



**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN PRODUCCIÓN  
VEGETAL**

**FETENSECA: ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD SENSORIAL  
DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CULTIVAR CCN-51**

**Ing. Agr. Arturo Medardo Palacios García**

**“ARTÍCULO PROFESIONAL DE ALTO NIVEL EN OPCIÓN AL  
TÍTULO DE MAGISTER EN AGRONOMÍA MENCIÓN  
PRODUCCIÓN VEGETAL”**

**Tutor: Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero. MSc.**

**Cotutor: Ing. Irán Rodríguez Delgado MSc.**

**Machala, diciembre de 2022**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Arturo Medardo Palacios García, con C.I. 0102557402; autor del trabajo de titulación “ FETENSECA: ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CULTIVAR CCN-51” en opción al título de Magíster en Agronomía, Mención Producción Vegetal, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirse a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cedo a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
  - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Attribution-No Comercial – Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4,0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
  - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

ARTURO MEDARDO PALACIOS GARCÍA

C.I. 0102557402

## **DEDICATORIA**

Dios a hecho posible todos los éxitos alcanzados en mi vida, este estudio lo dedico a mi esposa Mónica a mis hijas Doménica y Daniela.

Dedico a mis tíos Gonzalo Panamá y Mariana Palacios autores de mi vida y mis éxitos conseguidos.

A mi querida familia por siempre estar y permanecer unida, siendo referentes de valores a seguir.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia que siempre han estado en los momentos difíciles y colaborado para poder alcanzar mis metas, al Ing. José Quevedo MsC. Tutor de mi investigación y a todos los docentes que contribuyeron en mi capacitación.

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Por medio de la presente, yo, Arturo Medardo Palacios García con C.I 0102557402 declaro ante el Comité Académico de la Maestría de Agronomía, de la Universidad Técnica de Machala, que el trabajo de titulación titulado "FETENSECA: ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CULTIVAR CCN-51"; de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona al no ser referenciado debidamente en el texto, parte de ella o en su totalidad no ha sido aceptada para el otorgamiento de cualquier otro diploma de una institución nacional o extranjera.

ARTURO MEDARDO PALACIOS GARCÍA

C.I. 0102557402

Machala, 2021/11/14

## REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN

### FETENSECA: ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) CULTIVAR CCN-51

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>3%</b>	%	<b>3%</b>	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>LENIN VERA MONTENEGRO. "Aplicación y Comparación de Metodologías Multicriterio (AHP y Fuzzy Logic) en la Selección de Tecnología Postcosecha para Pequeños Productores de Cacao.", Universitat Politecnica de Valencia, 2014</b>	<b>3%</b>
	Publicación	

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 100 words

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, José Nicasio Quevedo Guerrero, con C.I. 0703870030, docente-investigador de la Universidad Técnica de Machala, adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, tutor del trabajo de titulación " FETENSECA: ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD SENSORIAL DEL CACAO (*Theobroma cacao*, L.) CULTIVAR CCN-51", del autor Arturo Medardo Palacios García, en opción al título de Magister en Agronomía, Mención Producción Vegetal, certifico que su tesis ha sido revisada, enmarcada en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la UTMACH, razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentada a evaluación.

JOSÉ NICASIO QUEVEDO GUERRERO, MsC.

C.I. 0703870030

Machala, 2022/12/13

# CERTIFICACIÓN DE PUBLICACIÓN



ISSN-p 1816-7667

ISSN-e 2414-1046

## CONSTANCIA 05-2022 - MANGLAR

El Editor de la revista MANGLAR,

### HACE CONSTAR QUE:

El artículo titulado:

**FETENSECA: Alternativa para mejorar la calidad sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar CCN-51**

de autoría de:

**Arturo Medardo Palacios Garcia**

**José Nicasio Quevedo Guerrero**

**Irán Rodríguez Delgado**

Luego de haber cumplido con las normas editoriales de la revista y de una revisión de pares, fue **aceptado y publicado** en el Vol. 18 (2021), Núm. 4 de esta revista.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado, para los fines que se estime pertinente.

En Trujillo (Perú), 18 de noviembre del 2022

Dra. Rosa Liliana Solís Castro  
Director Manglar

Indizada en:



<http://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar>

E-mail: [revistamanglar@untumbes.edu.pe](mailto:revistamanglar@untumbes.edu.pe)



## RESUMEN

La producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador representa el segundo rubro económico de importancia en exportaciones agropecuarias, su competitividad en el mercado internacional se debe a la calidad sensorial de los genotipos producidos en el país, aspecto que se desarrolla en la etapa post-cosecha. Por esta razón se ha evaluado una alternativa propuesta por la empresa Agrozhuca, que de acuerdo a la experiencia en la industria ha producido el método FETENSECA. El objetivo del estudio fue evaluar el método de manejo poscosecha, realizado por la empresa AGROZHUCAY para el mejoramiento de la calidad del cacao en el cantón La Troncal. La metodología empleada fue un diseño de bloques completamente al azar, 4 tratamientos con 3 repeticiones, prueba de rangos múltiples de Duncan 5%, nivel de significancia igual al 95%. Se estudiaron propiedades físicas, biomoléculas con los métodos DPPH y Folin Ciocalteu. Los resultados determinaron que el tratamiento testigo implementado por la empresa y el tratamiento que incorporó una lona de yute presentaron las mejores características físicas químicas.

**Palabras clave:** calidad sensorial; fermentación; actividad antioxidante; CCN-51.

## ABSTRACT

The production of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ecuador represents the second most important economic item in agricultural exports, its competitiveness in the international market is due to the sensory quality of the genotypes produced in the country, an aspect that is developed in the stage post-harvest. For this reason, an alternative proposed by the company Agrozhucaay has been evaluated, which according to experience in the industry has produced the FETENSECA method. The objective of the study was to evaluate the method of post-harvest handling, carried out by the company AGROZHUCAY for the improvement of the quality of cocoa in the canton of La Troncal. The methodology used was a completely randomized block design, 4 treatments with 3 repetitions, Duncan's multiple range test 5%, significance level equal to 95%. Physical properties and biomolecules were studied with the DPPH and Folin Ciocalteu methods. The results determined that the control treatment implemented by the company and the treatment that incorporated a jute canvas presented the best chemical physical characteristics.

**Keywords:** sensory quality; fermentation; antioxidant activity; CCN-51.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA .....	5
REPORTE DE SIMILITUD DE TURNITIN .....	6
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	7
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	11
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS .....	14
ÍNDICE DE ANEXOS .....	15
INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 Objetivos del estudio .....	3
1.3 Hipótesis .....	4
CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL.....	5
1.1 Antecedentes históricos de la investigación .....	5
1.4. Marco teórico.....	7
1.4.1 Importancia del cacao <i>Theobroma cacao</i> L. ....	7
1.4.2 Poscosecha del cacao.....	9
1.4.3 Fermentación de semillas de cacao .....	9
1.4.4 Factores asociados a la exportación de cacao.....	11
1.4.5 Componentes que intervienen en el desarrollo de la calidad sensorial .....	12
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
2.1 Lugar Experimental .....	14
2.2 Manejo del experimento .....	14
2.2.1 Cosecha.....	15
2.2.2 Desvenado .....	15
2.2.3 Desbabado .....	15
2.2.4 Fermentado .....	15
2.2.5 Secado.....	15

2.3 Métodos .....	15
2.4 Diseño Estadístico .....	16
2.4.1 Tratamientos .....	16
2.4.2 Croquis de la unidad experimental .....	17
2.5 Variables .....	17
2.5.1 pH del grano. ....	17
2.5.2 Temperatura.....	17
2.5.3 Índice de mazorca:.....	17
2.5.4 Número de almendras por mazorca: .....	18
2.5.5 Índice del grano: .....	18
2.5.6 Número/porcentaje de cascarilla o testa: .....	18
2.5.7 Porcentaje de fermentación (prueba de corte): .....	18
2.5.8 Las almendras se clasificaron en: .....	18
2.5.9 Humedad del grano:.....	19
2.5.10 Calidad de licor de cacao (catadores):.....	19
2.5.11 Costos del tratamiento del tratamiento T3.....	19
CAPÍTULO 3. RESULTADOS .....	20
3.1 pH del grano. ....	20
3.2 Humedad del grano.....	20
3.3 Peso de 100 semillas.....	21
3.4 Índice de mazorca.....	21
3.5 Fermentación del grano .....	22
3.5.1 Granos con buena fermentación .....	22
3.5.2 Granos con fermentación media .....	23
3.5.3 Granos violeta.....	23
3.5.4 Granos Pizarroso.....	24
3.5.5 Granos defectuosos.....	24
3.5.6 Fermentación Total.....	25
3.5.7 Escala hedónica .....	25
3.5.8 Contenido de Polifenoles.....	26
3.5.9 Contenido de actividad antioxidante .....	26
3.5.10 Contenido de grasas.....	27
3.5.10 Costo del tratamiento T3 .....	27
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	28
4.1 pH del grano. ....	28

4.2 Humedad del grano.....	29
4.3 Peso de 100 semillas.....	29
4.4 Índice de mazorca.....	29
4.5 Fermentación del grano .....	29
4.5.1 Granos con buena fermentación .....	29
4.5.2 Granos con fermentación media .....	30
4.5.3 Granos violeta.....	30
4.5.4 Granos pizarrosos .....	31
4.5.5 Granos defectuosos.....	31
4.5.6 Fermentación Total.....	31
4.5.7 Escala hedónica de los tratamientos obtenidos para el estudio .....	32
4.5.8 Contenido de polifenoles totales.....	33
4.5.9 Contenido de actividad antioxidante .....	33
4.5.10 Contenido de grasas.....	34
4.5.11 Costo de fermentado y secado del tratamiento T3 .....	34
5. CONCLUSIONES.....	34
6. RECOMENDACIONES .....	36
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA .....	37
ANEXOS .....	43

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

	pág.
Tabla 1. Los principales países productores de cacao en el mundo. ....	6
Tabla 2. Análisis de varianza.....	16
Figura 1. Medias de la variable de % de humedad grano seco.....	20
Figura 2. Medias de la variable peso de 100 almendras fermentadas secas.....	21
Figura 3 Media variable Índice de mazorca. ....	21
Figura 4. Media de variables de % de granos fermentados de buena calidad. ....	22
Figura 5. Variable media de % de granos fermentados de media calidad.....	23
Figura 6. Medías de la variable % de granos violeta.....	23
Figura 7. Media de la variable % de granos pizarra. ....	24
Figura 8. Media de % de granos defectuosos. ....	24
Figura 9. Media de % de fermentación total. ....	25
Figura 10. Escala hedónica de los tratamientos obtenidos para el estudio.....	25
Figura 11. Diagrama de cajas del contenido de Polifenoles totales .....	26
Figura 12. Diagrama de cajas contenido de actividad antioxidante. ....	27
Figura 13. Diagrama de cajas contenido de grasas.....	27
Tabla 3. Costo de fermentado y secado del tratamiento T3. ....	27

## ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Tabla 4. Costo del Tratamiento T0. ....	43
Anexo 2. Fotografías de la investigación .....	44
Foto 1. Cosecha de cacao: Finca La Providencia .....	44
Foto 2. Finca La Providencia Cosecha de cacao .....	44
Foto 3. Desvenado de cacao para la investigación .....	44
Foto 4. 12 tratamientos de la Investigación en la empresa .....	45
Foto 5. Toma de datos de los tratamientos temperatura y pH .....	45
Foto 6. Toma de datos de temperatura usando pistola infrarroja .....	45
Foto 7. Toma de datos pH. Usando cintas indicadoras de pH. ....	46
Foto 8. Secado de los tratamientos de cacao de la investigación .....	46
Foto 10. Peso de cada uno de los 12 tratamientos .....	47
Foto 11. Peso de 100 almendras de cada uno de los tratamientos.....	47
Foto 12. Toma de datos de pH de los granos en proceso de fermentado .....	48
Foto 13. Método de lectura de pH utilizando laminas Hydrion .....	48
Foto 14. Medidor infrarrojo de temperatura. ....	48
Foto 15. Medidor de humedad grano seco .....	49
Foto 16. Muestras de los tratamientos para análisis de laboratorio.....	49
Anexo 3 Publicación Artículo de la Investigación .....	50

## INTRODUCCIÓN

El cacao ha sido declarado en el Ecuador como producto emblemático debido a la calidad que produce dándole competitividad en el mercado internacional, la cual se desarrolla especialmente en la etapa post-cosecha del proceso (Rivera et al., 2012). Actualmente el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), representa uno de los rubros de mayor importancia económica para el Ecuador, ocupando el tercer lugar de las exportaciones no petroleras (Vasquez & Tonon, 2021)

Según (EC Pro Ecuador 2018) mencionado por (Abad et al., 2020) manifiestan que, Ecuador a nivel mundial, con 300.000 toneladas al año es el cuarto productor de cacao. Con una cadena de valor que beneficia a 600.000 familias en todo el país. Con más del 70% del volumen total, lidera la producción mundial de cacao fino y de aroma. Condición que ha permitido al país conservar su posición como uno de los mayores exportadores, logrando generar fortalezas para el desarrollo de emprendimientos relacionados con el producto cacao. El crecimiento ha sido del 110% durante los últimos 10 años.

