



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

SEDE ORELLANA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN EN
LAS VARIEDADES DE CACAO NACIONAL Y SÚPER
ÁRBOL (*Theobroma cacao* L) EN LAS CONDICIONES
CLIMÁTICAS DEL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS,
PROVINCIA DE ORELLANA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: SAMUEL ISAAC VITERI SANCHEZ

DIRECTORA: ING. MARITZA CAROLINA SANCHEZ CAPA MSc.

El Coca - Ecuador

2022

©2022, Samuel Isaac Viteri Sanchez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, SAMUEL ISAAC VITERI SANCHEZ declaro que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 17 de Enero de 2022



Samuel Isaac Viteri Sanchez

220002259-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular: Tipo Proyecto de Investigación. **“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN EN LAS VARIEDADES DE CACAO NACIONAL Y SÚPER ÁRBOL (*Theobroma cacao L*) EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA”**, realizado por el señor **SAMUEL ISAAC VITERI SANCHEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Juan Gabriel Chipantiza Masabanda MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

 Firmado electrónicamente por:
**JUAN GABRIEL
CHIPANTIZA
MASABANDA**

17 de Enero de 2022

Ing. Maritza Carolina Sanchez Capa MSc.
**TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

 Firmado electrónicamente por:
**MARITZA
CAROLINA
SANCHEZ CAPA**

17 de Enero de 2022

Ing. Daniel David Espinoza Castillo MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**DANIEL
DAVID
ESPINOZA
CASTILLO** Firmado digitalmente por
DANIEL DAVID
ESPINOZA
CASTILLO
Fecha: 2022.01.24
09:37:03 -05'00'

17 de Enero de 2022

DEDICATORIA

A Dios, autor y consumidor de todas las cosas, por la salud y sabiduría.

A mis padres Jorge y Deisy, por su infinito amor y apoyo incondicional para llevar a cabo esta etapa importante de mi vida, por sus consejos, por el amor incondicional que nunca faltó, por enseñarme a luchar día a día, por siempre ser parte de mis proyectos, gracias por la mejor herencia, Dios y una profesión, mi eterno agradecimiento.

A mi hermano Daniel, por su cariño, apoyo incondicional y por siempre estar ahí cuando lo necesite, decirte que siempre estere agradecido por todo lo que me enseñaste.

A mi novia Paola, por estar presente en mis momentos de dificultad y siempre apoyarme moralmente.

A todos mis familiares, amigos y docentes que de una u otra manera han estado presentes durante esta etapa de mi vida.

Samuel

AGRADECIMIENTOS

Primeramente expresar mis agradecimientos y gratitud a Dios, quien con bendición siempre fue mi guía y el de mi familia.

Mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Sede Orellana, a toda la Facultad de Recursos Naturales, en especial al director de la extensión Ing. Freddy Ajila y mi tutora de tesis Ing. Maritza Sánchez por el aporte científico de sus conocimientos y apoyo incondicional durante la realización de esta investigación.

Al Ing. Daniel Espinoza, por su apoyo incondicional para llevar a cabo esta tesis.

Al Ing. Daniel Vistin por su colaboración cada día brindado y por ser un tutor que siempre estuvo al pendiente de cualquier duda.

Un profundo agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía, por abrirme sus puertas y haberme dado la oportunidad de realizar esta investigación. A los que conforman el laboratorio de Calidad de Alimentos - INIAP, al Ing. Armando Burbano y la Sra. Lenny Valverde por sus sabios conocimientos compartidos, por brindarme todo su apoyo y amistad.

A todos los docentes de las Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Sede Orellana, por el aporte de sus conocimientos científicos durante mi preparación para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Samuel

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY/ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
1.1. Importancia de cacao en Ecuador.....	6
1.2. Variedades de cacao en Ecuador.....	6
1.3. Cacao Nacional.....	6
1.4. Cacao súper árbol.....	7
1.5. Cosecha.....	7
1.6. Fermentación.....	7
1.7. Fases de la fermentación del cacao.....	8
1.7.1. Fase anaeróbica.....	8
1.7.2. Fase aeróbica (con una duración de 72 – 96 horas).....	8
1.8. Técnicas o métodos de fermentación.....	9
1.8.1. Sacos.....	9
1.8.2. Fermentación en cajas Rohan.....	9
1.8.3. Cajones de madera individual.....	10
1.8.4. Pre secado.....	10
1.8.5. Secado.....	10
1.9. Parámetros de calidad del grano de cacao.....	11
1.10. Características del grano bien fermentado.....	12
1.11. Calidad organoléptica del grano.....	12
1.12. Sabor y aromas.....	12
1.13. Sabores básicos.....	12
1.13.1. Sabores específicos.....	13
1.13.2. Sabores adquiridos.....	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	14
2.1.	Ubicación del área de investigación	14
2.1.1.	<i>Ubicación Política</i>	14
2.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	14
2.1.3.	<i>Ubicación Ecológica</i>	15
2.2.	Materiales	15
2.2.1.	<i>Materiales de campo y de oficina</i>	15
2.3.	Metodología	15
2.3.1.	<i>Factores de estudio</i>	15
2.4.	Unidad experimental	16
2.4.1.	<i>Tratamientos</i>	16
2.5.	Diseño experimental	16
2.6.	Análisis estadístico	16
2.7.	VARIABLES A MEDIR	17
2.7.1.	<i>Parámetros físicos de las almendras</i>	17
2.7.1.1.	<i>Porcentaje de fermentación</i>	17
2.7.1.2.	<i>Peso de almendra</i>	18
2.7.1.3.	<i>Porcentaje de testa</i>	18
2.7.3.	<i>Parámetros químicos de las almendras</i>	18
2.7.3.1.	<i>Polifenoles totales</i>	18
2.7.3.2.	<i>pH del cotiledón</i>	18
2.7.3.3.	<i>Proteína</i>	19
2.7.3.4.	<i>Grasa</i>	19
2.7.3.5.	<i>Cenizas</i>	19
2.7.4.	<i>Análisis sensorial</i>	19
2.8.	Manejo del ensayo	20
2.8.1.	<i>Recolección de almendras de cacao</i>	20
2.8.2.	<i>Preparación de las muestras de cacao</i>	21
2.8.3.	<i>Fermentación de las almendras de cacao</i>	21
2.8.4.	<i>Secado de las almendras de cacao</i>	21
2.8.5.	<i>Fase de laboratorio</i>	21
 CAPÍTULO III		
3.	MARCO DE RESULTADOS	22
3.1.	Análisis de variables físicas	23

3.1.1.	<i>Porcentaje de fermentación</i>	23
3.1.2.	<i>Peso de Almendra</i>	24
3.1.3.	<i>Porcentaje de testa</i>	24
3.2.	Análisis de variables químicas	24
3.2.1.	<i>pH del cotiledón</i>	25
3.2.2.	<i>Proteína</i>	25
3.2.3.	<i>Grasa</i>	25
3.2.4.	<i>Cenizas</i>	26
3.2.5.	<i>Polifenoles totales</i>	26
3.3.	Análisis sensorial	26
3.3.1.	<i>Amargo</i>	27
3.3.2.	<i>Astringente</i>	27
3.3.3.	<i>Ácido</i>	27
3.3.4.	<i>Preferencia</i>	28
3.4.	Discusión	28
CONCLUSIONES		30
RECOMENDACIONES		31
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Factores de estudio	15
Tabla 2-2: Tratamientos a comparar en la determinación del mejor proceso de pos cosecha en diferentes variedades de cacao	16
Tabla 3-2: Esquema de análisis de Varianza.	17
Tabla 1-3: Análisis de varianza	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Variación de parámetros físicos por tratamiento.....	23
Gráfico 2-3: Variación de parámetros químicos por tratamiento.....	25
Gráfico 3-3: Análisis de los sabores obtenidos en el análisis de sensorial por tratamiento.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DE MATERIALES DE CACAO NACIONAL Y SÚPER ÁRBOL

ANEXO B: PROCESO DE POS COSECHA

ANEXO C: FASE DE LABORATORIO

ÍNDICE DE ABREVIATURA

cm Centímetros

°C Grados centígrados

g Gramos

kg Kilogramos

ml Mililitros

min Minutos

m Metros

pH Potencial de hidrógeno

nm Nanómetro

EECA Estación Experimental Central de la Amazonía

INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar diferentes procesos de fermentación en cacao (*Theobroma cacao L*) Nacional y Súper árbol sobre las características físicas y químicas, en las condiciones climáticas del cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana. El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar aditivo dispuesto en arreglo factorial A*B*C+2. Donde los factores tipo de fermentador, método de fermentación y genotipo de cacao, se evaluaron en dos niveles. El experimento se realizó con tres repeticiones para cada tratamiento en una sola época de cosecha. Existieron dos testigos o control (T9 y T10) que fueron sometidos a un proceso de fermentación siguiendo la metodología que realizan los agricultores. Los resultados reportaron que los factores más influyentes sobre las variables evaluadas fueron el material genético y el método de fermentación; mientras que el tipo de fermentador no tuvo mayor incidencia. Se concluye que el tratamiento con mayores características de calidad cumplidas fue el T5 (Súper Árbol + Fermentación en saco de yute + pre secado) además de contar con la mayor preferencia en el análisis sensorial, que destaca que los consumidores prefieren licores de chocolate menos ácidos y amargos. Se recomienda realizar la repetición de la prueba de fermentación, en otro tipo de fermentadores (plásticos y metálicos) con muestras de varios genotipos de cacao y de diferentes pisos altitudinales.

Palabras clave: <INGENIERÍA AGRONÓMICA>, <CACAO (*Theobroma cacao L*)>, <PRE-SECADO>, <FERMENTACION>, <POSCOSECHA>.



