

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL
LICOR DE CACAO CCN-51 (*Theobroma cacao L.*)
MEJORADO ENZIMÁTICAMENTE EN EL PROCESO DE
FERMENTACIÓN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Autores: Bach. Deily Mirelly Alarcón Pinedo

Bach. Elita Oblitas Medina

Asesores: Dr. Oscar Wilfredo Díaz Gamboa

Mg. Romel Iván García Guerrero

JAÉN-PERÚ, OCTUBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de octubre del año 2019, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Polito Michael Huayama Soplá

Secretario: MS.c. Wagner Colmenares Mayanga

Vocal: Dr. Alexander Huamán Mera, para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
() Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL LICOR DE CACAO CCN-51(*THEOBROMA CACAO L.*) MEJORADO ENZIMÁTICAMENTE EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN", presentado por las bachilleres: Deily Mirelly Alarcón Pinedo y Elita Oblitas Medina de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | (<u>16</u>) |
| c) Bueno | 14, 15 | () |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE

	Pág
RESUMEN	
ABSTRACT	
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.OBJETIVOS.....	6
III.MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1.Lugar de ejecución.....	7
3.2.Materiales.....	7
3.3.Metodología.....	10
3.3.1.Proceso de obtención del licor de cacao CCN-51	10
3.3.2.Descripción del proceso del licor de cacao CCN-51.....	11
3.3.2.1.Cosecha.....	11
3.3.2.2.Quiebra y desgrane	11
3.3.2.3.Fermentación	11
3.3.2.4.Secado.....	13
3.3.2.5.Envasado.....	14
3.3.2.6.Almacenado	14
3.3.2.7.Tostado	14
3.3.2.8.Descascarillado y obtención de nibs de cacao.....	14
3.3.2.9.Molienda.....	14
3.3.2.10.Conchado y obtención de licor de cacao	14
3.3.2.11.Refrigeración	15
3.3.2.12.Disolución del licor de cacao	15
3.3.2.13.Catación: Metodología de la evaluación organoléptica.....	15
3.3.3.Metodología para el análisis físico - químico.....	16

IV.RESULTADOS.....	17
4.1.Evaluación organoléptica del licor de cacao CCN-51	17
4.1.1.Categoría Aroma	17
4.1.2.Categoría Acidez	18
4.1.3.Categoría Amargor.....	20
4.1.4.Categoría Astringencia.....	21
4.1.5.Categoría Defectos	23
4.1.6.Categoría Sabor	24
4.1.7.Categoría Pos gusto.....	26
4.1.8.Categoría Puntos del catador.....	28
4.2.Análisis físico – químico cacao CCN-51.....	28
4.2.1.Evaluación del fruto de cacao	28
4.2.2.Grado de fermentación.....	29
4.2.3.Determinación de cenizas (cacao molido)	29
4.2.4.Determinación de pH (licor de cacao).....	30
4.2.5.Determinación de acidez	30
V.DISCUSIONES	31
VI.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
DEDICATORIA	45
AGRADECIMIENTO	47
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 : Control de temperaturas en la fermentación.....	12
Tabla 2 : Tratamiento de fermentación	13
Tabla 3 : Análisis de varianza Aroma - Producto.....	18
Tabla 4 : Análisis de varianza para Acidez - producto.....	19
Tabla 5 : Comparaciones en parejas de Tukey Acidez – Producto	19
Tabla 6 : Análisis de varianza Amargor – Producto.....	20
Tabla 7 : Análisis de varianza Astringencia – Producto.....	21
Tabla 8 : Comparaciones en pareja Tukey Astringencia - Producto.	22
Tabla 9 : Análisis de varianza Defectos – Producto	23
Tabla 10: Análisis de varianza Sabor cacao – Producto.....	24
Tabla 11: Comparaciones en pareja Tukey Sabor – Producto.....	25
Tabla 12: Análisis de varianza Pos gusto – Producto.....	27
Tabla 13: Comparaciones en pareja Tukey Pos gusto- Producto.	27
Tabla 14: Caracterización física de frutos y semillas	28
Tabla 15: Determinación del grado de fermentación de los granos de cacao CCN-51..	29
Tabla 16: Cenizas (100%)	29
Tabla 17: pH licor de cacao.....	30
Tabla 18: Acidez.....	30
Tabla 19: Clasificación taxonómica de la piña.....	48
Tabla 20: Parámetros físico-químicos de la piña respecto al tiempo de maduración.....	49
Tabla 21: Perfil sensorial del licor de cacao sin enzima a 6 días de fermentación	60
Tabla 22: Perfil sensorial del licor de cacao con enzima a 6 días de fermentación	61
Tabla 23: Perfil sensorial del licor de cacao sin enzima a 7 días de fermentación	61
Tabla 24: Perfil sensorial del licor de cacao con enzima a 7 días de fermentación	62
Tabla 25: Perfil sensorial del licor de cacao sin enzima a 8 días de fermentación	62
Tabla 26: Perfil sensorial del licor de cacao con enzima a 8 días de fermentación	63
Tabla 27: Número de ensayos	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1: Flujograma para la obtención del licor de cacao CCN-51	10
Figura 2: Categoría Aroma	17
Figura 3: Categoría Acidez.....	18
Figura 4: Categoría Amargor.....	20
Figura 5: Categoría Astringencia.....	21
Figura 6: Categoría defectos.....	23
Figura 7: Categoría Sabor.....	24
Figura 8: Categoría pos gusto.....	26
Figura 9: Categoría puntos del catador.....	28
Figura 10: Escala de intensidad.....	52
Figura 11: Escala de calidad.....	53
Figura 12: Sensograma	55
Figura 13: Estufa para determinar la humedad.....	56
Figura 14: Prueba de corte con la guillotina.....	57
Figura 15: Obtención de cenizas de cacao CCN-51	58
Figura 16: Determinación del pH del licor de cacao.....	59
Figura 17: Acidez titulable	60
Figura 18: Evaluación organoléptica del día 6 sin adición de enzima	65
Figura 19: Evaluación organoléptica del día 6 con adición de enzima	66
Figura 20: Evaluación organoléptica del día 7 sin adición de enzima	67
Figura 21: Evaluación organoléptica del día 7 con adición de enzima	68
Figura 22: Evaluación organoléptica del día 8 sin adición de enzima	69
Figura 23: Evaluación organoléptica del día 8 con adición de enzima	70
Figura 24: Ficha de defectos del grano de cacao.....	71
Figura 25:Ficha para el análisis físico del cacao en grano	72