El género *Theobroma* comprende más de 25 especies diferentes de las cuales una especie es considerada como la más diversa por sus genotipos y fenotipos *Theobroma cacao* L., cultivo perenne perteneciente a la familia de las Malváceas (Dostert et al., 2012). En promedio de 2008 a 2018 a nivel mundial de cacao en grano fue 5´132,899.1 toneladas, en 10´458,046.3 hectáreas cosechadas. De las cuales Ecuador produjo 162,546.1 t. aproximadamente en 414,097.7 has. cosechadas (FAOSTAT, 2021)

Teneda (2016) cita a varios autores que reportan estudios sobre los factores que influyen en la fermentación de cacao, señala que (Ortiz de Bertorelli et al., 2009) en su artículo “Influencia de varios factores sobre las características del grano de cacao fermentado y secado al sol” afirma que varios factores influyen sobre la fermentación, entre ellos el tipo de cacao (Braudeau, 1970; (Graziani de Fariñas et al., 2002) tiempo de almacenamiento de la mazorca antes de la apertura y el desgrane (Barel, 1987; Dias y Avila, 1993; Schwan et al., 1990; Torres et al., 2004), tiempo del proceso y frecuencia de remoción de la masa fermentante (Puziah et al., 1998; Senanayake et al., 1997; Schwan et al., 1990), tipo de fermentador usado (Contreras et al., 2004); (Graziani de Fariñas



et al., 2003); (Nogales et al., 2006). Además señala que (Contreras et al., 2004) concuerdan que, el volumen de la masa (Braudeau, 1970; Puziah et al., 1989; Portillo, 2000), el volteo durante el proceso (Puziah et al., 1989) y el tipo de fermentador (Vargas et al., 1989) inciden en la fermentación y en consecuencia la calidad del grano fermentado.

La etapa de fermentación del cacao, se considera un punto crítico al producirse cambios bioquímicos es de suma importancia ya que determinan mediante este proceso los precursores del aroma y sabor, por lo tanto, los patrones de calidad física y química del producto final (Contreras et al., 2004)

Siendo un producto de buenas características y calidad, la combinación de genotipos, factores y procesos que influyen positivamente al desarrollo de éstas, cualidades que se pueden ver afectadas de manera drástica no beneficiosa para este proceso (Graziani de Fariñas et al., 2002). Existe ineficiencia a su vez en la cadena de valor del cacao con sus intermediarios por lo cual el productor no consigue precios óptimos y competitivos en otras regiones caso de los Ríos (F. Morales et al., 2018).

La fermentación y secado son etapas de gran importancia, ya que en la primera se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y la astringencia que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate ; en la segunda se reduce el exceso de humedad que queda después de la fermentación, lo que evita el desarrollo de mohos que deterioran la calidad (El Salous et al., 2019) y facilita el almacenamiento (Ortiz de Bertorelli et al., 2009) manejo y comercialización del cacao. Estos factores que influyen sobre la fermentación del cacao, entre ellos el tipo de cacao, tiempo de almacenamiento del fruto o mazorca antes de la apertura, desgranes, hora sol (Graziani de Fariñas et al., 2003); L Rovedas, 2009) tipo de fermentador usado (Quevedo et al., 2018) tiempo del proceso y frecuencia de remoción de la masa fermentante (Hashim et al., 1998) levaduras (W. Morales et al., 2016).

El objetivo general de la investigación fue, evaluar el método de manejo poscosecha FETENSECA realizado por la empresa AGROZHUCAY para el mejoramiento la calidad del cacao, en el cantón La Troncal, sus objetivos específicos fueron: Medir los parámetros del método de manejo poscosecha FETENSECA para cacao, analizar contenidos de

polifenoles en el mejor tratamiento de la investigación y calcular costos de producción del método de manejo poscosecha FETENSECA.

En la práctica, los métodos de fermentación varían mucho de una zona productora a otra, sobre todo el tipo de fermentador (Nogales et al., 2006) y el tiempo de fermentación, siendo los más usuales entre los productores de la zona norte y central de Manabí, las cajas de madera, saco de yute, tinas plásticas y montón (Graziani de Fariñas et al., 2003).

Según Teneda (2016), se comparó los valores de pH, acidez, % humedad y grasa, determinando que los cambios físicos y químicos se dan desde el inicio de la fermentación con tendencias definidas para cada una de las variables analizadas. En la variedad CC51 en fermentador horizontal se observaron valores de 4,22 y 3,85 para variedad Nacional en fermentador rotatorio para el exudado. Para el pH en granos variedad CCN51 en fermentador rotatorio el valor fue de 49,5 y 4,65 para la variedad Nacional

Teneda (2016) obtuvo para la variedad CCN51 a las 49,5 horas en el fermentador rotatorio. La mejor característica de calidad.

A pesar de los avances en conocimiento sobre la calidad del cacao y cómo lograrlo todavía se siente la necesidad de investigación para determinar con certeza los métodos óptimos y prácticos de fermentado, así se realizó la validación del proceso de manejo poscosecha practicado por la empresa Agrozhuca y basándose en sus experiencias durante más de 15 años con el método FETENSECA, evaluando variables de calidad para sí contribuir a mejorar la calidad del cacao en el sector y el país. El tratamiento T3 (FETENSECA MEJORADO), que consiste en desbabado 2 días, fermentado 2 días en tendal en montón tapado con lona de yute cubierto con plástico negro, 8 horas sol oreado, un día fermentado en montón tapada con lona de yute, cubierta con plástico negro, presentó los mejores resultados de calidad de cacao.

## **1.2 Objetivos del estudio**

### **Objetivo general**

Evaluar el método de manejo poscosecha FETENSECA realizado por la empresa AGROZHUCAY para mejorar la calidad del cacao, en el cantón La Troncal.

### **Objetivos específicos**

- Implementar la metodología FETENSECA para mejorar la calidad de las almendras fermentadas de cacao cultivar CCN-51
- Validar el método FETENSECA mediante la evaluación física, química y sensorial de las almendras fermentadas y secas de cacao cultivar CCN-51
- Calcular costos de producción del método de manejo poscosecha FETENSECA

### **1.3 Hipótesis**

#### **Hipótesis Nula: H0**

**H0:** El método de fermentación FETENSECA, no desarrolla los perfiles adecuados de calidad en el cacao CCN51

#### **Hipótesis Alternativa: H1**

**H1:** El método de fermentación FETENSECA, desarrolla los perfiles adecuados de calidad en el cacao CCN51

## CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 Antecedentes históricos de la investigación

El Ecuador produce cacao de calidad única en el mundo, debido a sus características organolépticas. Sin embargo, en las últimas décadas estas características han sido afectadas debido al mal manejo post-cosecha en cacao orgánico (Enriquez, 2004) como en cacao convencional (A. Sanchez et al., 2008).

En los últimos años se ha evidenciado una elevada demanda comercial gracias al reconocimiento de la calidad de grano, por lo que mejorar las características del manejo de la postcosecha es un punto angular para el manejo y conservación de la calidad (Castillo & Carbajal, 2019). Destacándose Ecuador como el principal exportador de cacao nacional fino y de aroma “Sabor Arriba” por las características sensoriales, los cuales pueden variar de acuerdo a sus genotipos (Chang et al., 2014).

Revista Vistazo, (2020) citado por Borja (2021) informa que el Ecuador en el 2019 logró convertirse en el primer exportador de cacao en grano en América y el cuarto lugar en el mundo (Tabla1), significando un crecimiento de 168% en la última década. Exportó 315,000 toneladas métricas en el periodo 2018 generando \$710 millones de dólares, un total de 114,899 toneladas métricas de producto incluyendo cacao procesado y en polvo se ha exportado en el periodo enero – mayo 2020. Lo que representa el 86% del total de cacao en grano de estas exportaciones.

El cacao CCN51 es cultivado desde 1980 comercialmente, de mayor productividad, pero de menor calidad que los cacaos nacionales, la alta diversidad genética de los nacionales sumada a la mezcla de granos ha ocasionado la pérdida de la calidad (García, A. 2021, pág. 155)

**Tabla 1. Los principales países productores de cacao en el mundo.**

<b>Producción de cacao por principales países (Miles de Toneladas)</b>						
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
1	Costa de Marfil	1746	1796	1581	2020	2000
2	Ghana	897	740	778	970	900
3	Indonesia	375	325	320	270	240
4	Brasil	228	230	141	174	190
5	Nigeria	248	195	200	245	260
6	Ecuador	232	261	232	290	280
7	Camerún	211	232	211	246	240
8	Perú	81	92	105	115	120
9	República Dominicana	70	82	80	57	70
10	Colombia	49	51	53	55	55
<b>TOTAL</b>		<b>4137</b>	<b>4004</b>	<b>3700</b>	<b>4441</b>	<b>4355</b>

Fuente: González, et al. (2017).

Así, para la calidad del cacao la etapa de fermentación, se considera un punto crítico al producirse cambios bioquímicos es de suma importancia ya que determinan mediante este proceso los precursores del aroma y sabor, por lo tanto, los patrones de calidad física y química del producto final (Contreras et al., 2004).

Debido a la heterogeneidad en el grado de fermentación las Organizaciones Agroindustriales tienen dificultades de calidad en los productos de cacao variedades

nacional y CCN51, por no disponer de estándares para este proceso ya que cada agricultor ejecuta las actividades de manejo poscosecha de forma tradicional

Empresas chocolateras internacionales como la transnacional Nestle, ha exportado 8000 toneladas anuales, Wall's la fábrica más importante de helados de Inglaterra, usa "la calidad y la finura del chocolate nacional" como enganche para la venta en los canales de televisión y periódicos ingleses, el eslogan "Un chocolate digno de culto" usado en el "Magnum Ecuador Dark" que posee 62% de cacao ecuatoriano hace honor a su calidad.

Por lo que hay mucho interés en localizar cacao de superior calidad, sabores y orígenes especiales por parte de los mercados. (Teneda, 2016).

Según (Portillo et al., s. f.) el desarrollo del aroma y sabor final del chocolate se da en la fermentación de las almendras de cacao que es la fase más importante. Durante la fermentación los compuestos químicos sufren transformaciones, están relacionados a la calidad sensorial y son de origen vegetal. (Portillo et al., 2011). El sabor y aroma del cacao depende en gran medida del método de fermentación usado (Portillo et al., 2014).

Existen muchas investigaciones sobre manejo poscosecha del cacao para mejorar su calidad, se han establecido métodos, se han implementado infraestructuras en base a recomendaciones técnicas y científicamente avaladas. Sin embargo, el pequeño y mediano productor luego de implementar los elementos requeridos para el manejo poscosecha ha ido descartando estos métodos ya sea por su complejidad en el manejo, costo de la mano de obra, u otras razones no especificadas.

La Empresa AGROZHUCAY ha desarrollado el método FETENSECA (Fermentado-Tendalado-Secado) obteniendo resultados positivos en la calidad y costos, sin embargo, falta validar técnicamente este método y en lo posible mejorarlo para poder difundirlo al sector cacaotero del país.

## **1.4. Marco teórico**

### **1.4.1 Importancia del cacao *Theobroma cacao* L.**

Ecuador se destaca como el principal exportador de cacao nacional fino y de aroma "Sabor Arriba" por las características sensoriales, los cuales pueden variar de acuerdo a sus genotipos (Chang et al., 2014).