1842-DBRA-UTP-2021

SUMMARY/ABSTRACT

The present research was performed with aim of evaluating different fermentation processes in cocoa (*Theobroma cacao L*) National and Super-tree on the physical and chemical characteristics in the climatic conditions from Joya Los Sachas canton, Orellana province. Therefore, the survey was performed under a completely randomized additive design arranged in factorial arrangement A*B*C+2. The factors type of fermenter, fermentation method, and cocoa genotype were evaluated at two levels. Then, the experiment was carried out with three replicates for each treatment at a single harvest season. There were two controls (T9 and T10), which were subjected to a fermentation process following the methodology used by the farmers. The results reported that the most influential factors on variables evaluated were the genetic material and fermentation method, while the type of fermenter did not have a major incidence. It is concluded that treatment with the highest quality characteristics was T5 (Super Tree + Fermentation in a jute sack + pre-drying), in addition to getting the highest preference in sensory analysis, which highlights that consumer prefer less acidic and less bitter than chocolate liquors. It is recommended that fermentation test be repeated in other types of fermenters (plastic and metal) with samples of various cocoa genotypes and different altitudinal levels.

Key words: <AGRONOMIC ENGINEERING>, <CACAO (*Theobroma cacao L*)>, <PRECESSING>, <FERMENTATION>, <POSTHARVEST>.

Translated by:



Lic. Zoila Victoria Herrera Andrade Mgs.

DOCENTE-SEDE ORELLANA ESPOCH

INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao L.*), se cultiva principalmente en las zonas tropicales de América, desde México hasta Brasil, siendo este último el más importante en superficie sembrada (Sánchez et al., 2019). De acuerdo con INIAP, en el Ecuador, las provincias de mayor aptitud para el cultivo de cacao son: Los Ríos, Guayas, Morona Santiago, Sucumbíos, Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de Tsáchilas y Orellana (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2019, p. 19).

Según el INEC, en el año 2019 en la Amazonía ecuatoriana se contabilizaron 58.343 ha plantadas con cacao, 48.851 ha cosechadas y 18.110 t producidas. Las provincias de Sucumbíos y Orellana se destacan en la producción del cacao con 10.147 t y 3.959 t respectivamente, seguidas por Morona Santiago, Napo, Zamora Chinchipe y Pastaza que tienen una producción baja y su participación en este rubro no es representativo (INEC-ESPAC, 2019).

En el país se cultivan mayoritariamente dos tipos de cacao el CCN51 y Nacional, este último es un producto insignia del país por sus características individuales distintivas, de toques florales, frutales, nueces, almendras y especias, que hace contribuciones únicas y específicas a los perfiles organolépticos de los productos de chocolate, lo cual permite una alta cotización en los mercados gourmet (ANECACAO, 2012); (Samaniego et al., 2020: p. 5).

En la Amazonía Norte del Ecuador se ha identificado el cacao Súper árbol al cual se ha atribuido las siglas ESS en honor a su descubridor, Edwin Sánchez, de la Joya de los Sachas. El cacao ESS se promueve como un material de gran tolerancia a las enfermedades, de alto rendimiento y buena calidad. El índice de semilla de todos los clones de ESS tienen un promedio de 1,08 g por semilla; los clones 1 y 7 presentan el valor mínimo (1.0 g) y los clones 5 y 6 presentan los valores más altos (1.14 g y 1.34 g, respectivamente), superando al índice mínimo requerido por la industria (1,0 g). Por lo tanto, el uso de este material genético en los cultivos, por medio de labores agrícolas adecuadas, incrementaría el rendimiento por hectárea y permitiría la generación de ganancias a mediano y largo plazo, en lo referente a lo económico, social y ambiental (Calva y Ramírez, 2016: p. 2).

Según Vera (2015, p. 4), en el procesamiento del cacao hay 2 fases críticas, que se deben tomar en cuenta: el secado y la fermentación. Dichos procesos provocan que las paredes celulares se destruyan, permitiendo que los contenidos de la semilla se encuentren expuestas a otros constituyentes químicos que están afectando sus características organolépticas.

La etapa de fermentación constituye un punto crítico dentro del proceso poscosecha de cacao debido a que juega un rol importante en la calidad del cacao, porque manejado correctamente genera una secuencia de transformaciones bioquímicas que dan origen a los precursores de aroma y sabor responsables del sabor y finura del chocolate (Sanchez et al., 2019: p. 6). La fermentación es la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad. Este proceso

disminuye el sabor amargo por la pérdida de teobromina y facilita el secado (Ramos, 2004, pp. 11-12).

De acuerdo a los estudios realizados por (Rivera et al., 2012: p. 10), el impacto del tiempo de fermentación con el tipo de fermentador (cajones de madera, saco de yute, montón, caja de madera y tina plástica) sobre calidad física y química de cacao tipo Nacional. Los resultados mostraron que el tiempo y el método de fermentación influyeron sobre la calidad del grano, alcanzando a los 5 días un 75% de granos de color marrón y una disminución de almendras de color violeta. Según (Rivera et al. 2012) A diferencia del tipo de fermentador, el tiempo de fermentación provocó modificaciones físicas y químicas que representaron diferencias estadísticas a excepción de los granos pizarrosos y de la cafeína, observándose que al aumentar los días de fermentación se incrementa, principalmente, el porcentaje de granos fermentados y disminuyen los granos violetas, así como también los polifenoles.

Según Jiménez (2018, p.79), establece que el efecto del presecado es positivo y mucho más notorio para el clon CCN-51, que alcanza, iguala y supera la calidad de los fenotipos considerados finos y de aroma. La calidad organoléptica del licor de cacao con los sabores específicos por el método de fermentación con pre-secado permitió el desarrollo de una mayor intensidad aromática de los sabores cacao, floral, frutal y nuez, que en el fermentador rotor de madera sin pre-secado. De igual manera (Recalde, 2007, p. 7), conforme transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la concentración de polifenoles totales y teobromina en ambos genotipos, sin embargo la cafeína disminuye progresivamente durante la fermentación solo en el genotipo Nacional, ya que en el genotipo CCN-51 se tiene un comportamiento muy particular que se atribuye al tipo de cacao.

Dada la importancia de la fermentación en la calidad del cacao, en la Estación Experimental Central de la Amazonía se ha venido trabajando en el estudio de diferentes métodos poscosecha de cacao como en cajas Rohan y semiautomatizado con el propósito de generar tecnologías que se adapten al entorno social, cultural y económico de los productores de la región (Sanchez et al. 2019: pp. 278-283). El porcentaje de granos fermentados según el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre el cacao Nacional y Trinitario. Los porcentajes alcanzados superaron el 53 % y 55%, mínimo solicitado por la norma NTE INEN 176 para el cacao Tipo Nacional y Trinitario respectivamente. El número de almendras en 100 g el cacao Nacional el que tiene mayor número de almendras en 100g, mientras que para el cacao Trinitario reporta 66 almendras por 100g. De acuerdo al porcentaje de granos fermentados y según la norma NTE INEN176:2018-2 el cacao fermentado en cajas Rohan cumple con el requerimiento de la categoría ASSS mientras que el cacao fermentado en sacos cumple con el requerimiento de la categoría ASN (Sanchez et al. 2019: pp. 278-283). Por lo tanto, se plantea seguir trabajando en el estudio de nuevas técnicas de fermentación incluyendo variables genéticas y metodológicas en la poscosecha de cacao.

La presente investigación pretende evaluar diferentes procesos de fermentación en cacao (*Theobroma cacao L*) Nacional y Súper árbol, sobre las características físicas y químicas, en las condiciones climáticas del cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana.

Planteamiento del problema de investigación

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) en el Ecuador representa un rubro de mayor importancia económica. Su producción ocupa un lugar importante en el mundo, es el principal proveedor de cacao fino de aroma, pero no dispone de nuevas tecnologías para definir un producto de calidad, al punto de darle valor agregado.

En la Amazonía Ecuatoriana existen alrededor de 41,815 hectáreas plantadas de cacao, con una producción de 11,229 toneladas por hectárea, las provincias con mayor superficie sembrada de cacao en la región son Sucumbíos, Napo y Orellana (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEN], 2016). En la provincia de Orellana el cacao se ve afectada por el deficiente manejo poscosecha, ya que no existe un registro en la zona que indique la manera correcta de fermentación de la almendra, sin embargo, en la costa los procesos de fermentación se hacen en sacos de yute, cajas de madera y amontonando la almendra (Sanchez et al. 2019: p. 209).

Los parámetros mínimos en la poscosecha de cacao son importantes para generar una buena fermentación. El desconocimiento sobre proceso de fermentación, a pesar de esfuerzos empleados por instituciones como el INIAP, causa una baja calidad del grano.

Según (Contreras, 2004), la fermentación del cacao es una etapa muy importante en el procesamiento del grano, ya que se producen cambios bioquímicos que dan origen a los precursores del aroma y sabor.

En este contexto, se consideró importante el estudio de la calidad poscosecha del cacao para incrementar el valor económico.

¿El desconocimiento de pos cosecha de cacao Nacional, es una barrera a la mejora de calidad del grano de cacao por parte de los agricultores?

Justificación

El Ecuador ha sido reconocido a nivel mundial como un país productor y exportador de cacao “fino y de aroma”, pero la entrada del material genético como el cacao tipo trinitario ha provocado una hibridación natural, esto ha generado una compleja mezcla genética que demanda investigaciones específicas sobre manejo agronómico y sobre todo en el proceso de poscosecha para mantener y mejorar la calidad física, química y organolépticas del cacao.

La calidad del producto final en cuanto a sabor y aroma se ven afectados debido a la falta de control y optimización adecuada, al darle un valor agregado al producto se termina perdiendo

características de vital importancia para la búsqueda de nuevos mercados e industrialización. En el país los fabricantes de chocolates especiales son muy escasos y el consumo de chocolate de calidad no es una cultura muy apegada.

Al pasar de los años, la producción agrícola en el sector de la Joya de los Sachas ha demostrado que el cultivo de cacao es uno de los principales rubros y el más emblemático de esta región. El alcance económico de los agricultores dedicados al cultivo de cacao, en determinados casos, se ve perjudicado por el bajo rendimiento de las plantaciones o por inconvenientes en el beneficio pos cosecha y variaciones de costos comerciales, a tal grado que terminan perjudicando la economía de los pequeños agricultores de la provincia.