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág
ANEXOS A: LA PIÑA PEROLERA.....	48
ANEXOS B: PROCESO DE OBTENCIÓN DE LICOR DE CACAO CCN-51.....	50
ANEXOS C: FICHA DE CATACIÓN APPCACAO.....	51
ANEXOS D: PROTOCOLO APPCACAO.....	52
ANEXOS E: SABORES DE LA DEGUSTACIÓN DE LICOR DE CACAO.....	53
ANEXOS F: METODOLOGIA PARA EL ANALISIS FISICO - QUIMICO.....	55
ANEXOS G: PERFIL SENSORIAL DEL LICOR DE CACAO CCN-51	60
ANEXOS H: DISEÑO ESTADÍSTICO.....	63
ANEXOS I : FICHAS DE CATACIÓN DEL CLON CCN-51	65
ANEXOS J : DEFECTOS DEL CACAO EN GRANO.....	71
ANEXOS K: FORMATO ANÁLISIS FÍSICO – APPCACAO	72

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad organoléptica del licor de cacao (*Teobroma cacao L.*) CCN-51 mejorado enzimáticamente en el proceso de fermentación. Se utilizaron muestras de cacao con adición de enzima natural polifenoloxidasasa (PPO) al 7.5% y muestras de testigo, las cuales fueron fermentadas en cajas fermentadoras de madera de laurel con dimensiones de 30x20x30 cm aproximadamente en un tiempo de 6,7 y 8 días, después se llevó a cabo el proceso de secado, tostado (5 minutos a 190°C), descascarillado y molienda de los nibs para obtener pasta o licor de cacao. Para la evaluación organoléptica del licor de cacao se usó el método de catación mediante la ficha de (APPACCO) donde se evaluaron las categorías: Aroma, acidez, amargor, astringencia, defectos, sabor, pos gusto y puntos del catador. En el análisis de los resultados se utilizó el diseño DBCA y la prueba de comparación múltiple de Tukey al 95% de confianza, cuyos datos experimentales se procesaron en el programa de Minitab 18, resultando como muestra más aceptada la de 7 días de fermentación con enzima natural, cuyo análisis estadístico demostró que la diferencia significativa en el perfil sensorial se encontró en algunas de las categorías como es en el caso de la acidez, astringencia, sabor y pos gusto al 5% del nivel de confianza.

