empieza a descender lentamente y vuelve a subir cuando se realiza la segunda remoción, llegando al final a subir hasta los 48 - 50° C. Se considera que durante la fermentación la temperatura de la masa puede subir hasta 50° C aproximadamente, lo cual se consigue en montones en los cajones, considerando que los embriones mueren cuando la temperatura llega a los 45° C, y en ese momento se marca el inicio de los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y aroma a chocolate (22).

### **2.2.13. Micro-fermentación**

La Micro-fermentación es una metodología que permite evaluar pequeñas cantidades de cacao utilizando equipos de laboratorio básicos o a pequeña escala. En la Micro-fermentación se desarrollan

adecuadamente las diferentes etapas pos-cosecha para la evaluación sensorial del sabor cuando solo se dispone con cantidades limitadas de granos frescos de cacao (1 kg). Se han desarrollado diferentes metodologías de Micro-fermentación que van desde procesar un pequeño lote de granos (30 kg) hasta poder evaluar el contenido de una sola mazorca (24).

La micro-fermentación de almendras de cacao utilizando cajas de Rohan con medida de 128 x 87 x10 cm de largo, ancho y alto, respectivamente, con 20 divisiones internas de 15 x 20 cm y cada una tiene la capacidad para 2 kg de muestra, el tipo de madera más recomendada es Laurel Blanco, pero también se puede utilizar otros tipos de madera blanda, como por ejemplo Guayacán Blanco (20).

## **2.2.14. Tiempo de la fermentación**

Para lograr una buena fermentación, las almendras frescas deben colocarse en cajas de madera durante tres a cinco días, según la variedad, removiendo la masa, inicialmente cada veinte y cuatro horas y luego cada doce horas. El periodo de fermentación depende de una serie de factores, indica que el tamaño, calidad, variedad y temperatura del grano, influyen en el tiempo de fermentación (22).

El tiempo de fermentación debe ser de 5 a 6 días, o mejor, de 120 a 144 horas contadas a partir del depósito del grano en los recipientes. Nunca se deben mezclar granos cosechados en diferentes días, los depositados con posterioridad no alcanzarán a completar todos los procesos requeridos, reduciéndose una fermentación incompleta, por esto es importante organizar la recolección de mazorcas para obtener lo volúmenes mínimos para poder iniciar la fermentación el mismo día para toda la masa cosechada. En lo posible, la partida de los frutos y el inicio de la fermentación deben hacerse el mismo día de la cosecha, pues resulta inconveniente para la fermentación dejar los frutos en montones

dentro del lote. Tampoco es adecuado depositar los granos en costales de fibra dejados en la intemperie en los cultivos (22).

### **2.2.15. Secado**

El secado puede ser solar o artificial, pero es aconsejable el secado al sol, ya sea en eras de cemento, sobre mantas de polipropileno o sobre parihuelas de madera levantados a 40 cm del suelo para evitar la evaporación de la humedad del suelo y la contaminación de los granos, La calidad del cacao es afectada, debido a formas inadecuadas en el proceso de secado, básicamente en las etapas de mayor cosecha, que coincide con los periodos de alta precipitación. Además, un secado lento y cuidadoso al sol, suele demandar hasta 7 días. Pasados estos días el contenido de humedad deberá ser inferior a 8%. De especial importancia es el secado uniforme y cuidadoso removiendo constantemente las almendras con un rastrillo (25).

### **2.2.16. Almacenamiento**

Las muestras de almendras de cacao se almacenan fermentadas y secas en bolsas de tela de malla, con su respectiva identificación, lo que permite detectar fácilmente si existe contaminación por insectos o humedad. Las almendras son higroscópicas, es decir que adsorben vapor de agua del ambiente, por esta razón, su contenido de humedad puede aumentar el 7% en condiciones de almacenamientos inadecuadas. También, el cacao puede contaminarse fácilmente por la absorción de olores extraños. Esta condición demanda que para el almacenamiento del cacao se destine un lugar exclusivo, cerrado, limpio y ventilado, con una temperatura menos a 25°C y humedad relativa entre 50-70%. En condiciones climáticas superiores a los valores mencionados, las muestras de cacao no deben permanecer almacenada más de seis meses (20).

## 2.2.17. Equilibrio del porcentaje de humedad de granos de cacao en función a la humedad ambiental

En la tabla 2. Se presenta el equilibrio del porcentaje de humedad de granos de cacao en función a la humedad ambiental.

**Tabla 2.** Equilibrio del porcentaje de humedad de granos de cacao en función a la humedad ambiental.

Humedad ambiental relativa (%)	Contenido de humedad (%)
75	7,3
80	7,7
85	8,7
90	11,6
95	15,5

Fuentes: (25).

## 2.2.18. Estadísticas de exportación de cacao

Exportaciones totales de cacao últimos 5 años.

**Tabla 3.** Exportaciones totales de cacao últimos 5 años.

EXPORTACIONES DE CACAO/ EN TONELADAS MÉTRICAS					
MESES	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	14.573	25.582	22.585	26.416	20.573
Febrero	16.737	25.035	23.165	22.398	15.488
Marzo	17.878	26.155	19.396	27.986	20.990
Abril	19.474	16.454	13.164	18.879	20.449
Mayo	16.851	15.169	13.305	16.955	17.720
Junio	14.829	15.749	16.782	16.056	18.785
Julio	16.247	15.065	12.445	20.384	18.645
Agosto	15.800	19.405	13.228	28.622	25.212
Septiembre	20.350	20.903	17.731	29.084	32.091
Octubre	19.873	23.380	28.972	37.316	48.102
Noviembre	25.824	26.276	36.381	33.848	41.820
Diciembre	35.842	31.368	32.478	23.582	35.695

TOTAL	234.277	260.540	249.632	301.526	315.571
VARIACIÓN %		11%	-4%	21%	5%
		2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018

Fuentes: (26).

## 2.2.19. Semielaborados de cacao

Durante 2018, las exportaciones de semielaborados representaron el 6.33% del suministro exportable total de cacao y sus productos procesados, con un valor FOB de USD de 47 millones. Los principales destinos de estos productos fueron la Unión Europea y Estados Unidos (26).

**Tabla 4.** Exportación de Semielaborados de cacao

46.94 %	Licor o pasta
28.34 %	Polvo
23.36 %	Manteca
1 %	Torta
0.36 %	Nibs

Fuentes: (26).

## 2.2.20. Composición fisicoquímica del cotiledón de tres variedades de cacao

En la tabla 5. Se presenta Composición fisicoquímica del cotiledón de tres variedades de cacao.

**Tabla 5.** Composición fisicoquímica del cotiledón de tres variedades de cacao.

Variables (%)	Tipos		
	Criollo	Forastero	Trinitario
Humedad	36,38	36,87	35,86
pH	6,39	6,36	6,35
Acidez total	0,31	0,31	0,35
Taninos	0,68	0,8	0,72

Azúcares red	3,02	3,24	2,9
Azúcares totales	8,05	8,07	7,62
Proteínas	13,88	13,59	13,97
Ceniza	3,67	3,59	3,63
Grasa	50,99	49,52	52,24

Fuentes: (25).

## 2.2.21. Composición química del grano y licor de cacao

En la tabla 6. Se presenta la composición química del grano y licor de cacao.

**Tabla 6.** Composición química del grano y licor de cacao.

Variables	Grano	Licor de cacao
pH	5,91	5,39
Grasa (%)	48,58	54,24
Ceniza total (%)	3,27	3,37
Solidos totales (%)	42,92	46,14
Fibra cruda (%)	4,3	3,67
Proteína (%)	12,25	13,07
Humedad (%)	8,5	1,67
Theobromina	0,8 - 1,4	0,71 - 1,5

Fuentes: (25).

## 2.2.22. Licor o pasta de Cacao

La pasta de cacao es denominada semi-elaborado de cacao porque es un producto intermedio entre el grano de cacao y el chocolate. Cuando el grano es cultivado pasa por un proceso de fermentación, secado, tostado y molienda. En la molienda de los granos, debido a la fricción entre las placas del molino los aceites naturales del grano se calientan y de esta manera se obtiene una pasta semi-líquida. Es en este punto donde se obtiene la pasta de cacao o licor de cacao, misma que será utilizada como materia prima en la industria chocolatera, cosmética y alimenticia (27).

Es conocida como licor de cacao, es un producto semi-elaborado del y es la materia prima para la producción de chocolates y mascarillas en el caso de la industria cosmética. De esta pasta de cacao se pueden tener dos productos que son la manteca y la torta de cacao, o pasta de cacao desgrasada, estos subproductos también son conocidos como semielaborados del cacao (27).

## 2.3. Marco Legal

### 2.3.1. Normativa Ecuatoriana

La Norma INEN 0623: Pasta (Masa, Licor) de cacao establece los requisitos que debe cumplir la pasta de cacao para fabricación industrial de productos de cacao y chocolate para consumo humano. Esta norma comprende únicamente la pasta de cacao proveniente del grano de cacao (28).

### 2.3.2. Norma técnica para el licor o pasta de cacao

#### Requisitos del producto

La pasta de cacao es sometida a ensayos, de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deberá cumplir con los requisitos establecidos.

**Tabla 7.** Requisitos para la pasta de cacao.

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Grasa	%	48	54	INEN 535
Humedad	%	-	3	INEN 1676
Almidón natural de cacao	%	6,5	9,0	INEN 636
Fibra cruda	%	-	7,5	INEN 534
Caniza totales	%	-	7,6	INEN 533

Alcalinizada 5 normal

Fuentes: (28).

## **CAPÍTULO III.**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**



### 3.1. Localización del proyecto

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias en la Finca Experimental “La María”, la misma que está ubicada en el kilómetro 7 ½ de la vía Quevedo - El Empalme, Provincia de Los Ríos, cuya situación geográfica es de 01°06'' de latitud Sur y 79°29' de longitud Oeste a una altura de 75 msnm.

La obtención del cacao se realizó en el recinto Fayta, de la parroquia San Carlos perteneciente al canto Quevedo de la provincia de Los Ríos, la finca “La Represa”, cuya ubicación geográfica es de 1°03'18'' de latitud Sur y de 79°25'24'' de longitud Oeste a una altura de 90msnm, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

#### 3.1.1. Condiciones climáticas de la zona

##### Requisitos del producto

**Tabla 8.** *Características climáticas de la zona de estudio.*

Parámetros	Valores Promedio
Temperatura C	24.60
Humedad relativa %	78.83
Heliofania (horas, luz, año)	743.50
Precipitación (mm anual)	898.66
Evaporación (cm anual)	Bh – T
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (bh-T)

**Fuentes:** (22).

### 3.2. Tipo de investigación

Se realizó una investigación tipo exploratoria, descriptiva y experimental, puesto a que no se ha obtenido datos sobre la utilización de maderas no convencionales en la micro fermentación del cacao.

### **3.2.1. Investigación Exploratoria**

Se utilizó este tipo de investigación exploratoria porque en la actualidad estas alternativas de maderas no convencionales no han sido totalmente exploradas como micro fermentador de la almendra de cacao.

### **3.2.2. Investigación Descriptiva**

En esta investigación permitió describir las características y los datos obtenidos a través del efecto de la micro fermentación de la almendra de cacao en las cajas de maderas no convencionales.