Dada la importancia de un adecuado manejo del proceso de fermentación para mejorar la calidad de cacao, en esta investigación se ha planteado evaluar dos tipos de fermentadores y diferentes métodos de fermentación con y sin pre secado, con el objetivo de implementar procesos adecuados de beneficio que mejoren la calidad del cacao del norte de la Amazonía, a tal grado que los productores mejoren sus procesos pos cosecha y por ende el producto tenga un costo superior a la base mínima del mercado.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar diferentes procesos de fermentación en cacao (*Theobroma cacao L*) Nacional y Súper árbol sobre las características físicas y químicas, en las condiciones climáticas del cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana.

Objetivos específicos

- Analizar los parámetros físicos (porcentaje de fermentación, peso de almendra, porcentaje de testa) en los diferentes tratamientos de fermentación de cacao Nacional y Súper árbol.
- Evaluar los parámetros químicos (polifenoles totales, pH del cotiledón, proteína, grasa, cenizas) en los diferentes tratamientos de fermentación de cacao variedad Nacional y Súper árbol.
- Determinar el efecto de la fermentación en los diferentes métodos sobre la calidad sensorial mediante pruebas organolépticas del licor de cacao Nacional y Súper Árbol.

Hipótesis

Hipótesis nula

El método de fermentación con y sin presecado, en cajas de madera y sacos de yute no influyen en la calidad física, química y organoléptica de grano de cacao Nacional y Súper árbol.

Hipótesis alternativa

El método de fermentación con y sin presecado, en cajas de madera y sacos de yute influyen en la calidad física, química y organoléptica de grano de cacao Nacional y Súper árbol.

Operacionalización de variables

Variable dependiente

- Porcentaje de fermentación
- Peso de almendra
- Porcentaje de testa
- Polifenoles totales
- pH del cotiledón
- Proteína
- Grasa
- Cenizas

Variable Independiente

- Genotipo de cacao
- Tipo de Fermentador
- Método de fermentación

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Importancia de cacao en Ecuador

A través de la historia ecuatoriana nuestro país ha sido uno de los principales productores de cacao fino y de aroma a nivel mundial, produciendo hoy en día aproximadamente el 60% de la producción a nivel mundial de esta variedad. Este producto ha tenido además importantes contribuciones para la economía Nacional: siendo uno de los principales productos de exportación (tercer producto agrícola exportado), su participación dentro del PIB total promedia el 0,45% y dentro de PIB agropecuario de aproximadamente 6,7%. Además, es un importante generador de empleo: se estima que aproximadamente 600.000 personas se encuentran vinculadas directamente a dicha actividad, lo que representa el 4,3% de la PEA Nacional y el 13% de la PEA agrícola (Ramírez, 2006, p. 72).

1.2. Variedades de cacao en Ecuador

En los escritos redactados por (Quingaisa y Riveros, 2007: p.15), se dice que de forma general se conoce que el cacao se divide genéticamente en 3 grupos: los Criollos, los Forasteros y una mezcla de ellos que se les denomina Trinitarios. Al cacao Nacional, por varios años se lo ha ido considerado como un tipo de cacao Forastero, debido a la forma que posee su mazorca, pero en la actualidad se cree que este tipo de cacao se encuentra en el país desde tiempos inmemoriales, específicamente, desde mucho antes de la conquista española. Algunos autores se han basado en estudios tanto morfológicos como del ADN y del sabor, para creer 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 mencionados (Enríquez, 2004, pp. 407).

1.3. Cacao Nacional

Según (ANECACAO, 2019), el cacao fino y de aroma tiene varias características distintivas de aroma y sabor buscadas por todos los fabricantes de chocolate que existen tanto a nivel nacional como a nivel mundial. La producción de cacao representa aproximadamente el 5% de la producción mundial. El 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 nacional e internacional. El cacao Nacional tiene un tratamiento especial en el mundo del cacao

y de los chocolates. El cacao del Ecuador representa no solamente la alta calidad de producto sino también variedad de sabores especiales lo cual lo hace único en el mundo.

1.4. Cacao súper árbol

El Súper Árbol (ESS) es un tipo de cacao identificado en la Amazonía Norte del Ecuador. Las siglas ESS es en honor a su descubridor, Edwin Sánchez, de la Joya de los Sachas. El Súper Árbol ha demostrado gran resistencia a las enfermedades, un alto rendimiento y buena calidad. El uso de este material genético en nuevas siembras, mediante las labores agrícolas adecuadas, incrementaría el rendimiento por hectárea y permitiría la generación de ganancias a mediano y largo plazo, en lo económico, social y ambiental. También, podría ser aprovechado para reemplazar plantaciones viejas o poco productivas (Calva y Ramírez, 2016: pp. 1 -224).

1.5. Cosecha

Según (Jimenez et al. 2018), una vez que las mazorcas presenten un estado de madurez y se encuentren completamente sanas debe iniciar el proceso de cosecha. Los colores externos que muestran cada tipo o variedad son diferentes. Los de color verde se tornan amarillas, las de color rojo se tornan anaranjadas y otras cambian a amarillo anaranjado fuerte o sólido. De igual manera menciona (Enríquez, 1985, p. 10) que las mazorcas deben tener un estado de madurez tal que permita una óptima fermentación.

1.6. Fermentación

La fermentación de los granos de cacao es un proceso bioquímico de gran importancia para la calidad, se lleva a cabo mediante la colocación de los granos recién desgranados en recipientes adecuados o en sacos formando pilas, estos deben ser cubiertos con hojas de plátano u otro material que no sea plástico para crear un ambiente semicerrado. Gracias a este proceso se elimina la baba con contenido azucarado y dentro de la semilla la muerte del embrión, la transformación de los cotiledones y la formación de las sustancias precursoras del aroma y sabor (Paredes, 2009, p. 11).

Según Rivera (2012, p. 12), los cambios que existen en la fermentación son por el ácido acético a chocolate, lo que establece su calidad física y sensorial. Entre los cambios bioquímicos se desarrolla la pigmentación de color marrón a partir de los compuestos fenólicos, lo cual nos indica la presencia de los precursores sensoriales como polifenoles, alcaloides (cafeína y teobromina) y

acidez volátil (en especial el ácido acético). Los métodos de fermentación varían mucho de acuerdo con tipo de zona productora, sobre todo el tipo de fermentador y el tiempo de fermentación (2 - 4 días). Según (Calva y Ramírez, 2016: p.22), el tiempo de fermentación para el Súper Árbol, que ha sido probado con buenos resultados es de 4,5 días.

Estudios realizados por (Caballero-Pérez et al., 2014: p.11) del proceso de fermentación bajo techo, se pudo observar que, durante los siete días de fermentación, hubo una variación de la temperatura dentro del fermentador que oscilaba entre 32,1°C y 40,6°C, con variaciones de la temperatura ambiente de 25,0 a 33,5 °c.

1.7. Fases de la fermentación del cacao

1.7.1. Fase anaeróbica

Estudios realizados por el investigador (Schawn 1990) indican que las levaduras y otros microorganismos hacen que el mucílago se desprenda de manera fácil y se produzca los cambios de los azúcares mediante el desdoblamiento y la formación de alcoholes, esto producirá que el grano se hinche y en su interior se forme un líquido violáceo amargo, durante este paso se empieza a separar el interior del grano y la salida de la theobromina hacia la cáscara, que es la que da la acidez o amargor del grano, de igual forma los primeros cambios bioquímicos.

En la presente fase se desarrolla las levaduras salvajes sin la presencia de oxígeno, estas se encuentran en el ambiente y sobre todo la contaminación que sufre el grano al momento del desgranado con las manos y las moscas *Drosophilas* que recorren el grano.

La temperatura se tiene que elevar alrededor de los 45 – 48° C con lo cual se mata al embrión, de igual forma esta temperatura elimina los microorganismos que están en la fase con la posterior aparición de otros a medida que disminuye la temperatura. Esta fase demora 48 horas.

1.7.2. Fase aeróbica (con una duración de 72 – 96 horas)

Una vez cumplidas las 48 horas, el grano se debe remover de tal manera que se oxigene bien, esta remoción se debe realizar cada 24 horas hasta completar el proceso que demorará de 3 – 4 días, una buena remoción de los granos hará que la fermentación se homogénea (Schawn 1990).

En esta fase se desarrollan las bacterias acéticas que concluirán el proceso de fermentación con la extracción, por completo, de rastros de mucílago y adelgazamiento de la cáscara, así como el fácil desprendimiento de ésta del grano. Durante esta fase se acrecentará el cambio de color. Un grano hinchado con líquido amargo nos indicará el inicio real de la fermentación, existe creencia de los agricultores que en ésta fase el grano se está malogrando y lo sacan a secar. Es importante evitar al máximo que el grano no se moje durante la fermentación lo cual cortaría dicho proceso.

1.8. Técnicas o métodos de fermentación

En los métodos de fermentación del cacao existen varios y varían según la cantidad de producción que estipula cada finca. Por esta razón existen varios métodos de fermentación y los más utilizados son los siguientes:

1.8.1. Sacos

El pequeño agricultor abre sus mazorcas de cacao en el campo y coloca las almendras en sacos de plástico o yute, para transportarlas hacia el centro de fermentación. Se dejan las almendras en dichos sacos por un período de 5 a 6 días para que fermenten. En algunas ocasiones estos sacos se proceden a colgar para que tengan mejor aireación y sufran menos ataques de animales dañinos. Este método quizá no sea el óptimo para darle una buena calidad al cacao fermentado, pues es difícil manejar toda la masa en estos sacos y generalmente no se remueve el material y por consiguiente se obtiene pocas almendras fermentadas y el resto no. Es importante que los sacos estén bien limpios o sean nuevos (Bustamante, 2010, p.13) .

