



Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Facultad Ciencias Pecuarias

Ingeniería en Alimentos

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniera en Alimentos.

Título de la Unidad De Integración Curricular:

**“INFLUENCIA DE LA MADERA BLANCA (Pino, Laurel, Guayacán blanco) EN
LA CALIDAD DE FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) DE
ORIGEN FORASTERO Y NACIONAL”**

Autora:

Mendoza Intriago Evelyn María

Tutora De La Unidad Integradora Curricular:

Ing. Cyntia Yadira Erazo Solórzano M.Sc.

Mocache- Los Ríos- Ecuador

2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, MENDOZA INTRIAGO EVELYN MARÍA, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Mendoza Intriago Evelyn María

C.I: 120799708-9



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

La suscrita, Ing. Cyntia Yadira Erazo Solórzano M.Sc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Mendoza Intriago Evelyn María, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado, **“INFLUENCIA DE LA MADERA BLANCA (Pino, Laurel, Guayacán blanco) EN LA CALIDAD DE FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE ORIGEN FORASTERO Y NACIONAL”** previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

f.

Ing. Cyntia Yadira Erazo Solórzano M.Sc.

DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR



CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. Cyntia Yadira Erazo Solórzano M.Sc., en calidad de Director del Proyecto de Investigación **“INFLUENCIA DE LA MADERA BLANCA (Pino, Laurel, Guayacán blanco) EN LA CALIDAD DE FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE ORIGEN FORASTERO Y NACIONAL”** realizado por el Srta. Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Alimentos Mendoza Intriago Evelyn María, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el **Sistema URKUND** es de 9% el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Tesis Evelyn Mendoza.docx (D64507684)
Submitted:	2/27/2020 2:01:00 AM
Submitted By:	evelyn.mendoza2013@uteq.edu.ec
Significance:	9 %

Sources included in the report:

CACAO URKUND MENDOZA.docx (D14638880)

f.

Ing. Cyntia Yadira Erazo Solórzano M.Sc.

DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Título:

“INFLUENCIA DE LA MADERA BLANCA (Pino, Laurel, Guayacán blanco) EN LA CALIDAD DE FERMENTACIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE ORIGEN FORASTERO Y NACIONAL”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Martin González Vélez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jaime Vera Chang, M.Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Vicente Guerrón Troya, M.Sc

Mocache – Los Ríos –Ecuador

2020

AGRADECIMIENTO

Agradecida con Dios quien me permitió llegar a cumplir esta meta, con la seguridad que seguiré de su mano para cumplir todos los objetivos siguientes que me proponga.

Completamente agradecida con mis padres el Sr. Francisco Mendoza que a pesar de ya no estar conmigo siempre me apoyó y estoy segura que debe estar feliz de mi logro y a la Sra. Navidad Intriago que siempre ha estado a mi lado, sin duda alguna unos padres ejemplares, gracias por ello y todo.

A mis hermanas la Ing. Nataly Mendoza y Lisbeth Mendoza que me dieron su total apoyo en este camino estudiantil, gracias eternas, no puedo dejar de nombrar a mi pequeña sobrina Mia.

Siempre agradecida con el Ing. Cristian Rubio, que me apoyo en todo momento en el trabajo de la tesis, gracias por el apoyo incondicional, ánimo y paciencia. Eres y serás una persona muy especial en mi vida.

A mi directora de proyecto de investigación, Ing. Cyntia Erazo, por todo el apoyo y por ser guía en el trascurso de mi trabajo investigativo.

A mis compañeros y más aún a los que se convirtieron en amigos.

¡Gracias a Ustedes!

DEDICATORIA

A mis padres el Sr. Francisco
Mendoza y Sra. Natividad
Intriago este logró va por
ustedes, por su amor,
confianza y apoyo infinito.
Con amor Evelyn.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo investigativo tuvo el propósito de evaluar la influencia de la madera blanca (Pino, Laurel y Guayacán Blanco) en las almendras de cacao variedad Nacional y Forastero. El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología de la Facultad Ciencias Pecuarias en Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se utilizó fermentadores de cacao elaborados a partir de maderas blancas y se valoraron variables físicas y químicas de las almendras de cacao previamente fermentadas, el cacao fue obtenido de la finca La Represa propiedad de la UTEQ. Los resultados alcanzados en esta investigación fueron: prueba de testa existió una diferencia significativa ($p < 0.05$). pues el T2 (M. Pino – C. Forastero) obtuvo 13,84% y el más bajo el T4 (M. Laurel – C. Forastero) con 10,45%, en referencia a la humedad no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos, en donde el T3 (M. Laurel – C. Nacional), T4 (M. Laurel – C. Forastero) y T5 (M. Guayacán Blanco – C. Nacional) alcanzaron un 7% de humedad, mientras que el T2 (Pino-Forastero) tuvo una humedad de 6,98%. En los análisis compuestos bioactivos se determinó que el T6 (M. Guayacán Blanco – C. Forastero) tuvo 1,074% de polifoneles; siendo así el T3 (M. Laurel – C. Nacional) el porcentaje más bajo con 0,698% de polifenoles. En el análisis organoléptico destacó el T3 (M. Laurel – C. Nacional) y T6 (M. Guayacán Blanco – C. Forastero) ya que ellos fueron seleccionados como los que tenían mejores atributos, dicho proceso se realizó catadores entrenados. La prueba de corte demostró que los cajones de madera antes mencionadas sirven con fermentadores de cacao, sin embargo el fermentador de madera Pino no logro el mínimo de almendras fermentadas con la variedad de cacao Forastero.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The present research work had the purpose of evaluating the influence of white wood (Pino, Laurel and Guayacán Blanco) on the National and Forastero variety cocoa almonds. The study was carried out in the bromatology laboratory of the Faculty of Livestock Sciences at the State Technical University of Quevedo, cocoa fermenters made from white woods were used and physical and chemical variables of previously fermented cocoa beans were assessed, the Cocoa was obtained from the La Represa farm owned by UTEQ. The results achieved in this research were: testa test, there was a significant difference ($p < 0.05$). since T2 (M. Pino - C. Forastero) obtained 13.84% and the lowest T4 (M. Laurel - C. Forastero) with 10.45%, in reference to humidity there was no significant difference ($p < 0.05$) among the treatments, where T3 (M. Laurel - C. Nacional), T4 (M. Laurel - C. Forastero) and T5 (M. Guayacán Blanco - C. Nacional) reached 7% humidity, while that T2 (Pino-Forastero) had a humidity of 6.98%. In the bioactive compound analyzes it was determined that T6 (M. Guayacán Blanco - C. Forastero) had 1.074% polyphoneols; Thus, T3 (M. Laurel - C. Nacional) is the lowest percentage with 0.698% of polyphenols. In the organoleptic analysis, the T3 (M. Laurel - C. Nacional) and T6 (M. Guayacán Blanco - C. Forastero) stood out since they were selected as those with the best attributes, said process was carried out by trained tasters. The cutting test showed that the aforementioned wooden crates work with cocoa fermenters, however the Pino wooden fermenter did not achieve the minimum amount of fermented almonds with the Forastero cocoa variety.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	i
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	ii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iii
ABSTRACT AND KEYWORDS	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.	3
MARCO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Diagnóstico.....	4
1.1.3. Pronóstico.....	4
1.1.4. Formulación del problema.....	5
1.1.5. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.	5
1.2.2. Objetivos Específicos.	5
1.3. Justificación.	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco Conceptual.....	8
2.1.1. Cacao Nacional.....	8
2.1.2. Fermentación en cajones de madera.....	8
2.1.3. Maderas blancas.	8

2.1.4.	Polifenoles.	9
2.2.	Marco Referencial.....	9
2.2.1.	Historia del cacao.	9
2.2.2.	Cacao.	9
2.2.3.	Fruto.	10
2.2.4.	Tipos de cultivos de Cacao.....	10
2.2.5.	Variedades cultivadas en el Ecuador.	12
2.2.6.	Exportación de cacao.....	13
2.2.7.	Fermentación.	15
2.2.8.	Composición química de las almendras y cáscara de cacao.....	17
2.2.9.	Calidad del cacao.....	18
2.2.10.	Fermentación de cacao en madera.	19
2.2.11.	Secado.....	20
2.2.12.	Prueba de corte.	21
2.2.13.	Almacenamiento.....	22
2.2.14.	Maderas Blancas.....	22
2.2.15.	Polifenoles.	27
2.3.	Marco Legal.....	29
2.3.1.	Normas INEN.....	29
2.3.2.	Norma Técnica para la fermentación de cacao INEN 176:2018.....	29
CAPÍTULO III.		32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.....		32
3.1.	Localización.....	33
3.1.1.	Condiciones climáticas de la zona.	33

3.2.	Tipo de investigación.	33
3.2.1.	Investigación exploratoria.	34
3.2.2.	Investigación descriptiva.	34
3.2.3.	Investigación experimental.	34
3.3.	Método de investigación.	34
3.3.1.	Método inductivo – deductivo.	34
3.3.2.	Método estadístico.	34
3.4.	Fuentes de recopilación de información.	35
3.4.1.	Fuentes primarias.	35
3.4.2.	Fuentes secundarias.	35
3.5.	Diseño de Investigación.	35
3.5.1.	Esquema del ANDEVA.	36
3.5.2.	Diseño del experimento.	36
3.5.3.	Esquema del experimento.	36
3.5.4.	Modelo matemático.	37
3.6.	Diagrama de Flujo de la fermentación de cacao.	38
3.6.1.	Descripción de la fermentación de cacao.	39
3.7.	Instrumentos de Investigación.	39
3.7.1.	Análisis físico – químico.	39
3.7.2.	Análisis organolépticos.	44
3.8.	Recursos humanos y materiales.	45
3.8.1.	Recursos humanos.	45
3.8.2.	Recursos materiales.	45
CAPÍTULO IV		47

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Análisis de tiempo y temperaturas de la fermentación de cacao.	48
4.1.1. Cacao Nacional.....	48
4.1.2. Cacao Forastero.	49
4.1.3. Prueba de corte.	50
4.2. Análisis físico – químicos de las almendras de cacao.	51
4.2.1. Prueba de testa.	52
4.2.2. Humedad.....	53
4.2.3. Ceniza.	54
4.2.4. Acidez.....	55
4.2.5. Análisis polifenoles totales en las almendras de cacao.	56
2.4. Análisis sensorial de las almendras cacao.	57
2.4.1. Perfil de sabores específico.	58
2.4.2. Perfil de sabores básico.	60
2.4.3. Sabores adquiridos.....	62
CAPÍTULO V	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1. Conclusiones.....	64
5.2. Recomendaciones.	65
CAPÍTULO VI.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	67
CAPÍTULO VI.....	71
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Exportaciones de semielaborados de cacao.....	14
Tabla 2. Exportaciones totales de cacao últimos 5 años.....	14
Tabla 3. Características de los granos fermentados.....	17
Tabla 4. Composición química de almendras de cacao fermentadas y secas.....	18
Tabla 5. Características Árbol Pino.....	23
Tabla 6. Propiedades Organolépticas Árbol Pino.....	23
Tabla 7. Características del Árbol Laurel.....	24
Tabla 8. Propiedades Organolépticas del Árbol Laurel.....	25
Tabla 9. Características del Árbol Guayacán	26
Tabla 10: Propiedades Organolépticas del Árbol Guayacán	26
Tabla 11. Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado.	30
Tabla 12. Características climáticas de la zona en estudio.....	33
Tabla 13. Esquema del ANDEVA.....	36
Tabla 14. Diseño del Experimento	36
Tabla 15. Esquema del experimento.....	37
Tabla 16. Promedios de los análisis de prueba de testa humedad, ceniza y acidez. FCP. La Represa. UTEQ. 2020	51
Tabla 17. Promedio de los análisis organolépticos. FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	57
Tabla 18: Cronograma de actividad.....	75

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Tiempo temperatura de la fermentación del cacao Nacional. La Represa. UTEQ. 2020.....	48
--	----

Gráfica 2. Tiempo temperatura de la fermentación del cacao Forastero. La Represa. UTEQ. 2020.....	49
Gráfica 3. Análisis de prueba de corte de las almendras de cacao previamente de fermentados. La Represa. UTEQ. 2020.....	50
Gráfica 4. Análisis prueba de testa. FCP. La Represa. UTEQ. 2020	52
Gráfica 5. Análisis de humedad. FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	53
Gráfica 6. Análisis de ceniza. FCP. La Represa. UTEQ. 2020	54
Gráfica 7. Análisis de Acidez. FCP. La Represa. UTEQ. 2020	55
Gráfica 8. Análisis de Polifenoles. FCP. La Represa. UTEQ. 2020	56
Gráfica 9. Perfil de sabores específicos (Cacao. FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	58
Gráfica 10. Perfil de sabores específicos (Floral). FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	58
Gráfica 11. Perfil de sabores específicos (Frutal). FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	59
Gráfica 12. Perfil de sabores específicos (Nuez) FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	59
Grafica 13. Perfil de sabores específicos (Dulce). FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	60
Gráfica 14. Perfil de sabores básico (Amargor). FCP. La Represa. UTEQ. 2020	60
Gráfica 15. Perfil de sabores básico (Acidez). FCP. La Represa. UTEQ. 2020	61
Gráfica 16. Perfil de sabores básico (Astringencia). FCP. La Represa. UTEQ. 2020 ...	61
Gráfica 17. Sabores adquiridos (Verde). FCP. La Represa. UTEQ. 2020	62
Gráfica 18. Sabores adquiridos (Moho). FCP. La Represa. UTEQ. 2020.....	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Diagrama de flujo de la Fermentación de cacao	38
--	----

CODIGO DUBLIN

Título	“INFLUENCIA DE LA MADERA BLANCA (Pino, Laurel, Guayacán blanco) EN LA CALIDAD DE FERMENTACIÓN DE CACAO (<i>Theobroma cacao</i> L.) DE ORIGEN FORASTERO Y NACIONAL”
Autora	Mendoza Intriago Evelyn María
Palabras claves	Fermentación, catación, compuestos bioactivos, polifenoles.
Editorial	Quevedo. UTEQ, 2020
Resumen	El presente trabajo investigativo tuvo el propósito de evaluar la influencia de la madera blanca (Pino, Laurel y Guayacán Blanco) en las almendras de cacao variedad Nacional y Forastero. El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología de la Facultad Ciencias Pecuarias en Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se utilizó fermentadores de cacao elaborados a partir de maderas blancas y se valoraron variables físicas y químicas de las almendras de cacao previamente fermentadas, el cacao fue obtenido de la finca La Represa propiedad de la UTEQ. Los resultados alcanzados en esta investigación fueron: prueba de testa existió una diferencia significativa ($p < 0.05$). pues el T2 (M. Pino – C. Forastero) obtuvo 13,84% y el más bajo el T4 (M. Laurel – C. Forastero) con 10,45%, en referencia a la humedad no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos, en donde el T3 (M. Laurel – C. Nacional), T4 (M. Laurel – C. Forastero) y T5 (M. Guayacán Blanco – C. Nacional) alcanzaron un 7% de humedad, mientras que el T2 (Pino-Forastero) tuvo una humedad de 6,98%. En los análisis compuestos bioactivos se determinó que el T6 (M. Guayacán Blanco – C. Forastero) tuvo 1,074% de polifoneles; siendo así el T3 (M. Laurel – C. Nacional) el porcentaje más bajo con 0,698% de polifenoles. En el análisis organoléptico destacó el T3 (M. Laurel – C. Nacional) y T6 (M. Guayacán Blanco – C. Forastero) ya que ellos fueron seleccionados como los que tenían mejores

	atributos, dicho proceso se realizó catadores entrenados. La prueba de corte demostró que los cajones de madera antes mencionadas sirven con fermentadores de cacao, sin embargo el fermentador de madera Pino no logro el mínimo de almendras fermentadas con la variedad de cacao Forastero.
Descripción	78 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM.
URL	

INTRODUCCIÓN

El Ecuador ha sido tradicionalmente uno de los países más grandes productores y exportadores de cacao fino y de aroma. La actividad agrícola dedicada al cultivo de cacao tiene una historia relevante en la economía nacional; este producto conocido además como la pepa de oro, dominó varias décadas en la generación de divisas para el país, dando lugar al apareamiento de los primeros capitales y desarrollando sectores importantes como la banca, la industria y el comercio. Originalmente el cultivo de cacao tuvo su apogeo en la zona de Vinces, en la provincia de los Ríos. La producción tradicional de cacao con árboles forestales, es una de las pocas actividades agrarias que es ecológicamente amigable y económicamente viable, provee ingresos, manteniendo tradiciones familiares y enriqueciendo el hábitat para la vida salvaje. Al comienzo de los 90s, Ecuador era uno de los líderes en el mundo en producción y procesamiento de cacao de buena calidad (1).