Palabras clave: Clon de cacao, polifenoloxidasasa, perfil sensorial.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the organoleptic quality of cocoa liquor (*Theobroma cacao L.*) CCN-51 enzymatically improved in the fermentation process. Cocoa samples were used with the addition of 7.5% natural polyphenoloxidase enzyme, which were fermented in laurel wood fermenting boxes with dimensions of 30x20x30 cm approximately in a time of 6, 7 and 8 days, then the process of drying, toasted (5 minutes at 190 ° C), husking and milling of the nibs was carried out to obtain cocoa paste or liquor. For the organoleptic evaluation of cocoa liquor the method was used tasting using the tab (APPACCO) where the categories were evaluated: scent, acidity, bitterness, astringency, defects, flavor, pos taste and taster points. In the analysis of the results, the DBCA design and the Tukey multiple comparison test at 95% confidence were used, whose experimental data were processed in the Minitab 18 program, resulting in a more accepted sample of the 7-day enzyme fermentation natural, whose statistical analysis showed that the significant difference in the sensory profile was found in some of the categories such as acidity, astringency, taste and post taste at 5% of the level of confidence.

Keywords: Cocoa clone, polyphenol oxidase, sensory profile.

I. INTRODUCCIÓN

El cacao es una planta originaria de América Tropical, clasificada en tres grandes grupos: criollos, forasteros y trinitarios, siendo el primero originario de México y Centro América, los forasteros originarios de Brasil, África Occidental y cacao nacional de Ecuador el cual es el mayormente difundido y los trinitarios que son cuyos caracteres provienen de una población híbrida. A partir de estos tres tipos se han realizado trabajos de mejoramiento genético dando como resultados los cacaos clónales y los híbridos (Oblitas 2015).

El cacao es un alimento rico en minerales, vitaminas y fibra, que ofrece numerosos beneficios; el Perú está clasificado según la Organización Internacional del Cacao (ICCO), como el segundo país productor y exportador de cacao fino después de Ecuador. Es por este motivo que, desde hace algunos años, empresas chocolateras de todo el mundo visitan el país con el fin de cerrar contratos directamente con los productores de cacao, permitiendo al agricultor tomar conciencia en mejorar sus buenas prácticas agrícolas y manufactureras en toda la cadena de valor, y ofrecer un producto de calidad (Romero, 2016).

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao L.*) en nuestro territorio, es un sustento económico en la producción agrícola de numerosas zonas de la selva alta. En los últimos años se ha tenido perspectivas promisorias en diversas zonas donde existen condiciones para producir cacao de calidad. La Amazonía peruana produce una diversidad de cultivares de cacao entre ellas, la CCN-51 que viene incrementándose la frontera agrícola (Vidal, 2013).

El CCN-51, creación del agrónomo ambateño Homero Castro Zurita quien en 1960 comienza a seleccionar varios híbridos con las características deseadas, procediendo luego a clonar algunos de ellos pero, en el año 1965 obtuvo por medio de un injerto de varias cepas de cacao la del tipo 51, a los que los denominó con las siglas CCN-51 cuyo significado es “Colección Castro Naranjal” que es la más resistente a todos tipos de

enfermedades y plagas, teniendo como resultado un cacao de alta productividad (50 quintales/hectárea), el CCN-51 es un buen productor de manteca, lamentablemente sin la característica de aroma y sabor del Cacao Nacional Arriba, afirma (Catuto & Pareja, 2017).

Según García (2012), las características generales del CCN-51 se clasifican en:

- Descriptores de Identidad: Genotipo / genealogía: (IMC-67 x ICS-95) x forastero desconocido, país de origen: Ecuador.
- Descriptores morfológicos: Color al estado inmaduro (rojo), forma básica (oblonga), forma del ápice (ligeramente atenuada), rugosidad (fuerte), grosor de la cáscara (intermedio), color del cotiledón (morado).
- Descriptores Agronómicos: tamaño del fruto (muy grande), número de semillas por fruto (44), tamaño de semillas (intermedio), peso seco de semilla (1.4g), índice de mazorca (16), rendimiento (2,760 kg/ha (937-2,812 kg/ha), compatibilidad (auto compatible), pudrición parda (susceptible), escoba de bruja (resistente), moniliásis (moderadamente resistente).
- Descriptores industriales: Contenido de grasa (54%); sabores básicos y específicos de la pulpa: dulzura (media), acidez (media), astringencia (media), amargor de almendra (medio) y frutal (bajo); sabores básicos y específicos del licor: acidez (media), astringencia (media), amargor (medio), floral (ausente), frutal (bajo) y nuez (ausente), tiene una nota de corteza pronunciada y notable intensidad de chocolate.