1.8.2. Fermentación en cajas Rohan

El proceso de fermentación del cacao se lo puede llevar cabo de manera apilada, con un fermentador ROHAN o cajones fermentadores, estos deben cumplir con ciertos parámetros como: tener separaciones de 5mm de diámetro, colocarse a 10cm del suelo, dejar bordes libres de 5cm, cubrir con hojas o fibras y se debe revolver el cacao cada 24 horas (Graziani de Fariñas et al. 2003^a: pp. 175-188).

1.8.3. 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. Se recomienda que las maderas usadas sean resistentes al agua como el laurel (Paredes, 2009), evitando que liberen sustancias tóxicas, como por ejemplo los taninos, que interfieren con la calidad final del cacao (Bravo et al., 2011: p. 224).

1.8.4. Pre secado

El pre secado es un proceso en el cual se busca que la mayor parte del lixiviado que proviene de la pulpa se separe de la masa a fermentar, con el objeto de disminuir la cantidad de azúcares que pueden ser atacados por los microorganismos y consecuentemente producir mayor acidez y astringencia. Según (Rütte 2004, p. 9), este proceso es recomendable hacerlo de 4 a 10 horas previo el proceso de fermentación, además se reduce el tiempo de oreado que es el proceso en el cual las almendras de cacao se tornan rojizas e indica que es tiempo de comenzar con la fermentación en los cajones. Otro indicio para iniciar la fermentación es que el mucílago que recubre exteriormente a la almendra se seca, dejando una sensación no pegajosa al tomarlos con las manos. De no someter a la almendra en baba al proceso de pre secado aumenta el riesgo que proliferen hongos, que al final del proceso de beneficio aumentará el porcentaje de almendras mohosas.

1.8.5. Secado

Una vez culminado el proceso de fermentación, se debe proceder a secar el grano, esto para reducir el contenido de humedad al 7% y para permitir que algunas de las reacciones bioquímicas continúen ya que finalmente producirán los compuestos precursores del sabor a chocolate. Tanto el secado como una buena fermentación son muy importantes. Los granos secos deben tener una humedad no mayor al 8% ya que estarán propensos a enmohecerse, tampoco por debajo del 6%, ya que se vuelven frágiles y quebradizos (Cubillos et al., 2008: p. 12).

El secado es una etapa del beneficio del cacao en la que se elimina el exceso de humedad de los granos por calentamiento, contribuye a la disminución de sabor del amargor y la astringencia del cacao y a reducir el riesgo de que se desplieguen olores no deseados en las almendras. Consiste en tender el cacao donde haya una iluminación favorable y se pueda eliminar el agua presente en la fruta. se logra entre 6 y 8 días de sol (INTA, 2010).

- El secado al sol es el método más aconsejable, el cual debe realizarse en eras de cemento o sobre tarimas de madera.

- Nunca se debe secar sobre calaminas o en el piso de suelo, pues se desmejora la calidad del cacao.
- Al momento de secado se debe eliminar toda impureza de cáscaras de mazorcas o restos de placentas.
- El secado debe ser lento, removiendo cada cierto tiempo para conservar la calidad del grano. Los granos deben removerse con rastrillos de madera en camellones.
- Los primeros dos días se debe realizar el secado controlado, el cual consiste en extender los granos de cacao con un espesor de 10 cm y remover cada hora.
- A partir del tercer día el secado deberá ser de manera normal, es decir que se realizará en capa de granos delgada hasta lograr la humedad del 7.0 %.
- Se recomienda utilizar barbacoas de madera o caña brava, parihuelas de madera, para evitar la contaminación.
- Utilizar secadores corredizos, secadoras solares con calamina transparente (las micas solares tienen poca durabilidad por problemas de vientos fuertes).
- La selección y limpieza se debe realizar utilizando una zaranda con maya metálica, con la finalidad de eliminar las impurezas y escoger los granos defectuosos (Doble, cortados, partidos, etc.)
- Realizar pruebas de corte para evaluar el porcentaje de fermentación logrado.

1.9. Parámetros de calidad del grano de cacao

La normativa ecuatoriana que establece la calidad del cacao es la INEN 176 la cual determina lo siguiente (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2006):

- El porcentaje máximo de humedad del cacao beneficiado será de 7% (cero relativo), el que será determinado o ensayado de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 173.
- El cacao beneficiado no deberá estar infestado.
- Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no deberá exceder del 1% de granos partidos.
- El cacao beneficiado deberá estar libre de: olores a moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.
- El cacao beneficiado, deberá sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación de aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes.
- El cacao beneficiado deberá estar libre de impurezas.

1.10. Características del grano bien fermentado

Cuando el cacao se logra fermentar adecuadamente debe reunir las siguientes características (Martínez et al., 2004: p.23):

- Cambios de color de violeta a marrón en la parte interna del grano
- Por la parte externa pasa de blanco a pardo rojizo
- Muerte del embrión
- El grano se hincha
- Buena abertura entre los cotiledones
- Olor agradable

1.11. Calidad organoléptica del grano

Un punto dominante en la calificación del cacao de exportación se basa en las características organolépticas (sabor y aroma), tales como el amargor y la astringencia, que están intrínsecas en las almendras de cacao, requisito fundamental para la elaboración de chocolates finos.

1.12. Sabor y aromas

Los autores (Amores et al., 2006: p. 12); coinciden que el sabor es una de las sensaciones más importantes ya que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo.

1.13. Sabores básicos

Acidez. Este sabor es percibido sobre la parte media o a los lados de la lengua, en la garganta y produce una gran cantidad de saliva, ejemplo vinagre, jugo de limón.

Amargor. Generalmente debido a la falta de fermentación. Se percibe en la parte posterior del paladar o en la garganta, se lo relaciona con el café, quinina y otros alcaloides.

Astringencia. Más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas de plátano.

Dulce. Este sabor es percibido en la punta de la lengua, ejemplo azúcar.

Salado. Se percibe a los lados de la lengua y produce salivación, ejemplo sal común.

1.13.1. Sabores específicos

Cacao. Describe el sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libres de defectos.

Referencia: barras de chocolate de cacao fermentado.

Floral. Son aquellos licores con sabores y aromas a flores, casi perfumado. Referencia: flores de cítricos.

Frutal. Por lo general caracterizan a los licores con sabor a fruta madura. Esto describe una nota de aroma a dulce muy agradable al ser humano. Referencia: cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado.

Nuez. Se describe como un sabor similar a la nuez común, característico de los cacaos tipos criollos y trinitarios.

1.13.2. Sabores adquiridos

Moho. Describe principalmente a los licores con sabor mohoso, generalmente se debe a una sobre fermentación de las almendras o a un incorrecto secado. Hace referencia al sabor de pan viejo o musgo.

Crudo/Verde. Se presenta como un tipo de aroma desagradable, generalmente se debe a la falta de fermentación o falta de tostado.

2.1.3. Ubicación Ecológica

Tabla 1-2: Ubicación

Zona de vida:	Húmedo Tropical
Altitud:	280 msnm
T promedio:	28 ° C
Precipitación:	2650 a 4500 mm año ⁻¹
Humedad relativa:	84%
Heliofanía:	1439 horas luz año ⁻¹
Suelos:	Arcilloso de textura delgada y características ferruginosas(GAD de San Carlos 2015).

Realizado por: Viteri, S. 2021.

2.2. Materiales

2.2.1. Materiales de campo y de oficina

Ropa de trabajo, botas de caucho, mascarilla, fundas de plástico, machete, pallets, piolas, tijera, sacos de yute, sacos de plástico, cajas de madera, carretilla, balanza, esferos, marcadores permanentes, Computadora, hojas, lápiz, impresora, calculadora.

2.3. Metodología

2.3.1. Factores de estudio

El factor de estudio está conformado por el material genético (Nacional y Súper Árbol), tipo de fermentador (cajón de madera y sacos de yute), método de fermentación (con y sin pre secado), el detalle codificado se muestra en la tabla 1.

Factor 1 = Material Genético

Factor 2 = Tipo de Fermentador

Factor 3 = Método de fermentación

Tabla 2-2: Factores de estudio

Factores	Niveles
Material Genético (G)	g ₀ = Nacional g ₁ = Súper árbol
Tipo de Fermentador (F)	f ₀ = Saco de yute. f ₁ = Cajas de Madera
Método de fermentación (MF)	mf ₀ = Pre secado mf ₁ = Baba

Realizado por: Viteri, S. 2021.

2.4. Unidad experimental

La unidad experimental está compuesta por 2 kg de cacao fresco sin fermentar. Para la experimentación se conformaron 30 muestras.

2.4.1. Tratamientos

Los tratamientos corresponden cada una de las interacciones posibles entre genotipo de cacao, método de fermentación y tipo de fermentador, en total se evaluarán diez tratamientos, de los cuales 2 serán tomados como testigos o control (T9 y T10), que corresponden a los procesos de fermentación que realizan los agricultores, el detalle se muestra en la Tabla 2.

Tabla 3-2: Tratamientos a comparar en la determinación del mejor proceso de pos cosecha en diferentes variedades de cacao

Símbolo	Código	Tratamiento
T1	g ₀ f ₀ mf ₀	Nacional + Fermentación en saco de yute + pre secado
T2	g ₀ f ₀ mf ₁	Nacional + Fermentación en saco de yute + baba
T3	g ₀ f ₁ mf ₀	Nacional + Fermentación en caja de madera + pre secado
T4	g ₀ f ₁ mf ₁	Nacional + Fermentación en caja de madera + baba
T5	g ₁ f ₀ mf ₀	Súper Árbol + Fermentación en saco de yute + pre secado
T6	g ₁ f ₀ mf ₁	Súper Árbol + Fermentación en saco de yute + baba
T7	g ₁ f ₁ mf ₀	Súper Árbol + Fermentación en caja de madera + pre secado
T8	g ₁ f ₁ mf ₁	Súper Árbol + Fermentación en caja de madera + baba
T9	Testigo	Súper Árbol + Saco de polipropileno + Baba
T10	Testigo	Nacional + Saco de polipropileno + Baba

Realizado por: Viteri, S. 2021.