La producción de cacao a nivel mundial ha presentado una gran variabilidad a través de los años, Costa de Marfil con un 37 % es el mayor productor a continuación, Ghana con el 21%. Ecuador lidera con un 4% entre los países latinoamericanos y Brasil con el 3% seguido de Colombia con el 1%. África produce el 70% de la producción mundial de cacao en grano y América Latina el 14%. Un crecimiento significativo se ha dado en las exportaciones mundiales de cacao en grano y elaborados que fue de 315,57 millones de dólares, comparado con el año 2008 que fue de \$ 100,24 millones. (Borja et al., 2021)

La proyección del estado ecuatoriano con el Plan de Mejora Competitiva del Cacao y sus derivados hasta el 2030 es duplicar la producción y el valor de las exportaciones. Le meta es pasar de USD 763 millones en envíos en el 2019 a 1400 millones de dólares en 10 años. (Asanza, 2019). Las ventas externas no petroleras tradicionales (banano, cacao, camarón, atún y café) en el año 2020 fueron de USD 5,236.7 millones, donde solo la exportación de banano supera al cacao. (Asanza, 2019).

Los encuentros arqueológicos indican la domesticación del cacao (*Theobroma cacao* L.) hace 5300 años en la provincia de Zamora Chinchipe de la República del Ecuador (Zarrillo et al., 2018). Destacándose Ecuador como el principal exportador de cacao nacional fino y de aroma “Sabor Arriba” por las características sensoriales, los cuales pueden variar de acuerdo a sus fenotipos (Chang et al., 2014).

Según García. A., Pico, B. y Jaimez R. (2021) en Ecuador existen dos tipos de cacao: el cultivar tipo Nacional y el clon CCN51, los mercados internacionales pagan precios altos por la calidad sensorial del cacao tipo Nacionales que tiene reconocimiento internacional (pág. 155).

Si bien existen muchos factores que influyen en los parámetros sensoriales la procedencia del material vegetal a ser tratado es de suma importancia, pues tal es su importancia que de acuerdo al cultivar se desarrollan diversos parámetros de aroma y sabor (Chang et al., 2014). Por ello es determinante el uso de materiales de alta calidad sensorial, una característica innata de los cultivares producidos en Ecuador especialmente con aquellos cultivares con características sensoriales de tipo nacional o perteneciente al genotipo nacional (Chang et al., 2014). La calidad sensorial de estos cultivares con las características de un cacao nacional se evidencia en diferentes puntos altitudinales y condiciones edafoclimáticas presentando excelente calidad en las diversas zonas del país

(Chávez et al., 2018) Además debido a su alta heterogeneidad genética es de relevancia el estudio focalizado de estos recursos para el país (Montaleza et al., 2020).

#### **1.4.2 Poscosecha del cacao**

Según (Samaniego Maigua, 2020) que cita a (Kongor et al., 2016; Páramo et al., 2010). El manejo poscosecha del cacao contempla todo el proceso primario desde la cosecha de los frutos hasta conseguir las almendras secas para la comercialización. Procesos que se ejecuta en el área de producción del cacao y tienen un rol fundamental en el desarrollo del perfil aromático de las almendras secas. En el tratamiento poscosecha se seleccionan las mazorcas para separar los frutos que presenten el grado de madurez adecuado y los enfermos. Más tarde, se ejecuta la apertura de las mazorcas y la extracción de las semillas que conformarán la masa que será fermentada.

#### **1.4.3 Fermentación de semillas de cacao**

La correcta fermentación es esencial para producir un buen sabor en el chocolate final. “En este proceso el grano muere, por lo que se daña la germinación. Dentro del grano de cacao tres grupos de sustancias dan interés nutricional, tecnológico y sensorial” (El Salous et al., 2019). El método de los montones es el más usado por los pequeños productores; consiste en amontonar las almendras sobre un piso de madera, cemento o sobre hojas de plátano de tal suerte que los jugos puedan escurrir (Campoverde, 2018). El número de días que demora en desarrollarse todos estos fenómenos bioquímicos no es generalizado ya que depende de diferentes factores como: la genética de la planta, el método de fermentación y la cantidad a fermentar, sin embargo, por lo general el tipo criollo necesita de 3 a 4 días, el trinitario de 5 a 6 días, forastero de 5 a 8 días y el CCN51 de 6 a 7 días (Pallares et al., 2016).

Durante las operaciones de manejo del cacao CCN51, la fermentación es sin duda una operación realmente indispensable para su desenvolvimiento apropiado de los precursores del aroma de chocolate. Durante esta etapa, la pulpa que envuelve las semillas son metabolizadas por microorganismos que producen compuestos como el etanol, el ácido acético y láctico formados en primera instancia, los cuales serán absorbidos por los cotiledones, promoviendo varios cambios físico-químicos, que tendrán notable influencia en el sabor final (Andrade et al., 2019).



Teneda (2016) indica que la fermentación mejora el sabor del cacao y cita a BECKETT (1994) que señala que al amontonar las almendras dentro de recipientes la capa blanca y viscosa que las rodea incide en el inicio de la fermentación y aumenta progresivamente la temperatura, factor que debe controlarse para evitar la muerte de levaduras, inactivándose las enzimas de vital importancia durante el tratamiento (pág. 22).

Durante el proceso de fermentación tan indispensable según las encuestas realizadas la mayoría de los agricultores realizaban la fermentación en sacos directamente luego de obtener el grano sin considerar aspectos ni parámetros de control. Sin embargo, durante este paso es indispensable remover cada 24 horas (Gutierrez, 2012) y controlar la temperatura adecuada que debe mantenerse sobre los 45°C e ir aumentando hasta 50°C hasta el tercer día, se debe controlar también el contenido de humedad que debe ser de 50%, y además la presencia de posibles contaminantes.

Según Teneda (2016), la pulpa o mucilago que rodea las almendras contiene azúcar de 10 a 15%, pectinas 1 % y ácido cítrico 1,5%. La pulpa es removida e hidrolizada por microorganismos en el proceso de fermentación del cacao, la producción de alcohol y ácido acético utiliza un porcentaje de mucílago en la fermentación de las almendras y drena como exudado el 5 al 7% de la pulpa hidrolizada. Ese líquido rico en azúcares contiene enzimas, levaduras y bacterias se denomina exudado y se expulsa en el proceso de fermentación.

La fase de fermentación alcohólica necesita de condiciones anaerobias ya que intervienen microorganismos como levaduras que transforman las azúcares de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, además de elevar la temperatura (Cascante et al., 1991); conforme se produce el colapso de las células de la pulpa penetra el aire y oxida el alcohol con la ayuda de bacterias acéticas, formando ácido acético el cual matará el embrión de la semilla. Además, las enzimas dan inicio a la formación de los precursores del sabor a chocolate, en esta fase hidrolítica se deben emplear temperaturas cercanas a los 45°C y un pH de 4 a 5 (R. Sanchez et al., 2017)

En la etapa de Oxidación se necesita de condiciones aerobias, ya que al penetrar el oxígeno se oxida y condensa los compuestos polifenólicos en grupos complejos, aminoácidos volátiles solubles e insolubles que tienen poco o ningún sabor; seguido de la condensación oxidativa disminuye el contenido de humedad hasta llegar al punto tal en

el que la falta de humedad detiene el proceso enzimático (Coronado et al., 2015), promedio porcentual óptimo de la humedad relativa es de 75% para una buena fermentación del cacao (Jaimez et al., 2005).

La fermentación y secado son etapas de gran importancia, ya que en la primera se producen reacciones bioquímicas que causan una disminución del amargor y la astringencia que dan origen a los precursores del aroma y sabor a chocolate; en la segunda se reduce el exceso de humedad que queda después de la fermentación, lo que evita el desarrollo de mohos que deterioran la calidad (El Salous et al., 2019) y facilita el almacenamiento (Ortiz de Bertorelli et al., 2009) manejo y comercialización del cacao.

Varios factores influyen sobre la fermentación del cacao, entre ellos el tipo de cacao, tiempo de almacenamiento del fruto o mazorca antes de la apertura, desgrane, hora sol L (Graziani de Fariñas et al., 2003); Rovedas, 2009) tipo de fermentador usado (Quevedo et al., 2018) del proceso y frecuencia de remoción de la masa fermentante (Hashim et al., 1998) levaduras (W. Morales et al., 2016).

La etapa de fermentación del cacao, se considera un punto crítico al producirse cambios bioquímicos es de suma importancia ya que determinan mediante este proceso los precursores del aroma y sabor, por lo tanto, los patrones de calidad física y química del producto final (Contreras et al., 2004).

Se considera un producto de buenas características y calidad la combinación de genotipos, factores y procesos que influyen positivamente al desarrollo de estas, cualidades que se pueden ver afectadas de manera drástica no beneficiosa para este proceso (Graziani de Fariñas et al., 2002). Existe ineficiencia a su vez en la cadena de valor del cacao con sus intermediarios por lo cual el productor no consigue precios óptimos y competitivos en otras regiones caso de los Ríos (F. Morales et al., 2018).

#### **1.4.4 Factores asociados a la exportación de cacao**

Muchos factores se asocian a los cambios en las exportaciones de cacao, pero de las más relevantes se encuentra el ataque de plagas como la “monilla” y la “escoba de bruja” han ocasionado en los últimos años una disminución en la producción y exportación de cacao en Ecuador. Esta situación ha conllevado a que el Ecuador con las estrategias correctas debido a la calidad del grano podría aumentar significativamente la producción

y exportación de cacao si el Gobierno establece como política de estado mejorar las áreas de cultivo, desarrollando el rendimiento de producción por hectárea; creando incentivos tributarios para atraer la inversión extranjera al sector cacaotero, y aumentando la exportación de cacao semielaborado (Villamar et al., 2016).

El híbrido clonal CCN-51 es el más sembrado por su alta productividad, aceptable resistencia a plagas, calidad organoléptica, y alta precocidad, ocupando un 72% del área total cultivada en el país, el cual se encuentra ampliamente distribuido en las regiones Costa y Oriente del Ecuador. El clon CCN-51 es uno de los genotipos más utilizados para la producción de cacao ecuatoriano, especialmente por las características agronómicas, alta producción y aceptable calidad sensorial de sus almendras, que lo hacen muy atractivo para los productores (Boza et al., 2014). Aunque en la zona sur de Ecuador existe una variedad muy extensa de diversos fenotipos (Quevedo et al., 102d. C.), los cuales pueden tener igual rentabilidad. Toda la calidad nutricional y sensorial se ve condicionada a diversos factores, pero especialmente en los procesos físicos-químicos que surgen directamente en la almendra del cacao en la etapa cosecha postcosecha: fermentado-secado y torrefacción (Portillo et al., 2009; (Teneda, 2016) (Jiménez et al., 2018).

Las actividades poscosecha tienen mucha importancia para el producto final en cacao, lo que incluye la fermentación, el secado y el almacenamiento. Elementos como tipo genético, condiciones naturales del lugar donde se desarrollan los cultivos y su manejo integral. Incidirán en la calidad de la producción de cacao (Plaza, 2016).

#### **1.4.5 Componentes que intervienen en el desarrollo de la calidad sensorial**

Los componentes más importantes en el desarrollo de la calidad sensorial en la etapa postcosecha se describen brevemente pre secado, fermentado, secado, torrefacción y molido.

La técnica conocida como el pre-secado influye sobre la calidad físico-sensorial, esta consiste en la eliminación del exceso de jugos mucilaginosos de las almendras, para lo cual se cosecharon mazorcas sanas y maduras. Un estudio previo realizado (Jiménez et al., 2018) en cacao CCN-51 muestra diferencias estadísticas significativas en los porcentajes de calidad físico-sensorial especialmente entre en los tratamientos que se realizó el presecado desarrollando perfiles sensoriales altos en sabor amargo, acidez y astringente cuando fueron sometidos al pre-secado.

De los compuestos formadores de la calidad sensorial en el cacao se encuentran dos de los componentes químicos apetecidos en el mercado una de la cual deriva su nombre teobromina y la cafeína como compuestos promotores del aroma y sabor (Espín et al., 2007).

Existe una interacción de varios factores bióticos y abióticos que intervienen en los cambios surgidos en la fermentación, tales como las condiciones climáticas, ubicación geográfica, actividad microbiológica, temperatura, humedad y fenotipos (Zambrano et al., 2010; (Quevedo et al., 2018)El mecanismo de fermentación también es un factor que influye en el proceso fermentativo, debido a que proporciona las condiciones para que se desarrollen los procesos fisicoquímicos (Quevedo et al., 2018).