### **3.2.3. Investigación Experimental**

Esta investigación es experimental porque se llevó a cabo varios ensayos para poder analizar la influencia de la micro fermentación de la almendra en la calidad física y sensorial del licor de cacao.

## **3.3. Método de Investigación**

Los métodos de investigación son los siguientes:

### **3.3.1. Método inductivo – deductivo**

Se empleó este método por lo que se aplicará el diseño experimental para la obtención de los resultados investigativos, buscando dar soluciones al problema en la utilización de cajas fermentadoras de maderas no convencionales durante la micro fermentación del cacao.

### **3.3.2. Método Estadístico**

Con la ayuda de un software, se cuantificó, tabuló, ordenó e interpretó los datos obtenidos de la investigación, el mismo que permitió encontrar los resultados esperados.

### 3.3.3. Método Analítico

Se analizó los diferentes tratamientos y se pudo evaluar las almendras previamente fermentadas.

## 3.4. Fuentes de recopilación de la información

La presente investigación cuenta con las siguientes fuentes de información.

### 3.4.1. Fuente primaria

- Trabajo de campo
- Pre- ensayo

### 3.4.2. Fuente secundaria

- Artículos científicos
- Tesis
- Revistas
- Libros
- Páginas del estado ecuatoriano

## 3.5. Diseño de la investigación

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial ( $3 \times 2$ ), como factor A tres tipos de maderas no convencionales (Laurel, Pino, Guayacán blanco) para la micro fermentación y como factor B dos variedades de cacao Nacional y CCN-51, con 6 tratamientos y 4 repeticiones con un total de 24 unidades experimentales. Para la comparación de la media de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.5.1. Esquema del ANDEVA

**Tabla 9. Esquema del ANDEVA**

Fuente de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)	
Tratamientos	$(ab - 1)$	5
Factor A	$(a - 1)$	2
Factor B	$(b - 1)$	1
Interacción	$(a - 1)*(b - 1)$	2
Error	$(ab - 1)*(r - 1)$	18
Total	$(abr - 1)$	23

### 3.5.2. Esquema del experimento

A continuación, en la tabla 10. Se detalla el esquema del experimento.

**Tabla 10. Esquema del experimento**

Tratamiento	Repeticiones	Tipos Madera	Variedad Cacao
1	1	Laurel	Nacional
2	1	Pino	CCN-51
3	1	Guayacán Blanco	Nacional
4	1	Laurel	CCN-51
5	1	Pino	Nacional
6	1	Guayacán Blanco	CCN-51
1	2	Laurel	Nacional
2	2	Pino	CCN-51
3	2	Guayacán Blanco	Nacional
4	2	Laurel	CCN-51
5	2	Pino	Nacional
6	2	Guayacán Blanco	CCN-51
1	3	Laurel	Nacional
2	3	Pino	CCN-51
3	3	Guayacán Blanco	Nacional
4	3	Laurel	CCN-51
5	3	Pino	Nacional
6	3	Guayacán Blanco	CCN-51
1	4	Laurel	Nacional
2	4	Pino	CCN-51

3	4	Guayacán Blanco	Nacional
4	4	Laurel	CCN-51
5	4	Pino	Nacional
6	4	Guayacán Blanco	CCN-51

### 3.5.3. Modelo Matemático

Las fuentes de variación para la presente investigación se efectuaron con el siguiente modelo matemático, cuyo esquema corresponde a:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (29).$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Total de las observaciones de estudio

$\mu$  = Efecto de la media en general

$\alpha_i$  = Efecto de la variable de los tipos de madera (Factor A)

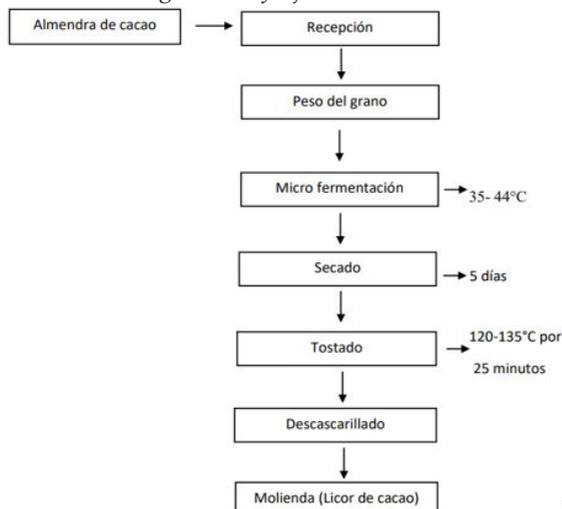
$\beta_j$  = Efecto de la variable de cacao (Factor B)

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción de los dos factores en estudio

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental.

### 3.6. Diagrama de flujo del licor de cacao

Gráfico 1. Diagrama de flujo del licor de cacao.



### **3.6.1. Descripción del proceso de elaboración del licor de cacao**

#### **Recepción:**

La recepción de las mazorcas de cacao de la variedad Nacional y CCN-51 fueron obtenidas de la finca “La Represa” en el recinto Fayta, parroquia San Carlos del cantón Quevedo, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, una vez recolectada todas mazorcas se procedió a realizar dos cortes a la mitad de la mazorca y dos cortes en la parte superior e inferior de la mazorca de esta manera facilito la obtención o extracción de las almendras de cacao.

#### **Peso del grano:**

Luego de obtener los granos o almendras de cacao se procedió a pesar los 2 kg de cacao en baba de cada variedad, para posteriormente colocar en los micro fermentadores.

#### **Micro fermentación:**

Se colocó las almendras pesadas en cada uno de los micro fermentadores, las almendras fueron cubiertas con hojas de plátano, yute y en la parte superior se cubrió con plástico negro para evitar que ingrese algún tipo de insecto. Se registró la hora de inicio de la fermentación porque a partir de las 48 horas se realizó el primer volteo manualmente o con ayuda de una palo o caña pequeña, cuidadosamente para no ocasionar daños en los granos, después que paso este lapso de tiempo, diariamente se realizó el volteo y la toma de la temperatura (35- 44°C) a cada micro fermentador, el tiempo que llevo en fermentar fueron 5 días en las dos variedades.

## **Secado:**

El método del secado se realizó de manera natural es decir expuesto al sol de manera lenta, los primeros días se secó al sol por 3 o 2 horas se removieron los granos a partir del tercer día se incrementó las horas de secado de 5 a 6 horas removiendo cada hora por 5 días, para saber si el secado finalizó se tomó muestras de granos o almendras que al apretarlas suena. En el secado es importante reducir hasta el 7% para su correcto almacenamiento (18).

## **Tostado:**

Todas las muestras de cada micro fermentador pasan a una olla de barro donde se realizó proceso del tostado de las almendras a una temperatura de (120- 135°C) por 25 minutos.

## **Descascarillado:**

Luego de tostar las almendras de cacao se procedió a realizar el descascarillado de forma manual retirando la cascarilla que recubre la almendra, se realizó a temperatura ambiente una vez descascarillado la almendra queda lista para la molienda.

## **Molienda:**

Se realizó la molienda de las almendras de cacao, el proceso se repitió varias veces para reducir el tamaño de partícula de la almendra también llamado Nibs, es decir mientras más repetía el proceso de la molienda el cacao empezó a desprender su contenido de grasa el cual se fue transformando en pasta o licor de cacao.

### **3.7. Instrumento de investigación**

#### **3.7.1. Análisis físico – químico**

Los análisis que se realizaron en la siguiente investigación son:

#### **3.7.2. Porcentaje de fermentación**

Para evaluar el porcentaje de fermentación se realizó mediante la prueba de corte.

#### **Proceso**

- Recolectó al azar 100 almendras
- Se pesaron y se procedió a realizar el corte longitudinal
- Según las características físicas internas del grano se determina el porcentaje fermentación que presenta la almendra acorde a la norma INEN 176:2006.

#### **Determinación de pH**

Para determinación del potencial de hidrogeno se realizó lo siguiente:

#### **Procedimiento**

- Verter 10 gramos de muestra en 90ml de agua destilada en el vaso de precipitación.
- Se mezcló la muestra con el agua destilada.
- Se ubicó el potenciómetro en la muestra.
- Procedió a tomar la lectura.

## Determinación de Acidez Titulable

### Preparación de la muestra:

- Se tomó 10g de muestra.
- Se colocó en un matraz volumétrico de 250 ml.
- Se añadió 50ml de agua destilada.
- La mezcla se agito vigorosamente.

### Titulación:

- Se llenó la bureta con NaOH 0.1N.
- Se adiciono 5 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador.
- Se adiciono gota a gota la solución NaOH.
- Se tituló hasta que aparezca el color rosa y permanezca 15seg.
- Se tomó la lectura en la bureta de la cantidad de NaOH usada para neutralizar la acidez de la muestra.

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

### Donde:

**a** = Volumen en ml consumido de solución de NaOH 0.1 N.

**N** = Normalidad de la solución de NaOH.

**Meq** = Peso expresado en gr del ácido predominante del producto

**b** = Masa en gramos de la temperatura.

## Determinación de Humedad

Esta norma establece el método para determinar el contenido de humedad y otras materias volátiles en diferentes tipos de muestras de origen agropecuario y productos terminados.

## Procedimiento:

- Pesado de la muestra y colocarla en un recipiente.
- Llevo a la estufa a 130° C por 2horas.
- Luego de dicho tiempo, peso los recipientes con el contenido.

$$H = \frac{W2 - W1}{W0} * 100$$

## Donde:

**W0** = Peso de la muestra en gramos (g).

**W1** = Peso del recipiente más la muestra después del secado

**W2** = Peso del recipiente más la muestra antes del secado.

$$\% MS = 100 - HT$$

**HT** = Humedad total.

**MS** = Materia seca.

## Determinación de Ceniza

### Procedimiento:

La determinación se efectuó por duplicado.

Calentó los crisoles durante 30 min en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.

Homogenizo la muestra y pesar 1 gr con aproximación al 0.1 mg.

Llevo a la mufla a 600° C por tres horas.

Transcurrido este tiempo saco y dejo enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

$$C = \frac{W2 - W1}{W0} * 100$$

**W0** = Peso de la muestra (g).

**W1** = Peso del crisol vacío.

**W2** = Peso del crisol más la muestra calcinada.

## **Materia Orgánica**

$$\text{MO} = (100 - \% \text{ de Ceniza})$$

## **Análisis Organoléptico**

### **Perfil de sabores específicos:**

- Frutal
- Florar
- Nuez
- Dulce

### **Perfil de sabores específicos:**

- Amargor
- Acidez
- Atingencia

### **Sabores adquiridos:**

- Verde
- Moho
- Otros

## **3.8. Recursos materiales**

Materia prima

Cacao variedad Nacional y CCN-51

## **Materiales:**

- Fermentadores de maderas no convencionales.
- Laurel
- Pino
- Guayacán Blanco

## **Materiales del laboratorio:**

- Matraz Erlenmeyer
- Gotero
- Crisoles
- Vasos de precipitación
- Estufa
- Desecador
- Mortero
- Balanza analítica
- Mufla

## **Reactivos:**

- Fenolftaleína
- Agua Destilada
- Hidróxido de sodio 0.1 N

## **CAPÍTULO IV.**

### **RESULTADOS**



## Análisis físico químico del licor de cacao

### 4.1.1. Humedad en el licor de cacao

En la Tabla 11 se observa sobre el análisis químico del licor de cacao encontrándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la media de humedad para todos los tipos de cacao y las diferentes maderas, la húmeda es superior en CCN-51 cuando se fermenta con la madera pino; esta diferencia puede ser debido al tipo de cacao y las condiciones de la madera, estos estudios son referenciado por la norma NTE-INEN – 0623 (30). De la República del Ecuador sobre la calidad del licor de cacao y mencionados por Sánchez al realizar estudios de polvillos de cacao quien encontró que la humedad es superior en estos tipos de productos (31).