2.5. Diseño experimental

El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar aditivo dispuesto en arreglo factorial A*B*C+2. Donde los factores tipo de fermentador, método de fermentación y genotipo de cacao, se evaluaron en dos niveles. El experimento se realizó con 3 repeticiones para cada tratamiento, en una sola época de cosecha.

2.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron en el programa Infostat a través de modelos lineales, generales y mixtos, y una separación de medias mediante una prueba de Tukey con una probabilidad $\rho \leq 0,05$.

En las variables cualitativas se trabajó con pruebas descriptivas por escala de categorías, las dimensiones del sabor (astringencia, ácido, amargo, preferencia) se someterán a una caracterización general de moda.

Tabla 4-2: Esquema de análisis de Varianza.

Factor de varianza	Grados de Libertad	
Material Genético (G)	a-1	1
Tipo de Fermentador (F)	b-1	1
Método de fermentación (MF)	c-1	1
Testigo	d-1	1
G*F	(a-1)(b-1)	1
G*MF	(a-1)(c-1)	1
F*MF	(b-1)(c-1)	1
G*F*MF	(a-1)(b-1)(c-1)	1
Repeticiones	r-1	2
Error experimental	(abc+d)(r-1)	18
Total	((abc)r-1)(dr-1)	29

Realizado por: Viteri, S. 2021.

2.7. Variables a medir

2.7.1. *Parámetros físicos de las almendras*

2.7.1.1 *Porcentaje de fermentación*

Se determinó en almendras secas, utilizando la prueba de corte, de acuerdo a la metodología de (Jiménez et al. 2011). Con una guillotina se realizó un corte longitudinal en 100 almendras tomadas al azar por cada muestra. Luego se colocó sobre una base de color blanco y se diferenciaron de acuerdo con las características mencionadas a continuación:

- Almendras bien fermentadas. - Grano fermentado cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías de fermentación profunda.
- Almendras medianamente fermentadas. - Se identificarán aquellas, cuyos cotiledones presenten una coloración medianamente marrón.
- Almendras violetas. - Se definirá por el porcentaje de granos cuyos cotiledones presenten una coloración violeta intenso.
- Almendras pizarras. - Se considerarán aquellas, cuyos cotiledones presenten un color gris negruzco y de aspecto compacto

2.7.1.2. *Peso de almendra*

Se recolecto al azar 100 almendras fermentadas y secas y se registrará su peso en gramos, usando una balanza de precisión. Las mismas que fueron utilizadas en la prueba de corte para obtener el porcentaje de fermentación (Jiménez et al. 2011; Vera et al. 2015).

2.7.1.3. *Porcentaje de testa*

Es el contenido de cascarilla que posee la almendra de cacao una vez seca. Para determinar este porcentaje se pesó 30 g de almendras, se sacó la cascarilla y se pesó por separado los cotiledones y la cascarilla. La diferencia se dividió para el peso de las almendras completas y se multiplicará por 100. Los rangos de referencia son: mínimo 10% y máximo 15% (Loor, Casanova y Plaza 2016).

Formula

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

P1= Peso de las almendras

P2= Peso de los cotiledones sin cascarilla

2.7.2. *Parámetros químicos de las almendras*

2.7.2.1. *Polifenoles totales*

Los polifenoles totales son extraídos del polvo de cacao desengrasado con una solución acuosa de metanol al 70%, mediante agitación magnética continua por 45 minutos, el extracto obtenido se filtrará, se tomó una alícuota del mismo y se realizó una reacción colorimétrica con el reactivo de FolinCiocalteu obteniendo una coloración azul, la misma que se cuantificará en un Espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de Onda de 760 nm (Espín y Samaniego 2016).

2.7.2.2. *pH del cotiledón*

El valor de la acidez residual del cacao. Su evaluación se realizó en los cotiledones transformados en cacao en polvo, para lo cual se toma 10g, se mezclan con agua destilada en proporciones de 10 a 1. De la solución se toman 10 ml. Las lecturas se realizaron con un potenciómetro (Loor, Casanova y Plaza 2016).

2.7.2.3. *Proteína*

Se pesó 0.5 g de muestra deshidratada y se colocó en los tubos de digestión junto con 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y una tableta catalizadora. Después se colocó los tubos en la unidad de digestión Kjeldatherm a una temperatura de 400°C hasta que la solución adquiriera una coloración verde, posterior a esto se retiró los tubos y se dejó enfriar. Una vez realizada la digestión se procedió a la destilación y posterior a esta etapa la titulación con ácido sulfúrico 0.3N empleando 3 gotas de indicador mixto, hasta que la solución cambie de color (AOAC y George 2012).

2.7.2.4. *Grasa*

La materia grasa fue extraída del polvo de cacao con éter de petróleo mediante extracción continua en Soxhlet por ocho horas, luego se recuperó el solvente del extracto etéreo y a continuación se secó la grasa en una estufa por dos horas, la grasa seca se pesó a un desecador a enfriar y posterior pesado (Espín y Samaniego 2016).

2.7.2.5. *Cenizas*

Una vez realizada la determinación de humedad se pesó la muestra deshidratada y se puso en un crisol para luego secar a 105°C en la estufa, posterior a esto se dejó enfriar en un desecador. Se pesó de 1 a 2 gramos de muestra molida y seca en crisol y se sometió a incineración en mufla a 500°C durante 4 horas, así la materia orgánica se oxidará y las cenizas resultantes serán consideradas la parte mineral de la muestra analizada (AOAC y George 2012).

2.7.4. *Análisis sensorial*

La evaluación del perfil sensorial se realizó en las muestras del licor de cacao por panelistas o catadores sin experiencia. Las muestras se tostaron (60°C, 45min), descascarillaron, moldearon y almacenaron en papel aluminio hasta tener el número suficiente para realizar las cataciones. Esta prueba se realizó tomando como referencia la metodología descrita por (Jiménez et al. 2011) en la cual se utilizó una prueba descriptiva por escala de categorías, la cual se detalla a continuación. A cada panelista se le entregarán 5 muestras en recipientes desechables y codificados con tres dígitos al azar.



Astringente		
Ácido	Bajo	Alto
Preferencia	No me gusta	Me gusta mucho

Los criterios de sabor a ser analizados en el análisis sensorial fueron: amargo, astringente, ácido además de la preferencia. Se utilizó una escala del 1 al 10.

2.8. Manejo del ensayo

2.8.1. *Recolección de almendras de cacao*

Las almendras de cacao Nacional se obtuvieron de los ensayos de investigación de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) del INIAP de los clones 103, 95, ETT 800 y ETT 801. El cacao Súper Árbol se obtuvo de la empresa CacaoExport del clon 8, en una sola época de cosecha. Los análisis físicos y químicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Calidad de Alimentos de la EECA ubicado en el km 3 de la vía San Carlos, cantón Joya de Los Sachas, provincia de Orellana. Para ello se colectaron 8 quintales de cacao Nacional y 8 quintales de cacao Súper Árbol dando un total 16 quintales de cacao en baba, con el propósito de utilizar como masa fermentativa en cada uno de los 8 tratamientos a experimentar, adicional se colecto 1 quintal de cada genotipo para utilizar en cada uno de los testigos.

2.8.2. Preparación de las muestras de cacao

Una vez cosechadas las mazorcas fisiológicamente maduras, se procedió a la apertura y extracción de los dos genotipos, se utilizó, 2 quintales de cacao Nacional en baba para fermentar en cajas, 2 para fermentar en baba y sacos de yute, 2 con presecado en cajas y 2 con presecado para sacos de yute, más 1 para testigo. De la misma manera fue para súper árbol. El pre-secado de las almendras consistió en cosechar y dejar las almendras en la mazorca durante un periodo de un día, luego posterior al desgrane se colocó en la marquesina con una capa de 5 a 7 de centímetros por 8 horas, con remociones periódicas cada 30 minutos, después se dejó reposar por 12 horas para luego colocarlas a fermentar en el segundo día.

2.8.3. Fermentación de las almendras de cacao

El proceso de beneficio de las muestras de cacao se realizó por micro fermentación empleando el método en saco de yute y fermentación en cajones de madera de dimensiones 50 cm x 50 cm x 50 cm (largo, ancho, alto). Cada muestra con su repetición tendrá un peso en baba de 2 kg y se colocó dentro mallas de tela, luego se ubicaron en los sacos de yute y en los cajones de madera, de acuerdo al método experimental, para posteriormente ser cubiertos por la masa fermentable que corresponde al genotipo de las muestras. Todo el proceso tendrá una duración de 5 días, con una primera remoción a las 48 horas y remociones periódicas cada 24 horas. Las cajas de madera se cubrió con hojas de plátano y sacos de polipropileno para aislar el calor, el mismo procedimiento se realizó en los sacos de yute, mientras que en los testigos solo se cubrirán con hojas de plátano y se realizó un volteo al primer día, y al tercer día se colocó en la marquesina para secado, así como lo hacen los productores la Joya de los Sachas (Sanchez et al. 2019).

2.8.4. Secado de las almendras de cacao

Luego de la fermentación las muestras de cacao de cada unidad experimental, se procedió a secar en las mesas de la marquesina hasta que lleguen a una humedad de 7 % para después trasportarlas al laboratorio.