Los granos de cacao se derivan de mazorcas del árbol de *Theobroma cacao*. Cada mazorca contiene de 30 a 40 almendras cubiertas de una pulpa mucilaginosa. El cacao crudo tiene un sabor y aroma astringente y desagradable, y debe ser fermentado, secado y tostado para obtener el sabor y aroma característico. Diferentes sistemas de fermentación se usan en el mundo, los más usados son montones y cajones de fermentación, aunque también se usan saquillos. Hasta el momento en que las mazorcas de cacao fisiológicamente maduras y sanas son cosechadas del árbol son microbiológicamente estériles. Al extraer los granos, el efecto inmediato de esta exposición, es un ataque microbiano inicial de la pulpa ácida, rica en azúcares. Así se inicia la fermentación (2).

La fermentación en cajones es uno de los mejores métodos para el proceso de cacao, siempre que tenga los cuidados respectivos para evitar la contaminación y el crecimiento de hongos que malograron el proceso y el producto. La fermentación recomendada es de 96 a 120 horas es allí cuando estarán listos para pasar el proceso de secado (3). El secado tiene como finalidad disminuir la humedad hasta el 7% para facilitar el almacenamiento y transporte posterior del cacao se debe realizar en tendales de cemento, esta labor debe ser lenta y pausada. El tiempo que toma el secado depende

de la intensidad del sol usualmente se seca entre 3 y 10 días. Al iniciar el secado. Este paso influye al igual que la fermentación en la calidad del cacao (4).

La calidad del cacao depende de que tan fino sea el cacao. Eso depende del aroma y sabor de sus granos. Esta calidad está relacionada con el origen de las almendras, el proceso de fermentación, los cuidados a la hora del secado y el almacenamiento. La calidad depende de los siguientes factores: la herencia de un buen cacao que puede ser criollo, trinitario e indios; condiciones del suelo y clima; fermentación y secado. La calidad es determinada por el mercado al que se vende y que impone los estándares del tamaño y peso del grano, el color, la cantidad de grasa. El sabor y olor del chocolate. Los estándares también limitan los números de granos con olores extraños, la presencia y daño de insectos y la presencia de basura y moho. También existen requisitos de lo calidad del cacao determinado por el sabor y el aroma; esta calidad está relacionada con el proceso de fermentación, los cuidados a la hora del secado y el almacenamiento (5).

La fermentación de vinos es muy tradicional realizarla en maderas blancas; partiendo de esa referencia nace la idea de fermentar las almendras de cacao en dichas maderas La finalidad de esta investigación es innovar la metodología de fermentación con el uso de maderas blancas (pino, laurel y guayacán blanco), para así mejorar la calidad del cacao, esto se hizo mediante una prueba sensorial y su vez una prueba de corte para verificar que el cacao se encuentre perfectamente fermentado. La investigación se realizó en el laboratorio de bromatología de la Finca Experimental “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, donde se realizaron los análisis físicos y químicos de las características propias de las almendras de cacao. Adicionalmente se realizó el análisis organoléptico con catadores entrenados.

CAPÍTULO I.
MARCO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La fermentación del cacao es un proceso que tiene como fin remover la pulpa que rodea a los granos ayuda al secado y almacenamiento. Sin embargo, la razón principal de la fermentación del cacao es provocar las transformaciones dentro de los granos que llevan a la formación del color, aroma y sabores precursores del chocolate.

El problema de esta investigación es que no existe información de la utilización de maderas blancas (Guayacán blanco, Pino) en la fermentación de cacao, a causa de falta de información, poco conocimiento de los agricultores y poca disponibilidad de dichas maderas en la zona; siendo constante el uso de fermentadores de Laurel; la poca innovación en cuanto a procesos que conduzcan a mejorar la calidad de las almendras y por ende del producto final (pasta de cacao, chocolate y sus derivados), hacen pertinente probar nuevas metodologías de fermentación.

Tradicionalmente el Ecuador ha sido productor de cacao arriba pero durante años no se innovado y mejorado las características organolépticas. Por otra parte el uso maderas blancas ha sido usado tradicionalmente para la fermentación de vinos en países como Chile y Europa.

1.1.2. Diagnóstico.

El uso de distintas madera blanca, no ha sido investigado en la fermentación de cacao Nacional y Forastero.

1.1.3. Pronóstico.

Se pretende probar el uso de maderas blancas y su influencia en las características físicas, químicas de las almendras y organolépticas de la pasta de cacao y por consiguiente del producto final.

1.1.4. Formulación del problema.

- ¿Cuál será la influencia de la madera blanca en la fermentación del cacao Nacional?

1.1.5. Sistematización del problema.

- ¿Cuáles son los parámetros físicos a estudiar de las almendras de cacao previamente fermentados?
- ¿Cuál es la influencia de las maderas blancas en la fermentación del cacao mediante el método de análisis organoléptico?
- ¿Cuál será la diferencia en el porcentaje de componentes polifenoles en las almendras de cacao fermentadas en diferentes cajones de madera blancas?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

- Determinar influencia de la madera blanca (pino, laurel, guayacán blanco) en la calidad de fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L) de origen Forastero y Nacional.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Valorar los parámetros físicos-químicos de las almendras de cacao fermentados en cajones de maderas blancas mediante la prueba de corte.
- Evaluar la influencia de madera blanca mediante análisis organoléptico a la pasta de cacao.
- Determinar el porcentaje de polifenoles en las almendras de cacao previamente fermentadas en cajones de maderas blancas.

1.3. Justificación.

La presente investigación tiene como finalidad aplicar innovación utilizada en metodologías de fermentación de las almendras de cacao (*Theobroma cacao L.*) para así presentar mejores características físicas, químicas y organolépticas en dichas almendras. Las propuestas de estas mejoras se pretenden hacer con el uso de maderas blancas como lo son: Pino, Laurel y Guayacán Blanco.

De esta nueva metodología se puede aportar conocimientos al sector agrícola para poder facilitar información sobre la fermentación de las almendras de cacao, especificando tiempo y temperatura adecuados para lograr una fermentación exitosa.

Una buena fermentación de parte de los agricultores garantiza un producto final de buena calidad beneficiando así al sector industrial chocolatero. Un chocolate con diferentes características organolépticas que se espera obtener a partir de la fermentación con maderas blancas aportaría al país beneficios y reconocimiento por esta innovación al momento de realizar la fermentación.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.

2.1.1. Cacao Nacional.

El cacao fino y de aroma tiene características distintivas de aroma y sabor buscadas por los fabricantes de chocolate. Representa únicamente 5% de la producción mundial de cacao. Ecuador, por sus condiciones geográficas y su riqueza en recursos biológicos, es el productor por excelencia de Cacao Arriba fino y de aroma (63% de la producción mundial) proveniente de la variedad Nacional cuyo sabor ha sido reconocido durante siglos en el mercado internacional. Este tipo de grano es utilizado en todos los chocolates refinados. Sin embargo, los que muchos no saben que el chocolate fino se distingue por su pureza, específicamente, el sabor y fragancia que el cacao tiene (6).

2.1.2. Fermentación en cajones de madera.

La fermentación en cajones es uno de los mejores métodos para el proceso de cacao, porque evita la contaminación y el crecimiento de hongos que malograrían el producto (7). Son cambios que sufren las almendras de cacao por la acción de microorganismos (levaduras y bacterias) que descomponen la pulpa, transforman el azúcar en alcohol, éste a su vez en ácido acético, y aumentan la temperatura de la masa. Estos factores conducen a la muerte del embrión y a la formación de sustancias precursoras del sabor y aroma a chocolate. El tiempo de fermentación es de cuatro días para el cacao Nacional y para la variedad CCN – 51 de seis días. Los métodos más comunes son: cajas de madera y montones (4).

2.1.3. Maderas blancas.

La madera es una sustancia que se encuentra en el tronco de un árbol. Este material se obtiene de la parte del tronco que está debajo de la corteza. Las propiedades de las maderas dependen de muchos factores tales como: tipo y edad del árbol, condiciones de crecimiento como el terreno y el clima, etc. Como en todo material, varias son las propiedades a tener en cuenta a la hora de emplearlo, y que dependerán del fin queramos darles (8).

2.1.4. Polifenoles.

Son compuestos biosintetizados por las plantas (sus frutos, hojas, tallos, raíces, semillas u otras partes). La principal característica estructural de los polifenoles es poseer uno o más grupos hidroxilo (-OH) unidos a uno o más anillos bencénicos. Aunque son primariamente conocidos por sus propiedades antioxidantes, la mayor parte de los polifenoles exhibe, además, otras actividades biológicas potencialmente beneficiosas para la salud (9).

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Historia del cacao.

América Latina es ampliamente conocida como la cuna del cacao. Una investigación arqueológica recién surgió que el lugar de origen del cacao es Ecuador. Se encontraron cerámicas con restos de cacao en selva Amazónica que datan de 3300 A.C, lo que significa que los granos de cacao se han cultivado en Ecuador por más 5.000 años. No fue hasta el siglo XVI que el cacao salió de América. En la actualidad el cacao ecuatoriano es conocido como el líder en producción de cacao fino, con 65% del mercado mundial, gracias al famoso Cacao Arriba. La alta calidad del cacao de Ecuador se explica por nuestro suelo, clima y por ubicación ecuatorial. En el Ecuador actual se cultivan algunos tipos de cacao, pero la variedad conocida como "NACIONAL" es la más buscada entre los fabricantes de chocolate, por la calidad de sus granos y la finura de su aroma (10).

2.2.2. Cacao.

El árbol del cacao es una planta que pertenece al orden Malvales, a la familia de las Esterculiaceas, género Theobroma, especie Cacao. Su centro de origen se cree está ubicado en la cuenca del Amazonas (América del Sur) en las estribaciones orientales de los Andes, cerca de los límites de Colombia, Ecuador y Perú. Los árboles de cacao crecen en climas húmedos y tropicales con una temperatura que oscile 20° C – 26° C (1).

2.2.3. Fruto.

La mazorca o fruto de cacao es una baya protegida en su parte externa por una cáscara o pericarpio. En su parte interna se encuentran los granos o semillas ordenados en hileras, alrededor de un eje central llamado placenta. Los granos están cubiertos por una baba o mucilago que se desprende o se encuentra en el proceso de beneficio. Esta baba tiene azúcares que los microorganismos descomponen dando origen a cambios químicos que suceden durante su fermentación (11).

Una mazorca contiene de 20 a 50 granos. El tiempo que dura la mazorca desde la polinización de la flor hasta su madurez varía entre 150 y 180 días, dependiendo del origen genético y del clima en que se desarrolla. El color de los frutos, cuando no están maduros, pueden ser verdes en algunas plantas o de colores con tonalidades de morado a rojo en otras. Todos ellos cambian su coloración cuando están maduros. Los de tonalidad verde, al madurar son de color amarillo y los frutos de tonalidad roja cambian a anaranjado o rosados dependiendo de su origen genético (11).

2.2.4. Tipos de cultivos de Cacao.

A continuación se presenta una breve caracterización del cacao, en base a su tipificación: forastero, criollo, trinitario (11).

2.2.4.1. Cacao Forastero.

Se cultiva principalmente en: Perú, Ecuador, Colombia, Brasil Guayanas e incluso Venezuela. Igualmente, en Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Santo Tomé. También hay plantaciones en el sudeste asiático. Son fuertes y amargos, ligeramente ácidos. Con mucho tanino y astringencia (que se nota en la lengua). Tienen una gran potencia aromática, pero sin finura ni diversidad de sabores. Pueden ser ligeramente ácidos. Poco fino (relativo al sabor) (11).

Como variedades selectas del cacao criollo se encuentra el cacao del valle de Arriba o Nacional de Ecuador que por su finura, a veces se confunde con la variedad criollo,

también encontramos variedades más selectas de cacao forastero en Trinidad, Marañón (Brasil) y Venezuela. Hemos de tener en cuenta que la variedad de cacao que se emplea para los chocolates considerados corrientes esta hecho de esta variedad, que como vemos en las notas de cata, en general poseen un sabor amargo potente y recio pero apenas sin sutilezas aromáticas. Hoy en día, Costa de Marfil lidera la producción mundial de cacao forastero que se exporta fundamentalmente a Europa y Estados Unidos, para la producción que podemos llamar de consumo popular (11).

2.2.4.2. Cacao Criollo.

Se cultiva principalmente en México, Guatemala y Nicaragua en pequeñas cantidades. Venezuela, Colombia, islas del Caribe, Trinidad, Jamaica e isla de Granada. En Madagascar, Java e islas Comores. Poseen un amargor suave, sabores ácidos y afrutados. Son poco astringentes, poseen una sutileza y delicadeza aromática. Pueden detectarse sabores a frutas ácidas (cítricos, frutas del bosque, etc.) y a pasas de Corinto (11).

Como variedades selectas, algunas de ellas están localizadas en Venezuela como Chuao y Puerto Cabello y la variedad conocida como porcelana, ya que sus semillas tienen ese color blanco; en Madagascar, al norte, encontramos el Sambirano. Esta variedad de cacao se suele demandar para chocolatería fina y elaboraciones más selectas, además los árboles de esta variedad son más delicados y propensos a plagas, por lo que está disminuyendo su área de cultivo. Con esta variedad, a diferencia de la anterior, si se elaboran refinados bombones y piezas de artesanía repostería y chocolates varietales para su degustación y cata (11).

2.2.4.3. Cacao Trinitario.

Se cultiva en países donde se encuentra la variedad criollo, ya indicamos que es una variedad híbrida entre el cacao forastero y el criollo. En Trinidad e islas Antillas. También en Java, Sri Lanka y Papua – Nueva Guinea. En Camerún, hay una producción importante, con aspectos de las variedades criollo y forastero. Es afrutado y perfumado. Tiene un amplio rango de sabores. Aromático y persistente en boca. Pueden apreciarse

sabores a heno, roble miel y notas verdes (manzana, melón). Como variedades selectas destacaremos la de Santa Severa (Trinidad) y Java. En estas tres variedades corresponden a sabores y matices genéricos de cada variedad. Al ser costumbre general de los elaboradores mezclar cacao, que aunque de la misma variedad procede de distintos países, esto hace que los sabores finales puedan ser diversos y sutiles (11).