La fermentación es la etapa donde se desarrolla el aroma, sabor y la calidad nutricional del chocolate (Perea et al., 2009). Los nutrimentos en la almendra son factores indispensables para la producción de etanol, compuesto que permitirá la oxidación de taninos y polifenoles, compuestos ligados en el proceso de fermentación al desarrollo del sabor (Quevedo et al., 2018), (Camu et al., 2008)Surge por los múltiples procesos y transformaciones químicas que tienen relación directa con las condiciones expuesta en todo el proceso productivo de la fruta y ambientales; precisamente la transformación de azúcares en la glucólisis a ácido pirúvico, la fermentación alcohólica y acética donde presentarán un rol importante las levaduras que descompondrá el mucílago, a su vez el permitirán el desarrollo del etanol y la oxidación, componente fundamental en la formación de ácido acético (Teneda, 2016),(Camu et al., 2008). Existe un problema en la etapa cosecha que es no cosechar las marcas por razones propias del producto, especialmente condiciones topográficas, movilización y económicas (Chávez Cruz et al., 2018).

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1 Lugar Experimental

El trabajo práctico de campo se realizó en la empresa AGROZHUCAY localizada en el recinto Zhucay, parroquia San Antonio de Paguancay, cantón Cañar provincia del Cañar, en las coordenadas x: -2.512803, y: -79.329900, z:177 msnm. De acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el sitio de ensayo correspondió a un bosque húmedo, Tropical (bms-T), con una precipitación media anual de 1500 mm, una temperatura media anual de 25° C y una humedad relativa de 85 %. Y el trabajo de laboratorio se realizó en la Granja Experimental Santa Inés de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5.5 vía al Cambio, perteneciente a la parroquia El Cambio, provincia de El Oro, Ecuador, entre las siguientes coordenadas geográficas 79° 54' 05'' W y 03° 17' 16'' S, a 6 msnm. De acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el sitio de ensayo correspondió a un húmedo montano bajo (bhmb-T), con una precipitación media anual de 1200 mm, una temperatura media anual de 24° C y una humedad relativa de 84%.

### 2.2 Manejo del experimento

Los materiales y equipos utilizados fueron:

- Cacao 72 latas de cacao fresco, 6 latas/tratamiento
- Sacos negros (arroceros)
- Lonas de yute doble capa 6 unidades
- Sacos de yute 6 unidades - Tendal
- Secadora - Plástico negro 12 unidades de 9 m<sup>2</sup>
- Herramientas para manejo poscosecha cacao.
- Termómetro- Cinta indicadora de pH.
- Equipo medidor de humedad
- Balanza para gramos
- Computadora
- Cámara

- Navaja
- Escala de fermentación cacao
- Laboratorio UTMACH para análisis laboratorio y fermentado.

### **2.2.1 Cosecha**

El 12 de diciembre 2020 se realizó la cosecha del cacao en la finca La Providencia en un solo lote se obtuvieron las 72 latas de cacao fresco necesarias para ejecutar la investigación.

### **2.2.2 Desvenado**

Luego de la cosecha el cacao fresco se lo transportó en sacos hasta el centro de acopio donde se desvenó el cacao utilizando una desvenadora, en esta etapa se eliminó las venas del fruto dejando solo las almendras las mismas que se colocaron en dos sacos negros.

### **2.2.3 Desbabado**

El mismo día se colocaron los sacos sobre pallets y cubriendo con plástico negro para que escurra el agua de las almendras proceso que duró dos días.

### **2.2.4 Fermentado**

Transcurrido 2 días en el proceso de desbabado se procedió a pesar el cacao y se colocó 200 Kg de cacao en condiciones que especifica, para cada tratamiento. T0, T1, T2 y T3.

### **2.2.5 Secado**

Para realizar el secado del cacao de las 12 muestras fue necesario acondicionar la secadora de tal forma que se realice el secado en iguales condiciones de temperatura y al mismo tiempo. Se dividió la cama de la secadora en doce secciones para lo cual se utilizó tablas (Anexo 2, Foto 8.).

## **2.3 Métodos**

La investigación se desarrolló mediante los métodos, diseño experimental e investigación documental o revisión bibliográfica con los cuales se puede aplicar tratamientos, comprender, interpretar y reflexionar sobre los métodos postcosecha aplicados en el cultivo de cacao para mejorar su calidad organoléptica enfocándose al

cultivar CCN-51.

La revisión documental se centró en investigaciones científicas, libros y fichas técnicas.

Se realizó la evaluación física del grano seco, prueba de corte, medir resistencia al quebramiento con penetró metro. Medir porcentaje de humedad para verificarlo. La evaluación química, % de grasa, %de materia seca, % de fibra, % de proteína del mejor tratamiento, acidez, polifenoles, % de antioxidantes. Y evaluación sensorial en laboratorio por expertos, escala hedónica para evaluar la calidad del grano. También la medición de variables de acidez con test químicos.

## 2.4 Diseño Estadístico

Diseño de Bloques al Azar DBCA, 4 Tratamientos con 3 repeticiones se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan 5%, grados de libertad = 11, nivel de significancia = 95%, CME = Cuadrado Medio del Error, r = número de repeticiones = 3, error = 5%

**Tabla 2. Análisis de varianza**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	t-1	3
Error experimental	t (r-1)	8
Total	t.r-1	11

### 2.4.1 Tratamientos

**2.4.1.1 Tratamiento T0:** Desbabado 2 días, fermentado 2 días en tendal en montón cubierta con plásticos negro más 8 horas sol oreado, más un día en montón cubierta con plástico negro (FETENSECA).

**2.4.1.2 Tratamiento T1:** Desbabado 2 días, fermentado 3 días en sacos de yute tapada con plástico negro.

**2.4.1.3 Tratamiento T2:** Desbabado 2 días, fermentado 3 días en tendal en montón tapado con lona de yute y cubierta con plástico negro.

**2.4.1.4 Tratamiento T3:** Desbabado 2 días. Fermentado 2 días en tendal en montón tapado con lona de yute cubierto con plástico negro, 8 horas sol oreado, un día fermentado en montón tapada con lona de yute, cubierta con plástico negro (FETENSECA MEJORADO).

#### 2.4.2 Croquis de la unidad experimental

T2R1	T1R1	T3R1	TOR3 2m. 2m.
			0.5m. 0.5m.
T3R2	T2R2	T3R3	T1R3
TOR1	T2R3	T1R2	TOR2

#### 2.5 Variables

Las variables evaluadas fueron las descritas por (Quezada-Ramón et al., 2017):

##### 2.5.1 pH del grano.

Se utilizó un medidor de pH para estimar la acidez del grano, se tomaron datos en los días 1, 2, 3, 4 dependiendo del tratamiento.

##### 2.5.2 Temperatura

Se midió la variable temperatura a los 1, 2, 3, 4 días para relacionarlos con el porcentaje de fermentación obtenido en los tratamientos.

##### 2.5.3 Índice de mazorca:

Para calcular el índice de mazorca se utilizó un número x de mazorcas necesarias para completar 1 Kg de cacao seco. Para ello, se recolectó 20 mazorcas fisiológicamente



maduras sin síntomas de enfermedades.

#### **2.5.4 Número de almendras por mazorca:**

Se realizó un conteo directo del número de almendras por cada mazorca muestreada y se calculó el valor promedio.

#### **2.5.5 Índice del grano:**

Se obtiene al tener el peso de 100 almendras por tratamiento con tres repeticiones entre sí, se pesó y se obtuvo el peso promedio en porcentaje.

#### **2.5.6 Número/porcentaje de cascarilla o testa:**

Se determinó en base al peso de un grupo de 100 almendras fermentadas y secas, tomadas al azar por cada tratamiento, luego se extrajo su cascarilla, se pesó y dividió para el peso de los 100 granos y se multiplicó el resultado por cien.

#### **2.5.7 Porcentaje de fermentación (prueba de corte):**

Se determinó en almendras secas, utilizando la prueba de corte, la cual consiste en partir longitudinalmente 100 almendras tomadas al azar por cada tratamiento. Luego se analizó con adecuada luz natural una de las mitades; de acuerdo al color y pronunciamiento de las grietas en los cotiledones (Fernández et al., 2012).

#### **2.5.8 Las almendras se clasificaron en:**

**Grano de buena fermentación.** - grano fermentado cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías de fermentación profunda.

**Grano ligeramente fermentado.** - grano cuyos cotiledones ligeramente estriados presentan un color ligeramente violeta, debido al mal manejo durante el beneficiado).

**Grano violeta.** - grano cuyos cotiledones presentan un color violeta intenso, debido al mal manejo durante el beneficiado

**Grano pizarroso.** - es un grano sin fermentar que, al ser cortado longitudinalmente, presenta en su interior un color gris negruzco o verdoso y de aspecto compacto.

**Grano mohoso.** - que ha sufrido deterioro parcial o total en su estructura interna debido a la acción de hongos.

**Grano infestado.** - grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

#### **2.5.9 Humedad del grano:**

Para medir el porcentaje de humedad, se va aplicar por medio de un medidor de Humedad SAMAP H40 a los granos con la misma cantidad de humedad.

#### **2.5.10 Calidad de licor de cacao (catadores):**

Estos análisis fueron realizados por tres catadores experimentados bajo metodología de análisis a ciegas, catando sabores básicos y específicos característicos del cacao.

#### **2.5.11 Costos del tratamiento del tratamiento T3.**

Se calcularon costos de producción del tratamiento seleccionado como el mejor fermentado y se lo comparó con el tratamiento testigo. (FETENSECA)

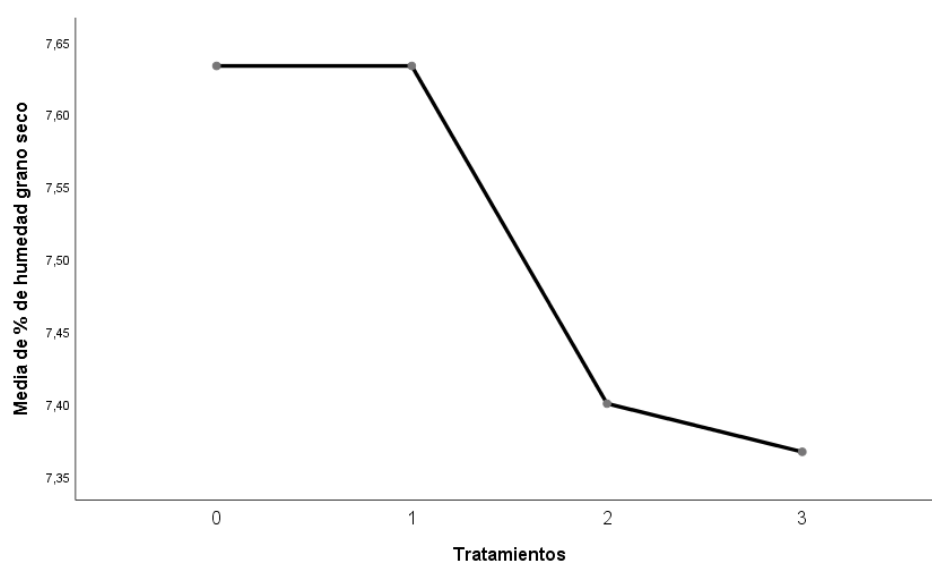
## CAPÍTULO 3. RESULTADOS

### 3.1 pH del grano.

Se midieron valores de 5,17 para los tratamientos T0, T1 y T2, 5,5 para el tratamiento T3. Los valores se tomaron al término de los 3 días de fermentación.

### 3.2 Humedad del grano

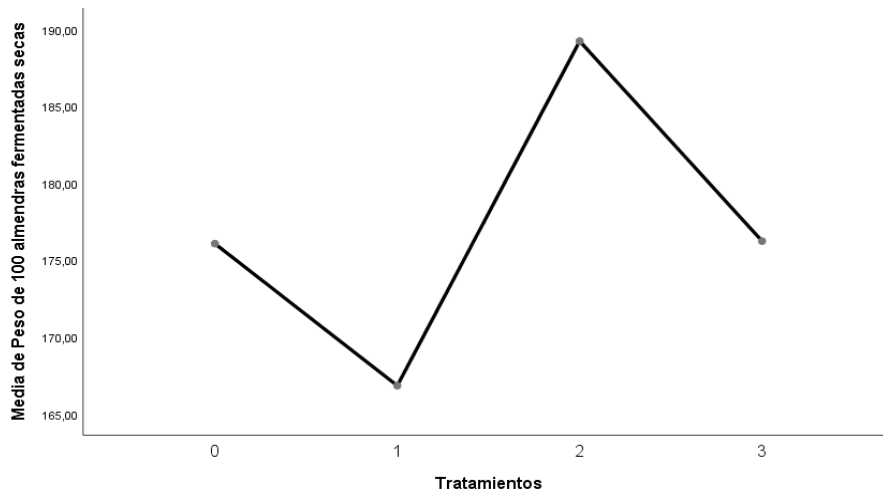
El análisis de prueba de rangos múltiples de Duncan con 5% con un nivel de significancia del 95%, indican que:



**Figura 1. Medias de la variable de % de humedad grano seco.**

Se observan valores para el tratamiento T0 y T1 de 7,63% de humedad, para T2 de 7,40% y para el tratamiento T3 el 7,37% de humedad.