En la búsqueda bibliográfica realizada se ha encontrado diferentes estudios para determinar el mejoramiento de las características organolépticas del cacao CCN-51 aplicado durante la etapa de fermentación.

- Según, Díaz & Pinoargote (2012); utilizó dos enzimas, la polifenoloxidasas presente de manera natural en la piña y una proteasa comercial de origen fúngico y con actividad endo/exopeptídica, en tu tesis “Análisis de sus características organolépticas del chocolate a partir del cacao CCN-51 tratado enzimáticamente y tostado a diferentes temperaturas” la cual después de ser analizado por panelistas entrenados se llegó a una conclusión que el chocolate elaborado con cacao CCN-51, y fermentado con la adición

de la enzima polifenoloxidasas y tostado a 140 °C por 35 minutos logro desenmascarar un aroma floral aproximándose al cacao nacional.

- Silva (2001) realizó la tesis: “Estudio de la mejora del sabor de cacao (*Theobroma cacao L.*) a través de la enzima durante la fermentación”. La finalidad de este trabajo investigativo fue analizar los resultados obtenidos con el uso de la enzima polifenoloxidasas (PPO) procedente de la pulpa de chirimoya (*Annona squamosa. L*) que actúa en la fase primaria de la fermentación y de la enzima proteasa, en la forma comercial, denominada "protezyn flavour", a fin de reducir la concentración de compuestos responsables por el amargor adsorbente y aumentando la disponibilidad de aminoácidos libres para las reacciones de desarrollo de sabor. Los tratamientos con la adición de 0.5% de la enzima comercial "Protezyn sabor" y la adición de 5.0% de pulpa de piña después de 96 horas de fermentación se consideraron los mejores, según los resultados analíticos.

El beneficio de cacao en la mayoría de los cacaoteros se realiza en forma tradicional, siendo la fermentación una de las operaciones que induce un mayor cuidado. La fermentación alcohólica contribuye a la eliminación del mucílago presentes en la superficie de las almendras, donde las levaduras como la *Sacharomyces* desdoblan los azúcares a un pH bajo, en alcohol etílico, que será el sustrato de las bacterias *Acetobacter* para la fermentación acética (Vidal 2013).

Según Camacho (2014), la fermentación del cacao es indispensable para el desenvolvimiento apropiado de los precursores del sabor y aroma del chocolate. Durante esta etapa, la pulpa que envuelve las semillas es 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.

Schmidt & Pennacchiotti (2001), afirma que las polifenoloxidasas son enzimas que catalizan una reacción que transforma o difenoles en o-quinonas. Las o - quinonas son muy reactivas y atacan a una gran variedad de componentes celulares, favoreciendo la formación de polímeros negro marrón. Estos polímeros son los responsables del oscurecimiento de tejidos vegetales cuando se dañan físicamente.

Las oxidasas de las almendras de cacao han sido estudiadas. En la producción de chocolate, la polifenoloxidasa es un factor responsable para el desenvolvimiento de precursores de sabor iniciándose en la fase oxidativa de la fermentación y continuando hasta la etapa de secado (Forsyth & Quesnel, 1957).

Yoshima (1996), concluyó que la enzima PPO reacciona sobre los compuestos fenólicos, responsables del amargor y astringencia indeseable en el cacao, solubilizándolos, debido al aumento de peso molecular y a la formación de complejos con las proteínas. Un aumento de penetración de oxígeno en la masa de las almendras durante la etapa de secado, promueve una oxidación máxima de (-) - epicatequina y procianidinas. Con esto, son producidas melaninas y melanoproteínas, las cuales son responsables del oscurecimiento del color característico del chocolate.

Para garantizar la calidad del cacao es necesario realizar la evaluación física y organoléptica del grano y licor de cacao, ya que la carencia de parámetros óptimos de fermentación y secado, hace que se reduzca la calidad del sabor y aroma del cacao, como consecuencia los precios de comercialización disminuyen (Camacho,2014).

De acuerdo con Romero (2013), la calidad del grano de cacao está determinada por las características físicas del grano y de su sabor, estas pruebas se realizan a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto y el tacto. Los métodos más utilizados para determinar la calidad del grano de cacao, son: pruebas sensoriales, pruebas de corte, pruebas de humedad, entre otras.