2.2.5. Variedades cultivadas en el Ecuador.

2.2.5.1. Nacional de Ecuador.

Al cacao nacional, por muchos años se lo ha considerado como un tipo de cacao Forastero, debido a la forma de la mazorca, pero en la actualidad se cree que este tipo de cacao se encuentra en el país desde tiempos inmemoriales, desde antes de la conquista española. Por este motivo, algunos autores, basados en varios estudios, tanto morfológicos como del DNA y del sabor, creen que el cacao nacional mantiene distancias genéticas de los Forasteros, de los Trinitarios y de los Criollos, considerando necesario clasificarlo en un grupo separado de los anteriormente nombrados(12).

El cacao Nacional posee características semejantes al tipo Forastero Amelonado. Sin embargo, existen pocas plantaciones puras de éste, predominando plantaciones producto del cruzamiento natural con materiales introducidos desde Venezuela y Trinidad, denominándose complejo de Cacao Nacional Trinitario. Las mazorcas son amelonadas, pero con estrangulaciones en la base y el ápice de la misma, con surcos y lomos poco profundos. El color interno de las almendras es violeta pálido o lila, aunque en algunas ocasiones se observan semillas blancas. De este tipo de cacao se obtiene uno de los mejores chocolates del mundo. Notas de cata: sabor y aroma floral, combinado con perfiles de frutas, nueces y almendra (12).

2.2.5.2. Clones.

Finalmente, también se pueden encontrar Clones, es decir, variedades producidas por el hombre, que suelen identificarse con letras y números provenientes de su investigación, como es el caso del CCN-51. Sus mazorcas son rojizas-moradas cuando tiernas y de

color rojizo anaranjadas cuando maduras. Este cacao es tolerante a las enfermedades, de alta productividad y calidad. Notas de cata: Alta acidez, alto amargo y bajo sabor de chocolate (12).

2.2.6. Exportación de cacao.

El cacao es uno de los principales productos tradicionales de exportación ecuatoriana. Según el instituto de estadísticas y censos (INEC), el sector cacaotero contribuye con el 5% de la población económicamente activa nacional (PEA) y el 15% de la (PEA) rural, contribuyendo una base fundamental de la economía familiar costera del país, la estribaciones de las montañas de los Andes y la Amazonia ecuatoriana (13).

La estratificación del cultivo de cacao en Ecuador está representada principalmente por pequeños productores, aproximadamente el 70%, seguido por productores medianos con un 20% y grandes productores que representan aproximadamente un 10%. Según la ICCO, Ecuador se encuentra entre los principales productores de granos de cacao, ocupa el tercer lugar a nivel mundial, representa el 7% de la producción mundial total. El continente Africano con el 73.3% lidera la producción mundial, seguido por el continente americano con una participación del 16.7% y Asia y Oceanía con el 10% (13).

2.2.6.1. 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 de USD de 47 millones. Los principales destinos de estos productos fueron la Unión Europea y Estados Unidos (13). En la tabla 1 se detalla las exportaciones de semielaborados de cacao.

Tabla 1. *Exportaciones de semielaborados de cacao*

46,94%	Licor o Pasta
28,34%	Polvo
23,36%	Manteca
1%	Torta
0,36%	Nibs

Fuente: (2)

2.2.6.2. Exportaciones totales de cacao últimos 5 años.

En la tabla 2 detalla las exportaciones de cacao en los últimos 5 años en el Ecuador.

Tabla 2. *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

Fuente: (2)

2.2.7. Fermentación.

La fermentación del grano de cacao y del mucílago adjunto ocurre a través de un número de fases que tiene distintos perfiles microbiológicos y bioquímicos. Durante la fase anaeróbica inicial de la fermentación (de 24 a 48 h), varios géneros de levaduras, incluyendo *Candida*, *Hanseniospora*, *Saccharomyces*, *Kloeckera*, *Pichia* y *Kluyveromyces*, tienden a predominar, formando alrededor de la mitad de la microflora inicial y subiendo a casi el 90% en su pico (14).

Las levaduras degradan los carbohidratos del mucílago y los mayores productos metabólicos son etanol y CO₂. Los mayores productos metabólicos durante la segunda fase de la fermentación son ácido láctico, ácido acético, CO₂ y 3 – hidroxibutanona. Al avanzar la segunda fase de fermentación, el lactato y acetato empiezan a matar las bacterias ácido láctico y el volteo de la masa introduce oxígeno que permite incrementar los colonizadores finales a expensas de los secundarios. Esta etapa anaeróbica media de la fermentación es seguida por una fase final aeróbica. Estas reacciones se dan incluso durante el secado. Almendras de cacao Nacional y criollos de alta calidad pueden ser fermentados totalmente en pocos días, mientras que la fermentación de los cacaos forasteros y trinitarios puede tomar hasta 6 días para completar todas las etapas (14).

El tiempo de fermentación está íntimamente relacionado con el tipo genético del cacao, así: cacao tipo Nacional o sus híbridos, cuatro a cinco días, cacaos Trinitarios fermentan bien en cinco días, CCN – 51 requiere de cinco hasta seis días de fermentación siempre y cuando no se realice el presecado (15).

2.2.7.1. Tipos de fermentadores existen varias clases de fermentadores.

Nuestra recomendación técnica es la utilización de cajones de madera tipo escaleras(15).

a) Cajones de madera individual.

Este tipo de cajón se recomienda para ser usado a nivel de finca, donde los volúmenes son pequeños. Las dimensiones más adecuadas son: 60 cm de largo por 50 cm de ancho y 40 cm de alto (15).

b) Cajones tipo Escalera.

Consiste en tres cajones hechos con madera fina de al menos 2,5 cm de grosor, colocados en forma de peldaños para permitir el paso fácil del grano de un cajón a otro. La tapa frontal se compone de tres tablones separados que permiten el paso de la masa de un cajón al otro de tal forma que el cacao que está arriba en un cajón pase primero al fondo del siguiente y el que está abajo pase arriba, de esta manera se invierten las capas y se facilita la aireación para lograr los aumentos de temperatura (15).

2.2.7.2. Variables físicas del cacao fermentado.

En referencia a la investigación realizada por (16). Los parámetros físicos analizados fueron: porcentaje de granos fermentados, violetas y pizarrosos, realizando una prueba de corte que consistió en analizar la coloración interna del grano.

- Granos fermentados.- Granos cuyos cotiledones presenta en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías profundas.
- Granos violetas.- Granos cuyos cotiledones presentan una coloración violeta intenso.
- Granos pizarrosos.- Granos cuyos cotiledones presentan una coloración gris negruzco o verdoso y aspecto compacto (16).

2.2.7.3. Características de granos fermentados.

En la tabla 3 se detallan las características de los granos fermentados.

Tabla 3. *Características de los granos fermentados*

Características	
Bien fermentados	Color café, arriñonado, quebradizo, la cascara se separa con facilidad, buen aroma.
Fermentación media	Color café violeta, apenas agrietado, se quiebra con dificultad, sabor y aroma aceptable, astringente y ácido ligero, tiempo de fermentación insuficiente
Grano violeta	Color violeta intenso, aspecto compacto y lizo, fuerte astringencia y acidez, sabor desagradable, fermentación interrumpida, secado rápido.
Grano pizarroso	Color negro opacado, muy compacto, difícil de pelar y/o cortar, sabor fuerte desagradable, muy astringente, corta la saliva, fermentación 0.
Grano mohoso	Color café con pintas amarillas y verdes, olores sabores muy desagradable, moho amarillo es inaceptable (quemar lote), aparecen cuando las almendras están lastimadas.
Grano infestado	Presencia de insectos o huevos, excrementos, larvas, las almendras se deterioran muy rápido, es un defecto de almacenamiento, produce olores y sabores indeseables.

Fuente: (17)

2.2.8. Composición química de las almendras y cáscara de cacao.

La composición química de los granos de cacao depende de varios factores entre los que se pueden citar: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación y el secado. El beneficio post cosecha también influye sobre su composición química. Los principales constituyentes químicos del cacao son: agua, grasa, compuestos fenólicos, materia nitrogenada (proteínas y purinas), almidón y otros

carbohidratos (12). En la tabla 4 muestra la composición química de las almendras de cacao fermentadas y secas estudio realizado en la Universidad Católica del Ecuador.

Tabla 4. *Composición química de almendras de cacao fermentadas y secas*

Componentes	Fermentado y seco (%)	Cascara (%)	Germen (%)
Agua	5,00	4,50	8,50
Grasa	54,00	1,50	3,50
Cafeína	0,20		
Teobromina	1,20	1,40	
Polihidroxifenoles	6,00		
Proteínas bruta	11,50	1,90	25,10
Mono-oligosacáridos	1,00	0,10	2,30
Almidón	6,00		
Pentosanos	1,50	7,00	
Celulosa	9,00	26,50	4,30
Ácidos carboxílicos	1,50		
Otras sustancias	0,50		
Cenizas	2,60	8,00	6,30

Fuente: (12)

2.2.9. Calidad del cacao.

Cuando se habla de calidad del cacao se deben tomar como parámetros el aspecto físico de la almendra y las propiedades organolépticas de sabor y aroma. En el primer caso la calidad física estaría determinada por el cumplimiento adecuado de las prácticas de cultivo y post – cosecha (18).

En referencia a calidad de sabor y aroma según (19) demostró que está completamente ligado al origen de las almendras, tratamientos óptimos de post cosecha (fermentado y secado) o beneficio y posterior tostado y especifica que el aroma es la suma de una fracción genética presente en la almendra, una fracción desarrollada durante la fermentación y secado y otra fracción formada en el proceso de tostado. La comercialización del cacao se basa en las características físicas del cacao,

específicamente con la prueba de corte que permite identificar el grado de fermentación a la que fueron sometidos. La calificación de parámetros químicos u organolépticos queda fuera del alcance tanto de productores como de comerciantes dado que por ejemplo la cantidad de grasa depende del genotipo y la calificación por su aroma y sabor debe ser realizada por especialistas y aún ellos pueden emitir respuestas subjetivas.

El cacao que se ha usado en el mercado internacional como estándar es el proveniente de Ghana por su reconocido y adecuado tratamiento post-cosecha. Siendo así, los estándares internacionales establecidos para el cacao exigen que la calidad del cacao comercial y negociable debe cumplir con: fermentación adecuada, completamente seco (7 – 8% Humedad), libre de granos con olor a humo, libre de olores anormales y de evidencias de adulteración. La prueba de corte sirve para determinar el grado del cacao de acuerdo a su porcentaje de granos mohosos, pizarrosos, planos, germinados o dañados por insectos y de acuerdo a ello otorgar calificación (18).

2.2.10. Fermentación de cacao en madera.

El proceso de beneficio del cacao inicia con la recolección de los frutos maduros, de estos se extraen las almendras, las cuales son colocadas en depósitos especiales de madera que le brindarán las condiciones apropiadas para que se produzcan las transformaciones físicas, químicas y organolépticas propias de la fermentación. Según (20) la fermentación es un paso indispensable al que son sometidos los granos recién extraídos del cacao para conseguir un sabor y un aroma agradable. Eso consiste básicamente en depositar granos frescos en recipientes de madera durante varios días, los cuales se remueven periódicamente. En los procesos de investigación se ha encontrado que la madera permite obtener un mejor sabor y una mejor coloración del grano. Se han hecho varios ensayos donde se trabajan cajones plásticos y de caucho, pero no se han obtenido los resultados deseados, conservar ese aroma y ese sabor de las almendras.

2.2.11. Secado.

Para que la almendra alcance su consistencia final debe pasar por el proceso de secado, este proceso tiene como finalidad eliminar la humedad que se encuentra dentro del grano, y así alcanzar una humedad ideal que es del 7, este proceso se caracteriza por ser lento, aquí se completan los cambios bioquímicos para consolidar el sabor y el aroma distintivo del chocolate. Existen dos tipos de metodologías para secar la almendra, puede ser natural o artificial, pero la temperatura no debe superar los 45° C (17).

2.2.11.1. Secado natural.

Esta metodología se trata de exponer a la almendra de cacao al sol. Los granos son tendidos en pistas o tendales de madera, caña, cemento o marquesinas para que se seque lentamente. La principal recomendación es no tener el grano al filo de la carretera, el humo que sale por el tubo de escape de los vehículos y el asfalto produce un mal sabor en el grano, produciendo una mala calidad en el producto (21).

a) Proceso.

- El encargado del proceso es el sol, puede llegar hasta los 5 días.
- Únicamente se debe utilizar palas y rastrillos de madera para remover el grano.
- El grano, bajo ninguna circunstancia, debe ser pisado, de preferencia utilizar botas de caucho y arrastrar los pies.
- Durante el primer día, en un lapso de 3 a 5 horas debe ser agrupado en una capa de 8 a 12cm.
- En el segundo día, la capa deberá ser menor 8cm y, utilizando el trasto, removiendo cada 2 horas.

- En el último paso del secado, que puede durar 2 o 3 días, el grano deberá formar una capa muy fina, moviéndolo cada hora con el rastrillo (21).

2.2.11.2. Secado mecánico o artificial.

Para el secado artificial de granos existen básicamente dos métodos: uno que emplea altas temperaturas (entre 45° C y 120° C, o más en algunos casos) y el otro, que emplea bajas temperaturas. El secado a bajas temperaturas (con o sin calentamiento suplementario del aire de secado) es un proceso de gran eficiencia energética, con el cual se obtiene un producto final de óptima calidad cuando se realiza en forma adecuada, ya que la temperatura sólo se incrementa unos pocos grados más arriba de la temperatura ambiente (1° C – 5° C). El principal problema que se presenta en el secado de granos a bajas temperaturas lo constituye el peligro de deterioración del producto debido al largo tiempo que se requiere para el secado (22).

El secado artificial con altas temperaturas es más rápido; sin embargo, la eficiencia energética es menor. Los sistemas para el secado artificial de granos están constituidos por un ventilador que mueve el aire y que lo fuerza a pasar por la masa de granos, una cámara para contener el grano y un quemador que permite aumentar la temperatura del aire de secado. Cuando el grano se va a secar en flujos continuos, los secadores requieren equipos especiales para llenarlos con granos húmedos y para vaciarlos cuando los granos están secos. En los secadores estacionarios o por lotes, el grano se retira del secador después que se ha secado y enfriado. Cuando el secado se realiza a bajas temperatura, el grano puede ser almacenado en el lugar del secado (22).

2.2.12. Prueba de corte.

Luego de la fermentación y secado, los granos de cacao son usados para la producción de chocolate. De acuerdo a la prueba de corte se distinguen tres tipos principales de granos por el color de los cotiledones: granos bien fermentados que presentan un color café; granos con poco fermento de apariencia violeta a café violáceo y granos no fermentados que son de color pizarra. La homogeneidad o heterogeneidad del cacao en el contenido relativo de estos granos afecta la calidad del producto final (2).