**Tabla 11.** Humedad en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.

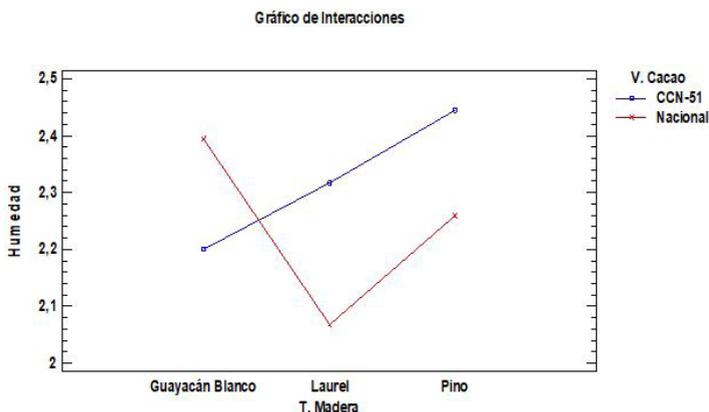
Nivel	Media	Error Est.	L. Inferior	L. Superior
<b>Variedad de Cacao</b>				
CCN-51	2,32 a	0,0062915	2,30762	2,33405
Nacional	2,24 b	0,0062915	2,22762	2,25405
<b>Tipo de Madera</b>				
Guayacán Blanco	2,29 b	0,0077055	2,28131	2,31369
Laurel	2,19 c	0,0077055	2,17631	2,20869
Pino	2,35 a	0,0077055	2,33631	2,36869
<b>Variedad de Cacao/ Tipo de Madera</b>				
<b>T1</b> Nacional/Laurel	<b>2,07 c</b>	0,01	2,04	2,09
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>2,20 b</b>	0,01	2,17	2,22
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>2,26 b</b>	0,01	2,23	2,28
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>2,32 b</b>	0,01	2,29	2,34
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>2,39 a</b>	0,01	2,37	2,41
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>2,44 a</b>	0,01	2,42	2,46
<b>Promedio</b>	2,28			
<b>V. Máximo</b>	2,44			
<b>V. Mínimo</b>	2,07			
<b>C.V (%)</b>	4,32			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 2.** % Humedad en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.1.2. Ceniza en el licor de cacao

En la Tabla 12 se observa sobre el análisis químico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de ceniza para todos los tipos de cacao y las diferentes maderas, pero se observa diferencias estadísticas en las interacciones de la ceniza siendo superior cuando se fermenta el cacao nacional con la madera guayacán blanco, estos estudios son referenciado por Vargas al realizar estudios del proceso de tostado de semillas de cacao quien encontró que la ceniza es superior en estos tipos de proceso (32).

**Tabla 12.** Ceniza en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.

Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>Variedad de Cacao</b>				
CCN-51	3,21 a	0,0338177	3,13728	3,27938
Nacional	3,17 a	0,0338177	3,10312	3,24522
<b>Tipo de Madera</b>				
Guayacán Blanco	3,18 a	0,041418	3,09298	3,26702
Laurel	3,15 a	0,041418	3,06298	3,23702
Pino	3,24 a	0,041418	3,15673	3,33077

**Variedad de Cacao/ Tipo de Madera**

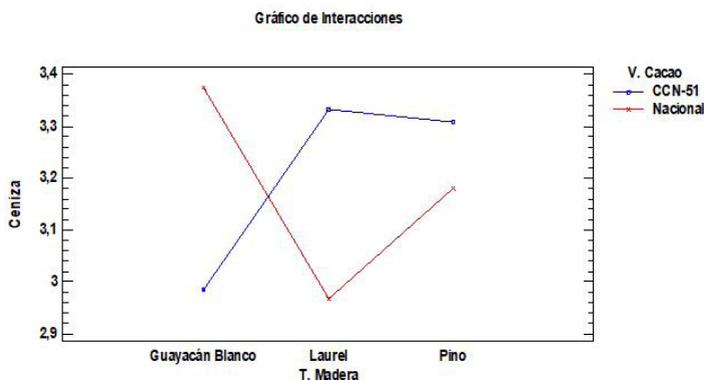
<b>T1</b> Nacional/Laurel	<b>2,97 b</b>	0,05	2,84	3,09
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>2,98 b</b>	0,05	2,86	3,1
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>3,18 a</b>	0,05	3,05	3,3
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>3,33 a</b>	0,05	3,2	3,45
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>3,37 a</b>	0,05	3,25	3,49
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>3,31 a</b>	0,05	3,18	3,43
<b>Media</b>	3,19			
<b>V. Máximo</b>	3,37			
<b>V. Mínimo</b>	2,97			
<b>C.V (%)</b>	3,83			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 3.** % Ceniza en el Licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.



### 4.1.3. Grasa en el licor de cacao

En la Tabla 13 se observa sobre el análisis químico del licor de cacao encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de grasa para todos los tipos de cacao y las interacciones, la grasa se manifiesta superior con el CCN 51 y las interacciones de CCN 51 fermentada con la madera laurel, estos estudios son referenciado por Vera Jaime

al realizar estudios de Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador encontrando % de grasa inferiores a los reportado en este estudio (33).

**Tabla 13.** Grasa en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.

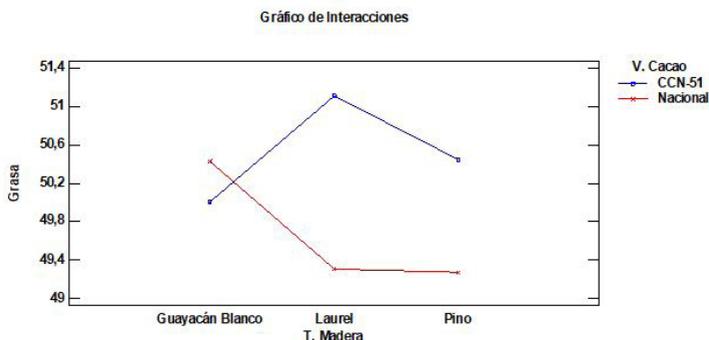
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>Variiedad de Cacao</b>				
CCN-51	50,52 a	0,21851	50,0618	50,9799
Nacional	49,67 b	0,21851	49,2126	50,1307
<b>Tipo de Madera</b>				
Guayacán Blanco	50,22 a	0,267618	49,654	50,7785
Laurel	50,21 a	0,267618	49,649	50,7735
Pino	49,86 a	0,267618	49,299	50,4235
<b>Variiedad de Cacao/ Tipo de Madera</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>49,31 a</b>	0,37	48,51	50,10
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>50,00 a</b>	0,37	49,20	50,79
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>49,27 a</b>	0,37	48,47	50,06
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>51,11 a</b>	0,37	50,31	51,90
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>50,43 b</b>	0,37	49,63	51,22
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>50,45 b</b>	0,37	49,65	51,24
<b>Promedio</b>	50,09			
<b>V. Máximo</b>	51,11			
<b>V. Mínimo</b>	49,27			
<b>C.V (%)</b>	1,05			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 4.** % Grasa en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.1.4. pH en el licor de cacao

En la Tabla 14 se observa sobre el análisis químico del licor de cacao encontrándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la media de pH para todos los tipos de madera y las interacciones, el Ph se manifiesta superior cuando se fermenta con madera pino y las interacciones de CCN 51 fermentada con la madera pino, estos estudios son referenciado por Vera Jaime al realizar estudios de Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador, encontrando los valores de pH similares a los reportado en este estudio (33).

Según Pinargote 2014, en los estudios realizados en la Influencia de la época de cosecha en la calidad del licor de cacao tipo nacional obtuvo valores similares a 5,05 y 5,86 y señala que a medida que avanzan los días de fermentación tiende a disminuir el pH y estabilizarse en un valor cercano a cinco, contrariamente la acidez aumenta a medida que avanza el proceso fermentativo (34).

Tabla 14. pH en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.

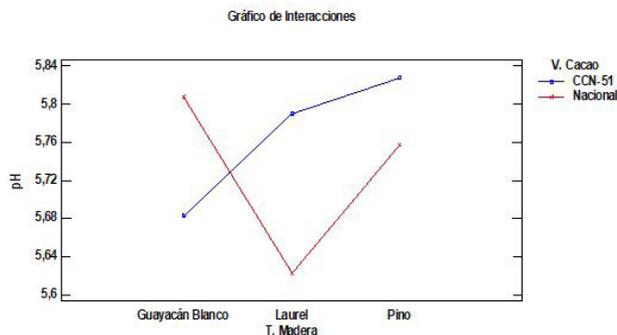
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>Variedad de Cacao</b>				
CCN-51	5,76 a	0,0181014	5,72864	5,8047
Nacional	5,72 a	0,0181014	5,69114	5,7672
<b>Tipo de Madera</b>				
Guayacán Blanco	5,74 ab	0,0221696	5,69842	5,79158
Laurel	5,70 b	0,0221696	5,65967	5,75283
Pino	5,79 a	0,0221696	5,74592	5,83908
<b>Variedad de Cacao/ Tipo de Madera</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>5,62 b</b>	0,03	5,55	5,68
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>5,68 a</b>	0,03	5,61	5,74
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>5,75 ab</b>	0,03	5,69	5,82
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>5,79 a</b>	0,03	5,72	5,85
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>5,80 a</b>	0,03	5,74	5,87
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>5,82 a</b>	0,03	5,76	5,89
<b>Promedio</b>	5,75			
<b>V. Máximo</b>	5,82			
<b>V. Mínimo</b>	5,62			
<b>C.V (%)</b>	0,99			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p>0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

Gráfico 5. pH en el licor de cacao FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.1.5. Acidez en el licor de cacao

En la Tabla 15 se observa sobre el análisis químico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la media de acidez para todos los tipos de cacao y madera solo hay diferencias en las interacciones, la acidez se manifiesta superior en las interacciones de cacao Nacional fermentada con la madera Guayacán Blanco, estos estudios son referenciado por Águila al realizar estudios de determinación de cadmio y plomo en granos de cacao, frescos, secos y en licor de cacao (*Theobroma cacao*) encontrando los valores de acidez similares a los reportado en este estudio (35).

Según Armijos 2002, estudios realizados en características de la acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L.) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación, quien en su trabajo similar encontró acidez titulable entre 1.2 y 1.6 %; recalca que para obtener una acidez óptima en la almendra es muy importante un buen manejo de la fermentación, ya que durante este proceso los ácidos acético y láctico producidos en la pulpa son difundidos hacia el cotiledón, aumentando la acidez de la fracción interna de la almendra (36).