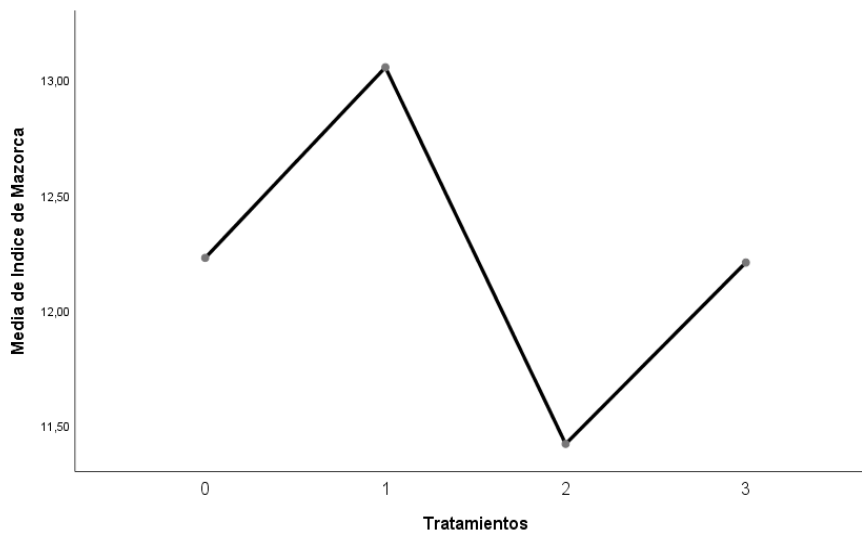
### 3.3 Peso de 100 semillas



**Figura 2. Medias de la variable peso de 100 almendras fermentadas secas.**

En la figura 2 indica valores de 189,43 gramos para el tratamiento T2, un valor de 176,23 para el tratamiento T3, seguido por el tratamiento T0 con 176,16 gramos y el tratamiento T1 con 166,83 gramos

### 3.4 Índice de mazorca



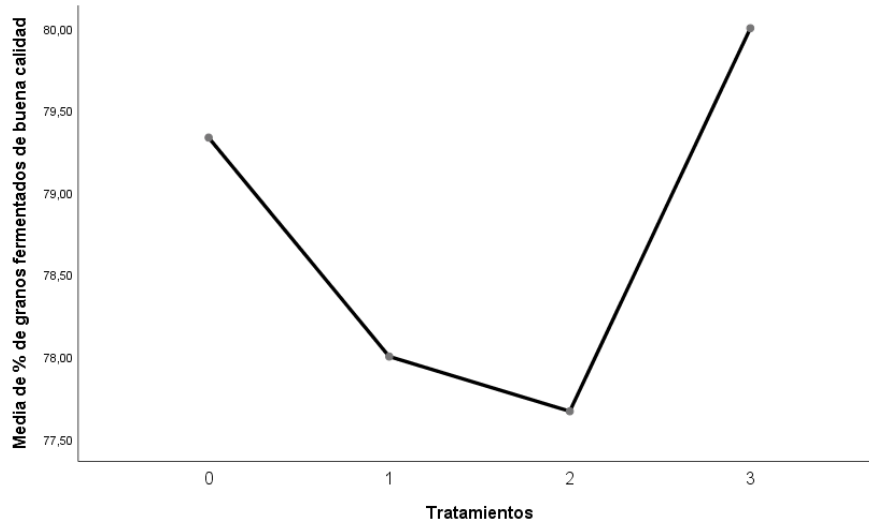
**Figura 3 Media variable Índice de mazorca.**

Esta variable al igual que el índice de grano y cascarilla, tampoco presentaron diferencias significativas evidentes entre sí, presentando media para índice grano (1,65 gr a 1,90 gr) e índice cascarilla (0,200 gr y 0,230 gr).

### 3.5 Fermentación del grano

Al analizar las variables relacionadas a la calidad sensorial de fermentados los resultados fueron:

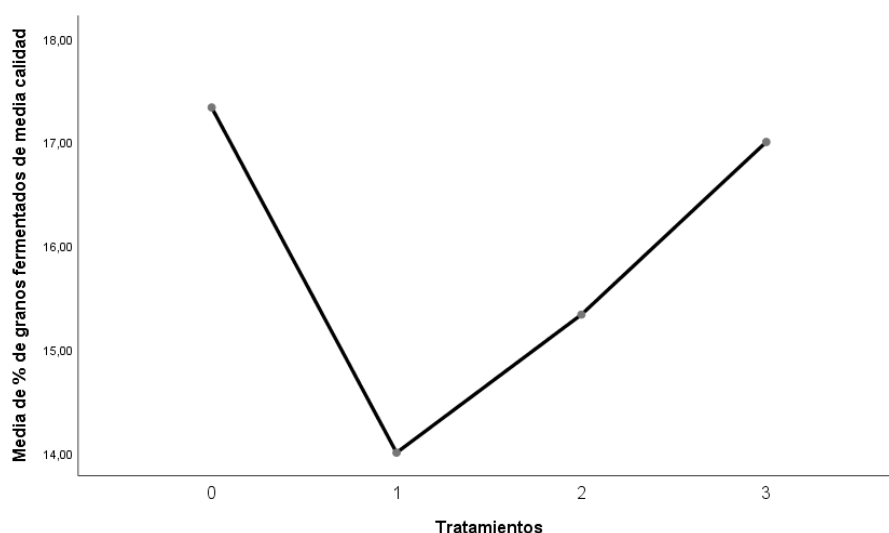
#### 3.5.1 Granos con buena fermentación



**Figura 4. Media de variables de % de granos fermentados de buena calidad.**

Se observa que el tratamiento T3 presenta mejor fermentado con 80,10%, seguido por T0 con 79,38% el T1 con 78,10% y el T2 con 77,75%.

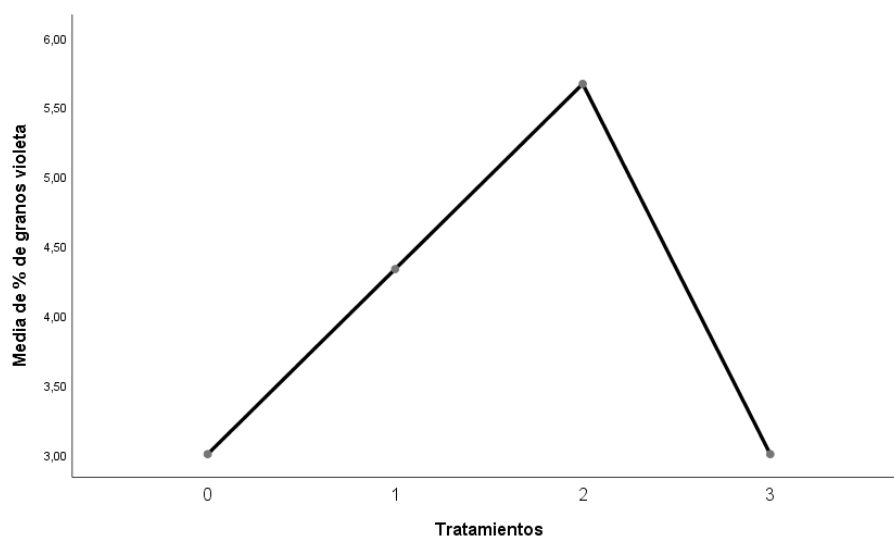
### 3.5.2 Granos con fermentación media



**Figura 5. Variable media de % de granos fermentados de media calidad.**

Se observan valores de 17.40 % para tratamiento T0, seguido de tratamiento T3 con 16,95%, T2 con 15,40 y T1 con 16,95%.

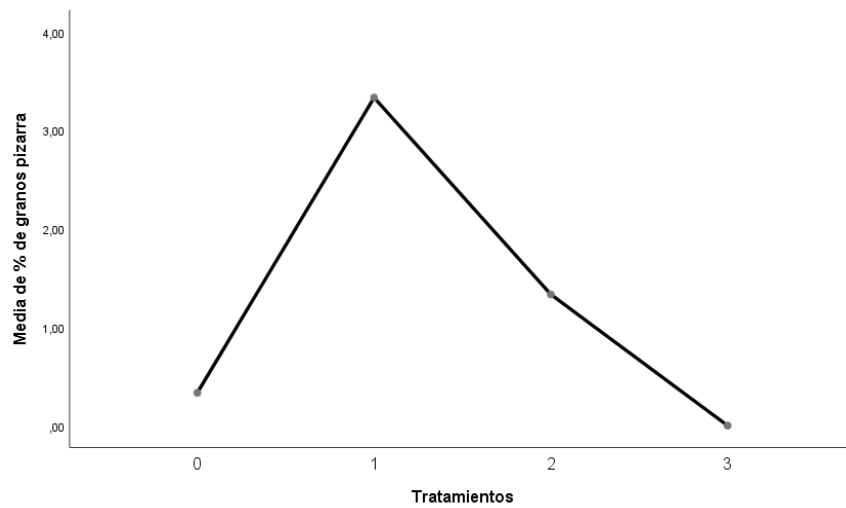
### 3.5.3 Granos violeta



**Figura 6. Medías de la variable % de granos violeta.**

Se observan valores de 3,00 % para tratamiento T0. Seguido por el tratamiento T3 con 3,05 %, el tratamiento T1 con 4,38% y T2 con 5,68%.

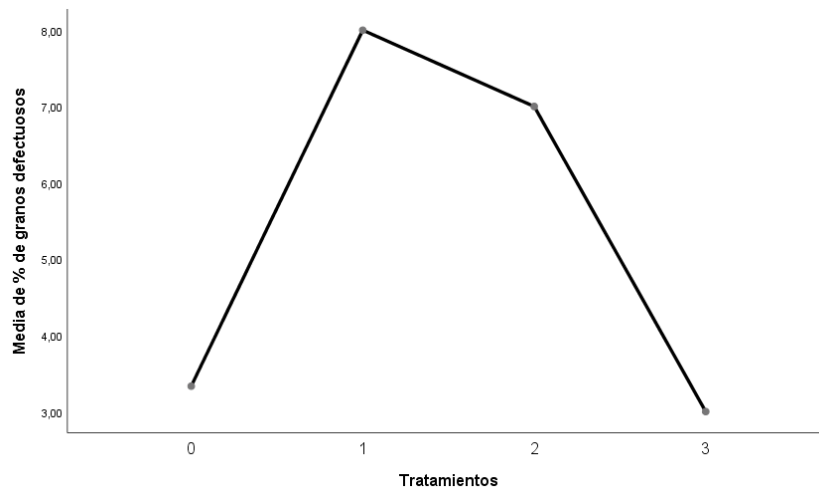
### 3.5.4 Granos Pizarroso



**Figura 7. Media de la variable % de granos pizarra.**

Se observa que el tratamiento T3 tiene un valor de 0.10%, el T0 el valor de 0.40%, el T2 el valor de 1.40 y el T1 un valor de 3,35 % de granos pizarra.

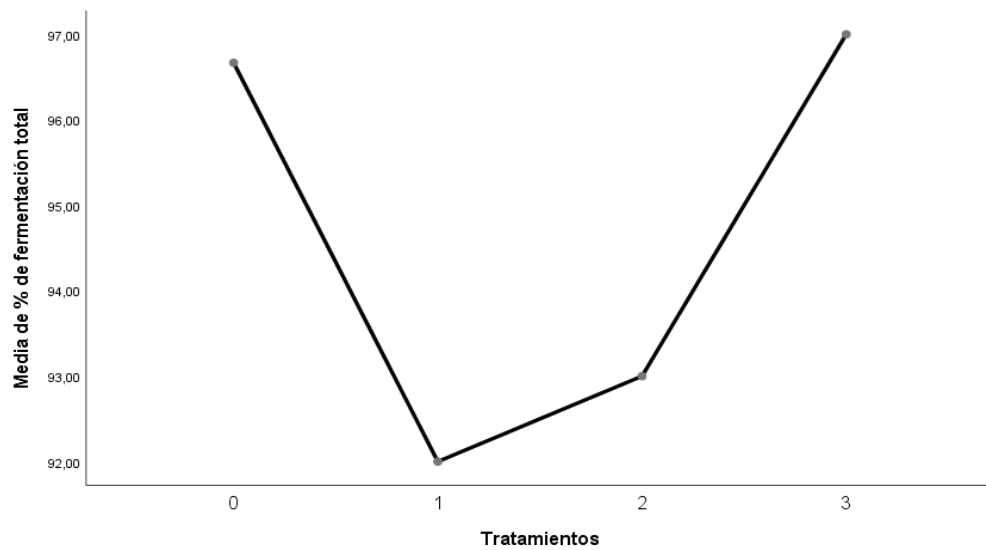
### 3.5.5 Granos defectuosos



**Figura 8. Media de % de granos defectuosos.**

En la figura se indica que el tratamiento T3 tiene un valor de 3% de granos defectuosos seguido de T0 con 3,40%, el T2 con 6,90% y el T1 con 8 %.