2.2.13. 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 absorben vapor de agua del ambiente; por esta razón, su contenido de humedad puede aumentar sobre el 7% en condiciones de almacenamiento 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 menor a 25° C y humedad relativa entre 50 – 70%. En condiciones climáticas superiores a los valores mencionados, las muestras de cacao no deben permanecer almacenadas más de seis meses (4).

2.2.14. Maderas Blancas.

Por madera se entiende la parte sólida de los árboles que se encuentra debajo de la corteza. Así, madera es el conjunto de tejidos, de cierta dureza, que constituyen la mayor parte del tronco y las ramas del árbol. La madera es un material fibroso formado por:

- Celulosa (50%).
- Lignina, que es el elemento que mantiene unidas a las fibras (30%). Es como el “cemento” de la madera.
- Otros elementos: resina, agua, almidón, (20%) (23).

2.2.14.1. Pino.

Pino (*Pinus patula*), perteneciente a la familia Pinaceae, nombre común Pinoy se conoce también como Pino chino, Pino colorado, Pino llorón (24).

a) Características del Árbol pino.

En la tabla 5 se detalla las características del Árbol Pino.

Tabla 5. *Características Árbol Pino.*

Tronco	Recto y cilíndrico, pueden alcanzar de 20 a 40 m de altura y 40 a 150 cm de diámetro.
Copa	Cónica.
Corteza	Papirácea, escamosa y de color rojizo en la parte superior del tallo y ramas.
Hojas	En grupos de 3 y a veces 4, raramente 5 en algunos fascículos, aciculares, delgadas, verticalmente caídas, color verde claro brillante.
Flores	En inflorescencias, femeninas muy vistosas de color amarillo cremoso o anaranjado.
Fruto	Conos largamente cónicos, de 7 a 9 cm y a veces hasta 12 cm, sésiles, algo encorvados, oblicuos, puntiagudos, por lo general agrupados de 3 a 6.

Fuente: (24)

b) Propiedades Organolépticas Árbol Pino.

En la tabla 6 de muestra las características organolépticas del Árbol Pino.

Tabla 6. *Propiedades Organolépticas Árbol Pino*

Color	Es blanquecina a amarillenta claro, el duramen rojizo claro, ligeramente rosado, y con frecuencia no claramente definido.
Veteado	Suave con líneas longitudinales oscuras.
Textura	Ligeramente gruesa e irregular por la presencia de bandas de madera temprana amplias y blandas.
Grano	Con frecuencia espiralado.
Olor	Ausente o no distintivo.
Sabor	Ausente o no distintivo.
Brillo	Bajo.
Durabilidad	Es muy susceptible al ataque de hongos cromógenos y xilófagos.

Fuente: (3)

2.2.14.2. Laurel.

Laurel (*Cordia alliodora*) pertenece a la familia Boraginaceae de nombre común Laurel, y se conoce también como Laurel blanco, laurel cafetero, araña caspi, Laurel macho. El laurel es una especie nativa de los bosques primarios y secundarios de la Costa y Amazonia ecuatorianas. Los árboles adultos pueden ser deciduos, aun en climas no estacionales, durante uno o dos meses después de la producción de la semilla (25).

a) Características Árbol Laurel.

Las características del Árbol Laurel se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. *Características del Árbol Laurel*

Tronco	Recto y cilíndrico. La corteza no muy fisurada es café oscura.
Copa	Rala que proyecta poca sombra es angosta con tendencia a cilíndrica o a sub piramidal.
Raíz	Es tablar baja angosta, en buenas condiciones edáficas desarrolla una raíz principal, profunda y fusiforme con a letones poco o medianamente restos de 40 m. de altura.
Hojas	Simples alternas, helicoidales, sin estipulas, con pelos estrellados diminutos en ambas caras, elíptico-lanceoladas a oblongas, con acumen corto, de 5 a 20 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, enteras, dispuestas en espiral, ásperas verdes oscuras y opacas por arriba y verdes más claras por debajo.
Flores	En panículas terminales o axilares, blancas con olor dulce dispuestas en manojo vistoso, de 5 a 30 cm. de longitud. Las floraciones se han observado entre octubre a marzo y los frutos entre noviembre a abril. La recolección debe hacerse en la copa del árbol.
Fruto	Secos, con cáliz y corola persistentes, nuececilla pequeña de color café, contiene una semilla blanca de 4 a 5 mm de longitud.

Fuente: (25)

b) Propiedades Organolépticas Árbol Laurel.

En la tabla 8 de muestran las propiedades organolépticas del Árbol Laurel.

Tabla 8. *Propiedades Organolépticas del Árbol Laurel*

Color	El tronco recién cortado presenta de color beige amarillento En madera seca al aire la albura se torna de color marrón muy pálido y el duramen a color marrón amarillento.
Veteado	Con arcos superpuestos, definidos por anillos de crecimiento, parénquima axial y líneas vasculares contrastados con vetas oscuras y bandas anchas encontrados con tonos dorados.
Grano	Es normalmente recto.
Textura	Es fina y homogénea.
Olor	Agradable a caña dulce.
Sabor	Ausente, no distintivo.
Brillo	Medio.

Fuente: (25)

2.2.14.3. Guayacán blanco.

Guayacán (*Tabebuia chrysantha*) perteneciente a la familia de Bignoniaceae también conocido como guayacán Amarillo (26).

a) Características Árbol Guayacán.

En la tabla 9 se detallan las característica del Árbol Guayacán.

Tabla 9. *Características del Árbol Guayacán*

Tronco	Árbol mediano de 12 a 22 metros de altura, cuenta con un tronco fuerte, compacto, recto, cilíndrico y de aproximadamente 50 – 60 cm. de diámetro.
Copa	Medianamente extendida y globosa, es un árbol vistoso por la presencia de grandes flores de color amarillo dorado, cuando se halla despojado de sus hojas.
Raíz	Sistema radicular grande y profundo
Corteza	De color café grisáceo, profundamente acanalada, áspera, con muchas fisuras verticales. La corteza exterior es corchosa, la interior blancuzca y un poco amarga.
Hojas	Opuestas, digitadas, sin estipulas, tienen peciolo delgados de 4 – 6 cm, de color verde con canela con pelitos en forma de estrella en el haz mientras el envés es verde mate claro.
Flores	Amarillas, los racimos florales son terminales, cortos y no ramificados, con varias flores en pedúnculos cortos. La flor está compuesta del cáliz tubular de 1 cm con lóbulos irregulares en el ápice.
Fruto	En cápsula larga (vaina) de color café oscuro, se abren por dos líneas y liberan muchas semillas aplanadas de 5 mm y 2.5 – 3 cm de ancho.

Fuente: (26)

b) Propiedades Organolépticas Árbol Guayacán.

En la tabla 10 se muestran las propiedades organolépticas del Árbol Guayacán.

Tabla 10: *Propiedades Organolépticas del Árbol Guayacán*

Color	Duramen café oliva oscuro y la albura amarillenta o rosada.
Veteado	Suave ha marcado.
Textura	Media
Grano	Recto o entrecruzado
Olor	Ausente, no distintivo
Sabor	Ausente, no distintivo
Brillo	Irregular

Fuente: (26)

2.2.15. Polifenoles.

Los polifenoles son un grupo de sustancias químicas encontradas en plantas caracterizadas por la presencia de más de un grupo fenol por molécula. Los polifenoles son generalmente subdivididos en taninos hidrolizados, que son esteres de ácido gálico de glucosa y otros azúcares y fenilpropanoides, como la lignina, flavonoides y taninos condensados (27).

La capacidad de los polifenoles para modular la actividad de diferentes enzimas, y para interferir consecuentemente en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares, puede deberse, al menos en parte, a las características fisicoquímicas de estos compuestos, que les permiten participar en distintas reacciones metabólicas celulares de óxido – reducción. Sus propiedades antioxidantes justifican muchos de sus efectos beneficiosos (28).

2.2.15.1. Polifenoles en el cacao.

El consumo de cacao y sus derivados ha despertado en los últimos años un mayor interés vinculado a sus potenciales efectos beneficiosos sobre la salud. El grano de cacao y los productos que de él se derivan, son ricos en polifenoles. Numerosos estudios epidemiológicos recientes, ponen de manifiesto la asociación entre el consumo de polifenoles en la dieta y la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como las enfermedades cardiovasculares, los procesos carcinogénicos y, las enfermedades neurodegenerativas. Sin embargo, los efectos beneficiosos de los polifenoles del cacao, dependen de la cantidad consumida, su biodisponibilidad y de la actividad biológica de los conjugados formados (29).

2.2.15.2. Compuestos fenólicos: Influencia del procesamiento desde el grano hasta el polvo de cacao y chocolate.

Los compuestos fenólicos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal. En los últimos años se ha demostrado que una dieta rica en polifenoles vegetales puede mejorar la salud y disminuir la incidencia

de enfermedades cardiovasculares (28). Las semillas o granos frescos de cacao obtenidos de la mazorca son excepcionalmente ricos en compuestos polifenólicos, su fracción polifenólica está compuesta por (30):

- 37% de catequinas o flavan-3-oles, siendo la (-)-epicatequina la catequina más importantes dentro de su grupo; además se han identificado en cantidades más bajas (+)- catequina y trazas de (+)- galocatequina y (-)-epigallocatequina.
- 58% de proantocianidinas oligoméricas, principalmente los dímeros B1, B2, B3, B4, trímero (C1) y tetrámero (D).
- 4% de antocianos, siendo estos últimos los responsables de la coloración púrpura de las semillas. La fracción de antocianidinas está formada preferentemente por el cianidin-3- α -L-arabinósido y cianidin-3- β -D-galactósido.
- Aunque en menores cantidades, también están presentes en cacao los flavonoles quercetina y quercetin-3-O-glucósido (isoquercitrina), quercetin-3-O-galactósido (hiperósido), quercetin-3-O-arabinósido y las flavonas apigenina, apigenina-8-C-glucósido (vitexina), luteolina y luteolina-7-O-glucósido, naringenina, clovamida y ácidos fenólicos como el ácido cafeico, ácido ferulico, ácido galico y ácido p-coumarico (30).

El cacao es de todos los alimentos el que posee el contenido más alto de flavanoides por peso, y por tanto, un contribuyente significativo a la ingesta dietética total de flavonoides. Así, el contenido de polifenoles de semillas de cacao es de un 6% (semillas con un contenido graso del 54% y un 6% de humedad) (4).

2.3. Marco Legal.

2.3.1. Normas INEN.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, fue creado el 28 de agosto de 1970, mediante Decreto Supremo No. 357 publicado en el Registro Oficial No. 54 del 7 de septiembre de 1970 y desde su inicio ha venido actuando como la entidad nacional encargada de formular las Normas Técnicas Ecuatorianas teniendo como concepto básico satisfacer las necesidades locales y facilitar el comercio nacional e internacional (31).

2.3.2. Norma Técnica para la fermentación de cacao INEN 176:2018.

Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao en grano beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación. Esta norma se aplica al cacao beneficiado, destinado para fines de comercialización interna y externa (31).

2.3.2.1. Requisitos.

- El cacao beneficiado debe cumplir con los requisitos que a continuación se describen y los que se establecen en la tabla 11.

Tabla 11. Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado.

Requisitos	Cacao Fino			Cacao CCN51		Método de ensayo
	A.S.S.S	A.S.S	A.S.E	C.S.S	C.S.C	
Humedad, máximo, %*	7	7	7	7	7	INEN-ISO 2291
Peso de 100 granos, g	> 130	> 120 a 130	100 a 120	> 125	110-125	a
Granos fermentados, mínimo, %	75	65	53	68	55	INEN- ISO 1114
Granos violetas, máximo, %	15	21	25	18	26	INEN- ISO 1114
Granos pizarrosos, máximo, %	9	12	18	12	15	INEN- ISO 1114
Granos mohosos, máximo, %	1	2	4	2	4	INEN- ISO 1114
TOTALES (análisis sobre 100 granos), mínimo	100	100	100	100	100	
Granos defectuosos, máximo, %	0	1	3	1	3	b
Material relacionado al cacao, máximo, %	1	1	1	1	1	b
Material extraño, máximo, %	0	0	0	0	0	b
A.S.S.S. Arriba Superior Summer Selecto A.S.S. Arriba Superior Selecto A.S.E. Arriba Superior Época C.S.S. Cacao Superior Selecto C.S.C. Cacao Superior Corriente						

* El símbolo % (por ciento) representa al número 0,01 , que expresa a la fracción másica.

^a masa determinada por medio de una balanza u otro instrumento equivalente.

^b determinado en 500 g de muestra.

NOTA. Se permite la presencia de granza solo en el Cacao A.S.E y en el Cacao C.S.C en un máximo del 1,5

Fuente: (31)

- El porcentaje máximo de humedad del cacao beneficiado será de 7,0% (cero relativo), el que será determinado o ensayado de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 173.
- El cacao beneficiado no debe estar infestado.

- Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no debe exceder del 1% de granos partidos.
- El cacao beneficiado debe estar libre de: olores a moho, humo, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.
- El cacao beneficiado, hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes debe sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites recomendados de aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados.
- El cacao beneficiado debe estar libre de impurezas y materias extrañas (31).

CAPÍTULO III.
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. Localización.

La siguiente investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad Ciencias Pecuarias en la Finca Experimental “La María”, ubicada en el km 7 ½ 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 75msnm.

La obtención del cacao se realizó en el recinto Fayta, de la parroquia San Carlos ubicado en el cantón Quevedo de la provincia de Los Ríos, 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.

En la tabla 12 se detallan las características climáticas de la zona en estudio.

Tabla 12. *Características climáticas de la zona en estudio*

Parámetros	
Zona ecológica	bh-T
Altitud	75 msnm
Precipitación media anual	269.12 mm
Temperatura media anual	24.93 °C
Humedad relativa	85.5 %
Topografía	Regular
Heleofanía media anual	84.325 h/luz

Fuente: (32)

3.2. Tipo de investigación.

Se realizó una investigación exploratoria, descriptiva y experimental; puesta que no se ha encontrado datos sobre esta metodología de fermentación de cacao con maderas blancas.

3.2.1. Investigación exploratoria.

Se utilizó investigación exploratoria pues este tema no ha sido explorado en su totalidad, para determinar si el uso de maderas blancas, tiene influencia en la fermentación del cacao.

3.2.2. Investigación descriptiva.

En esta investigación se describió el comportamiento de cada tratamiento en la influencia de las maderas blancas en la fermentación de las almendras de cacao.

3.2.3. Investigación experimental.

Esta investigación experimental se efectuó varios ensayos, para poder analizar la influencia de la madera blanca en la fermentación de las almendras de cacao.

3.3. Método de investigación.

Los métodos de investigación serán los siguientes:

3.3.1. Método inductivo – deductivo.

Se utilizó este método ya que se aplicará un diseño experimental para obtener los resultados de la investigación, dando soluciones que partieron de un problema y así crear un método innovador a la hora de fermentar las almendras de cacao.

3.3.2. Método estadístico.

Con la ayuda de un software, se cuantifico, se tabulo y ordeno los datos obtenidos mediante análisis, los mismos que permitirá encontrar los resultados, de acuerdo a cuál es la influencia de las maderas blancas en la fermentación de almendras de cacao.

3.3.3. Método analítico.

Se analizaron los tratamientos y se evaluaron las almendras de cacao previamente fermentadas en cajones de madera blanca.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

En el presente trabajo investigativo cuenta con las siguientes fuentes de investigación.