Un punto dominante en la calificación del cacao de exportación se basa en la características organoléptica (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, (Armijos, 2002). El cacao debe desarrollar el aroma y el característico sabor “arriba”, para que sea calificado como de primera calidad. Estas cualidades se desarrollan solamente cuando las almendras, debidamente fermentadas y secadas son tostadas (Moreira, 1994).

La composición química de los granos de cacao depende de varios factores entre los que se pueden citar: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación y el secado. Los principales constituyentes químicos del cacao son: agua,

grasa, compuestos fenólicos, materia nitrogenada (proteínas y purinas), almidón y otros carbohidratos (Díaz & Pinoargote, 2012).

Romero (2013), manifiesta que el secado puede ser solar o artificial, pero es aconsejable el secado al sol, ya sea en áreas de cemento, sobre mantas de polipropileno o sobre parihuelas de madera levantados a 40 cm del suelo para evitar la evaporación de la humedad del suelo y la contaminación de los granos. Durante el tiempo de secado el cacao se debe remover por lo menos cada hora; esto asegura una mejor homogeneidad deseado del producto; además se evita la sobre fermentación y la formación tanto interior como exterior del moho. El espesor de la masa en el secadero no debe ser superior a una pulgada y se debe utilizar rastrillos de madera y evitar subirse a la plataforma para no herir y contaminar el grano.

La evaluación sensorial como método, utiliza panelistas previamente entrenados para medir, analizar e interpretar las reacciones de los sentidos (vista, olfato y gusto), frente a las características de los alimentos. En el caso del cacao, las reacciones se determinan sobre una pasta preparada según procedimientos universalmente establecidos, para la identificación y valoración de sabores y aromas. Con los datos resultantes se construye el perfil sensorial para los distintos tipos de cacao. (INIAP, 2009).

Díaz & Pinoargote (2012), menciona en sus estudios realizados el hecho de usar enzimas durante la etapa de fermentación, con el objetivo de incrementar la producción de los precursores del sabor para el mejoramiento de las características organolépticas del cacao. Sin embargo, es necesario, además, considerar las condiciones de tostado del cacao para el desenvolvimiento máximo del potencial aromático de las almendras de cacao. Y así poder obtener como producto final, un chocolate de calidad.

La finalidad de este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la calidad organoléptica del licor de cacao CCN-51 mejorado enzimáticamente en el proceso de fermentación, para ello la enzima natural utilizada en esta investigación fue (PPO) que se encuentra de forma natural en la piña (*Ananas comosus*), con un porcentaje de 7.5 %, durante 6,7 y 8 días de fermentación.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad organoléptica del licor de cacao CCN-51 mejorado enzimáticamente en el proceso de fermentación.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el perfil organoléptico del licor de cacao tratado con una enzima natural de piña a una concentración de 7.5% y sin concentración de enzima en un determinado tiempo.
- Comparar los resultados obtenidos con concentración de enzima y sin concentración de enzima durante la fermentación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales, equipos e instrumentos que se utilizaron se presentan a continuación.

3.1. Lugar de ejecución

La investigación del proyecto de tesis se llevó a cabo en tres lugares empezando por el manejo de cosecha y pos cosecha del clon de cacao CCN-51, que se realizaron en las instalaciones del vivero cacaotero el paraíso ubicado en Santa Cruz de Bellavista – Jaén.

Los análisis físicos de los granos del cacao CCN-51 (prueba de corte y determinación de humedad), la etapa del procesamiento (tostado, descascarado, molienda y conchado) del cacao CCN-51 y la catación se llevó a cabo en las instalaciones de la Cooperativa “Sol y Café”, en la cual tuvimos el apoyo de personas entrenadas en catación.

Y los análisis químicos (análisis de humedad, análisis de cenizas, pH y acidez), fueron realizadas en las instalaciones del laboratorio de Tecnología de Alimentos de la escuela profesional del Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico.

- Cacao CCN-51.
- Enzima natural presente en la piña (PPO).