2.8.5. Fase de laboratorio

Las muestras secas con un 7% de humedad, se congelaron y se procedió a evaluar de acuerdo con las variables de respuesta del experimento, en el laboratorio de calidad de alimentos de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS

Tabla 1-3: Análisis de varianza

Fuente de variación	GL	Porcentaje de fermentación	Peso de almendra	Porcentaje de testa	pH del cotiledón	Ceniza	Proteína	Grasa	Polifenoles totales
Repeticiones	2	11,23ns	2,61ns	0,45ns	0,0035ns	0,0007ns	0,26ns	11,19ns	8,61ns
Material genético	1	234,38**	3351,68**	14,57**	0,37**	0,75**	4,01*	16,04ns	736,8**
Método de fermentación	1	3015,04**	275,67**	35,62**	0,92**	2,23**	3,77*	13,26ns	157,74**
Tipo de fermentador	1	77,04**	1,38ns	5,74**	0,07**	0,01ns	0,1ns	0,45ns	195,78**
Material genético*Método de fermentación	1	1,04ns	740,37**	27,39**	0,09**	0,06*	0,31ns	2,04ns	154,03**
Material genético*Tipo de fermentador	1	108,37**	48,28ns	6,72**	0,07**	0,01ns	0,06ns	0,0028ns	177,93**
Método de fermentación*Tipo de fermentador	1	5,04ns	0,67ns	13,32**	0,34**	0,00082ns	0,8ns	1,93ns	23,84*
Material genético*Método de fermentación	1	9,37ns	61,06ns	9,48**	0,1**	0,03ns	0,0035ns	6,83ns	465,33**
Testigos vs Resto	1	6735,01ns	24,5ns	58,38ns	0,4ns	0,64ns	5,73ns	4,46ns	515,7ns
T9 vs T10	1	368,17ns	1413,74ns	11,48ns	0,01ns	0,09ns	0,0038ns	16,67ns	219,22ns
Error	18	4,31ns	12,41ns	20,3ns	0,0025ns	0,01ns	0,6ns	4,46ns	13,28ns
Coefficiente de variación		2,96ns	2,36ns	5ns	0,93ns	2,23ns	5,87ns	4,7ns	6,11ns
Media		70,13	149,34	14,16	5,34	3,55	13,16	44,94	59,64

Realizado por: Viteri, S. 2021

La tabla 4 indica que las variables del análisis físico reportan diferencias altamente significativas para el material genético, tipo de fermentación y método de fermentación. El porcentaje de fermentación y peso de almendra reporta diferencias significativas en la interacción Material genético*Tipo de fermentador. El porcentaje de testa indica diferencias altamente significativas para las cuatro interacciones de los factores de variación.

En el pH del cotiledón se observó diferencias altamente significativas en los tres factores de variación, de igual manera en las cuatro interacciones. La ceniza demuestra diferencias significativas para la interacción Material genético*Método de fermentación. La proteína indica diferencias significativas para el Material genético y Tipo de fermentador. La grasa no presenta diferencias significativas. Los polifenoles totales indican diferencias altamente significativas en los tres factores de variación y en las intenciones, excepto en la interacción Método de fermentación*Tipo de fermentador que presenta una diferencia significativa.

3.1. Análisis de variables físicas

Las variables físicas se analizaron según los reportes obtenidos del método de comparación según Tukey con un nivel de significación de 0,05. En la Figura 2 se presenta la variación del porcentaje de fermentación, peso de almendra y porcentaje de testa obtenido en cada uno de los tratamientos.

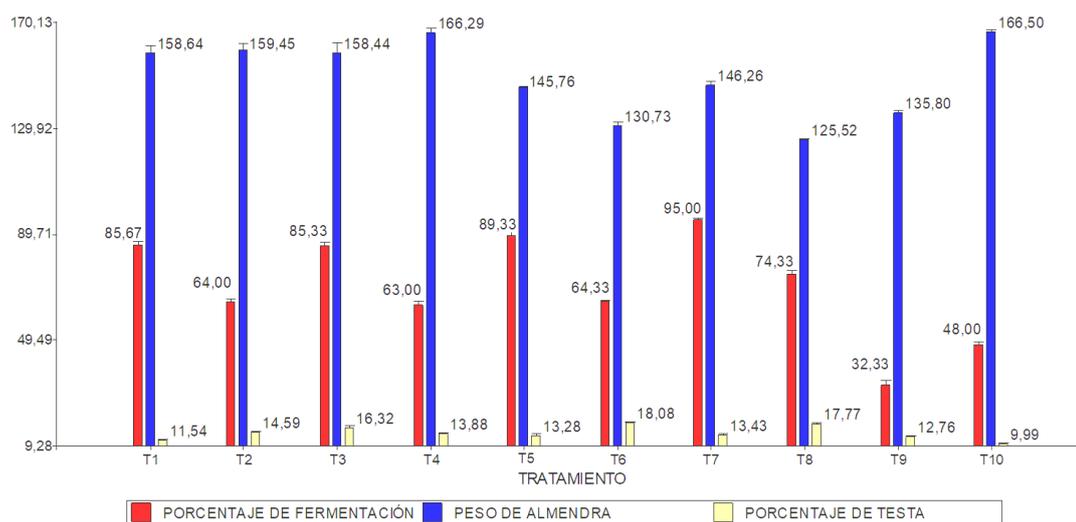


Gráfico 1-3: Variación de parámetros físicos por tratamiento
Realizado por: Viteri, S. 2021

3.1.1. Porcentaje de fermentación

Para el porcentaje de fermentación el factor de varianza más relevante es el método de fermentación, seguido por el material genético. Con el pre secado se obtuvieron resultados sobre el 85,33 %, mientras que en baba el máximo obtenido fue 74,33 %, como se observa en el grafico

1-3. Con Súper árbol se obtuvieron resultados entre 95 % y 89,33 %. Para la variedad Nacional es indiferente el tipo de fermentador mientras que para Súper árbol se obtuvo mejores resultados en la caja de madera.

3.1.2. *Peso de Almendra*

Para el peso de almendra el factor determinante es el material genético, sin embargo al analizar las interacciones se identificó una influencia parcial del método de fermentación. En el cacao Nacional se obtuvieron resultados sobre los 158,44 g, mientras que con Súper árbol el peso máximo fue de 146,26 g. El presecado influyó positivamente en el peso de la almendra solo para el cacao Súper árbol. El peso de la almendra del cacao Súper árbol con presecado fue de 146,26 g a 145,76 g, mientras que en baba fue de 130,73 g y 125,52 g.

3.1.3. *Porcentaje de testa*

En el porcentaje de testa el factor determinante es método de fermentación, sin embargo al analizar las interacciones se identifica una influencia con el material genético. Con baba se obtuvieron resultados sobre los 13,88 %, mientras que en el presecado el peso máximo fue de 16,32 %. El cacao Súper árbol obtuvo resultados con presecado entre 13,43 % y 13,28 %, mientras que en baba fue de 18,08 % a 17,77 %. El cacao Nacional si es influenciado por el tipo de fermentador, obteniéndose mayor porcentaje de testa al usar el cajón de madera.

3.2. Análisis de variables químicas

Las variables químicas se analizaron según los reportes obtenidos del método de comparación según Tukey con un nivel de significación de 0,05. En la Figura 4 se presenta la variación del pH del cotiledón, proteína, grasa, ceniza y polifenoles totales obtenido en cada uno de los tratamientos.

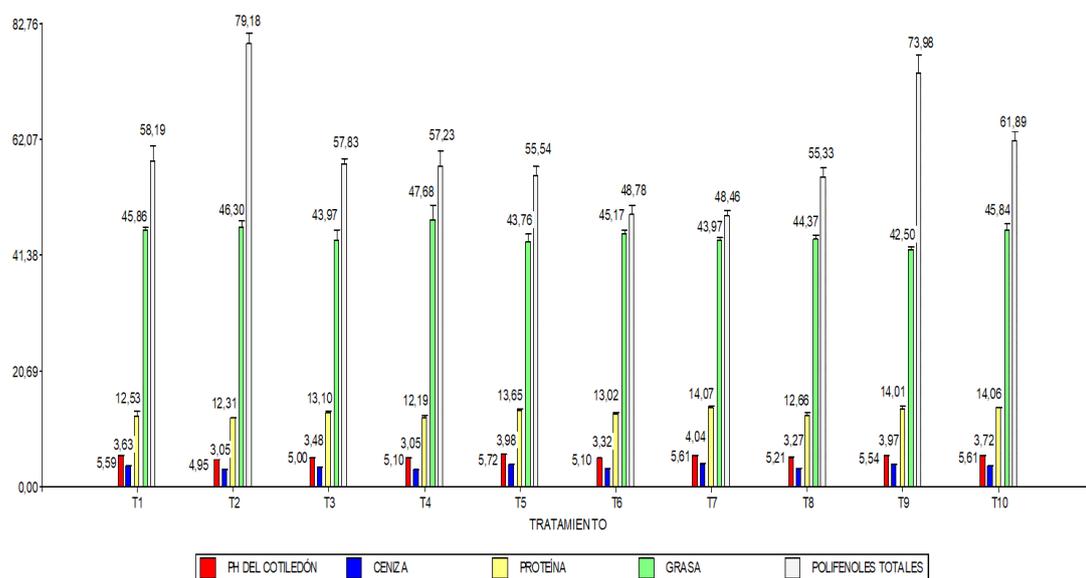


Gráfico 2-3: Variación de parámetros químicos por tratamiento
Realizado por: Viteri, S. 2021

3.2.1. pH del cotiledón

En el pH el factor determinante es el método de fermentación, sin embargo al examinar las interacciones se identifica una influencia con el material genético. Con el presecado se obtuvieron resultados sobre 5, mientras que en baba el máximo obtenido fue 5,21 %. Con Súper árbol se obtuvieron resultados entre 5,72 y 5,61 mientras que para Nacional se obtuvo 5,59 y 5,10. Para la variedad Súper árbol es indiferente el tipo de fermentador mientras que para Nacional se obtuvo mejores resultados en saco de yute.

3.2.2. Proteína

En la proteína el factor determinante es el material genético, sin embargo al considerar las interacciones se identifica una influencia con el método de fermentación. Con el cacao Súper árbol se obtuvieron resultados sobre los 12,66 %, mientras que para Nacional el máximo alcanzado fue 13,10 %. El presecado influyó positivamente en proteína solo para el cacao Súper árbol. La proteína en el cacao Súper árbol con presecado fue de 14,07 % y 13,67 %, mientras que en baba fue de 13,02 % y 12,66 %.

3.2.3. Grasa

Para grasa ningún factor indicó diferencia significativa, sin embargo, se presenta el gráfico de las medias para cada tratamiento en la figura 4.