3.4.1. Fuentes primarias.

- Trabajo de campo
- Investigación de laboratorio

3.4.2. Fuentes secundarias.

- Tesis
- Libros
- Páginas oficiales del Estado Ecuatoriano
- Artículos científicos
- Revistas
- Páginas web

3.5. Diseño de Investigación.

Se empleó un diseño de arreglo factorial completamente al azar, con 2 factores de estudio, factor A: 3 tipos de maderas blancas (Pino, Laurel y Guayacán Blanco) y factor B: 2 variedades de cacao (Forastero y Nacional), resultando 6 tratamientos y 4 repeticiones. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.5.1. Esquema del ANDEVA.

En la siguiente tabla 13, se muestra el esquema del análisis de varianza.

Tabla 13. *Esquema del ANDEVA*

Fuente de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)	
Tratamiento	(t-1)	5
Factor (a)	(a-1)	2
Factor (b)	(b-1)	1
Interacción	(a-1)*(b-1)	2
Error	t (r-1)	18
Total	(t * r)-1	23

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

3.5.2. Diseño del experimento.

Para llevar a cabo la siguiente investigación se realizó el siguiente diseño que se presenta a continuación en la tabla 14.

Tabla 14. *Diseño del Experimento*

Factores	
A (Cacao)	Nacional
	Forastero
B (Maderas)	Pino
	Laurel
	Guayacán Blanco

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

3.5.3. Esquema del experimento.

A continuación se muestra la tabla 15 donde se detalla el esquema del experimento.

Tabla 15. Esquema del experimento

Repeticiones	Tratamiento	Variedad cacao	Tipo madera
1	1	Nacional	Pino
1	2	Nacional	Laurel
1	3	Nacional	Guayacán “B”
1	4	Forastero	Pino
1	5	Forastero	Laurel
1	6	Forastero	Guayacán “B”
2	1	Nacional	Pino
2	2	Nacional	Laurel
2	3	Nacional	Guayacán “B”
2	4	Forastero	Pino
2	5	Forastero	Laurel
2	6	Forastero	Guayacán “B”
3	1	Nacional	Pino
3	2	Nacional	Laurel
3	3	Nacional	Guayacán “B”
3	4	Forastero	Pino
3	5	Forastero	Laurel
3	6	Forastero	Guayacán “B”
4	1	Nacional	Pino
4	2	Nacional	Laurel
4	3	Nacional	Guayacán “B”
4	4	Forastero	Pino
4	5	Forastero	Laurel
4	6	Forastero	Guayacán “B”

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

3.5.4. Modelo matemático.

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

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

Dónde:

Y_{ijk} = Total, de las observaciones en estudio.

μ = Efecto de la población.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

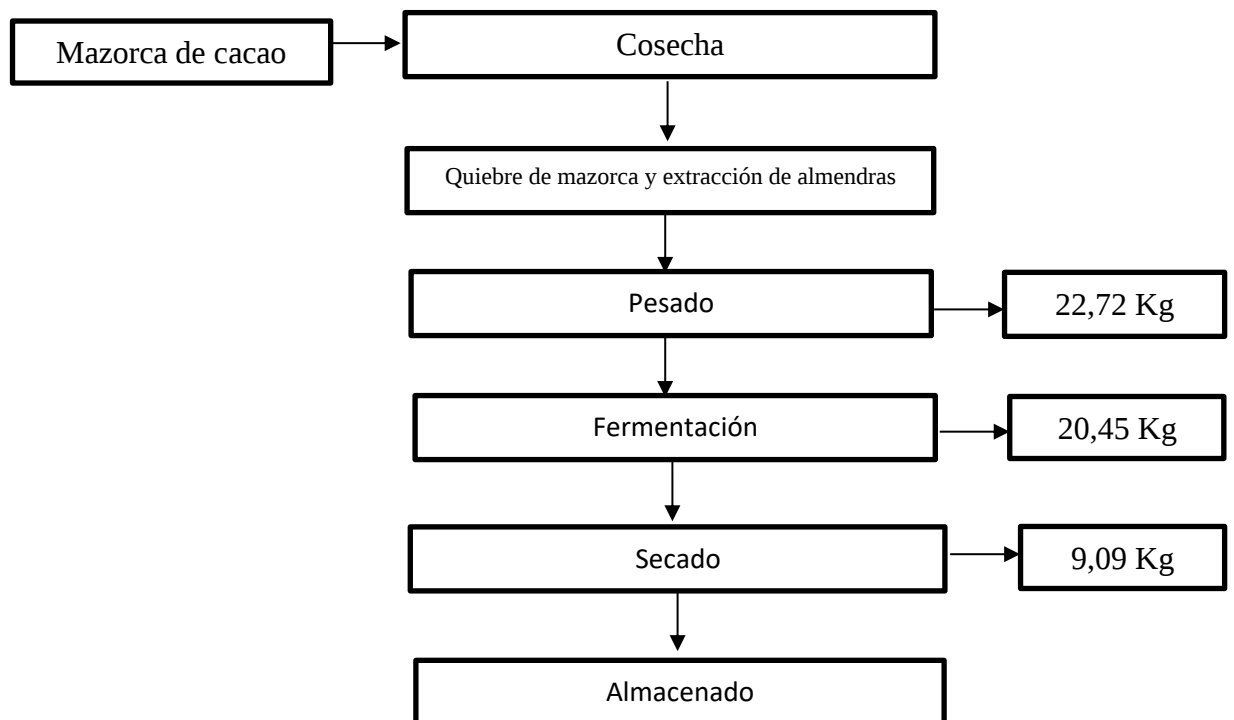
β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el valor A y el valor B

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio o error experimental.

3.6. Diagrama de Flujo de la fermentación de cacao.

Ilustración 1. *Diagrama de flujo de la Fermentación de cacao*



Elaborado por: Mendoza, E. 2020

3.6.1. Descripción de la fermentación de cacao.

Cosecha.- el cacao de la variedad Nacional y Forastero fue recolectado de la finca “La Represa” en el recinto Fayta, parroquia San Carlos del cantón Quevedo, la misma perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Quiebra de mazorcas y extracción de almendras.- se partieron las mazorcas y se extrajo las almendras para posterior proceso de fermentación.

Pesado.- se inició el proceso de fermentación con 22,72 Kg por cada cajón.

Fermentación.- se realizó en cajones de madera blanca (Pino, Laurel, y Guayacán Blanco), una buena fermentación debe indicar la muerte del embrión, la cual duró 96 horas alcanzando una temperatura mayor de 45° C. Obteniendo una pérdida del 10% del valor inicial.

Secado.- se realizó un método de sacado natural, que consistió en disminuir el porcentaje de humedad de la almendra hasta que llegue hasta el 7%. Basándose en la norma NTE INEN 173. Con un peso final de 9,09 kg.

Almacenado.- se almaceno en un ambiente seco, libre de humedad.

3.7. Instrumentos de Investigación.

3.7.1. Análisis físico – químico.

Los análisis realizados en siguiente investigación fueron:

3.7.1.1. Porcentaje de fermentación.

Una forma de evaluar el porcentaje de fermentación es mediante la técnica de la prueba de corte.

Proceso.

1. Se realizó recolecta 100 almendras tomadas al azar.
2. Se pesaron y posteriormente se realizó el corte longitudinal.
3. Según las características físicas internas del grano se determinó el porcentaje de fermentación.
4. Se realizó la clasificación y conteo, basándose en la norma INEN 176:2006, ver tabla 11.

3.7.1.2. Porcentaje de cascarilla o testa.

Es el contenido de cascarilla que posee la almendra de cacao una vez seca.

Proceso.

1. Se pesó 30g de almendras.
2. Se sacó la cascarilla.
3. Se pesó por separado los cotiledones y la cascarilla.
4. La diferencia se dividió para el peso de las almendras completas y se multiplico por 100.
5. Los rangos de referencia son: mínimo 10% y máximo 15%.

$$\% \text{Cascarilla} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

Dónde:

P1= Peso de las almendras

P2= Peso de los cotiledones sin cascarillas

3.7.1.3. Humedad.

Contenido de humedad de granos de cacao; es la pérdida de masa determinada por el método especificado en la norma técnica expresado como un porcentaje en masa.

Procedimiento.

1. Se pesó 10 gramos de muestra del cacao.
2. Se trituró en un mortero las almendras de cacao en partículas gruesas, evitando la formación de pasta.
3. Se colocó en un crisol la muestra triturada.
4. Luego llevó el crisol con la muestra a la estufa a 105°C, por un tiempo de 16 horas.
5. Luego se ingresó al desecador dejándolo enfriar por un espacio de 40 minutos, para luego proceder a pesar.

$$H = \frac{W_0 - W_1}{W_0} * 100$$

Dónde:

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

W1= Peso final de la muestra en gramos (g).

3.7.1.4. Acidez.

Su valoración se realizó en los cotiledones transformados en cacao en polvo, para lo cual se tomó 10g de muestra, se mezcló con agua destilada en proporciones 10 a 1. De solución se tomaron 10 ml. Las lecturas se toman con un potenciómetro.

3.7.1.5. Ceniza.

Es una medida del total de minerales presentes en un alimento.

Preparación de la muestra.

- Preferiblemente las muestras para el ensayo debieron estar en recipientes herméticos, limpios y secos.

- La muestra fue extraída de un lote determinado para ser representativa y no se expuso al aire por mucho tiempo.
- Se homogenizó la muestra colocándola varias veces en el recipiente.

Procedimiento.

- La determinación se realizó por duplicado sobre las mismas muestras.
- Se lavó y secó el crisol de porcelana en la estufa ajustada a una temperatura 60° C por 3 horas, luego se dejó enfriar en el desecador para después pesar con una aproximación al 0.1mg.
- Luego se colocó la muestra dentro del crisol pesado.
- Se introdujo el crisol en la mufla a una temperatura de 60° C por 3 horas hasta obtener cenizas libres.
- Se sacó el crisol con las cenizas, se dejó enfriar en el desecador y pesar.

Cálculos:

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

Dónde:

W0= peso de la muestra (g).

W1= peso del crisol vacío.

W2= peso del crisol más la muestra calcinada.

3.7.1.6. Polifenoles.

Los polifenoles totales del polvo de cacao son extraídos con una solución acuosa del metanol a 70%, mediante agitación magnética continua por 45 minutos. El extracto obtenido se filtra, se toma una alícuota del mismo y se realiza una reacción

colorimétrica con el reactivo de Folin y Ciocalteu, obteniendo una coloración azul, la misma que es cuantificada en un espectrofotómetro UV – VIS, a una longitud de onda de 760nm.

Procedimiento.

Extracción de la muestra.

1. En un Erlenmeyer de 125mL se pesó 1 g de muestra desengrasada.
2. Se adicionó 75mL de solución acuosa de metanol al 70% y se colocó en un agitador magnético.
3. Se llevó la muestra a la plancha de agitación y se agitó por 45 minutos a temperatura ambiente.
4. Se filtró el extracto a través de papel Whatman N° 4, en un balón volumétrico de 100 mL, se lavó de filtrado y se afora solución acuosa de metanol al 70%.

Cuantificación en el espectrofotómetro UV- VISIBLE.

1. Se transfirió cuantitativamente 1 ml del extractor a un tubo de ensayo, se añadió 9 ml de agua destilada (disolución A).
2. Se tomó 1 ml de la dilución A, se añadió 6 ml de agua destilada y 1ml de reactivo de Folin y Ciocalteu, luego de tres minutos añadió 2 ml de la solución de carbonato de sodio al 20% inmediatamente agitar en vortex y se calentó en baño maría a 40° C por 2 minutos (este procedimiento se realiza tantop para las muestras como para los estándares).
3. Se pasó la solución a una cubeta de vidrio y cuantificar en el espectrómetro UV-VIS bajo las siguientes condiciones:
 - Longitud de onda: 760nm.
 - Temperatura: Ambiente.
 - Slit: 0.2nm.

Cálculo y expresión de los resultados.

La cuantificación se realizó utilizando una curva de calibración realizada previamente en el equipo, utilizando la siguiente formula:

$$\frac{mg}{g} \text{ Acido Galico} = \frac{a * b * d * f}{P}$$

Dónde:

a= concentración de ácido gálico obtenida a partir de la curva de calibración (mg/L)

b=volumen total de extracto (100mL)

d=factor dilución (10)

f=factor para transformar unidades

P= peso de la muestra (g)

3.7.2. Análisis organolépticos.

- Perfil de sabores específicos
 - Floral
 - Frutal
 - Nuez
 - Dulce
- Perfil de sabores básicos
 - Amargor
 - Acidez
 - Astringencia
- Sabores adquiridos
 - Verde
 - Moho
 - Otros

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

Los recursos humanos que contribuyeron con la elaboración del proyecto investigativo, se nombran a continuación:

- Directora del proyecto de investigación Ing. Cynthia Yadira Erazo Solórzano. Msc.
- Srta. Evelyn Mendoza Intriago autora del proyecto investigativo.

3.8.2. Recursos materiales.

3.8.2.1. Materia prima.

- Cacao de origen Nacional y Forastero.

3.8.2.2. Materiales.

- Cajones de madera elaborados de madera blanca (Pino. Laurel y Guayacán Blanco).

3.8.2.3. Materiales de laboratorio.

- Matraz Erlenmeyer
- Gotero
- Bureta Graduada
- Soporte Universal
- Crisoles
- Vasos de precipitación
- Matraz volumétrico
- Estufa

- Desecador
- Mortero
- Guillotina
- Balanza analítica
- Papel de Whatman N° 4

3.8.2.4. Reactivos.

- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Agua libre de CO₂
- Metanol grado reactivo al 99,5%
- Estándar Acido Galico monohidratado 97,5 – 102.5%
- Reactivo de Folin y Ciocalteu
- Carbonato de sodio 99,5%
- Agua destilada
- Éter de petróleo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de tiempo y temperaturas de la fermentación de cacao.

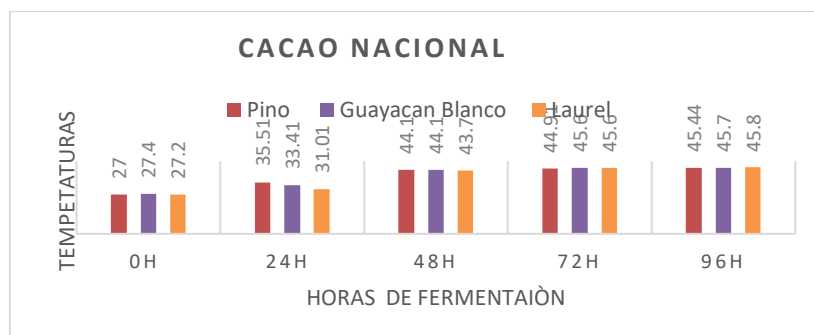
4.1.1. Cacao Nacional.