**Tabla 15.** Acidez en el licor de cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020.

Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>Variedad de Cacao</b>				
CCN-51	1,26 a	0,0139194	1,23909	1,29758
Nacional	1,24 a	0,0139194	1,21576	1,27424
<b>Tipo de Madera</b>				
Guayacán Blanco	1,27 a	0,0170477	1,24168	1,31332
Laurel	1,22 a	0,0170477	1,18793	1,25957
Pino	1,26 a	0,0170477	1,23293	1,30457
<b>Variedad de Cacao/ Tipo de Madera</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>1,17 b</b>	0,024	1,12	1,22
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>1,21 b</b>	0,024	1,16	1,26

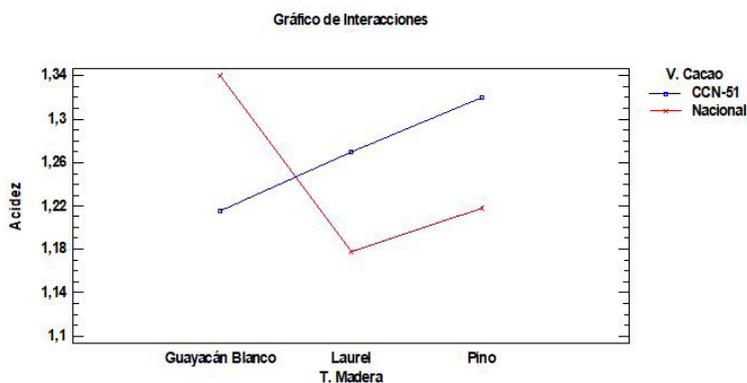
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>1,21 b</b>	0,024	1,16	1,26
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>1,27 a</b>	0,024	1,21	1,32
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>1,34 a</b>	0,024	1,28	1,39
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>1,32 a</b>	0,024	1,26	1,37
<b>Promedio</b>	1,25			
<b>V. Máximo</b>	1,34			
<b>V. Mínimo</b>	1,17			
<b>C.V (%)</b>	3,77			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 6.** % Acidez del licor de cacao FCP. La María. UTEQ. 2020.



## 4.2. Efecto de los micro fermentadores en la almendra

### 4.2.1. Primer micro fermentador

En la Tabla 16 se observa el efecto del primer micro fermentador sobre los granos de cacao encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de la temperatura del fermentador para todos los tipos de cacao, horas de fermentación y las respectivas interacciones, es superior la variedad cacao Nacional en el factor tiempo a las 24 horas y las interacciones con la madera Guayacán Blanco cacao Nacional,

estos estudios son referenciado por Erazo al realizar estudios de “diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* l), en el cantón el empalme provincia guayas” el cual fluctúa en 23° y 48° C, encontrándose en el presente estudio valores similares (37).

**Tabla 16.** Primer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020.

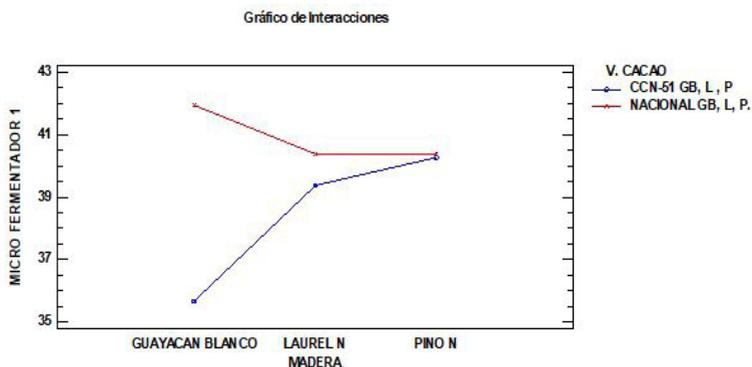
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>Variedad de Cacao</b>				
CCN-51	38,44 b	0,695	37,0013	39,88
NACIONAL	40,90 a	0,695	39,4613	42,34
<b>HORAS DE FERMENTACION</b>				
120	35,68 c	1,219	33,14	38,23
96	38,82 bc	1,219	36,27	41,36
72	39,65 bc	1,219	37,11	42,19
48	41,50 ab	1,219	38,96	44,04
24	42,70 a	1,219	40,16	45,24
<b>TIPO MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	38,80 a	0,8517	37,038	40,56
LAUREL	39,88 a	0,8517	38,118	41,64
PINO	40,33 a	0,8517	38,568	42,09
<b>VARIEDAD DECACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
T1 Nacional/ Laurel	40,38 b	1,2	37,88	42,87
T2 CCN-51/Guayacán Blanco	35,66 a	1,2	33,16	38,15
T3 Nacional/Pino	40,38 b	1,2	37,88	42,87
T4 CCN-51/Laurel	39,38 b	1,2	36,88	41,87
T5 Nacional/Guayacán Blanco	41,94 b	1,2	39,44	44,43
T6 CCN-51/Pino	40,28 b	1,2	37,78	42,77
<b>Promedio</b>	39,67			
<b>V. Máximo</b>	41,94			
<b>V. Mínimo</b>	35,66			
<b>C.V (%)</b>	4,72			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

V. Máximo= Valor máximo. V. Mínimo= Valor mínimo

C.V.= Coeficiente de Variación.

Gráfico 7. Primer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.2.2. Segundo micro fermentador

En la Tabla 17 se observa el efecto del segundo micro fermentador sobre los granos de cacao encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de la temperatura del fermentador para todos los tipos de cacao, horas de fermentación y las respectivas interacciones, es superior la variedad cacao Nacional en el factor tiempo a las 24 horas y las interacciones con la madera Laurel y Pino en el cacao Nacional, estos estudios son referenciado por Erazo al realizar estudios de “diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.), en el cantón el empalme provincia guayas” el cual fluctúa en 23o y 48o C, encontrándose en el presente estudio valores similares (37).

Tabla 17. Segundo micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020.

Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	40,64 a	0,900542	38,7771	42,5029
NACIONAL	43,08 a	0,900542	41,2171	44,9429
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	40,49 a	1,10293	38,2084	42,7716
LAUREL	42,64 a	1,10293	40,3584	44,9216
PINO	42,45 a	1,10293	40,1684	44,7316

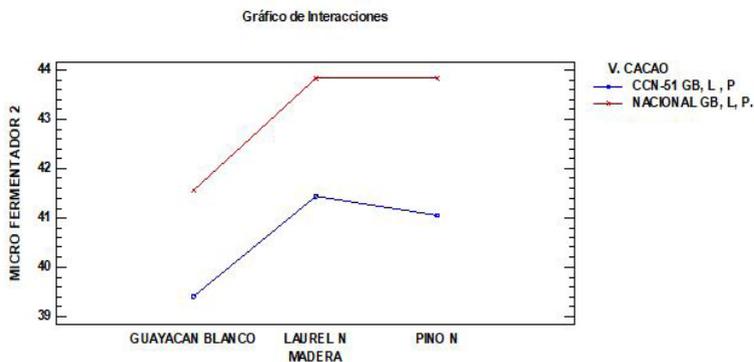
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>43,84 a</b>	1,55	40,61	47,06
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán	<b>39,42 a</b>	1,55	36,19	42,64
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>43,84 a</b>	1,55	40,61	47,06
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>41,44 a</b>	1,55	38,21	44,66
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>41,56 a</b>	1,55	38,33	44,78
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>41,06 a</b>	1,55	37,83	44,28
<b>Promedio</b>	41,86			
<b>V. Máximo</b>	43,84			
<b>V. Mínimo</b>	39,42			
<b>C.V (%)</b>	<b>3,26</b>			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 8.** Segundo micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020



### 4.2.3. Tercer micro fermentador

En la Tabla 18 se observa el efecto del tercer micro fermentador sobre los granos de cacao encontrándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la media de la temperatura del fermentador para todos los tipos de cacao, horas de fermentación y las respectivas interacciones, es superior la variedad cacao Nacional en el factor tiempo a las 24 horas y las interacciones con la Laurel y Pino en cacao Nacional, estos

estudios son referenciado por Rojas al realizar estudios de evaluación de los métodos de fermentación y secado para el beneficio de semilla del copoazu y sus efectos en la calidad de pasta de chocolate en la provincia de tambopata, encontrándose en el presente estudio valores similares (38).

**Tabla 18.** Tercer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020.

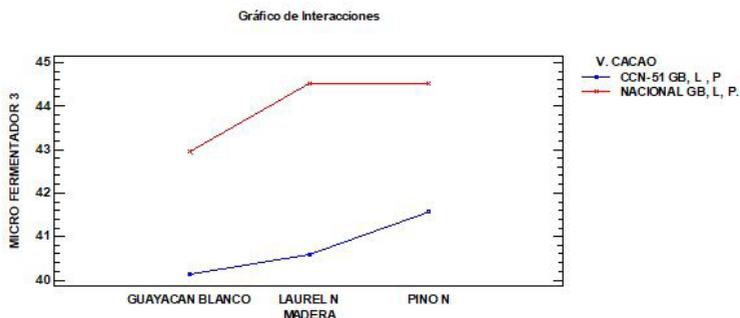
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD CACAO</b>				
CCN-51	40,76 a	0,769007	39,1692	42,3508
NACIONAL	43,99 a	0,769007	42,4025	45,5841
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	41,54 a	0,941838	39,5917	43,4883
LAUREL	42,55 a	0,941838	40,6017	44,4983
PINO	43,04 a	0,941838	41,0917	44,9883
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>44,52 a</b>	1,33	41,76	47,27
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>40,14 a</b>	1,33	37,38	42,89
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>44,52 a</b>	1,33	41,76	47,27
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>40,58 a</b>	1,33	37,82	43,33
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>42,94 a</b>	1,33	40,18	45,69
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>41,56 a</b>	1,33	38,8	44,31
<b>Promedio</b>	42,37			
<b>V. Máximo</b>	44,52			
<b>V. Mínimo</b>	40,14			
<b>C.V (%)</b>	<b>3,54</b>			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 9.** Tercer micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.2.4. Cuarto micro fermentador

En la Tabla 19 se observa el efecto del cuarto micro fermentador sobre los granos de cacao encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de la temperatura del fermentador para todos los tipos de cacao, horas de fermentación y las respectivas interacciones, es superior la variedad cacao Nacional en el factor tiempo a las 24 horas y las interacciones con la madera Laurel y Pino con cacao Nacional, estos estudios son referenciado por Panduro al realizar Estudio de las propiedades físico químicas del grano seco y reológicas del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.), en tres clones CCN 51, ICS 95 y ICS 39, encontrándose en el presente estudio valores superiores (39).

Tabla 19. Cuarto micro fermentador. FCP. La María. UTEQ. 2020.