3.2.4. Cenizas

En las cenizas el factor de varianza determinante es el método de fermentación, seguido por el material genético. Con el presecado se obtuvieron resultados sobre los 3,48 %, mientras que en baba el máximo obtenido fue 3,32 %. Con Súper árbol se obtuvieron resultados entre 4,04 % y 3,98 %, mientras que para Nacional se obtuvo 3,63 % y 3,48 %. En el cacao Nacional, con presecado, el tipo de fermentador influye mostrando un mayor porcentaje cuando se usó de saco de yute.

3.2.5. Polifenoles totales

En los polifenoles totales el factor de varianza determinante es el material genético. Con cacao Nacional se obtuvieron resultados sobre 57,23 %, mientras que para Súper árbol el máximo alcanzado fue de 55,54 %. Con Nacional se obtuvieron resultados en cajón de madera entre 57,83 % y 57,23, mientras que para saco de yute se obtuvo 79,18 % y 58,19 %.

3.3. Análisis sensorial

En la evaluación sensorial, se evaluaron sabores: acidez, amargor, astringencia, de igual manera se calificó la preferencia como un parámetro, los panelistas o catadores fueron consumidores sin experiencia. De acuerdo con los resultados obtenidos, como se indica en la figura 4, en sabor amargo sobresalió el T3, T8 Y T9 todos los tratamientos, estos obtuvieron una calificación de 7. En sabor astringente el tratamiento que sobresalió con el valor más alto fue el T8 con una calificación de 9. En sabor ácido se establece que el T3 es el más alto entre todos los tratamientos con una calificación de 6. En la preferencia se obtuvo como resultado más alto el T5 con una calificación de 7.

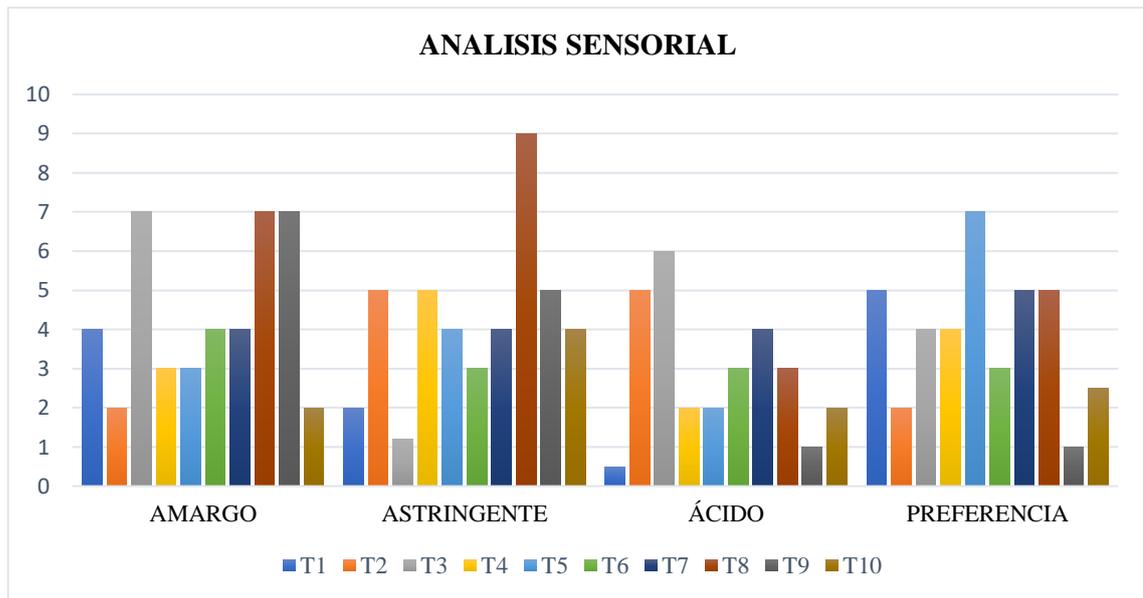


Gráfico 3-3: Análisis de los sabores obtenidos en el análisis de sensorial por tratamiento.
Realizado por: Viteri, S. 2021

3.3.1. Amargo

En sabor amargo los tratamientos T3, T8 Y T9 fueron los más altos, con porcentajes de fermentación de 85%, 74%, 32% respectivamente. En los tratamientos más bajos que fueron T2 y T10 se obtuvieron con porcentajes de fermentación de 64% y 48%. Según estos resultados se puede considerar que para el paladar de un panel no entrenado no nota las diferencias si está o no fermentado un cacao.

3.3.2. Astringente

En sabor astringente el tratamiento T8 fue el más alto, con un porcentaje de fermentación de 74%. El tratamiento más bajo fue el T3 donde se obtuvo un porcentaje de fermentación 85%. Para el T8 la cantidad de polifenoles fue de 55,33 %, a diferencia del T3 que tuvo 57,83%. En este caso el panel de degustación tampoco diferenció el porcentaje de fermentación, ni el porcentaje de polifenoles.

3.3.3. Ácido

En sabor ácido el tratamiento más alto fue el T3, con un porcentaje de fermentación de 85%. El tratamiento que obtuvo el resultado más bajo fue el T1 donde obtuvo un resultado de fermentación de 85%. Para el T3 el pH fue 5%, a diferencia del T1 que obtuvo 5,59% Se determinó que el porcentaje de fermentación no se diferenció para el paladar de un panel no entrenado. La variabilidad del pH se atribuye a la diferencia del material genético y el método de fermentación.

3.3.4. Preferencia

En preferencia el tratamiento con puntaje más alto fue el T5, con un porcentaje de fermentación de 89%. El tratamiento más bajo fue el T9 donde consiguió un porcentaje de fermentación de 32%. Se estableció que el porcentaje de fermentación en este parámetro fue identificado por los catadores no entrenados.

3.4. Discusión

En pruebas de fermentación de cacao criollo realizadas por (Graziani et al. 2003) en cajas de madera cuadradas logro una fermentación de 78.6 % en 2 días y 93.2% en 5 días, estos porcentajes son bajos a los obtenidos en el presente estudio en el cual se obtuvo resultados entre 85.6 y 95% de fermentación. La exigencia de la norma técnica ecuatoriana para que un cacao sea categorizado como Arriba Superior Summer Selecto (ASSS) es decir de calidad superior (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2018), establece que debe tener un mínimo establecido de 75% de fermentación. (Cedeño, 2010, p. 10,11,22) asegura que los granos comerciales de cacao tienen un peso promedio de 100 a 120 g , este peso es inferior al que se consiguió en este estudio que fue 158, 44 g para cacao Nacional y 146, 26 g para Super árbol, no obstante (Álvarez, Pérez y Lares, 2007, p. 249-256), menciona en su estudio que alcanzo promedios de 157,45 g con almendras expuestas al sol.

(Campuzano, 2007), mencionan que el contenido de testa de la almendra tiene relación proporcional con el tamaño de la almendra, mientras (Chang et al., 2014, p. 21-34), indica que tal teoría se aplique al comparar el porcentaje de testa en almendras del mismo genotipo, pero no cuando se compara almendras de genotipos distintos, coincidiendo con lo último expresado, esta investigación alcanzo un porcentaje de testa distinto en cacao Súper árbol, 13,43 % respecto al cacao Nacional, que fue del 13,8 %, estos porcentajes altos se han logrado al usar el cajón de madera.

(Chang et al., 2014, p. 21-34) indica que cacaos tipos trinitarios como CCN-51 tiene un pH del cotiledón de 6.87, difiriendo de estos resultados en la investigación realizada el porcentaje de pH fue menor 5,72 % y 5,61 % con cacao Súper árbol. Estos resultados también difieren con los conseguidos por (Calderón, 2004, p. 88) que reportó valores de 3,4 y 4,6.

Respecto al porcentaje de ceniza, la actual investigación concuerda con rangos obtenidos por (Guérron, 2009, p. 40) quien obtiene 3.62% de ceniza en cacao tipo Nacional, que a su vez, coinciden con el rango de resultados obtenidos por (Chang et al., 2014, p. 21-34) donde cacaos tipo trinitario reportaron promedios de 4.18%.

En la variable Polifenoles totales el análisis de varianza determino que el material genético influye en los porcentajes obtenidos, el cacao Nacional 57,23 %, y Súper árbol 55,54 %, otros autores como (Zambrano et al., 2010, p. 211-219) y (Rivera et al., 2012, p. 7-12) en sus trabajos concluyen que en esta variable influye el tiempo de fermentación. Según (Rivera et al., 2012, p. 7-12), el contenido de

polifenoles interviene en la astringencia de los grano, debido a que esta característica está relacionada con el sabor desagradable del grano de cacao.

Los resultados del análisis sensorial de los tratamientos T3, T8 Y T9 en cuanto a los sabores amargos registraron una calificación de 7, (Lerceteau et al., 1999, p. 619-625) indica que un sabor muy amargo y astringente en intensidades fuertes se debe principalmente a metilxantinas teobromina y la cafeína posiblemente relacionada con problemas durante la poscosecha.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados se concluye:

- Que el mejor tratamiento resulto el T5 Súper Árbol + Fermentación en saco de yute + pre secado, esto quiere decir que los componentes estudiados si influenciaron en la calidad del producto final.
- Se evaluó el efecto del material de los fermentadores, y no se encontró diferencia entre el fermentado tanto en cajas de madera y fermentado convencional saco de yute, en la evaluación de cada fermentador se obtuvo resultados similares.
- Que dependiendo el material genético si influye el método de fermentación y la relación de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de granos de cacao.
- Proporcionalmente el mayor contenido poli fenólico total correspondió al cacao de origen Nacional.
- En la prueba sensorial se evaluaron sabores: acidez, amargor, astringencia, donde los consumidores prefieren chocolates menos ácidos y amargos y con un porcentaje menos de fermentación (89%).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la repetición de la prueba de fermentación, en otro tipo de fermentadores (plásticos y metálicos) con muestras de varios genotipos de cacao y de diferentes pisos altitudinales.
- Para un fácil manejo al fermentar es mejor hacerlo en cajón de madera ya que en saco se necesitaría de dos personas para hacer los volteos.
- Realizar una prueba sensorial de los granos de cacao en diferentes fermentadores y varios genotipos de cacao, para la generación de información y así colaborar a la agroindustria de la provincia.
- La realización del análisis de polifenoles totales, sirve como indicador del grado de fermentación que estuvieron expuestos los granos de cacao, el presecado también influyo en la degradación de polifenoles.
- Estudiar los efectos bioquímicos de la fermentación del cacao con la adicción de varios componentes (miel, cascara de naranja, plantas aromáticas).
- Realizar Análisis sensoriales completos de los distintos genotipos de cacao cultivados en las diferentes zonas agroecológicas de la provincia y así poder obtener un producto de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, C., PÉREZ, E. y LARES, M.C., 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, vol. 57, no. 4, pp. 249-256. ISSN 0002-192X.