3.2.2. Materiales utilizados en la cosecha y pos cosecha del cacao CCN-51

- Tijeras podón
- Machetes

- Baldes de plástico.
- Bolsas de plástico
- Sacos
- Cajones de madera tipo laurel.
- Balanza
- Termómetro digital
- bolsas de polipropileno

3.2.3. Materiales, equipos e instrumentos utilizados para el análisis físico, etapa del procesamiento y catación del cacao.

a. Análisis físico

- Guillotina
- Balanza determinadora de humedad
- Tazones de plástico

b. Procesamiento

- Balanza analítica
- Tazones de plástico
- Tostadora eléctrica
- Molino eléctrico
- Conchadora
- Refrigeradora
- Vasos pírrex
- Cucharas de acero inoxidable
- Cucharas de plástico
- Paletas de plástico

3.2.4. Materiales, equipos, instrumentos y reactivos utilizados en los análisis químicos del cacao CCN-51

- Estufa
- Mufla
- Dosificador
- PH – meter
- Placas Petri
- Crisoles
- Mesas de acero inoxidable

- Probetas
- Pipetas
- Vasos de precipitación
- Buretas
- Morteros
- Balanza analítica
- Matraz Erlenmeyer
- Embudos
- Papel filtro
- Cocina
- Soporte magnético
- Varillas de agitación
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína

3.3. Metodología.

3.3.1. Proceso de obtención del licor de cacao CCN-51

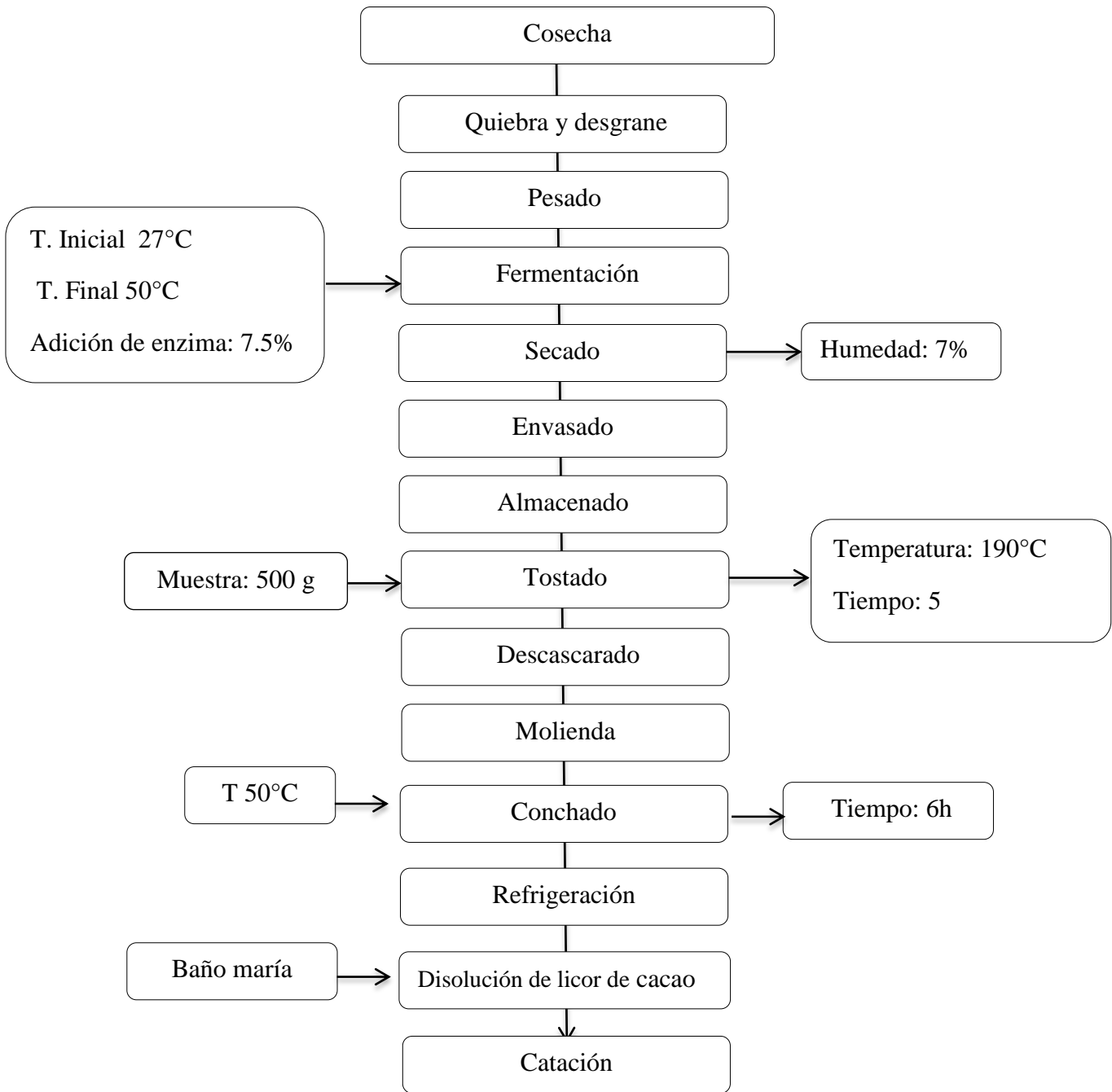


Figura 1: Flujograma para la obtención del licor de cacao CCN-51

3.3.2. Descripción del proceso del licor de cacao CCN-51

3.3.2.1. Cosecha

La materia prima se recolectó de las parcelas del vivero cacaotero el paraíso ubicado en Santa Cruz de Bellavista – Jaén – Cajamarca. Los frutos de cacao CCN-51 se cosecharon en óptimo estado de madurez y con la herramienta necesaria (tijera- podón) indicada para esta operación.

3.3.2.2. Quiebra y desgrane

La quiebra y el desgrane de los frutos de cacao se realizaron en las mismas instalaciones del vivero el paraíso, los frutos fueron quebrados utilizando un machete de mano y el corte se hizo de forma diagonal, luego se retiraron los granos con mucilago del coco de cacao y se depositaron en baldes de plástico para luego ser trasladados y llevarlo al proceso de fermentación.

3.3.2.3. Fermentación

La fermentación fue realizada en lotes de 5 kg de semillas con pulpa. Se utilizaron un total de 18 cajas siendo destinadas 9 cajas para la muestra de testigo y 9 cajas para los tratamientos de fermentación enzimática. Las dimensiones de la caja fueron: 30 cm de largo, 20 cm de anchura, 30 cm de altura. Las cajas fueron perforadas para facilitar el drenaje de las exudaciones producidas por la descomposición del mucílago de las almendras, y la masa de fermentación fue cubierta con hoja de plátano y sacos para conservar la temperatura durante la fermentación y desacelerar el enfriamiento de la masa.

Una vez colocada la masa de cacao en baba en las cajas se realizó los siguientes procesos:

- La muestra de testigo (sin enzima) tuvo un tiempo de 6, 7 y 8 días de fermentación de igual manera para las muestras con tratamiento enzimático.

En todas las fermentaciones fueron realizadas remociones para la oxigenación y homogenización del proceso fermentativo, a partir de las 48

horas del inicio de la fermentación y cada 24 horas. Durante las 48 horas que comienza la fermentación anaeróbica, es ahí donde se provoca la licuefacción de la pulpa que envuelve a las semillas, terminado este tiempo, comienza la fermentación aeróbica donde favorece la actividad de las bacterias lácticas. De esa forma, para impedir la actividad masiva de las bacterias lácticas (no volátil), que afectan de forma negativa el desenvolvimiento de los precursores de sabor, se debió realizar la oxigenación de la masa en fermentación por medio de su remoción que fueron efectuados cada 24 horas. Este procedimiento es de extrema importancia en la uniformización de la fermentación, y, por el contacto con el oxígeno del ambiente favoreció al desenvolvimiento de las bacterias acéticas (volátil).

El control de la temperatura de las semillas de cacao durante la fermentación, fue realizado a través de la colocación de un termómetro de laboratorio en cada caja fermentadora guardando las lecturas de las temperaturas durante todo el proceso. (Tabla N°1)

Tabla 1: Control de temperaturas en la fermentación

Días	Muestras	
	Testigo(°C)	T. enzimático(°C)
0	25	25
1	27	28
2	30	31
3	35	36
4	40	41
5	49	49
6	50	50
7	44	43
8	41	41

a. Tratamiento enzimático

Durante el tratamiento enzimático se utilizó la enzima polifenoloxidasa la cual se tomó de referencia el estudio realizado por (Silva, 2001), en donde utilizó pulpa de chirimoya madura, la cual posee una elevada actividad de enzima polifenoloxidasa. Por tal motivo, también asociamos aquella actividad a la piña madura tipo “Perolera”, o también conocida como “Milagreña”, aquel estudio recomendó una dosificación del 7,5% en base a la masa total del cacao fresco en baba. (Tabla 2).