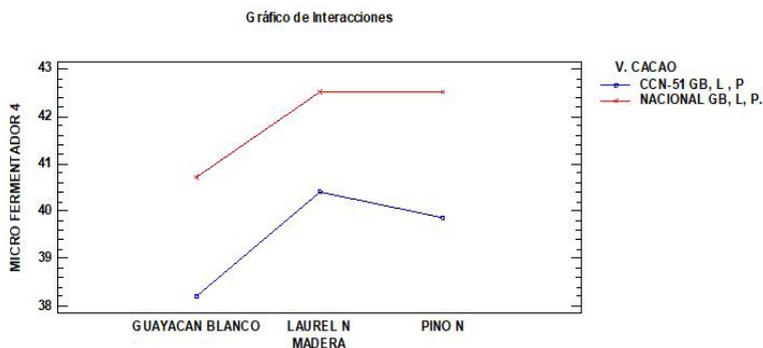
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	39,48 a	0,9537	37,513	41,459
NACIONAL.	41,92 a	0,9537	39,947	43,892
<b>TIPOS DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	39,46 a	1,16804	37,043	41,876
LAUREL	41,46 a	1,16804	39,043	43,876
PINO	41,19 a	1,16804	38,773	43,606
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
T1 Nacional/ Laurel	<b>42,52 a</b>	1,65	39,10	45,93
T2 CCN-51/Guayacán Blanco	<b>38,20 a</b>	1,65	34,78	41,61
T3 Nacional/Pino	<b>42,52 a</b>	1,65	39,10	45,93
T4 CCN-51/Laurel	<b>40,40 a</b>	1,65	36,98	43,81
T5 Nacional/Guayacán Blanco	<b>40,72 a</b>	1,65	37,30	44,13
T6 CCN-51/Pino	<b>39,86 a</b>	1,65	36,44	43,27
<b>Promedio</b>	40,70			
<b>V. Máximo</b>	42,52			
<b>V. Mínimo</b>	38,20			
<b>C.V (%)</b>	<b>3,23</b>			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p>0.05$ ).

V. Máximo= Valor máximo. V. Mínimo= Valor mínimo

C.V.= Coeficiente de Variación.

Gráfico 10. Cuarto micro fermentador FCP. La María. UTEQ. 2020.



### 4.3. Análisis organoléptico del licor de cacao

#### 4.3.1. Perfil sensorial de sabores específicos

##### 4.3.1.1. Cacao

En la Tabla 20 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de cacao para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao Nacional fermentada con la madera Laurel, estos estudios son referenciado por Álvarez al realizar estudios de evaluación de las propiedades sensoriales del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) obtenido en forma artesanal e industrial encontrando los valores de cacao similares a los reportado en este estudio (40).

**Tabla 20.** Cacao. FCP. La María. UTEQ. 2020

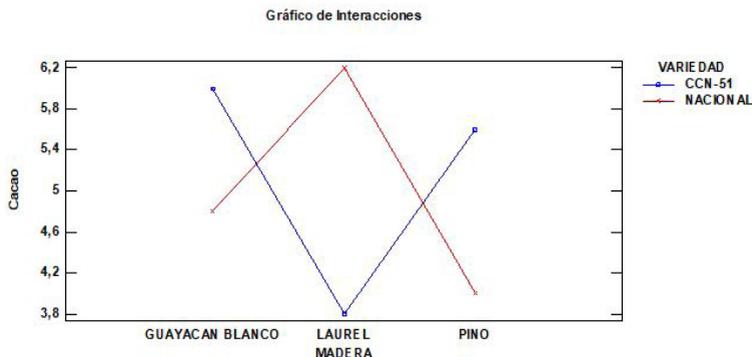
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	5,13 a	0,45215	4,2001	6,0665
NACIONAL	5,00 a	0,45215	4,0668	5,9332
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	5,40 a	0,55377	4,257	6,5429
LAUREL	5,00 a	0,55377	3,857	6,1429
PINO	4,80 a	0,55377	3,657	5,9429
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>6,20 a</b>	0,78	4,58	7,81
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>6,00 a</b>	0,78	4,38	7,61
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>4,00 a</b>	0,78	2,38	5,61
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>3,80 a</b>	0,78	2,18	5,41
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>4,80 a</b>	0,78	3,18	6,41
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>5,60 a</b>	0,78	3,98	7,21
<b>Promedio</b>	5,06			
<b>V. Máximo</b>	6,20			
<b>V. Mínimo</b>	3,80			
<b>C.V (%)</b>	13,89			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 11.** Cacao FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.3.1.2. Floral

En la Tabla 21 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de floral para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao CCN-51 fermentada con la madera Pino, estos estudios son referenciado por Sánchez al realizar estudios de Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial encontrando los valores de floral similares a los reportado en este estudio (41).

**Tabla 21.** Floral. FCP. La María. UTEQ. 2020.

Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	5,20 a	0,59535	3,97125	6,42875
NACIONAL	3,86 a	0,59535	2,63792	5,09542
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	4,50 a	0,72915	2,9951	6,0049
LAUREL	5,30 a	0,72915	3,7951	6,8049
PINO	3,80 a	0,72915	2,2951	5,3049
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
T1 Nacional/ Laurel	<b>5,20 a</b>	1,03	3,07	7,32
T2 CCN-51/Guayacán Blanco	<b>4,60 a</b>	1,03	2,47	6,72

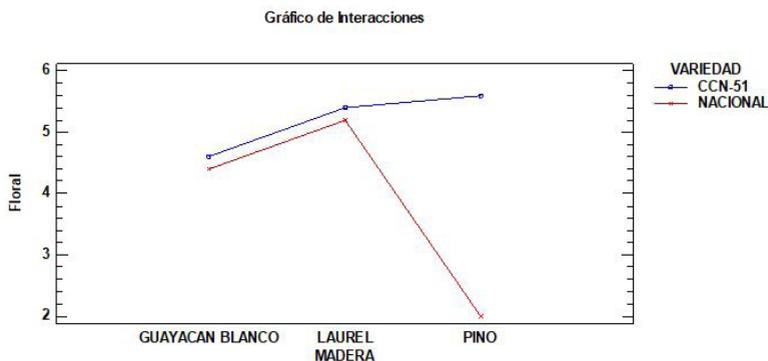
T3 Nacional/Pino	2,00 a	1,03	-0,12	4,12
T4 CCN-51/Laurel	5,40 a	1,03	3,27	7,52
T5 Nacional/Guayacán Blanco	4,40 a	1,03	2,27	6,52
T6 CCN-51/Pino	5,60 a	1,03	3,47	7,72
<b>Promedio</b>	4,53			
<b>V. Máximo</b>	5,60			
<b>V. Mínimo</b>	2,00			
<b>C.V (%)</b>	2,86			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 12.** Floral. FCP. La María. UTEQ. 2020.



### 4.3.1.3. Frutal

En la Tabla 22 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de frutal para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao Nacional fermentada con la madera Laurel, estos estudios son referenciado por Guerrero al realizar estudios de diseño del sistema de esterilización en la obtención de licor de encontrando los valores de frutal similares a los reportado en este estudio (14).

Tabla 22. Frutal. FCP. La María. UTEQ. 2020.

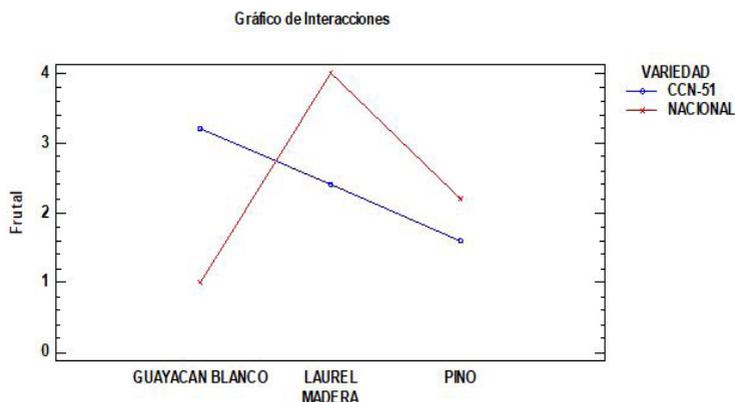
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD</b>				
CCN-51	2,4 a	0,408248	1,55742	3,24258
NACIONAL	2,4 a	0,408248	1,55742	3,24258
<b>MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	2,1 a	0,5000	1,06805	3,13195
LAUREL	3,2 a	0,5000	2,16805	4,23195
PINO	1,9 a	0,5000	0,86804	2,93195
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIDO DE MADERA</b>				
T1 Nacional/ Laurel	4,00 a	0,70	2,54	5,45
T2 CCN-51/Guayacán Blanco	3,20 a	0,70	1,74	4,65
T3 Nacional/Pino	2,20 b	0,70	0,74	3,65
T4 CCN-51/Laurel	2,40 b	0,70	0,94	3,85
T5 Nacional/Guayacán Blanco	1,00 b	0,70	-0,45	2,45
T6 CCN-51/Pino	1,60 a	0,70	0,14	3,05
<b>Promedio</b>	2,40			
<b>V. Máximo</b>	4,00			
<b>V. Mínimo</b>	1,00			
<b>C.V (%)</b>	32,81			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

V. Máximo= Valor máximo. V. Mínimo= Valor mínimo

C.V.= Coeficiente de Variación.

Gráfico 13. Frutal. FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.3.1.4. Nuez

En la Tabla 23 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de nuez para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao CCN-51 fermentada con la madera Pino, estos estudios son referenciado por Moreno al realizar estudios de evaluación de las características físicas y sensoriales de licor de cacao asociadas a modelos de siembra encontrando los valores de nuez similares a los reportado en este estudio (42).

Según Amores, sostienen que la fermentación insuficiente o ausencia de fermentación, influyen negativamente sobre la calidad sensorial del cacao, por lo tanto las épocas de cosecha y los porcentajes de fermentación favorecen la aparición de los aromas específicos en la mayoría de los licores (43).

**Tabla 23.** Nuez. FCP. La María. UTEQ. 2020.

Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD</b>				
CCN-51	2,06 a	0,457044	1,12337	3,00996
NACIONAL	2,26 a	0,457044	1,32337	3,20996
<b>MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	2,20 a	0,559762	1,04471	3,35529
LAUREL	1,90 a	0,559762	0,744706	3,05529
PINO	2,40 a	0,559762	1,24471	3,55529
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>2,20 a</b>	0,79	0,56	3,83
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>2,00 a</b>	0,79	0,36	3,63
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>2,20 a</b>	0,79	0,56	3,83
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>1,60 a</b>	0,79	-0,03	3,23
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>2,40 a</b>	0,79	0,76	4,03
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>2,60 a</b>	0,79	0,96	4,23

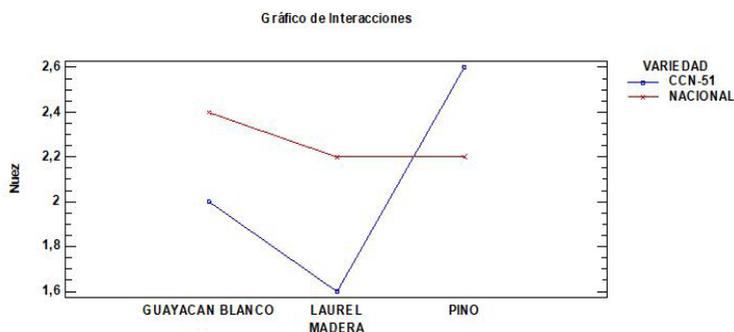
<b>Promedio</b>	2,16
<b>V. Máximo</b>	2,6
<b>V. Mínimo</b>	1,6
<b>C.V (%)</b>	11,98

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 14.** Nuez. FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.3.1.5. Dulce

En la Tabla 24 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de dulce para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao CCN-51 fermentada con la madera Guayacán Blanco, estos estudios son referenciado por Saavedra al realizar colecta y estudio de las características morfológicas y organolépticas en fruta fresca y licor de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) con atributos de poseer características de fino y de aroma”, encontrando los valores de dulce similares a los reportado en este estudio, lo indica Oscar Hurtado; Chía Julio (44).

Estudios realizados por Moreno 2018, caracteriza por tener altos valores en el perfil de sabores específicos en sabor a cacao, frutal, floral, nuez y dulce, encontrando valores similares en los datos expuestos (45).