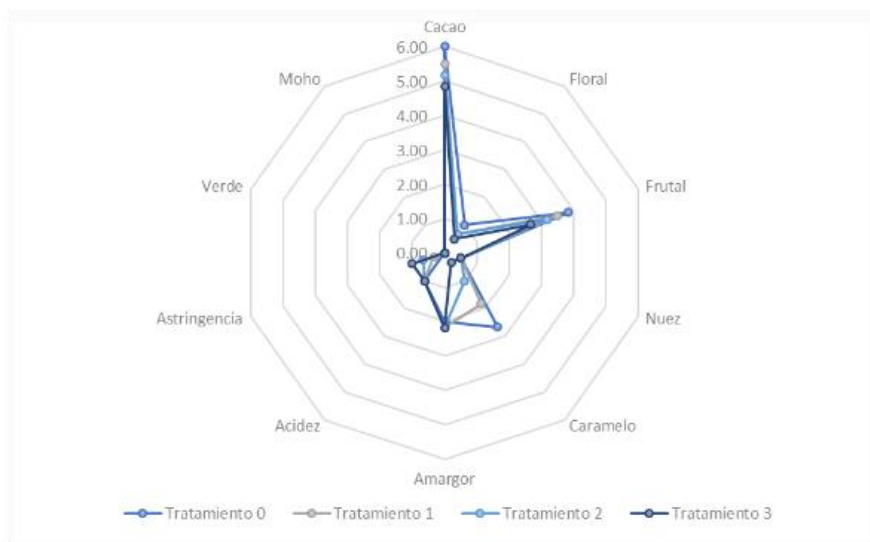
### 3.5.6 Fermentación Total



**Figura 9. Media de % de fermentación total.**

En la figura 9 se observa que los tratamientos: T3 presenta porcentajes de 97% seguido por el tratamiento T0 con 96,75% el T2 con 93% y el T0% 92%.

### 3.5.7 Escala hedónica

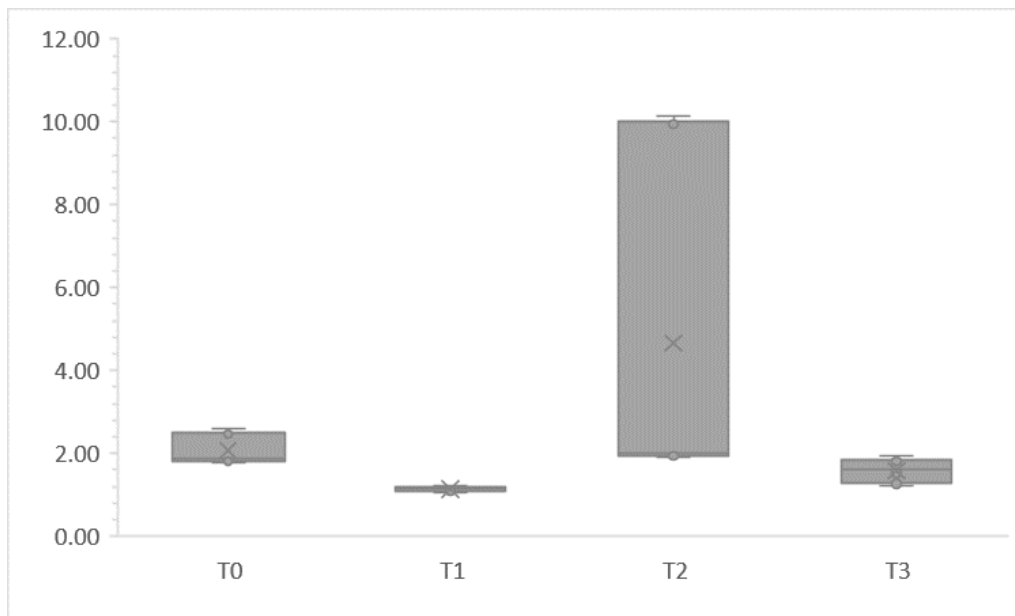


**Figura 10. Escala hedónica de los tratamientos obtenidos para el estudio.**

En la figura se observa una tendencia de los tratamientos a desarrollar perfil frutal y caramelo.



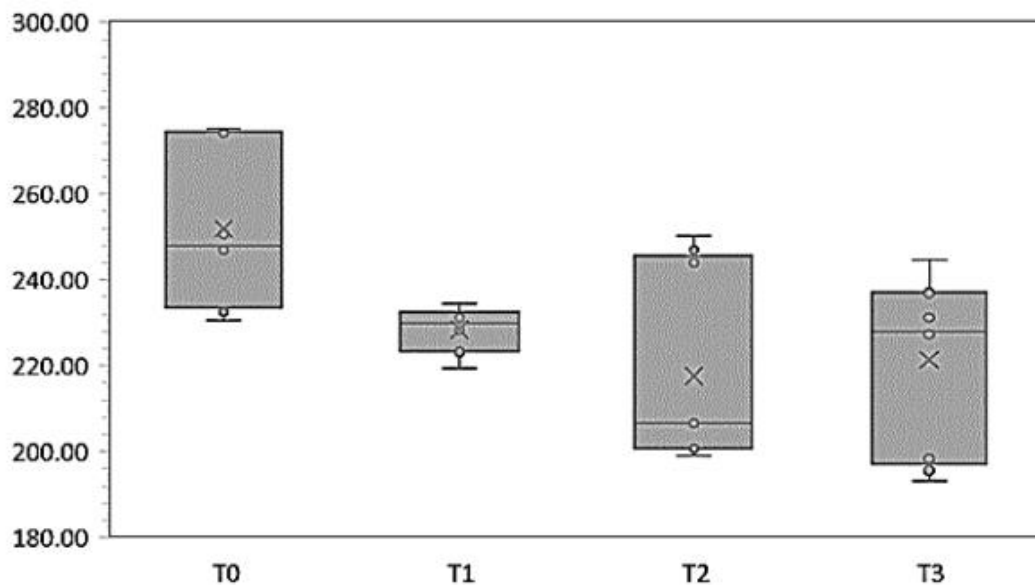
### 3.5.8 Contenido de Polifenoles



**Figura 11. Diagrama de cajas del contenido de Polifenoles totales**

En la figura 11 se observan valores de 4.80 para el tratamiento T2, para el tratamiento T0 2,15 seguido por 1,55 para el tratamiento T3 y 1,20 para T1.

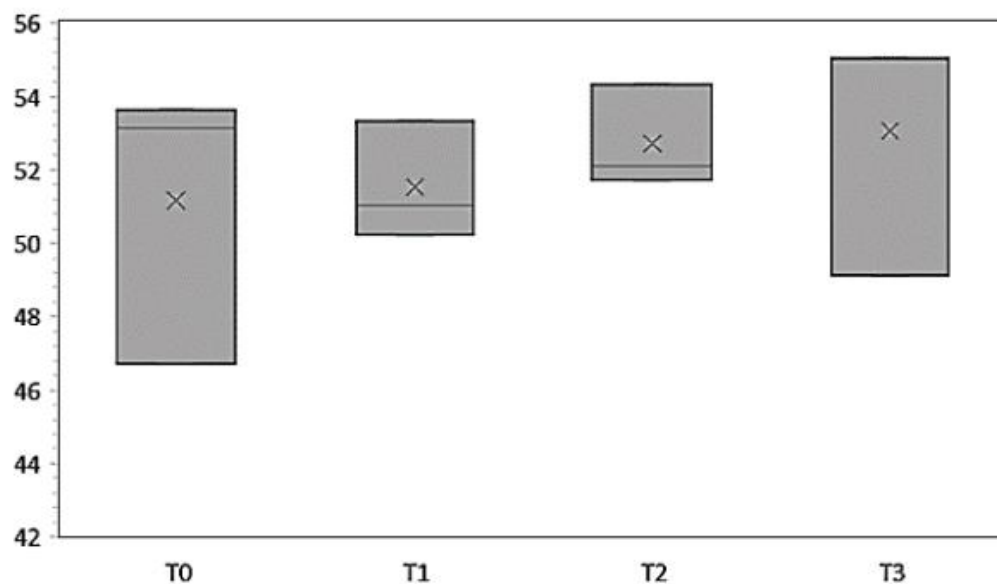
### 3.5.9 Contenido de actividad antioxidante



**Figura 12. Diagrama de cajas contenido de actividad antioxidante.**

En la figura 12 el tratamiento T0 presenta un valor de 251,89 seguido de T1 con un valor de 224,84 el tratamiento T3 con 217,62 y el tratamiento T2 con 194,23

### 3.5.10 Contenido de grasas



**Figura 13. Diagrama de cajas contenido de grasas.**

En la figura 13 se observa que el tratamiento T3 tiene un valor de 53,07 % de contenido de grasa seguido con un valor de 52,72 % por el tratamiento T2, el T1 con 51,54 % y el T0 con 51,17%.

### 3.5.10 Costo del tratamiento T3

**Tabla 3. Costo de fermentado y secado del tratamiento T3.**

COSTOS TRATAMIENTO T3				
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR U. \$	SUB TOTAL \$
Lona de yute	saco	16	0,50	8
Plástico negro	metro	16	0,75	12
Valor de uso de materiales	lote	1	2	2

Desbabado 2 días, colocado de sacos en pallets	<b>jornal</b>	0,25	20	5
Fermentado 2 días en tendal (montón)	<b>jornal</b>	0,50	20	10
Secado 8 horas sol	<b>jornal</b>	0,25	20	5
1 día fermentado en montón tapado con lona de yute, cubierto con plástico negro	<b>jornal</b>	0,50	20	10
Secado de cacao	<b>jornal</b>	1	20	20
Gas	<b>tanque</b>	7	2,5	17,50
Uso secadora	<b>Lote</b>	1	2	2
<b>Total</b>				<b>91,50</b>
<b>Precio/qq</b>				<b>4,58</b>

Fuente: Agrozhucay

En la tabla 3. Se observa que el costo aproximado de un qq. de cacao con el tratamiento T3 es de 4.58 dólares y el costo del tratamiento T0 (Anexo 1 tabla 4) es de 4.18 dólares por qq de cacao.

## **CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 pH del grano.**

Se midieron valores de 5,17 para los tratamientos T0, T1 y T2, 5,5 para el tratamiento T3. Los valores se tomaron al término de los 3 días de fermentación. Estos valores comparados con los reportados por Quevedo et al (2018) son similares para tratamiento en montón. Se observa que el tratamiento T3 presenta menos acidez, indicador de mejor calidad.

## **4.2 Humedad del grano**

De la variable humedad se obtuvieron medias entre los tratamientos en un rango de 7,35% a 7,65% siendo estos valores de relevancia pues se recomienda que la humedad en el grano para exportación se encuentre en un rango de 7 a 8 por ciento. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre sí (Quevedo et al., 102d. C.).

El tratamiento T3 con 7.37 presentó menor % de humedad, refleja que la labor de secado es el adecuado ya que el porcentaje de humedad para cacao se encuentra entre 7 y 8 %. El secado reduce la humedad hasta el 7%, evitando que la almendra fermentada se contamine o que las bacterias, mohos y levaduras naturales del cacao proliferen. Con el secado, los ácidos volátiles abandonan la matriz, mejorando el sabor final del cacao según (Bela Linares, 2013). Citado por (Zambrano G. 2018),

## **4.3 Peso de 100 semillas**

La variable peso de 100 semillas, los valores observados entre los tratamientos no presentan diferencias significativas aplicando la prueba estadística, no obstante, el tratamiento T2, presentó los mejores valores promedio, siendo este un tratamiento rentable, por la obtención de peso para exportación.