En la Gráfica 1. se muestra el tiempo y la temperatura del cacao Nacional para alcanzar la fermentación, detallando la gráfica nos indica que en las 0 horas el cacao en el fermentador de madera Pino alcanza 27° C, Guayacán Blanco 27,4° C y Laurel 27,2° C. A las 24 horas nos muestro una mayor temperatura en el fermentador de madera Pino alcanzando 35,51° C, Guayacán Blanco 33,41° C, mientras que el Laurel fue el más bajo con 31,01° C. En las 48 horas el fermentador de Pino y Guayacán Blanco alcanzaron una misma temperatura de 44,1° C, mientras que en el de Laurel logro una temperatura de 43,7° C. Dentro de las 72 horas el fermentador de Pino logro 44,91° C, mientras que el que Guayacán Blanco y Laurel alcanzaron una temperatura de 45,6° C. A las 96 horas se detectó que en el Pino alcanzando 45,44° C, en el fermentador de Guayacán Blanco tuvo una temperatura de 45,7° C, mientras que el de Laurel alcanzo 45,8° C. Con las temperaturas alcanzadas a las 96 horas se detectó que el embrión estaba muerto tras partir 10 almendras de cacao de cada fermentador.

Según (Parraga, E. 2017) (33) en su trabajo de titulación en la ciudad de Calceta, destaca que a las 120 horas se logró la fermentación del cacao Nacional. Un estudio de (ANECACAO) (34), demostró que en la variedad Nacional, se logró fermentar el cacao a las 90 horas con una temperatura de 45° C, coincidiendo con los resultados de esta investigación.

Gráfica 1. *Tiempo temperatura de la fermentación del cacao Nacional. La Represa.*

UTEQ. 2020



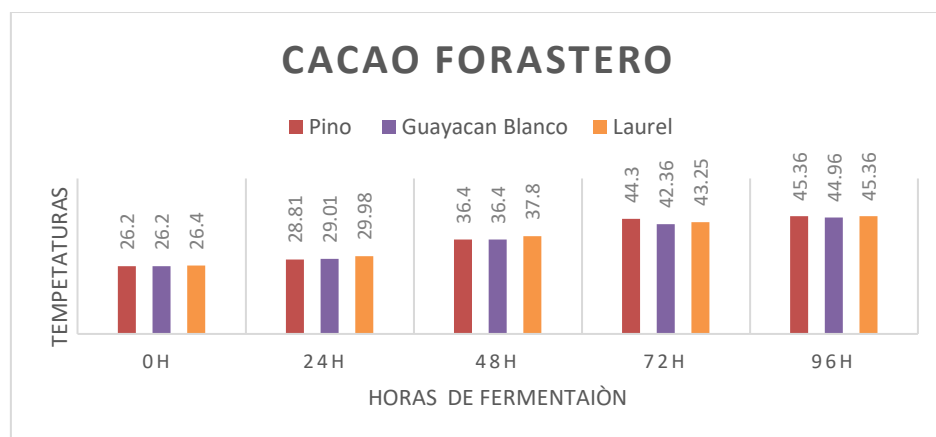
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

4.1.2. Cacao Forastero.

En la gráfica 2. se muestra el tiempo y la temperatura del cacao Forastero para alcanzar la fermentación, detallando la gráfica nos indica que en las 0 horas el cacao en el fermentador de madera Pino y Guayacán Blanco alcanzaron 26,2° C y el de Laurel 26,4° C. A las 24 horas nos muestra una menor temperatura en el fermentador de madera Pino alcanzando 28,81° C, Guayacán Blanco 36,4° C, mientras que el Laurel fue el más alto con 29,98° C. En las 48 horas el fermentador de Pino y Guayacán Blanco alcanzaron una misma temperatura de 36,4° C, mientras que en el de Laurel logro una temperatura mayor de 37,8° C. Dentro de las 72 horas el fermentador de Pino logro 44,33° C; mientras que el que el de Guayacán Blanco 42,36° C y el de Laurel tuvo una temperatura de 43,25° C. A las 96 horas se detectó que en el pino y el Laurel alcanzaron 45,36° C, en el fermentador de Guayacán Blanco tuvo una temperatura de 44,96° C. Con las temperaturas alcanzadas a las 96 horas se detectó que el embrión habría muerto tras partir 10 almendras de cacao de cada fermentador.

En una investigación realizada en Venezuela por (Graziani, L. 2003) (35) coincidiendo con esta investigación, demostró que en la fermentación de cacao lo logro en 90 horas con una temperatura de 41° C. Según (Erazo, C. 2019) (36) demostró en su investigación que el cacao Forastero se fermento a las 120 horas, obteniendo una temperatura de 48° C.

Gráfica 2. *Tiempo temperatura de la fermentación del cacao Forastero. La Represa.*
UTEQ. 2020



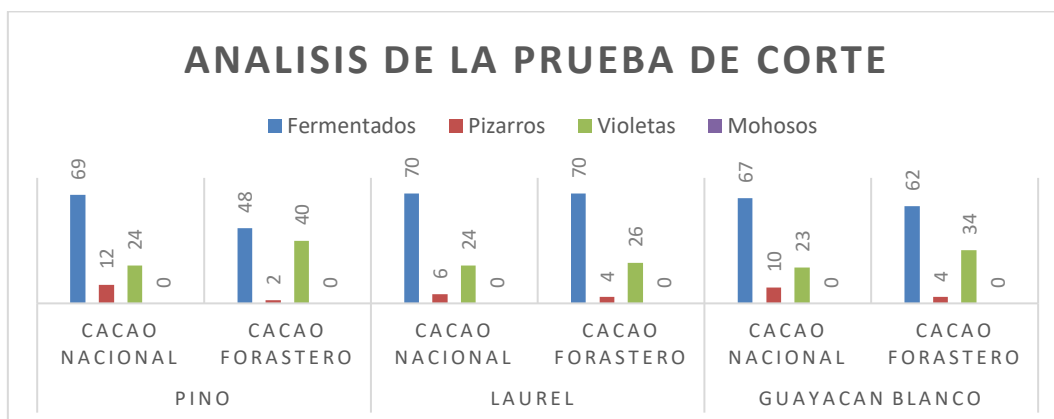
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

4.1.3. Prueba de corte.

En la Gráfica 3. representa el análisis de prueba de corte de las almendras de cacao previamente de fermentados. Para este análisis se realizó un conteo de 100 almendras de cacao por cada fermentador y variedad de cacao para posteriormente realizar un corte longitudinal, rigiéndose bajo la norma técnica para la fermentación de cacao INEN 176:2018 se logró identificar las almendras fermentadas, pizarra, violetas y mohosas. Se demostró que los cajones de Laurel y Guayacán Blanco sirven como fermentadores, por que cumple con el mínimo de almendras fermentadas de 65 como especifica la norma ya antes mencionada, en exento el cajón de Pino con cacao de la variedad Forastero no alcanzo el mínimo el cual solo obtuvo 48 almendras fermentadas. En cuanto a las almendras defectuosas, dentro de violetas no superaron los rangos permitidos de máximo 21 almendras, pese a esta observación en pizarras si cumplieron con lo dispuesto en la norma de un máximo de 12 y se detectaron 0 almendras mohosas.

Según (Alvares, C. 2010)(37) en su investigación de realizada para Revista Científica UDO Agrícola, demostró que en la prueba de corte se destacaron los granos bien fermentados con un total de 89 almendras, las cuales fueron fermentadas en cajones de madera de naranjo. De acuerdo con (García, H. y Martínez, R. 2013) (38) definió que en su trabajo investigativo los resultados en la prueba de corte obtuvieron 68 almendras bien fermentadas de la variedad de cacao criollo moderno.

Gráfica 3. *Análisis de prueba de corte de las almendras de cacao previamente de fermentados. La Represa. UTEQ. 2020*



Elaborado por: Mendoza, E. 2020

4.2. Análisis físico – químicos de las almendras de cacao.

En la Tabla 16. se detallan los promedios de los análisis de prueba de testa, humedad, ceniza y acidez, realizado en las almendras de cacao previamente fermentadas en cajones de madera blanca. De acuerdo con el ANDEVA, existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en cuanto a las variables de estudio.

Tabla 16. Promedios de los análisis de prueba de testa humedad, ceniza y acidez.
FCP. La Represa. UTEQ. 2020

Tratamientos	Prueba de Testa	Humedad	Ceniza	Acidez
T1 (P – N)	10,63 a	7,99 a	3,95 c	6,63 a b c
T2 (P – F)	13,84 d	6,98 a	2,65 a	6,36 a b
T3 (L – N)	12,90 c	7,00 a	3,28 b	6,62 a b c
T4 (L – F)	10,47 a	7,00 a	3,53 b	6,64 b c
T5 (G.B – N)	10,65 a	7,00 a	2,92 a	6,71 c
T6 (G.B – F)	12,32 b	6,99 a	3,39 b	6,3 a
Media	11,80	6,99	3,29	6,54
V. máx.	13,84	7,99	3,95	6,71
V. mín.	10,47	6,98	2,65	6,36
C.V (%)	1,71	0,27	4,62	2,34

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

P= Pino

L= Laurel

G.B= Guayacán Blanco

N= Nacional

F= Forastero

V. máx.= Valor máximo

V. mín.= Valor mínimo

C.V= Coeficiente de variación

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

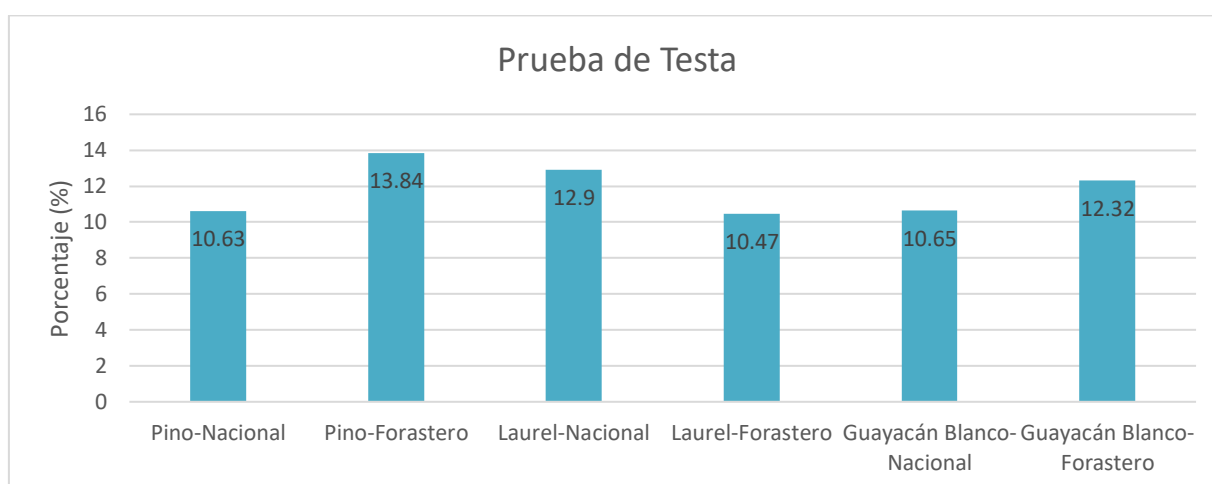
4.2.1. Prueba de testa.

El análisis de varianza demostró que en la prueba de testa existió una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 1,71 en donde se determinó que el T2 (Pino – Forastero) con 13,84% y el más bajo el T4 (Laurel – Forastero) con 10,45%.

Según (Lares, A. y Gutiérrez, M. 2012) (39) en el efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicos, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado de Miranda, Venezuela; demostró que el porcentaje de testa 14,21% siendo mayores a los que se determinaron en esta investigación. De acuerdo con (Álava, L. 2016) (40) en su trabajo investigativo dice que los porcentajes de testa son entre 10 y 12%, estos datos concuerdan con los resultados de esta investigación.

En la Gráfica 4. se demuestra el porcentaje de testa en las almendras de cacao, de acuerdo con la norma técnica para la fermentación de cacao INEN 176:2018, la testa no debe exceder del 15% del peso de la almendra, de acuerdo con los resultados obtenidos se demostró que todos los tratamientos cumplen con lo establecido en la norma.

Gráfica 4. *Análisis prueba de testa. FCP. La Represa. UTEQ. 2020*



Elaborado por: Mendoza, E. 2020

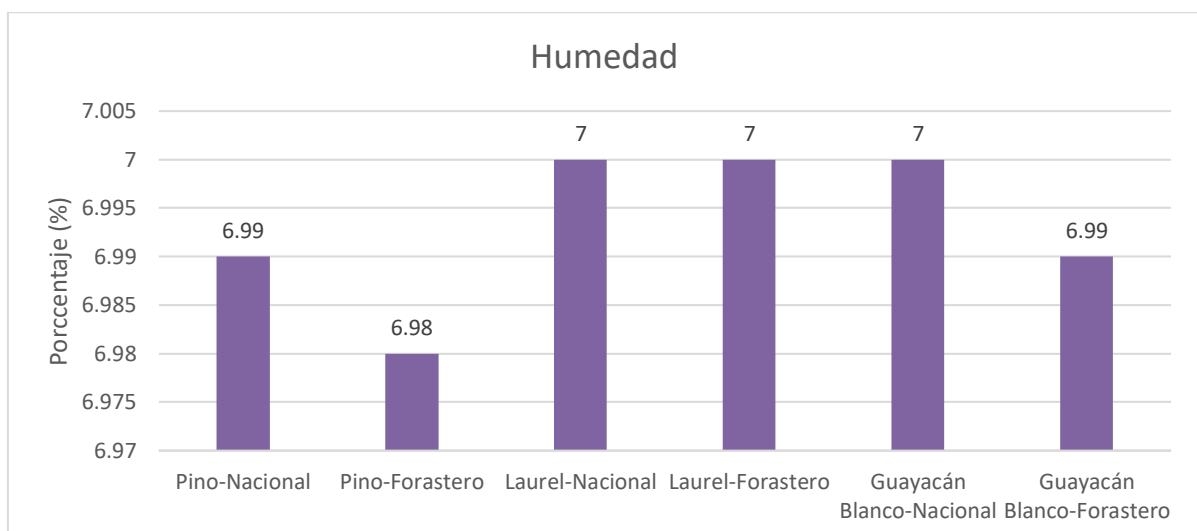
4.2.2. Humedad.

El análisis de varianza demostró que en la prueba de humedad no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 0,27 en donde se determinó que el T3 (Laurel – Nacional), T4 (Laurel – Forastero) y T5 (Guayacán Blanco – Nacional) con 7% y el más bajo fue el T2 (Pino – Forastero) con 6,98%.

De acuerdo con la investigación realizada por (Álava, L. 2016) (40), obtuvo en sus resultados de humedad de 7,4%, muy por encima de los resultados que se obtuvieron en esta investigación. Según (Sullivan, J. y Pérez, M. 2011) (11) en el estudio realizado los porcentajes de humedad que se obtuvieron fueron de 4,55%, estos fueron muy debajo de los que se obtuvieron en la presente investigación.

En la Gráfica 5. se demuestra el porcentaje de humedad en las almendras de cacao, de acuerdo con la norma técnica para la fermentación de cacao INEN 176:2018, la humedad no debe exceder del 7%, con los resultados obtenidos se demostró que los tratamientos cumplen con la norma establecidas.