**Tabla 24.** Dulce. FCP. La María. UTEQ. 2020.

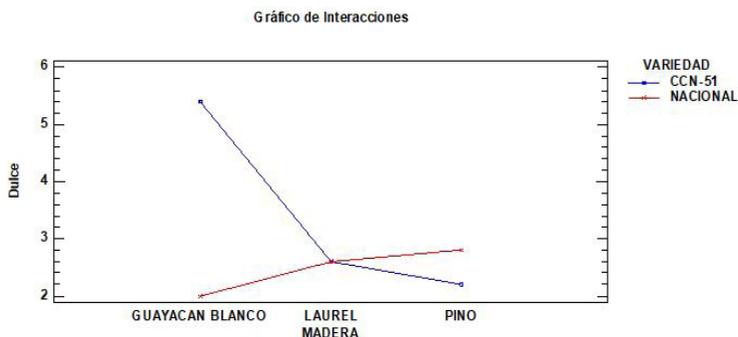
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	3,40 a	0,643774	2,07131	4,72869
NACIONAL	2,46 a	0,643774	1,13798	3,79535
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	3,70 a	0,788458	2,0727	5,3273
LAUREL	2,60 a	0,788458	0,972698	4,2273
PINO	2,50 a	0,788458	0,872698	4,1273
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
T1 Nacional/ Laurel	2,60 a	1,11	0,29	4,9
T2 CCN-51/Guayacán Blanco	5,40 a	1,11	3,09	7,7
T3 Nacional/Pino	2,80 a	1,11	0,49	5,1
T4 CCN-51/Laurel	2,60 a	1,11	0,29	4,9
T5 Nacional/Guayacán Blanco	2,00 a	1,11	-0,30	4,3
T6 CCN-51/Pino	2,20 a	1,11	-0,10	4,5
<b>Promedio</b>	2,93			
<b>V. Máximo</b>	5,40			
<b>V. Mínimo</b>	2,00			
<b>C.V (%)</b>	30,95			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

Gráfico 15. Dulce. FCP. La María. UTEQ. 2020.



## 4.3.2. Perfil sensorial de sabores básicos

### 4.3.2.1. Amargor

En la Tabla 25 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de amargor para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao Nacional fermentada con la madera Laurel y Pino, estos estudios son referenciado por Camacho al realizar estudio de la influencia del porcentaje del clon CCN-51 en las características físico-químicas y organolépticas del licor de cacao procedente de pucacaca y hujingoyacu”, encontrando los valores de amargor similares a los reportado en este estudio (46).

Se debe a que la limitación de la fermentación favorece la expresión de niveles más intensos de astringencia y amargor en el perfil sensorial acorde a lo mencionado por Amores (43).

Tabla 25. Amargor. FCP. La María. UTEQ. 2020

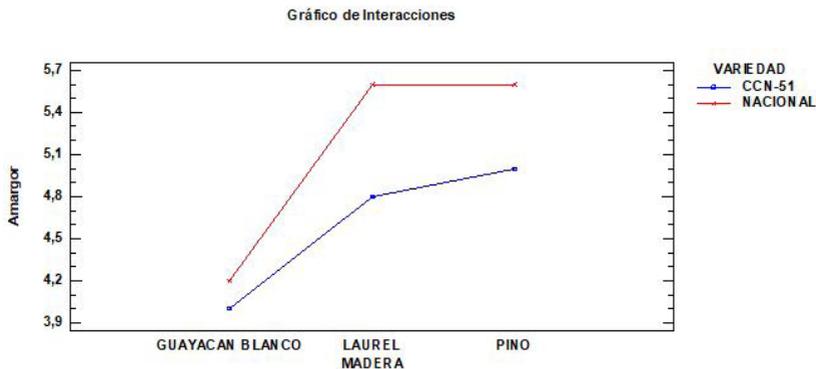
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	4,60 a	0,537484	3,49069	5,70931
NACIONAL	5,13 a	0,537484	4,02402	6,24265
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	4,10 a	0,658281	2,74137	5,45863
LAUREL	5,20 a	0,658281	3,84137	6,55863
PINO	5,30 a	0,658281	3,94137	6,65863
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
T1 Nacional/ Laurel	<b>5,60 a</b>	0,93	3,67	7,52
T2 CCN-51/Guayacán Blanco	<b>4,00 a</b>	0,93	2,07	5,92
T3 Nacional/Pino	<b>5,60 a</b>	0,93	3,67	7,52
T4 CCN-51/Laurel	<b>4,80 a</b>	0,93	2,87	6,72
T5 Nacional/Guayacán Blanco	<b>4,20 a</b>	0,93	2,27	6,12
T6 CCN-51/Pino	<b>5,00 a</b>	0,93	3,07	6,92
<b>Promedio</b>	4,86			
<b>V. Máximo</b>	5,60			
<b>V. Mínimo</b>	4,00			
<b>C.V (%)</b>	11,29			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

V. Máximo= Valor máximo. V. Mínimo= Valor mínimo

C.V.= Coeficiente de Variación.

Gráfico 16. Amargor. FCP. La María. UTEQ. 2020.



### 4.3.2.2.Acidez

En la Tabla 26 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de acidez para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao CCN-51 fermentada con la madera Pino.

Según Pinargote 2014, en los estudios realizados afirma que los valores tienden a ser mayor, debido a que las condiciones ambientales influyen en la rapidez del secado y por lo tanto se presume que pudieron quedar atrapados una mayor cantidad de ácidos volátiles dentro de las almendras elevándose así la acidez sensorial del licor (34).

**Tabla 26.** Acidez. FCP. La María. UTEQ. 2020.

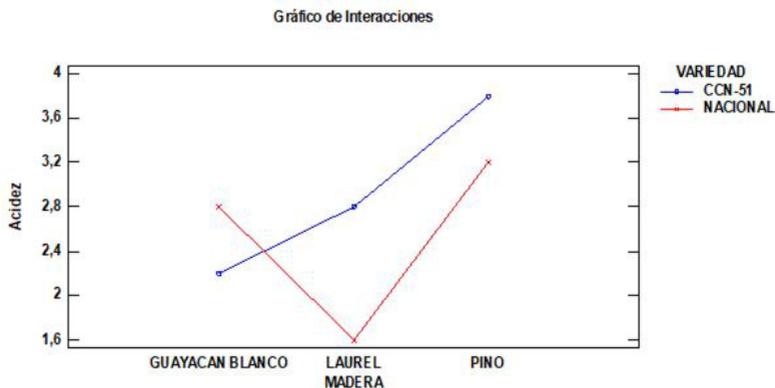
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	2,93 a	0,321455	2,26988	3,59679
NACIONAL	2,53 a	0,321455	1,86988	3,19679
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	2,50 a	0,3937	1,68744	3,31256
LAUREL	2,20 a	0,3937	1,38744	3,01256
PINO	3,50 a	0,3937	2,68744	4,31256
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>1,60 a</b>	0,55	0,45	2,74
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>2,20 a</b>	0,55	1,05	3,34
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>3,20 a</b>	0,55	2,05	4,34
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>2,80 a</b>	0,55	1,65	3,94
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>2,80 a</b>	0,55	1,65	3,94
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>3,80 a</b>	0,55	2,65	4,94
<b>Promedio</b>	2,73			
<b>V. Máximo</b>	3,80			
<b>V. Mínimo</b>	1,60			
<b>C.V (%)</b>	21,9			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 17.** Acidez. FCP. La María. UTEQ. 2020.



### 4.3.2.3. Astringencia

En la Tabla 27 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de astringencia para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao Nacional fermentada con la madera Guayacán Blanco, estos estudios son referenciado por Laaz al realizar estudio del efectos de la stevia (stevia rebaudiana) y cacao fino de aroma en las características bromatológicas y organolépticas del chocolate semi amargo encontrando los valores de astringencia similares a los reportado en este estudio (47).

En el proceso de secado y tostado disminuyen la astringencia y acidez de los granos en licores de cacao, cabe destacar que los polifenoles están directamente relacionados con la astringencia del cacao, según lo indican Quintero 2004 (48).

Tabla 27. Astringencia. FCP. La María. UTEQ. 2020.

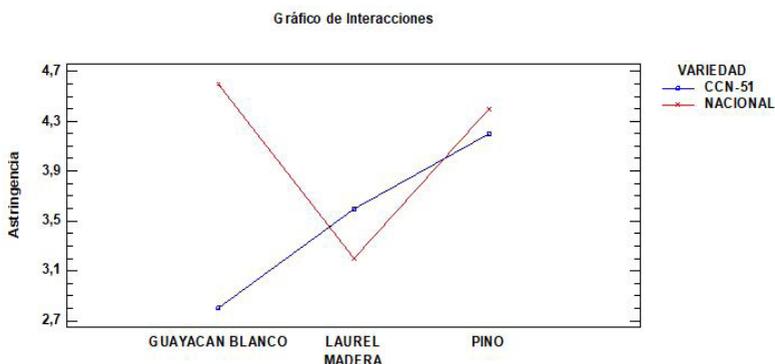
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L. Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	3,53 a	0,695222	2,09846	4,9682
NACIONAL	4,06 a	0,695222	2,6318	5,50154
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	3,70 a	0,851469	1,94265	5,45735
LAUREL	3,40 a	0,851469	1,64265	5,15735
PINO	4,30 a	0,851469	2,54265	6,05735
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
T1 Nacional/ Laurel	<b>3,20 a</b>	1,2	0,71	5,68
T2 CCN-51/Guayacán Blanco	<b>2,80 a</b>	1,2	0,31	5,28
T3 Nacional/Pino	<b>4,40 a</b>	1,2	1,91	6,88
T4 CCN-51/Laurel	<b>3,60 a</b>	1,2	1,11	6,08
T5 Nacional/Guayacán Blanco	<b>4,60 a</b>	1,2	2,11	7,08
T6 CCN-51/Pino	<b>4,20 a</b>	1,2	1,71	6,68
<b>Promedio</b>	3,80			
<b>V. Máximo</b>	4,60			
<b>V. Mínimo</b>	2,80			
<b>C.V (%)</b>	14,02			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

V. Máximo= Valor máximo. V. Mínimo= Valor mínimo

C.V.= Coeficiente de Variación.

Gráfico 18. Astringencia. FCP. La María. UTEQ. 2020. .



### 4.3.3. Perfil sensorial de sabores adquiridos

#### 4.3.3.1. Verde

En la Tabla 28 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la media de verde para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao CCN-51 fermentada con la madera Pino, estos estudios son referenciado por Bajaña al realizar estudio de la Evaluación de la calidad de las almendras de cacao trinitario y de ascendencia nacional en la zona de Vinces, encontrando los valores de verde similares a los reportado en este estudio indica Christian Bajaña (49).

Estudios realizados por Vera 2014, considera este sabor es defecto que inicia en la cosecha específicamente cuando el fruto no tiene la madurez fisiológica adecuada y limita la cantidad de azúcares para la actividad microbiana sin tener ninguna respuesta a la expresión genética entre muestras (33).