AMORES, F., ESPÍN, S., ARMIJOS, A., WAKAO, H., CALDERÓN, L., HOLLYWOOD, N., RAMOS, G., BUTTLER, D. y VAN LOO, R., 2006. Establecimiento de parámetros físicos, químicos y organolépticos para diferenciar cacao fino y ordinario. ,

ANECACAO, 2012. Cacao en Ecuador. , pp. 1. ISSN 0001-656X.

ANECACAO, 2019. *Cacao Nacional | Anecacao Ecuador*. 2019. S.l.: s.n.

AOAC, I. y GEORGE, W.L., 2012. *Official methods of analysis of AOAC International*. Gaithersburg: s.n.

BRAVO, NATALY; MINGO, F., 2011. Valoración de tres métodos de fermentación y secado para mejorar la calidad y rentabilidad del cacao fino de aroma (*Theobroma cacao* L.) en la parroqui Panguitza del Cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. *Universidad Nacional de Loja*, pp. 244.

BUSTAMANTE, M., 2010. Efecto de varios métodos de prefermentación y fermentación del cacao CCN-5I (*Theobroma cacao* L) en las propiedades físicas y organolépticas de la almendra. , pp. 124.

CABALLERO-PÉREZ, J.F., HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, C. y AVENDAÑO-ARRAZATE, C.H., 2014. La fermentación y el secado al sol de granos de cacao. *INIFAP, Folleto Técnico*. S.l.:

CALDERÓN, D., 2004. *Caracterización y evaluación de accesiones de cacao Amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario productivo*.

CALVA, A. y RAMÍREZ, P., 2016. Guía técnica para el establecimiento y manejo del cacao Súper Árbol. *Psikologi Perkembangan*, no. October 2013, pp. 1-224. ISSN 1098-6596.

CEDEÑO GUZMÁN, P., 2010. Determinación de perfiles organolépticos en ocho grupos de cacao mediante degustación de licor de cacao y chocolate oscuros elaborados artesanalmente. ,

CHANG, J.F.V., TORRES, C.V., MORÁN, D.E.P., VÉLIZ, J.M., REMACHE, R.R. y RODRÍGUEZ, W.M., 2014. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince

clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia Sociales y Económicas*, vol. 7, no. 2, pp. 21-34. ISSN 2588-0594.

CONTRERAS, C., 2004. Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, vol. 54, no. 2, pp. 219-232. ISSN 0002-192X.

CUBILLOS, G., MERIZALDE, G. y CORREA, E., 2008. Manual De Beneficio Del Cacao 2008. *Secretaria de agricultura de Antioquia*, pp. 19-27.

ENRIQUEZ, G., 2004. Cacao organico. Guia para productores ecuatorianos. *Manual*, pp. 407 p.

ENRÍQUEZ, Gustavo.A., 1985. *Curso sobre el cultivo de cacao*. S.l.: s.n.

ESPÍN, S. y SAMANIEGO, I., 2016. Manual para análisis de parámetros químicos asociados a la calidad del cacao. *Manual Nro 105*. S.l.: s.n., pp. 32-34. ISBN 978-9942-22082-0.

GAD DE SAN CARLOS, 2015. Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural de San Sarlos. *Ordenamiento Territorial*, vol. 1, pp. 150.

GRAZIANI DE FARIÑAS, L., ORTIZ DE BERTORELLI, L., ALVAREZ, N. y TRUJILLO DE LEAL, A., 2003a. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*, vol. 53, no. 2, pp. 175-188. ISSN 0002-192X.

GRAZIANI DE FARIÑAS, L., ORTIZ DE BERTORELLI, L., ALVAREZ, N. y TRUJILLO DE LEAL, A., 2003b. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía tropical*, vol. 53, no. 2, pp. 175-188. ISSN 0002-192X.

GUERRÓN, V., 2009. Elaboración de pasta a partir de mezclas de cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) y CCN-51 producidos en Quevedo. ,

INEC-ESPAC, 2019. *Tabulados ESPAC 2019*. 2019. S.l.: s.n.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN INEN, 2006. Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 0176: Requisitos de Cacao en grano. *Quito- Ecuador*.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIAP, 2019. *La cadena de valor del cacao en América Latina y el Caribe*. S.l.: s.n. ISBN 978-9942-36-465-4.

INTA, 2010. Guía Tecnológica del Cacao. . Managua:

JIMÉNEZ, J., AMORES, F., NICKLIN, C., RODRIGUEZ, D., ZAMBRANO, F., BOLAÑOS, M., REYNEL, V., DUEÑAS, A. y CEDEÑO, P., 2011. Micro fermentación y

análisis sensorial para la selección de árboles superiores de cacao. *Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias*, vol. Boletín Te, pp. 63.

JIMENEZ, J., TUZ, I., QUEVEDO, J. y GARCÍA, R., 2018. Presecado: su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agrosistemas*, vol. 6, no. 2, pp. 63-73.

JIMÉNEZ, J.C., 2003. *Prácticas del Beneficio del Cacao y su Calidad Organoléptica*. S.l.: s.n.

LERCETEAU, E., ROGERS, J., PÉTIARD, V. y CROUZILLAT, D., 1999. Evolution of cacao bean proteins during fermentation: a study by two-dimensional electrophoresis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 79, no. 4, pp. 619-625. ISSN 0022-5142.

LOOR, R., CASANOVA, T. y PLAZA, L., 2016. *Mejoramiento y homologación de los procesos y protocolos de investigación, validación y producción de servicios de cacao y café*. 2016. Quevedo, Ecuador: s.n. ISBN 978-9942-22-103-2.

MARTINEZ, T., NAVARRO, M. y CAMACHO, A., 2004. Cacao de Calidad Beneficiado en Centros de Acopio. *ProDeSoc-IPADE*, pp. 23.

PAREDES, N., 2009. Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. *Manual*. S.l.:

QUINGAISA, E. y RIVEROS, H., 2007. Estudio de caso: Denominación de origen «Cacao Arriba». . S.l.:

RAMIREZ, P., 2006. Estructura Y Dinamica De La Cadena De Cacao En El Ecuador. , pp. 72.

RAMOS, G., 2004. La fermentación, el secado y almacenamiento del cacao. Taller Internacional de calidad integral de cacao, teoría y práctica. . Quevedo, Ecuador:

RECALDE, A., 2007. Evaluación del efecto del presecado y tiempo de fermentación, en los contenidos de polifenoles totales, alcaloides y ácidos volátiles en dos genotipos de cacao. , vol. 2014, pp. 258.

RIVERA, R., BARRERA, A., GUZMÁN, Á., MEDINA, H., CASANOVA, L., PEÑA, M. y NIVELA, P., 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, vol. 5, no. 1, pp. 7-12. ISSN 1390-4051. DOI 10.18779/cyt.v5i1.77.

RÜTTE, S. Von, 2004. Cacao Arriba, la pepa de oro. [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/boletin-informativo/>.

SAMANIEGO, I., ESPÍN, S., QUIROZ, J., ORTIZ, B., CARRILLO, W., GARCÍA-VIGUERA, C. y MENA, P., 2020. Efecto del área de cultivo sobre el contenido de metilxantinas y flavan-3-ols en granos de cacao de Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 88, no. June 2019, pp. 103448. ISSN 08891575. DOI 10.1016/j.jfca.2020.103448.

CAMPUZANO, V., 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial.

SANCHEZ, M., MESTANZA, C., CALERO, A., RAMIREZ, C. y VARGAS, Y., 2019. Evaluation of the Cocoa Bean (*Theobroma Cacao* L .), using Two Fermentators , Orellana and Sucumbios Provinces , Ecuador. *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 8, no. 7, pp. 278-283.

SCHAWN, R., 1990. Microbiología de la fermentación del cacao: Estudio para mejorar la calidad. .

VERA, J., VALLEJO, C., PÁRRAGA, D., MACÍAS, J., RAMOS, R. y MORALES, W., 2015. Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, vol. 7, no. 2, pp. 21-34. ISSN 1390-4051. DOI 10.18779/cyt.v7i2.99.

ZAMBRANO, A., ROMERO, C., GÓMEZ, Á., RAMOS, G., LACRUZ, C., BRUNETTO, M. del R., MÁXIMO, G., GUTIÉRREZ, L. y DELGADO, Y., 2010. Evaluación química de precursores de aroma y sabor del cacao criollo merideño durante la fermentación en dos condiciones edafoclimáticas. *Agronomía Tropical*, vol. 60, no. 2, pp. 211-219. ISSN 0002-192X.

**LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE**

 Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION-ECIBCE,
l=QUITO, serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2022.01.27 10:48:04 -05'00'

ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DE MATERIALES DE CACAO NACIONAL Y SÚPER ÁRBOL



ANEXO B: PROCESO DE POS COSECHA



ANEXO C: FASE DE LABORATORIO





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE UNIDAD DE
PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 04 / 09 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Samuel Isaac Viteri Sanchez</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Recursos Naturales</i>
Carrera: <i>Ingeniería Agronómica</i>
Título a optar: <i>Ingeniero Agrónomo</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>



1842-DBRA-UTP-2021