La variable peso de 100 semillas los valores observados fueron de 167 el mínimo y 189 gramos el máximo, valores que son superiores a los reportados por Zambrano G. (2018) quien reporta valor máximo de 142,54 gramos y el índice de grano reportado por Quevedo et al (2018) es de 1,50.

## **4.4 Índice de mazorca**

El índice de grano no presenta diferencias significativas entre tratamientos.

## **4.5 Fermentación del grano**

Al analizar las variables relacionadas a la calidad sensorial de fermentados:

### **4.5.1 Granos con buena fermentación**

El tratamiento T3 presenta mejor porcentaje de buena fermentación, seguido por el tratamiento T0 o método FETENSECA.

Esta característica en el grano es el de mayor importancia, pues se presenta la muerte completa del cotiledón que no le da características sensoriales agradables al paladar así,

se encontraron diferencias significativas siendo, la media superior al resto de tratamiento, es importante indicar que la correcta fermentación es esencial para producir un buen sabor en el chocolate final. “En este proceso el cotiledón muere, por lo que se daña la germinación. Dentro del grano de cacao tres grupos de sustancias dan interés nutricional, tecnológico y sensorial” (El Salous et al., 2019).

Una buena fermentación se da, en la fase de fermentación alcohólica necesita de condiciones anaerobias ya que intervienen microorganismos como levaduras que transforman las azúcares de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, además de elevar la temperatura (Cascante et al., 1991); conforme se produce el colapso de las células de la pulpa penetra el aire y oxida el alcohol con la ayuda de bacterias acéticas, formando ácido acético el cual matará el embrión de la semilla. Además, las enzimas dan inicio a la formación de los precursores del sabor a chocolate, en esta fase hidrolítica se deben emplear temperaturas cercanas a los 45°C y un pH de 4 a 5 (Sanchez, R. et al., 2017)

#### **4.5.2 Granos con fermentación media**

Evaluando estas características de los granos se observa que el tratamiento en granos con una fermentación media se encuentra en el tratamiento T3, siendo este el que sobresale en valores de fermentación de grano, lo que confirma el resultado obtenido en la variable buena fermentación, estos resultados se deben corroborar con la calidad sensorial evaluada por los catadores.

#### **4.5.3 Granos violeta**

Los granos violeta presentes indican una mala fermentación del grano en este sentido los valores entre los 3% se encuentran en los tratamientos T0 y T3, siendo estos los que presentan características de una buena fermentación al comparar las variables previamente analizadas, aroma, sabor y la calidad nutricional del chocolate (Perea et al., 2009). Los nutrientes en la almendra son factores indispensables para la producción de etanol, compuesto que permitirá la oxidación de taninos y polifenoles, compuestos ligados en el proceso de fermentación al desarrollo del sabor (Teneda, 2016), (Camu et al., 2008). Surge por los múltiples procesos y transformaciones químicas que tienen relación directa con las condiciones expuesta en todo el proceso productivo de la fruta y ambientales; precisamente la transformación de azúcares en la glucólisis a ácido pirúvico, la fermentación alcohólica y acética donde presentarán un rol importante las levaduras que descompondrá el mucílago, a su vez el permitirán el desarrollo del etanol y la

oxidación, componente fundamental en la formación de ácido acético (Teneda, 2016) (Camu et al., 2008).

#### **4.5.4 Granos pizarrosos**

Los granos pizarra presentes indican una mala fermentación del grano en este sentido los valores entre los 0,10% y 0,40% se encuentran en los tratamientos T0 y T3, siendo estos los que presentan características de una buena fermentación ya que son valores bajos y pasan a formar parte de las impurezas que afectan la calidad y está sujeto a castigo en el precio del producto.

#### **4.5.5 Granos defectuosos**

Al valorar las variables de las medias que indican que los granos presentan mohos, proliferación de hongo y granos defectuosos indican los menores valores se dan en los tratamientos T0 y T3, en tanto que los que presentaron los mayores porcentajes, el tratamiento T1 y T2 respectivamente.

De igual forma esta característica reduce la calidad del cacao y es evaluada como impureza y provoca castigo en el precio del cacao.

#### **4.5.6 Fermentación Total**

En la valoración de la variable fermentación total los tratamientos T3 y T0 presentaron mejores porcentajes de fermentación

Los valores de las medias para fermentación total de los cuatro tratamientos (Figura 9), superan el mínimo de 75 % de granos fermentados que debe existir para que las fábricas procesadoras de chocolate se beneficien del sabor a cacao (Gutiérrez Seijas, 2012; Ruíz Pinargote, et al., 2014), (Ortiz, et al., 2009; Del Valle, et al., 2014) señalan que el porcentaje óptimo de fermentación debe ser mayor o igual a 60 %.

Durante las operaciones de manejo del cacao CCN51, la fermentación del cacao es sin duda una operación realmente indispensable para su desenvolvimiento apropiado de los precursores del aroma de chocolate. Durante esta etapa, la pulpa que envuelve las semillas son metabolizadas por microorganismos que producen compuestos como el etanol, el ácido acético y láctico formados en primera instancia, los cuales serán

absorbidos por los cotiledones, promoviendo varios cambios físico-químicos, que tendrán notable influencia en el sabor final (Andrade et al., 2019).

Durante el proceso de fermentación tan indispensable según las encuestas realizadas la mayoría de los agricultores realizaban la fermentación en sacos directamente luego de obtener el grano sin considerar aspectos ni parámetros de control. Sin embargo, durante este paso es indispensable remover cada 24 horas (Gutierrez, 2012) y controlar la temperatura adecuada que debe mantenerse sobre los 45°C e ir aumentando hasta 50°C hasta el tercer día, se debe controlar también el contenido de humedad que debe ser de 50%, y además la presencia de posibles contaminantes.

La fase de fermentación alcohólica necesita de condiciones anaerobias ya que intervienen microorganismos como levaduras que transforman las azúcares de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, además de elevar la temperatura (Cascaete et al., 1991); conforme se produce el colapso de las células de la pulpa penetra el aire y oxida el alcohol con la ayuda de bacterias acéticas, formando ácido acético el cual mata el embrión de la semilla. Además, las enzimas dan inicio a la formación de los precursores del sabor a chocolate, en esta fase hidrolítica se deben emplear temperaturas cercanas a los 45°C y un pH de 4 a 5 (R. Sanchez et al., 2017).

En la etapa de Oxidación se necesita de condiciones aerobias, ya que al penetrar el oxígeno se oxida y condensa los compuestos polifenólicos en grupos complejos, aminoácidos volátiles solubles e insolubles que tienen poco o ningún sabor; seguido de la condensación oxidativa disminuye el contenido de humedad hasta llegar al punto tal en el que la falta de humedad detiene el proceso enzimático (Coronado et al., 2015), promedio porcentual óptimo de la humedad relativa es de 75% para una buena fermentación del cacao (Jaimez et al., 2005).

#### **4.5.7 Escala hedónica de los tratamientos obtenidos para el estudio**

De los compuestos formadores de la calidad sensorial en el cacao se encuentran dos de los componentes químicos apetecidos en el mercado una de la cual deriva su nombre teobromina y la cafeína como compuestos promotores del aroma y sabor (Espín et al., 2007).

Los componentes más importantes en el desarrollo de la calidad sensorial en la etapa postcosecha se describen brevemente pre secado, fermentado, secado, torrefacción y molido. La técnica conocida como el presecado influye sobre la calidad físico-sensorial, esta consiste en la eliminación del exceso de jugos mucilaginosos de las almendras, para lo cual se cosecharon mazorcas sanas y maduras. Un estudio previo realizado (Jiménez et al., 2018) en cacao CCN-51 muestra diferencias estadísticas significativas en los porcentajes de calidad físico-sensorial especialmente entre en los tratamientos que se realizó el presecado desarrollando perfiles sensoriales altos en sabor amargo, acidez y astringente cuando fueron sometidos al pre-secado.

Si bien existen muchos factores que influyen en los parámetros sensoriales la procedencia del material vegetal a ser tratado es de suma importancia, pues tal es su importancia que de acuerdo al cultivar se desarrollan diversos parámetros de aroma y sabor (Chang et al., 2014). Por ello es determinante el uso de materiales de alta calidad sensorial, una característica innata de los cultivares producidos en Ecuador especialmente con aquellos cultivares con características sensoriales de tipo nacional o perteneciente al genotipo nacional La calidad sensorial de estos cultivares con las características de un cacao nacional se evidencia en diferentes puntos altitudinales y condiciones edafoclimáticas presentando excelente calidad en las diversas zonas del país (Solorzano et al., 2015) Además debido a su alta heterogeneidad genética es de relevancia el estudio focalizado de estos recursos para el país (Montaleza et al., 2020).

#### **4.5.8 Contenido de polifenoles totales**

El contenido de polifenoles fue mayor en el tratamiento T2. Estos compuestos son precursores de aromas y sabores, los cuales son variados, estos compuestos son requeridos y están presentes en los chocolates amargos considerados como chocolates artesanales a los cuales no se les ha incluido ningún tipo de azúcar (Chang et al., 2014).

#### **4.5.9 Contenido de actividad antioxidante**

Los tratamientos con mayor contenido de actividad antioxidante fueron el T0, T2 y T3.



La actividad antioxidante relacionada hace de coadyuvante al poder oxidativo se presentaron mejores en el tratamiento FETENSECA siendo conveniente este método de fermentación para encontrar mayor calidad fitonutritivo (Chang et al., 2014)

#### **4.5.10 Contenido de grasas**

Los dos tratamientos con mayor contenido de grasa fueron el T3 y el T2.

El contenido de grasas en el grano fue mayor en el tratamiento T3, que en el tratamiento FETENSECA, estos valores de contenido de grasas fueron mayores a los presentados por (Chang et al., 2014).

#### **4.5.11 Costo de fermentado y secado del tratamiento T3**

Comparando el costo dólares/qq cacao del tratamiento T3 con el costo del tratamiento T0 (Anexo 1, tabla 4) la diferencia equivale al 8,17%.

## **5. CONCLUSIONES**

El tratamiento implementado por la empresa AGROZHUCAY denominado FETENSECA, tiene sustento teórico relevante para ser desarrollado, pues en él considera los componentes de más importancia para el desarrollo de la calidad sensorial en los granos de cacao del cultivar CCN-51.

Selección de un cultivar de cacao de alta productividad, calidad sensorial y nutricional, genera las condiciones idóneas física y químicas para que se produzcan los precursores de aroma y sabores en los granos especialmente en la etapa post-cosecha.

Evaluando los procesos de FETENSECA de los diferentes tratamientos se puede determinar de acuerdo a las propiedades físicas-químicas y sensoriales que el mejor

tratamiento se da en el T3 (FETENSECA MEJORADO), el cual se da con desbabado 2 días, fermentado 2 días en tendal en montón tapado con lona de yute cubierto con plástico negro, 8 horas sol oreado, un día fermentado en montón tapado con lona de yute, cubierta con plástico negro.

El costo aproximado por quintal de cacao seco aplicando el tratamiento T3 es de 4,58 dólares. 8,17% más caro que el tratamiento FETENSECA.

Un aspecto que se debe anotar es lo fácil y aplicable que resulta el método por los materiales utilizados, característica decisiva en la adopción de una técnica.

## 6. RECOMENDACIONES

- Considerar que los tratamientos se deben realizar en sitios limpios para evitar la inoculación de algún patógeno externo que afecte la fermentación del cacao.
- Tomar en cuenta que las almendras de cacao estén sanas y libres de patógenos, pues influirá directamente en la calidad de los granos.
- Adicionalmente, se debe cuidar la humedad de las almendras para evitar la proliferación de hongos patógenos en la comercialización.
- Contar con los materiales necesarios como pallets, lonas de yute 3 m. de ancho por 10 m. de longitud. Plástico negro 3 m. de ancho por 10 m. de longitud.
- Realizar el mismo estudio en la estación seca, meses de octubre a noviembre.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la Costa ecuatoriana: Estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de la Gestión. Revista Internacional de Administración*, 59-83. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Andrade, J. A., Rivera-García, J., Chire-Fajardo, G. C., & Ureña-Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.462>
- Borja, K., Vite, H., Garzón, V., & Carvajal, H. (2021). *Análisis de las exportaciones del cacao ecuatoriano en grano en el periodo 2008 al 2018 | Borja Abad | Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*. 4. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/422>
- Boza, E., Motamayor, J., Amores, F., Cedeño, S., Tondo, C., Livingstone, D., Schnell, R., & Gutierrez, O. (2014). *Genetic Characterization of the Cacao Cultivar CCN 51: Its Impact and Significance on Global Cacao Improvement and Production*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/139/2/article-p219.xml>
- Campoverde, M. (2018). Days of fermentation and frequency of removal of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) in the national genotype and clone ccn-51. *REDIB*, 2, 24-34.
- Camu, N., De Winter, T., Addo, A., Takrama, J., Bernaert, H., & De Vuyst, L. (2008). Fermentation of cocoa beans: Influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(13), 2288-2297. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3349>
- Cascante, M., Garcia, V., & Marin, G. (1991). *Identificación de hongos filamentosos y levaduras aisladas durante la fermentación de almendras de cacao (Theobroma cacao) en Costa Rica* /. 15.