**Tabla 28.** Verde. FCP. La María. UTEQ. 2020.

Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Super
<b>VARIEDAD DE MADERA</b>				
CCN-51	0,67 a	0,316228	0,0140033	1,31933
NACIONAL	0,27 a	0,316228	-0,385997	0,91933
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	0,20 a	0,387298	-0,599346	0,99933
LAUREL	0,30 a	0,387298	-0,499346	1,09933
PINO	0,90 a	0,387298	0,100654	1,69933
<b>VARIEDAD DE MADERA/ TIPO DE MADERA</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>0,20 a</b>	0,54	-0,93	1,33
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>0,20 a</b>	0,54	-0,93	1,33
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>0,40 a</b>	0,54	-0,73	1,53
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>0,40 a</b>	0,54	-0,73	1,53
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>0,20 a</b>	0,54	-0,93	1,33
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>1,40 a</b>	0,54	0,26	2,53

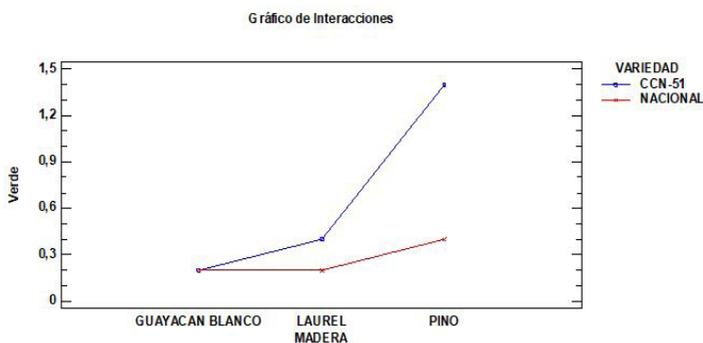
<b>Promedio</b>	0,46
<b>V. Máximo</b>	1,4
<b>V. Mínimo</b>	0,2
<b>C.V (%)</b>	77,97

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 19.** Verde. FCP. La María. UTEQ. 2020.



#### 4.3.3.2. Moho

En la Tabla 29 se observa sobre el análisis organoléptico del licor de cacao no encontrándose diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre la media de moho para todos los tipos de cacao y madera, la variable cacao se manifiesta superior en las interacciones de cacao CCN-51 fermentada con la madera Pino, estos estudios son referenciado por Bustamante al realizar estudio de la efecto de varios métodos de pre fermentación y fermentación del cacao CCN-51 en las propiedades físicas y organolépticas encontrando los valores de verde similares a los reportado en este estudio (50). Teniendo ausencia de moho por una sobre fermentación de las almendras o un incorrecto secado que causa este sabor extraño.

Estudios referenciados por Ramos 2004, manifiesta que el sabor a moho se tributa a la humedad de la almendra durante su almacenamiento (51).

**Tabla 29.** Moho. FCP. La María. UTEQ. 2020.

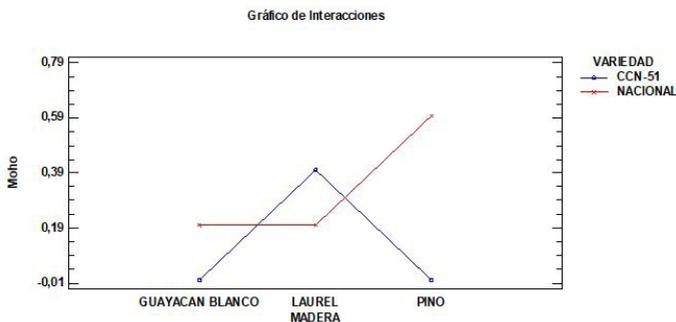
Nivel	Media	Error Est.	L Inferior	L Superior
<b>VARIEDAD DE CACAO</b>				
CCN-51	0,13 a	0,149071	-0,174335	0,441002
NACIONAL	0,33 a	0,149071	0,0256649	0,641002
<b>TIPO DE MADERA</b>				
GUAYACAN BLANCO	0,10 a	0,182574	-0,276815	0,476815
LAUREL	0,30 a	0,182574	-0,0768154	0,676815
PINO	0,30 a	0,182574	-0,0768154	0,676815
<b>VARIEDAD DE CACAO/ TIPO DE MADERA</b>				
<b>T1</b> Nacional/ Laurel	<b>0,20 a</b>	0,25	-0,33	0,73
<b>T2</b> CCN-51/Guayacán Blanco	<b>0,00 a</b>	0,25	-0,53	0,53
<b>T3</b> Nacional/Pino	<b>0,60 a</b>	0,25	0,06	1,13
<b>T4</b> CCN-51/Laurel	<b>0,40 a</b>	0,25	-0,13	0,93
<b>T5</b> Nacional/Guayacán Blanco	<b>0,20 a</b>	0,25	-0,33	0,73
<b>T6</b> CCN-51/Pino	<b>0,00 a</b>	0,25	-0,53	0,53
<b>Promedio</b>	0,23			
<b>V. Máximo</b>	0,6			
<b>V. Mínimo</b>	0			
<b>C.V (%)</b>	73,29			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ( $p > 0.05$ ).

**V. Máximo**= Valor máximo. **V. Mínimo**= Valor mínimo

**C.V.**= Coeficiente de Variación.

**Gráfico 20.** Moho. FCP. La María. UTEQ. 2020.



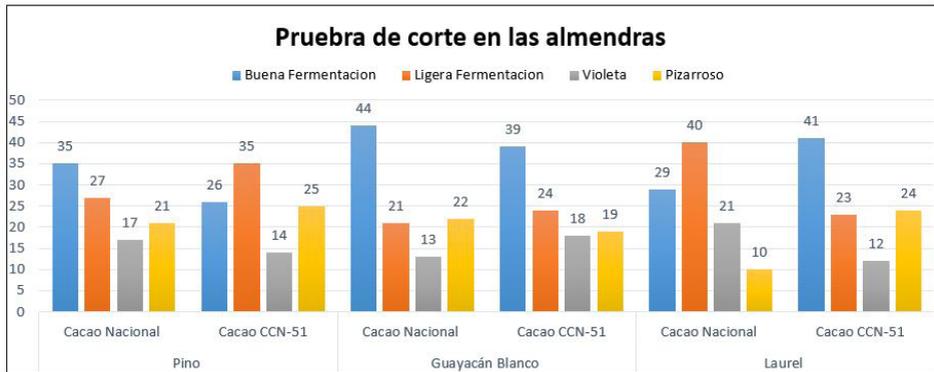
#### 4.4. Prueba de Corte en las Almendras

La gráfica 21 muestra el análisis de la prueba de corte que se ejecutó en las almendras una vez fermentadas, para ello se realizó el conteo de 100 almendras al azar por cada micro fermentador y variedad de cacao, realizando un corte longitudinal para poder clasificarlas según la almendra correspondiente al tipo de fermentación y al tipo de defecto que presente, basándose en la norma técnica para la fermentación de cacao INEN 176:2006, logrando identificar el porcentaje máximo y mínimo de almendras bien fermentadas, medianamente fermentadas, violetas, pizarrosos. A grandes rasgos se deduce que los tres tipos de maderas (Pino, Guayacán Blanco, Laurel) son adecuadas para la buena fermentación de la almendra, dentro de los granos violetas se observó que si cumplieron con lo que establece la norma que es el máximo de 21 almendras, sin embargo, se detecta que en los granos pizarrosos supera el rango establecido por la norma, que es de 12 máximo, este inconveniente se localiza en mayor proporción en las maderas de Guayacán Blanco y Pino en las dos variedades de cacao, siendo el cacao Nacional en Laurel el único que se mantiene dentro de los parámetros establecidos.

Según Ortiz, (52), en su estudio realizado detalla que los índices físicos de calidad de los granos secos se relacionan con el grado de madurez de las almendras, es decir, mazorcas que no están completamente maduras dan origen a granos insuficientemente fermentados, violetas y pizarrosos.

De acuerdo con Álvarez, (53), en su investigación observó un buen grado de fermentación según la prueba de corte de calidad, obteniéndose más del 80 % de granos fermentados y secos en diferentes intervalos en la remoción de la masa (cada 24 horas durante los cinco días que duró la fermentación).

**Gráfico 21.** Prueba de corte en las almendras. FCP. La María. UTEQ. 2020.



**CAPÍTULO V.**  
**CONCLUSIONES**



## 5.1. Conclusiones

- Mediante la fermentación de las almendras se obtuvo la temperatura máxima ( $44,52^{\circ}\text{C}$ ) en el tercer micro fermentador con la variedad del cacao Nacional en la madera Pino y Laurel, mientras que la temperatura mínima fue de ( $35,66^{\circ}\text{C}$ ) con el primer micro fermentador en la variedad CCN-51 con la madera Guayacán Blanco.
- En el aspecto del análisis sensorial del licor de cacao en el perfil de sabores específicos en cacao el T1 (Nacional-Laurel), Floral el T6 (CCN-51-Pino), Dulce el T2 (CCN-51 GB) obtuvieron mejores atributos, en el perfil de sabores básicos el T1 Y T3 (Nacional-Pino) presento promedio alto en su amargor, T6 tiene una acidez media en el licor de cacao, T5 (Nacional-Guayacán Blanco) obtiene una media en astringencia y sabores adquiridos Verde y Moho el T6 y T3 presentan promedios altos en el licor de cacao.
- Dentro de los análisis bromatológicos el licor de cacao presento un porcentaje de humedad superior en CCN-51- Pino, mientras en ceniza tiene un promedio alto en cacao Nacional con la madera Guayacán Blanco, en grasa presenta un alto porcentaje el cacao CCN-51 en Laurel; el pH del licor de cacao es alto con CCN-51 en Pino, el licor de cacao presenta un porcentaje alto en acidez en la variedad Nacional con la madera Guayacán Blanco.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Jiménez J, Tuz I, Quevedo J, Garcia R. Presecado: Su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*. 2018 Junio; 6(2).
2. Ordoñez S, Vera J, Tigselema S. Cascarrilla de cacao (*Thebroma Cacao* L.) De líneas híbridas para la elaboración de rehiletos de chocolate. *Revista Universidad y Sociedad*. 2019 Febrero; 11(2).
3. Morales W, Vallejo C, Sinche P, Torres Y, Vera J, Anzules E. Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 2016 Diciembre; 5(2).
4. Rivera R, Mecías F, Guzmán Á, Peña M, Medina H, Casanova L, et al. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Revista Ciencia y Tecnología*. 2012 Junio; 5(1).
5. Vallejo C, Loayza G, Morales W, Vera J. Perfil sensorial de genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la parroquia valle hermoso-Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA*. 2018 Diciembre; 9(2).
6. Berrezueta S, Chabla J. Características sociales y económicas de la producción de cacao en la provincia El Oro, Ecuador. Tesis. El Oro: Universidad Técnica de Machala, Economía Agropecuaria; 2017 Octubre. Report No.: 1390- 6895.
7. Jiménez J, Nicklin C, Zambrano F, Rodríguez D, Bolaños M, Reynel V, et al. Micro fermentación y análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. 2011. INIAP (Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias) Estación experimental tropical pichilingue. Boletín técnico N 140.
8. Cortez M. Estandarización del proceso de obtención de licor de cacao en la fábrica de chocolates amazonas. Tesis. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrial; 2018. Report No.: 3 - 132.