Gráfica 5. Análisis de humedad. FCP. La Represa. UTEQ. 2020



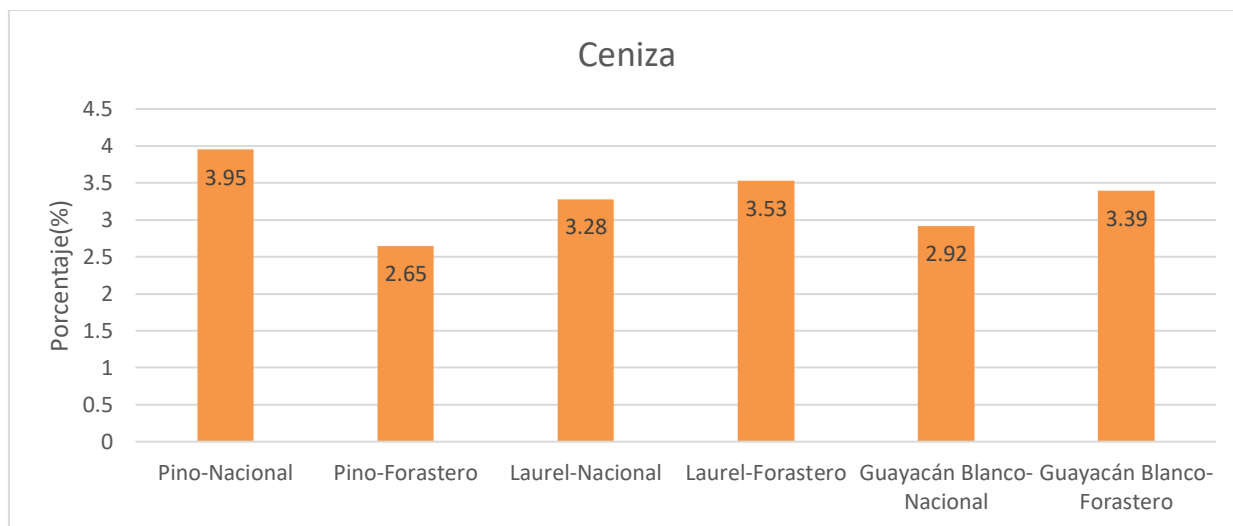
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

4.2.3. Ceniza.

El análisis de varianza demostró que en la prueba de ceniza existió diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 4,62 en donde se determinó que el T1 (Pino – Nacional) fue el más alto con 3,95 y el más bajo fue el T2 (Pino – Forastero) con 2,65%.

En la Gráfica 6. se demuestra los porcentajes de cenizas en las almendras de cacao previamente fermentadas. Según (Andrade, C. 2019) (41) en la investigación realizada en Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao de Ecuador y Perú, dice que el porcentaje de ceniza fue 2,23%, siendo un valor inferior al obtenido en la investigación. Concordando con (Álava, L. 2016) (40) en los resultados obtenidos en su investigación de efecto tiempo y temperatura de tostado del cacao fino de aroma, en sus características fisicoquímicas y organolépticas, demostró un porcentaje de ceniza de 3,10%, similar a los resultados que se obtuvieron en esta investigación.

Gráfica 6. *Análisis de ceniza. FCP. La Represa. UTEQ. 2020*



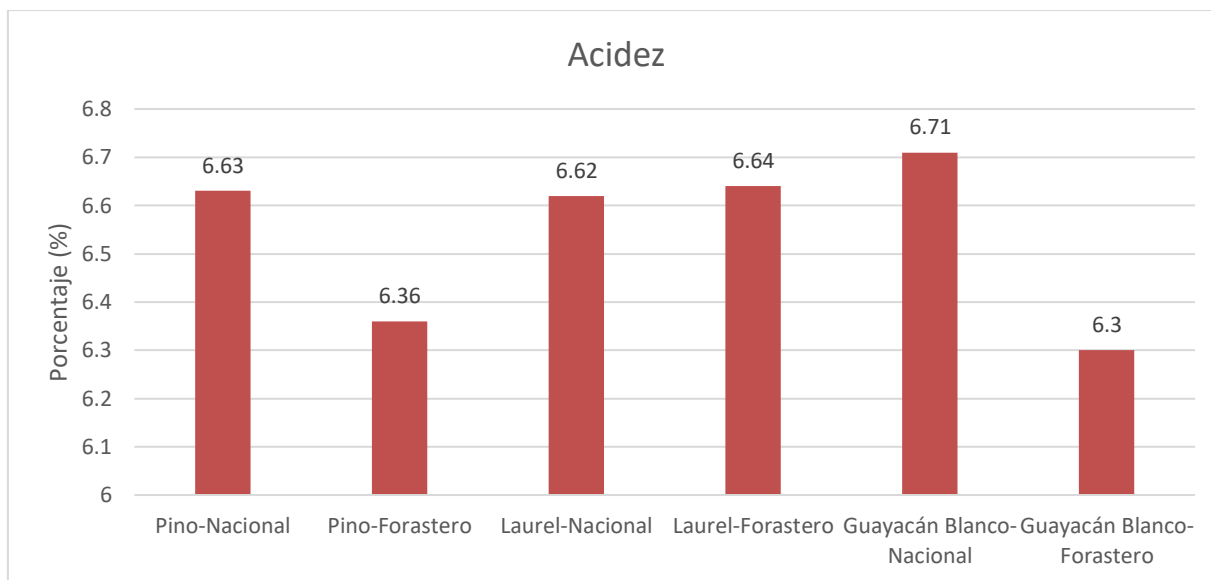
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

4.2.4. Acidez.

En la Gráfica 7. se detallan la acidez de las almendras de cacao previamente fermentadas. El análisis de varianza demostró que en la prueba de acidez si existió una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 2,34 en donde se determinó que el tratamiento con el valor más alto fue el T5 (Guayacán blanco – Nacional) con 6,71% y el más bajo el T3 (Guayacán blanco – Forastero) con 6,3%.

En referencia al trabajo realizado por (Lares, A. 2012) (39) demostró en sus resultados de acidez un 4,82%, muy por debajo de los resultados obtenidos en esta investigación. Por otra parte según (Jubet, Y. 2017) (42) en su investigación de estudio de los tiempos de drenaje, fermentación y remoción del cacao criollo sus resultados fueron entre 5,6% – 6,50%; estos resultados se acercan a los que obtuvimos en la investigación.

Gráfica 7. Análisis de Acidez. FCP. La Represa. UTEQ. 2020



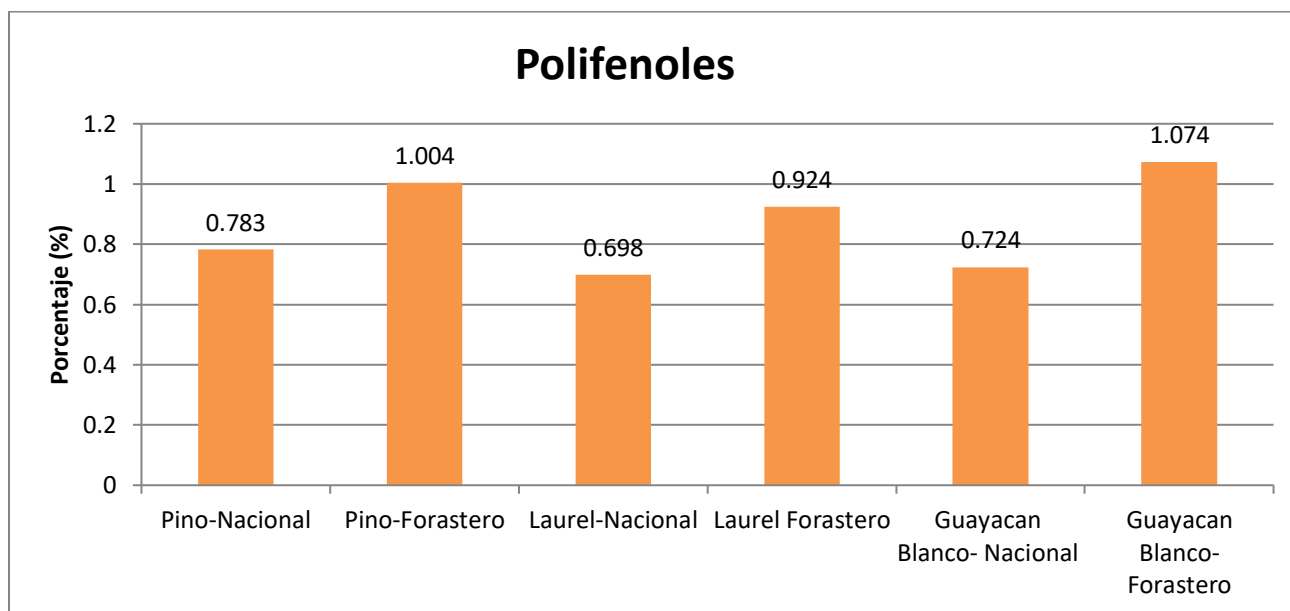
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

4.2.5. Análisis polifenoles totales en las almendras de cacao.

Analizando los resultados de la Gráfica 8. se determinó que el T6 (Guayacán Blanco – Forastero) tuvo en porcentaje más alto que fue 1,074%; seguido del T2 (Pino – Forastero) que tuvo 1,004; el T4 (Laurel – Forastero) tuvo 0,924; T1 (Pino – Nacional) obtuvo 0,783; T5 (Guayaban Blanco – Nacional) tuvo 0,724; siendo así el T3 (Laurel – Nacional) el porcentaje más bajo con 0,698%.

Según (Álvarez, C. 2007) (43) en su investigación de caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua; en sus análisis de polifenoles obtuvo un resultado de 0,27% muy por debajo de los resultados que se obtuvieron en esta investigación. Por otro lado según (Estévez, S. 2009) (18) en su aporte investigativo nos dice que sus resultados en polifenoles en almendras de cacao fueron 0,65%, siendo estos resultados más parecidos a los ya antes mencionados.

Gráfica 8. Análisis de Polifenoles. FCP. La Represa. UTEQ. 2020



Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4. Análisis sensorial de pasta de cacao.

En la Tabla 17. se muestran los promedios de los análisis organolépticos realizado a la pasta de cacao, de almendras previamente fermentadas en cajones de maderas blancas. De acuerdo con el ANDEVA, no existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos estudiados.

Tabla 17. Promedio de los análisis organolépticos. FCP. La Represa. UTEQ. 2020

	Perfil de Sabores específicos					Perfil de sabores básicos			Sabores adquiridos		
	Cacao	Floral	Frutal	Nuez	Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho	Otros
T1(Pino – Nacional)	5,93 a	5,43 a	2,90 a	2,62 a	2,82 a	4,02 a	2,25 a	4,50 a	0,13 a	0,28 a	0,00
T2(Pino – Forastero)	5,48 a	5,05 a	2,45 a	1,89 a	2,48 a	3,70 a	2,43 a	3,93 a	0,28 a	0,20 a	0,00
T3(Laurel – Nacional)	5,73 a	5,43 a	1,93 a	2,73 a	2,60 a	4,03 a	2,45 a	4,68 a	0,20 a	0,00 a	0,00
T4(Laurel – Forastero)	5,83 a	5,08 a	2,70 a	2,57 a	2,89 a	3,62 a	2,20 a	3,43 a	0,15 a	0,00 a	0,00
T5(Guayacán Blanco –Nacional)	5,73 a	4,98 a	2,88 a	2,15 a	3,98 a	3,39 a	2,15 a	3,23 a	0,16 a	0,00 a	0,00
T6(Guayacán Blanco – Forestal)	5,73 a	5,78 a	2,83 a	2,67 a	2,98 a	3,98 a	2,38 a	3,75 a	0,16 a	0,00 a	0,00
Media	5,73	5,38	2,31	2,41	2,67	3,86	2,33	4,21	0,18	0,24	0,00
V. máx.	5,93	5,78	2,90	2,67	3,98	4,03	2,45	4,68	0,28	0,00	0,00
V. mín.	5,48	5,05	1,93	1,89	2,48	3,39	2,15	3,23	0,13	0,28	0,00
C.V (%)	15,19	19,11	29,64	18,39	18,94	19,24	28,67	18,74	20,20	22,14	0,00

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

V. máx.= Valor máximo

V. mín.= Valor mínimo

C.V= Coeficiente de variación

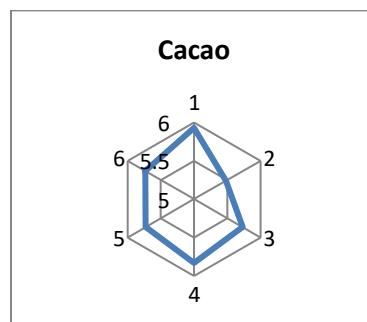
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.1. Perfil de sabores específico.

2.4.1.1. Cacao.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 15,19 de acuerdo con la gráfica 9, donde se demuestra que el T1 (Pino – Nacional) 5.93, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor específico (cacao).

Gráfica 9. Perfil de sabores específicos (Cacao). FCP. La Represa. UTEQ. 2020

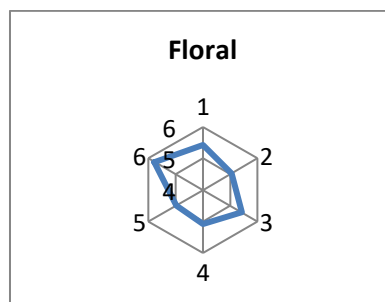


Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.1.2. Floral.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 19,11 de acuerdo con la gráfica 10, donde se demuestra que el T6 (Guayacán Blanco – Forastero) 5,78, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor específico (Floral).

Gráfica 10. Perfil de sabores específicos (Floral). FCP. La Represa. UTEQ. 2020

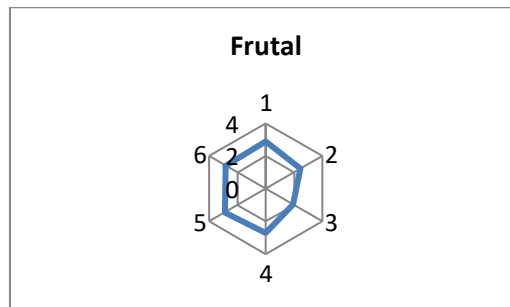


Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.1.3. Frutal.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 29,64 de acuerdo con la gráfica 11, donde se demuestra que el T1 (Pino – Nacional) 2,90 obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor específico (Frutal).

Gráfica 11. *Perfil de sabores específicos (Frutal). FCP. La Represa. UTEQ. 2020*

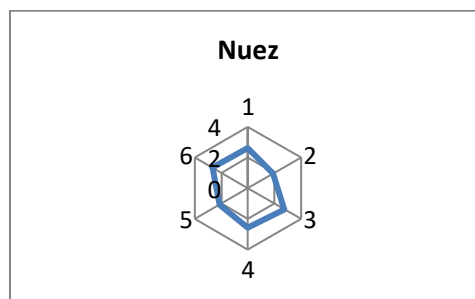


Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.1.4. Nuez.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 18,39 de acuerdo con la gráfica 12, donde se demuestra que el T6 (Guayacán Blanco – Forastero) 2,67, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor específico (Nuez).

Gráfica 12. *Perfil de sabores específicos (Nuez) FCP. La Represa. UTEQ. 2020*

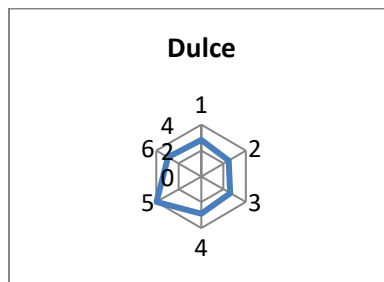


Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.1.5. Dulce.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 18,94 de acuerdo con la gráfica 13, donde se demuestra que el T5 (Guayacán Blanco – Nacional) 3,98, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor específico (Dulce).