- Castillo, M., & Carbajal, E. (2019). *Propuesta de un sistema básico de gestión comercial enfocado a productores de cacao de fino aroma en la provincia de La Convención, Cusco para mejorar su productividad* [Universidad Peruana de Ciencia Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626099>
- Chang, J., Torres, C., Morán, D., Véliz, J., Remache, R., & Rodríguez, W. (2014). ATRIBUTOS FÍSICOS-QUÍMICOS Y SENSORIALES DE LAS ALMENDRAS DE QUINCE CLONES DE CACAO NACIONAL (*Theobroma cacao* L.) EN EL ECUADOR. *Ciencia y Tecnología*, 7(2), Art. 2. <https://doi.org/10.18779/cyt.v7i2.139>
- Chávez, G., Olaya, L., & Maza, J. V. (2018). Costo de producción de Cacao clonal ccn-51 en la parroquia Bellamaria, Ecuador. *Universidad y Sociedad (Cienfuegos)*, 10(4), Art. 4.
- Contreras, C., Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L., & Parra, P. (2004). Fermentadores para cacao usados por los productores de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 54(2), 219-232.
- Coronado, M., Vega y León, S., Vega, S., Gutierrez, L., Radilla, C., & Vazquez. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Dostert, N., Gamarra, J., Echeverría, A., Torre, M., & Weigend, M. (2012). *Hoja botánica: Cacao - Theobroma cacao L.* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 38). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31228.44165>
- El Salous, A., Angulo, A., & Solis, L. S. (2019). Acceleration of cocoa fermentation through the action of bacteria (*Acetobacter aceti*) and yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *Espirales. Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 3(28), 1-20.
- Enriquez, G. (2004). *Cacao organico. Guia para productores ecuatorianos*. INIAP. [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Cacao+organico.+Guia+para+productores+ecuatorianos&author=Enriquez+C%2C+Gustavo&publication\\_year=2004](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Cacao+organico.+Guia+para+productores+ecuatorianos&author=Enriquez+C%2C+Gustavo&publication_year=2004)
- Espín, S., Samaniego, I., Wakao, H., & Jiménez, J. C. (2007). *La relación teobromina/cafeína asociada a la calidad del cacao ecuatoriano*. 16(2), 107-109.

- FAOSTAT. (2021). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- García, A., Pico, B., & Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasinerгия*, ISSN 2631-2654, 4(2), 152–172. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10> pag. 155
- Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Alvarez, N., & Trujillo de Leal, A. (2003). Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*, 53(2), 175-188.
- Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli\*, L., Lemus, M., & Parra, P. (2002). Efecto del mezclado de granos de dos tipos de cacaos sobre algunas características químicas durante la fermentación. *Agronomía Tropical*, 52(3), 325-342.
- Gutierrez, M. (2012). Efecto de la frecuencia de remoción y tiempo de fermentación en cajón cuadrado sobre la temperatura y el índice de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(4), 914-918.
- Hashim, P., Selamat, J., Muhammad, S., & Kharidah, S. (1998). *Effect of mass and turning time on free amino acid, peptide-N, sugar and pyrazine concentration during cocoa fermentation—Hashim—1998—Journal of the Science of Food and Agriculture—Wiley Online Library*. 78(4). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291097-0010%28199812%2978%3A4%3C543%3A%3AAID-JSFA152%3E3.0.CO%3B2-2>
- Jaimez, R., Garcia, C., Azocar, A., Ramírez, M., & Rada, F. (2005). Relaciones hídricas e intercambio de gases en *Theobroma cacao* var. Guasare bajo períodos de déficit hídrico. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, ISSN 1690-9763, Vol. 22, N°. 2, 2005, pags. 112-120, 22(2).
- Jiménez, J., Tuz, I., Quevedo, J., & Garcia, R. (2018). Presecado: Su efecto sobre la calidad sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), Art. 2.

- Montaleza, J., Quevedo, J., & Garcia, R. M. G. (2020). Análisis de la diversidad morfológica de cacao (*Theobroma cacao* L.) del jardín clonal de la Universidad Técnica de Machala. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), Art. 2.
- Morales, F., Carrilo, M., Ferreira, J., Peña, M., Briones, W., & Alban, M. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 11(1), Art. 1. <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.222>
- Morales, W., Vallejo, C., Sinche, P., Torres, Y., Vera, C., & Anzules, E. (2016). Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(2), 169-181.
- Nogales, J., Graziani de Fariñas, L., & Ortiz de Bertorelli, L. (2006). *CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DURANTE EL SECADO AL SOL DEL GRANO DE CACAO FERMENTADO EN DOS DISEÑOS DE CAJONES DE MADERA*. 56(1), 5-20.
- Ortiz de Bertorelli, L., Graziani de Fariñas, L., & Rovedas, G. (2009). Influencia de varios factores sobre características del grano de cacao fermentado y secado al sol. *Agronomía Tropical*, 59(2), 119-127.
- Pallares, A., Estupiñán, M., Perea, J., & López, L. J. (2016). Impacto de la fermentación y secado sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del clon de cacao CCN-51. *Revista ION*, 29(2), 7-21. <https://doi.org/10.18273/revion.v29n2-2016001>
- Perea, J., Cadena, T., & Herrera, J. (2009). *El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento / Salud UIS*. 41(2), 128-134.
- Portillo, E., Labarca, M., Grazziani, L., Cros, E., Assemat, S., Davrieux, F., & Boulanger, R. (2011). Influencia de la condiciones del tratamiento poscosecha sobre la temperatura y acidez en granos de cacao Criollo (*Theobroma cacao* L.). *Rev. Fac. Agron.*, 1, 15.
- Portillo, E., Labarca, M., Grazziani, L., Cros, E., Davrieux, F., Boulanger, R., & Marcano, M. (s. f.). *Formación del aroma del cacao Criollo (Theobroma cacao L.) en función del tratamiento poscosecha en Venezuela*. 9(2), 458-468.

- Portillo, E., Villasmil, R., Portillo, A., Grazziani, L., Cros, E., Assemat, S., & Davrieux, F. (2014). Características sensoriales del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) de Venezuela en función del tratamiento poscosecha. *Rev. Fac. Agron.*, 14(1), 14.
- Quevedo, J., Jacome, J., Tuz, I., Garcia, R., & Luna, A. (102d. C.). *Análisis de diversidad fenotípica de 37 accesiones de cacao nacional (Theobroma Cacao L.) en la zona sur del Ecuador / Universidad y Sociedad*. 12(3), 2020.
- Quevedo, J., Romero, J., & Tuz, I. (2018). Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma Cacao* L.) Usando cinco métodos de fermentación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), Art. 1.
- Rivera, F., Mecias, F., Guzman, A., Peña, M., Medina, H. N. M., Casanova, L., Barrera, A., & Nivelá, P. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) Tipo Nacional. *Revista Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12.
- Samaniego Maigua, I. R. (2020). *Estudio de los principales componentes químicos no volátiles asociados a la calidad del cacao "Nacional" de Ecuador, como herramienta en la certificación de origen*. <https://doi.org/10.31428/10317/9130>
- Sanchez, A., Castellanos, O., & Domínguez, K. P. (2008). Roadmapping for improving cocoa postharvest management. *Ingeniería e Investigación*, 28(3), 150-158. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v28n3.15135>
- Sanchez, R., Garcia, P., Dugarte, S., Mendoza, D., & Rivas, C. (2017). *Características físico-químicas de granos de cacao de los estados Aragua, Mérida, Miranda y Zulia de la República Bolivariana de Venezuela / Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*. 15(8), 412-417.
- Solorzano, E., Nicklin, C., Puyutaxi, F., Barragan, J., & Miranda, S. (2015). Comparación sensorial del cacao (*Theobroma cacao* L.) Nacional fino de aroma cultivado en diferentes zonas del Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 8(1), Art. 1. <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i1.142>
- Teneda, W. (2016). *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao.(Theobroma cacao L.)*. Universidad Internacional de Andalucía.



- Vasquez, J., & Tonon, L. (2021). *Gravity model of cocoa bean exports from Ecuador*. 6(1), 216-231.
- Villamar, F., Calderon, J., & Mayorga, E. M. (2016). Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador / Strategies for cultivation, marketing and export of aroma fine cocoa in Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 9(18), Art. 18. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss18.2016pp45-55p>
- Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, I., Fouet, O., Argout, X., Guichoux, E., Salin, F., Solorzano, R., Bouchez, O., Vignes, H., Severts, P., Hurtado, J., Yopez, A., Grivetti, L., Blake, M., & Valdez, F. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology & Evolution*, 2(12), 1879-1888. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x>

## ANEXOS

**Anexo 1. Tabla 4.** Costo del Tratamiento T0.

<b>COSTOS TRATAMIENTO T0</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR U.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
			<b>\$</b>	<b>\$</b>
Lona de yute	<b>saco</b>	0	1	0
Plástico negro	<b>metro</b>	16	0,75	12
Valor de uso de materiales	<b>Lote</b>			2,00
Desbabado 2 días, colocado de sacos en pallets	<b>jornal</b>	0,25	20	5
Fermentado 2 días en tendal (montón)	<b>jornal</b>	0,50	20	10
Secado 8 horas sol	<b>jornal</b>	0,25	20	5
1 día fermentado en montón tapado con lona de yute, cubierto con plástico negro	<b>jornal</b>	0,50	20	10
Secado de cacao	<b>jornal</b>	1	20	20
Gas	<b>tanque</b>	7	2,5	17,50
Uso secadora	<b>Lote</b>	1	2	2
<b>Total</b>				<b>83,5</b>
<b>Precio/qq</b>				<b>4,18</b>

**Fuente:** Agrozhucay.

## Anexo 2. Fotografías de la investigación

**Foto 1.** Cosecha de cacao: Finca La Providencia



**Autor:** Arturo Palacios

**Foto 2.** Finca La Providencia Cosecha de cacao



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 3.** Desvenado de cacao para la investigación



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 4.** 12 tratamientos de la Investigación en la empresa



## **AGROZHUCAY**

**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 5.** Toma de datos de los tratamientos temperatura y pH



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 6.** Toma de datos de temperatura usando pistola infrarroja



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 7.** Toma de datos pH. Usando cintas indicadoras de pH.



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 8.** Secado de los tratamientos de cacao de la investigación



Adecuación de secadora para secar 12 tratamientos. Capacidad Secadora 20/qq.

**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 9.** Secado de cacao 12 tratamientos de la investigación



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 10.** Peso de cada uno de los 12 tratamientos



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 11.** Peso de 100 almendras de cada uno de los tratamientos



**Fuente:** Arturo Palacios



**Foto 15.** Medidor de humedad grano seco



**Fuente:** Arturo Palacios

**Foto 16.** Muestras de los tratamientos para análisis de laboratorio



**Fuente:** Arturo Palacios



### Anexo 3 Publicación Artículo de la Investigación

e-ISSN 2414-1046

# Manglar

Revista de investigación científica



INICIO ACERCA DE INICIAR SESIÓN REGISTRARSE BUSCAR ACTUAL ARCHIVOS COMITÉ  
EDITORIAL PRINCIPIOS ÉTICOS

---

Inicio > Archivos > **Vol. 18, núm. 4 (2021)**

## Vol. 18, núm. 4 (2021)

Octubre-Diciembre

---

[FETENSECA: Alternativa para mejorar la calidad sensorial del cacao \(Theobroma cacao L.\) cultivar CCN-51](#)

*Arturo Medardo Palacios Garcia, José Nicasio Quevedo Guerrero, Irán Rodríguez Delgado*

<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/issue/view/25>

[FETENSECA: Alternativa para mejorar la calidad sensorial del cacao \(Theobroma cacao L.\) cultivar CCN-51 | Palacios Garcia | Manglar \(untumbes.edu.pe\)](#)

**Fuente:** Revista Manglar.