9. Camino C. Estudio de contenido de grasa, alcaloides y polifenoles totales en almendras de cacao nacional fino de aroma en zonas del litoral ecuatoriano para comparar su calidad y facilitar su comercialización. Tesis. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Ingeniería en Bioquímica; 2014. Report No.: 1 - 136.
10. Torres L. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Tesis. Cuenca: Universidad de Cuenca, Ciencias Agropecuarias; 2012. Report No.: 1 - 141.
11. Espinosa C, Mosquera D. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL CANTÓN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS. Facultad de Ciencias Económicas ed. Tesis, editor. Quito- Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2012.
12. Torres M. CADENA DE VALOR PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE CACAO DE LOS PRODUCTORES DEL RECINTO TAZONE. MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN PLANEACIÓN ed. Tesis, editor. Esmeraldas - Ecuador: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS; 2016.
13. Fonseca D. "APROVECHAMIENTO DE HOJAS DE VARIEDADES DE CACAO (Theobroma cacao L.) NACIONAL, FORASTERO Y TRINITARIO, CON DOS ESTADIOS FISIOLÓGICOS FOLIARES, PARA LA OBTENCIÓN DE UNA INFUSIÓN". Tesis, editor. Mocache-Los Ríos -Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019.
14. Guerrero B. diseño del sistema de esterilización en la obtención de licor de cacao. tesis. guayaquil: escuela superior politécnica del litoral, ingeniería en alimentos; 2006.
15. Pinargote M. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN-51 ANTE DIFERENTES FORMULACIONES DE FERTILIZACIÓN. QUEVEDO, 2014. CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA ed. Tesis, editor. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.

16. Imbaquingo N, Ortiz O. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REMOVER LA CASCARILLA DE GRANOS DE CACAO PARA UNA PRODUCCIÓN DE 200 kg/h. FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ed. Tesis , editor. Quito-Ecuador : ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL; 2012.
17. Avalos E. Estudio de factibilidad para la creación de un centro de acopio de cacao fino de aroma ubicado en cumandá provincia de Chimborazo. Tesis de grado. Riobamba: Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ingeniería en Finanzas; 2014. Report No.: 1 - 135.
18. Vera J, Torres Y, Vallejo C. Guía para el mejoramiento de la calidad del cacao nacional. 2016 Junio. Boletín Técnico N 1.
19. Párraga C. Calidad física y organoléptica de almendras de cacao (*Theobroma cacao L.*) mediante metodos de fermentación y estaciones climáticas, fortaleza del valle. Tesis. Calceta: Escuela superior politécnica agropecuaria de manabí, Manuel félix lópez, Agrícola; 2015. Report No.: 1- 134.
20. Loor R, Casanova TdJ, Plaza L. Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción en servicios de cacao y cafe. EET-Pichilingue. Mocache- Ecuador: INIAN (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), Programa Nacional Cacao y Café; 2016. Report No.: ISBN: 978-9942-22-103-2.
21. Quevedo J, Romero J, Tuz I. Calidad físico químico y sensorial de grano y licor de cacao (*Theobroma cacao L.*) usando cinco métodos de fermentación. Revista Científica Agroecosistemas. 2018 Marzo; 6(1).
22. Muñoz I. Elaboración de chocolate de cobertura, utilizando licor de cacao nacional. La Maná Ecuador. Tesis. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Facultad de Ciencias Pecuarias ; 2013.
23. Sánchez D. Calidad fisico, química y microbiológica de infusión (Nibs, cascarilla y almendra) de cacao ( *Theobroma cacao L.*) nacional en la asociación la cruz, cantón Mocache.. Tesis.

- Quvedo-Los Rios- Ecuador : Universidad Técnica Estatal de Quvedo , Facultad de Ciencias Pecuarias ; 2016.
24. García H, Martínez R. DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE SABOR DEDOCECACAOSAUTÓCTONOS(Theobroma cacao L.)PRODUCIDOS EN SIETEFINCAS CACAOTERAS DE EL SALVADOR. Facultad de Ciencias Agronómicas ed. Tesis , editor. El Salvador : Universidad de el Salvador ; 2018.
  25. Mandujano J. Tecnología Poscosecha para el mejoramiento de la calidad de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51 organico. Tesis. Tingo Maria- Perú: Universidad Agraria de la Selva, Académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería en Alimentos; 2013. Report No.: 1-129.
  26. ANECACAO. Estadísticas de Exportación. 2019. ANECACAO Asociación Nacional de Exportadores de Cacao Ecuador. Boletín mensual de Acecacao.
  27. López A. Propuesta para la creación de un consorcio orientado a la exportacion de pasta de cacao a la republica de argentina. Magistér en negocios internacionales. Quito - Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, Ciencias Administrativas y Económicas; 2019. Report No.: 1 - 115.
  28. Peña A. EVALUACIÓN DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE CULANTRO CON FINESINDUSTRIALES EN SUELO DE TEXTURA PESADA. Facultad de Ciencias Agropecuarias ed. Tesis , editor. Machala - Ecuador: Universidad Técnica de Machala ; 2015.
  29. INEN. Norma tecnica INEN 0623 de la pasta( masa,licor) cacao. Quito-Guayas-Azuay: Norma TécnicaEcuatoriana Voluntaria; 1988.
  30. Sanchez S; Naranjo J; cordova V. Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (Theobroma cacao) en la Chontalpa, Tabasco, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2016 Febrero ;(14).
  31. Vargas E. evaluacion de tratamientos previos al proceso de tostado

- de semillas de cacao para el diseño del área de producción de pasta de cacao. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrias; 2015.
32. Vera Jaime, Vallejo, Parraga, Morales Macías. Atributos físico-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*. 2014; 7(2): p. 21-34.
  33. Pinargote M, Mera O, Prado A, Cedeño W. INFLUENCIA DE LA ÉPOCA DE COSECHA EN LA CALIDAD DEL LICOR DE CACAO TIPO NACIONAL. *ESPANCIENCIA*. 2014 Noviembre; 5(2).
  34. Del Aguila E. determinación de cadmio y plomo en granos de cacao, frescos, secos y en licor de cacao (*Theobroma cacao*). TESIS. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS; 2017. Report No.: 1.
  35. Armijos A. Características de la acidez como parámetro químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao L.*) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación. 103rd ed. Quito-Ecuador : Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2002.
  36. ERAZO GAVILÁNEZ. "DISEÑO DE UN FERMENTADOR Y SECADOR SOLAR PILOTO, PARA DOS VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao L.*), EN EL CANTÓN EL EMPALME PROVINCIA GUAYAS". In. El Empalme: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK; 2018.
  37. Rojas A, Villagra J. evaluación de los métodos de fermentación y secado para el beneficio de semilla del copoazu y sus efectos en la calidad de pasta de chocolate en la provincia de Tambopata. tesis. universidad nacional amazónica de Madre de Dios, ingeniería agroindustrial; 2016.
  38. Panduro K. "Estudio de las propiedades físico-químicas del grano seco y reológicas del licor de cacao en tres clones CCN51, ICS95

- Y ICS39, (*Theobroma cacao*L.)". tarapoto: universidda nacional de san martin -tarapoto, escuela profesional de ingenieria agroindustrial; 2018.
39. Alvarez R, Portillo E. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES SENSORIALES DEL LICOR DE CACAO (*THEOBROMA CACAO* L.) OBTENIDO EN FORMA ARTESANAL E INDUSTRIAL. revista agrollania. 2018 diciembre; 1(6).
  40. Sánchez V. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. tesis. quevedo: universidad tecnica estaal de quevedo, ingenieria agronomica; 2007.
  41. Moreno E, Gavanzo O, Rangel F. evaluacion de las características físicas y sensoriales de licor de cacao asociadas a modelos de siembra. Ciencia y agricultura. 2019; 16(3).
  42. Amores F, Jiménez J, Peña G. Influencia del tiempo de fermentación y el tostado sobre el desarrollo de compuestos aromáticos asociados al sabor a chocolate en almendras de cacao de la variedad nacional. Costa Rica : Con-ferencia Internacional de Investigaciones en Cacao. ; 2006.
  43. Saavedra P, Hurtado O, Chia J, Cárdenas S, Marquez K. "COLECTA Y ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS Y ORGANOLEPTICAS EN FRUTA FRESCA Y LICOR DE ARBOLES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CON ATRIBUTOS DE POSEER CARACTERÍSTICAS DE FINO Y DE AROMA". Researchgate. 2017 noviembre.
  44. Quintana L, García A, Moreno E. Perfil sensorial de cuatro modelos de siembra de cacao en Colombia. Ciencias Agrarias. 2018 Abril ; 4(2).
  45. Camacho C. "INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DEL CLON CCN-51 EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y-ORGANOLÉPTICAS DEL LICOR DE CACAO PROCEDENTE DE PUCACACA Y HUJINGOYACU". Tesis. Tingo Maria: universidad nacional agraria de la selva, departamento academico de ciencia, tecnologia e ingenieria de alimentos; 2014.

46. Laaz F, Zambrano C. EFECTOS DE LA STEVIA (*Stevia rebaudiana*) Y CACAO FINO DE AROMA EN LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CHOCOLATE SEMI AMARGO. Tesis. Calceta: Escuela superior politecnica agropecuaria de manabi Manuel Felix Lopez, agro industrial; 2017.
47. Quintero LDK. El mercado mundial del cacao. Rev. Agroalimentaria.. 2004; 9(18).
48. Bajaan C. Evaluación de la calidad de las almendras de cacao trinitario y de ascendencia nacional en la zona de Vines. Tesis. vines: Universidad de Guayaquil, ingenieria agronomica; 2019.
49. Bustamante M, Ramirez A. efecto de varios metodos de prefermentacion y fermentacion del cacao ccn-51 en las propiedades fisicas y organolepticas de la almendra. Tesis. Guayaquil: Universidad catolica de santiago de guayaquil, ingenieria agropecuaria; 2010.
50. Ramos G. La Fermentación, el Secado y Almacenamiento del Cacao. INAP En taller internacional de calidad integral de cacao, Teoría y Práctica. 2004 Noviembre .
51. Ortiz de Bertorelli L, Graziani de Fariñas L, Rovedas L. Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. SciElo. 2009 Junio ; 59(2).
52. Álvarez C, Tovar L, García H, Morillo F, Sánchez P, Girón C, et al. Evaluación de la calidad comercial del grano de cacao (*Theobroma cacao L.*) usando dos tipos de fermentadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Miranda). 2010 Noviembre ; 10(1).

## ANEXO

### Anexo 1. Fotografías de la Investigación

*Fotografías de la Investigación*

Selección de la Materia prima



Variedad Nacional Y CCN-51.

Pesado y micro fermentación del cacao (Nacional y CCN-51).



Micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cajas de madera no convencionales: impacto en la calidad del licor

Secado 7% humedad



Prueba de corte de las almendras secas (Nacional-CCN-51)



Tostado del cacao



Descascarillado de la almendra



Molienda y obtención del licor de cacao

### Análisis Bromatológicos del licor de cacao



Acidez del licor de cacao



pH del licor de cacao



Peso para los análisis de humedad, ceniza del licor de cacao



Análisis de grasa del licor de cacao



Análisis del perfil sensorial del licor de cacao.



*Dr. EDUARDO DÍAZ OCAMPO, Ph.D.*  
**RECTOR**

*Ing. YENNY GUISELLI TORRES NAVARRETE, Ph.D.*  
**VICERRECTORA ACADÉMICA**

*Ing. BOLÍVAR ROBERTO PICO SALTOS, M.Sc.*  
**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

*Econ. CARLOS EDISON ZAMBRANO, Ph.D.*  
**DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - DICYT**

---