Gráfica 13. Perfil de sabores específicos (Dulce). FCP. La Represa. UTEQ. 2020



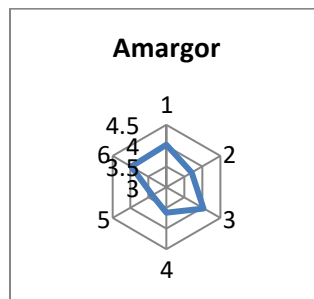
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.2. Perfil de sabores básico.

2.4.2.1. Amargor.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 19,24 de acuerdo con la gráfica 14, donde se demuestra que el T3 (Laurel – Nacional) 4,03, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor básico (Amargor).

Gráfica 14. Perfil de sabores básico (Amargor). FCP. La Represa. UTEQ. 2020

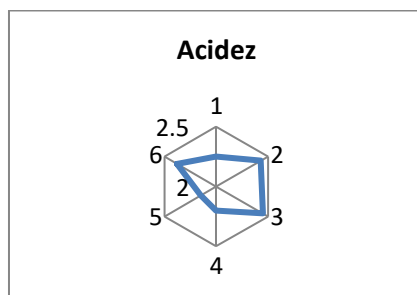


Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.2.2. Acidez.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p = <0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 28,67 de acuerdo con la gráfica 15, donde se demuestra que el T6 (Guayacán Blanco – Forastero) 2,38, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor básico (Acidez).

Gráfica 15. Perfil de sabores básico (Acidez). FCP. La Represa. UTEQ. 2020

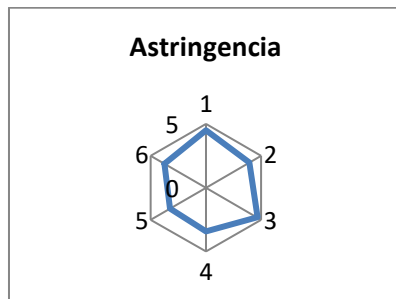


Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.2.3. Astringencia.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 18,74 de acuerdo con la gráfica 16, donde se demuestra que el T3 (Laurel – Nacional) 4,68, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor básico (Astringencia).

Gráfica 16. Perfil de sabores básico (Astringencia). FCP. La Represa. UTEQ. 2020



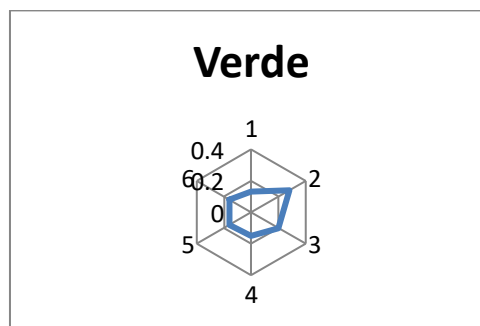
Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.3. Sabores adquiridos.

2.4.3.1. Verde.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 20,20 de acuerdo con la gráfica 17, donde se demuestra que el T2 (Pino – Forastero) 0,28, obtuvo la mejor puntuación en referencia al perfil de sabor adquirido (Verde).

Gráfica 17. *Sabores adquiridos (Verde). FCP. La Represa. UTEQ. 2020*

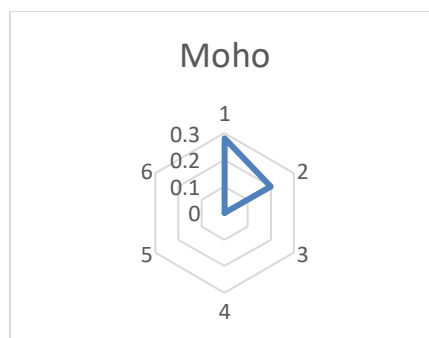


Elaborado por: Mendoza, E. 2020

2.4.3.2. Moho.

El análisis de varianza demostró que en dicha prueba no hubo una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos con un coeficiente de variación (CV) 22,14 de acuerdo con la gráfica 18, donde se demuestra que el T1 (Pino – Nacional) 0,28 y el T2 (Pino - Forastero) presentaron moho en dichos tratamientos.

Gráfica 18. *Sabores adquiridos (Moho). FCP. La Represa. UTEQ. 2020*



Elaborado por: Mendoza, E. 2020

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENCIONES

5.1. Conclusiones.

- En lo que respecta a los parámetros físico – químicos de % de testa de testa, acidez y cenizas, se determinó que los cajones de maderas blancas (Laurel y Guayacán Blanco) sirven como unos excelentes fermentadores de cacao ya que se logró tener un mayor número de almendras bien fermentadas. Mientras que el cajón de madera (Pino) no logro tener el número de almendras bien fermentadas que rige en la norma técnica para la fermentación de cacao INEN 176:2018.
- En la evaluación del análisis organoléptico dio como resultado que no hubo diferencia significativa pero se logró detectar en cada tratamiento de los sabores específicos, básicos y adquiridos, en donde se destacó el T3 (Laurel - Nacional) y T6 (Guayacán Blanco - Forastero) ya que ellos presentaron un mayor número referencias en los catadores entrenados. También así, se determinó que hubo presencia de moho en las pastas de cacao fermentadas en el cajón de (Pino).
- Las almendras de cacao previamente fermentadas contiene un alto porcentaje de compuestos bioactivos. Destacando que la variedad de cacao (Forastero) tiene un alto porcentajes polifenoles con un 1,074%, mientras que el cacao de variedad (Nacional) contiene un 0,698% de polifenoles. Teniendo como resultado que el cacao (Forastero) tiene un alto nivel de antioxidantes los cuales en la literatura dicen que son muy beneficiosos para la salud de las personas.

5.2. Recomendaciones.

- Realizar más investigaciones sobre la fermentación con maderas, ya sean blancas o nobles ya que en el medio que nos desarrollamos es muy poco el conocimiento acerca de la fermentación del cacao nacional, forastero y sus clones adyacentes, causando un impacto en la sociedad agroeconómica de nuestra provincia.
- Investigar más las diversas variedades de cacao las características beneficiosas de los antioxidantes presentes en las almendras, desde que se cosecha hasta llegar al producto final (chocolate) ya que es alimento consumido por muchas personas en el país y está sujeto a exportaciones hacia países desarrollados de primer mundo con lo cual seríamos pioneros en investigaciones encaminadas a saber la cantidad de antioxidantes presente en el cacao.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Gordon WG. Economista Tema : Industrializacion Y Comercializacion De Cacao En El Canton Manta Provincia De Manabi Autor : Universidad Catolica Santiago de Guayaquil; 2010.
2. David Pastorelly Ruiz. Bioquimica_y_microbiologia_fermentacion_cacao. 2013. p. El Cacaotero.
3. Simbioti-k. Fermentación de cacao en cajones – Simbioti-k – Formación & Consultoría. 2016. p. Simbioti-k.
4. Mendoza TC. Protocolo 5 Beneficio post-cosecha. Instituti Nacional de Investigaciones Agropecuarios; 2016.
5. Kronos Code. El cacao en sistemas agroforestales | ¿Qué es la calidad del cacao? p. Caja de herramientas para cacao.
6. Cacao Nacional un producto emblemático del Ecuador. 2015. p. ANECACAO Ecuador.
7. Productores de Santa Clara, Pastaza, aprenden a construir cajones para fermentar cacao – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. 2018. p. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Available from: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-santa-clara-pastaza-aprenden-a-construir-cajones-para-fermentar-cacao/>
8. Ronald Maxwell Campos Cisneros. Maderas. 2009.
9. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Antioxidantes En Alimentos: Principales Fuentes Y Sus Contenidos | Antioxidantes Portal Antioxidantes Primer Portal de Antioxidantes, Alimentos y Salud en el Mundo de Habla Hispana. p. CORFO-Chile.
10. Ecuador, la Cuna del Cacao. p. República del cacao.
11. Sullivan JHDEO, Juan I, Pérez M. Seminario de Investigación: “ Estudio Agromor fológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután y California del Departamento de Usulután en El Salvador .” Mireya Patricia García López Ingeniero en Agroindustria Aseso. Dr. Jose Matias Delgado; 2011.
12. Andrés A, Orcés N, Valeria N, Piedra P. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2012.

13. Julio Ochoa. Estadísticas Actuales Exportaciones de Cacao. Asociación Nacional de Exportadores. de Cacao e Industrializados del Ecuador ANECACAO;
14. David Pastorelly Ruiz. Bioquímica y microbiología fermentación cacao. 2013. p. El Cacaotero.
15. : Nelly Paredes Andrade. Manual de Cultivo de Cacao para la Amazonia Ecuatoriana. Quito; 2009.
16. Rivera Fernández RD, Barrera Álvarez AE, Guzmán Cedeño ÁM, Medina Quinteros HN, Casanova Ferrín LM, Peña Galeas MM, et al. Efecto Del Tipo Y Tiempo De Fermentación En La Calidad Física Y Química Del Cacao (Theobroma Cacao L.) Tipo Nacional. Cienc y Tecnol. 2012 Jul;5(1):7.
17. Jaime Freire. Elaboración de Chocolate. Quito; 2019. PAPACACAO.
18. Soraya Verdesoto Estévez Zamorano P. Caracterización química preliminar de cacao (Theobroma cacao) de los municipios de Omoa y La Masica, Honduras. [Zamorano]: Universidad del Zamorano; 2009.
19. Ignacio C, Guevara B. Universidad Veracruzana Instituto De Ciencias Basicas. Xalapa, Veracruz; 2016.
20. Giraldo Palencia. La Fermentación Del Cacao En Madera Mejora Su SaboR. Septiembre. 2016;
21. Jaime Freire. Elaboración de Chocolate. 1st ed. Quito; 18–19 p.
22. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural y limpieza de los granos.
23. Hervás V. Materiales de Madera.
24. Marco Vinueza. Ficha Técnica No. 14 Pino (Pinus Patula). 2013. p. Ecuador Forestal.
25. Marco Vinueza. Ficha Técnica N° 4: LAUREL. 2012.
26. Marco Vinueza/. Ficha Técnica N° 6: GUAYACÁN. 2012.
27. Arranz S, Saura-Calixto F, Shaha S, Kroon PA. High contents of nonextractable polyphenols in fruits suggest that polyphenol contents of plant foods have been underestimated. J Agric Food Chem. 2009 Aug;57(16):7298–303.
28. M. Quiñones MM y AA. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Inst Investig en Ciencias Aliment. 2015;02(02).
29. Schroeter H, Holt RR, Orozco TJ, Schmitzt HH, Keen CL. Milk and absorption

- of dietary flavanols. *Nature*. 2003 Dec;426(6968):787–8.
30. Elena Cienfuegos; Jovellanos Fernández. UNIVERSIDAD DE MURCIA. [Murcia]: Universidad de Murcia; 2016.
 31. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. Reseña Histórica. 2019.
 32. Miguel Castillo Ramos J. Diseño De Un Fermentador Orientado A Mejorar El Proceso De Fermentación Del Cacao Criollo Blanco De Piura Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional Repositorio institucional PIRHUA-Universidad de.
 33. Parraga E. Comparación De Perfiles Físicos Y Sensoriales Entre Clones De *Theobroma cacao* L . Bajo Tres Tiempos De Microfermentación. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria; 2017.
 34. ANECACACO. The Taste of Quality BALAO-ECUADOR [Internet]. p. 18. Available from:http://www.anecacao.com/uploads/2013/09/Presentacion.Fermentacion.y.Secado.de_.Cacao_.BALAO_.ECUADOR.pdf
 35. Graziani de Fariñas L, Ortiz de Bertorelli L, Alvarez N, Trujillo de Leal A. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*. 2003;53(2):175–88.
 36. Erazo C. “Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L), en el cantón El Empalme provincia Guayas.” [Quito]: Universidad Internacional SEK; 2019.
 37. 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. *Rev Científica UDO Agrícola* [Internet]. 2010;10(1):76–87. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3909942>
 38. García Escobar Hm, Martínez Ramírez Rn. Determinación Del Perfil De Sabor De Doce Cacaos Autóctonos (*Theobroma Cacao* L.) Producidos En Siete Fincas Cacaoteras De El Salvador. Vol. 53, *Journal Of Chemical Information And Modeling*. Universidad De El Salvador; 2013.
 39. Lares Amaiz M, Gutiérrez R, Pérez E, Álvarez C. Efecto del tostado sobre las propiedades físicas, fisicoquímicas, composición proximal y perfil de ácidos grasos de la manteca de granos de cacao del estado Miranda, Venezuela. *Rev Científica UDO Agrícola*. 2012;12(2):439–46.

40. Ladys Maribel Álava Moreira. Efecto Tiempo - Temperatura De Tostado Del Cacao Fino De Aroma, En Sus Características Fisicoquímicas Y Organolépticas. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López; 2016.
41. Andrade-Almeida, Rivera García CF, Ureña-Peralta. Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. 2019;1–12.
42. Inga Valenzuela Jubet Yemerson. Estudio De Los Tiempos De Drenaje, Fermentación Y Remoción Del Cacao Criollo (*Theobroma Cacao* L.). Universidad Nacional Agraria De La Selva; 2017.
43. Álvarez C, Pérez E, Lares M. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agron Trop*. 2007;57(4):249–56.

CAPÍTULO VI

ANEXOS

Anexo 1. Inicio de la fermentación de cacao



**Ubicando cacao en
cajones**



Inicio de fermentación



Toma de temperatura

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

Anexo 2. Proceso de secado de cacao



Secado Cacao Nacional



Secado Cacao Forastero



Secado en tendales

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

Anexo 3. Análisis Físico - Químico



Prueba de acidez



Ceniza



Prueba de corte

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

Anexo 4. Prueba sensorial

**FORMATO PARA REGISTRO DE DATOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL
EN LICOR DE CACAO**

Prueba del investigador

Nombre _____ Fecha _____

Toma muestra entre identificada por medio de su código de tres dígitos. La muestra que se utiliza es de 9 a 10 puntos para medir el contenido o intensidad del sabor que se encuentra en cada uno de ellos.

Detalle de la calificación:

0 = ausente
 1-2 = intensidad baja
 3-5 = intensidad media
 6-8 = intensidad alta
 9-10 = intensidad muy alta

Regista cuanto veces sea necesario para detectar los sabores básicos y específicos que existen en las muestras que analizas para las digitaciones. Escrita los resultados de acuerdo a la escala indicada. Después de degustar una muestra lívase la boca, descansa un minuto para continuar con la siguiente muestra.

Código	Perfil de sabores esenciales				Perfil de sabores básicos				Sabores específicos			
	Cacao	Fruital	Pastal	Nuez	Dulce	Amargo	Ácido	Intermedio	Salado	Malo	Otro	

Comentarios: _____
 Sugereencias: _____

Hoja para la prueba sensorial

Elaborado por: Mendoza, E. 2020

Tabla 18: Cronograma de actividad

FECHA	MESES	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				SEPTIEMBRE			
	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección del Tema		X																											
Planteamiento del Problema		x																											
Determinación de los objetivos			x																										
Redacción del Marco Teórico			x	x	x																								
Revisión de Literatura						x																							
Metodología						x	x																						
Revisión Bibliográfica								x																					
Inscripción de Unidad de Titulación						x																							
Presentación de Anteproyecto									x	x																			