Tabla 2: Tratamiento de fermentación

DÍAS DE FERMENTACIÓN	MUESTRAS	% DE ADICIÓN DE ENZIMA
Día 6	T 6D	Sin adición de enzima
	E 6D	El 7,5% de pulpa de piña en base a la masa total del cacao fresco
Día 7	T 7D	Sin adición de enzima
	E 7D	El 7,5% de pulpa de piña en base a la masa total del cacao fresco
Día 8	T 8D	Sin adición de enzima
	E 8D	El 7,5% de pulpa de piña en base a la masa total del cacao fresco

3.3.2.4. Secado

Terminada la fermentación, se llevó a cabo el secado el cual se realizó de manera natural (con la luz solar), el cacao fue removido a intervalos de cada 3 horas durante esta etapa, hasta llegar a una humedad del 7%.

3.3.2.5. Envasado

Luego del secado cada muestra fue envasada con su respectiva codificación, para esto se utilizó bolsas de polietileno para poder trasladarlo adecuadamente para los siguientes procesos.

3.3.2.6. Almacenado

Después que se realizó el secado y el envasado de las muestras de cacao estas fueron almacenadas en las instalaciones de la cooperativa de “Sol y Café” para luego poder realizarse los siguientes procesos.

3.3.2.7. Tostado

Para este proceso se utilizó 500 gr de muestra por cada tratamiento, se clasificó por tamaño de almendra en donde las impurezas y las almendras pequeñas debieron ser apartadas para evitar sabores de quemado y ahumado indeseable en el licor de cacao, el tostado se realizó a una temperatura de 190 °C por un tiempo de 5 minutos. Este proceso se realizó en las instalaciones de la cooperativa “Sol y Café” de la provincia de Jaén.

3.3.2.8. Descascarillado y obtención de nibs de cacao

Terminado el proceso del tostado se procedió a retirar la cascarilla de los granos de cacao, el cual se realizó de forma manual y así se obtuvieron los nibs.

3.3.2.9. Molienda

El producto obtenido después de haber pasado por el proceso del descascarado se sometió a un proceso de molienda este proceso se realizó utilizando un molino eléctrico hasta obtener un tamaño de partículas finas.

3.3.2.10. Conchado y obtención de licor de cacao

Una vez obtenido el cacao en forma de partículas finas, se llevó al conchado hasta obtener una pasta líquida uniforme, el tiempo que duró este proceso fue de 6 horas a una temperatura de 50 °C.

3.3.2.11. Refrigeración

El licor de cacao una vez obtenido se recepcionó en vasos pírrex para poder conservarlo durante refrigeración hasta el momento que se llevó a cabo la catación.

3.3.2.12. Disolución del licor de cacao

Durante este proceso se realizó el método de “baño maría” con la finalidad de disolver la pasta o licor de cacao que estaba sólido en una consistencia líquida para poder realizar el proceso de la catación.

3.3.2.13. Catación: Metodología de la evaluación organoléptica

Esta etapa se realizó en las instalaciones de la cooperativa “Sol y Café” de la provincia de Jaén, donde contamos con el apoyo de 9 catadores entrenados de dicha cooperativa. Este proceso, se inició donde los catadores pasaron por la mesa de catación, donde todas las muestras estaban preparadas para la evaluación organoléptica del licor de cacao según el protocolo APPCACAO que se muestra en el (Anexo B).

a. Evaluación sensorial del producto

Se realizó pruebas sensoriales descriptivas con un panel de 9 catadores entrenados y se utilizó una escala hedónica de 1 a 10 puntos. El panel evaluó 7 atributos sensoriales: aroma, acidez, amargor, astringencia, defectos, sabor (cocoa/cacao, dulce, nuez, frutas secas, frutas frescas, floral, especias, etc.), pos gusto y una apreciación del catador (puntos del catador). (Anexo B)

- **Primera parte:** Se pidió a los catadores entrenados que detecten, describan y cuantifiquen las características sensoriales del licor de cacao.
- **Segunda parte:** Se determinó por consenso la composición del cuestionario (número de los atributos, orden de los atributos, porción que se probara y limpieza del paladar con agua hervida tibia acompañada de una galleta light).

3.3.3. Metodología para el análisis físico - químico

A. Análisis físico-químico de los granos y licor de cacao.

- **Determinación del grado de fermentación de los granos secos de cacao CCN51:** Método de la prueba de corte.
- **Determinación del porcentaje de ceniza de cacao molido:** Se utilizó el método de la NTP 208.015: 2015.
- **Determinación del análisis de pH del licor de cacao:** Se realizó utilizando un potenciómetro digital Mettler Toledo.
- **Determinación de la acidez titulable del licor de cacao:** Se realizó con el método AOAC 924.5

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación organoléptica del licor de cacao CCN-51

4.1.1. Categoría Aroma

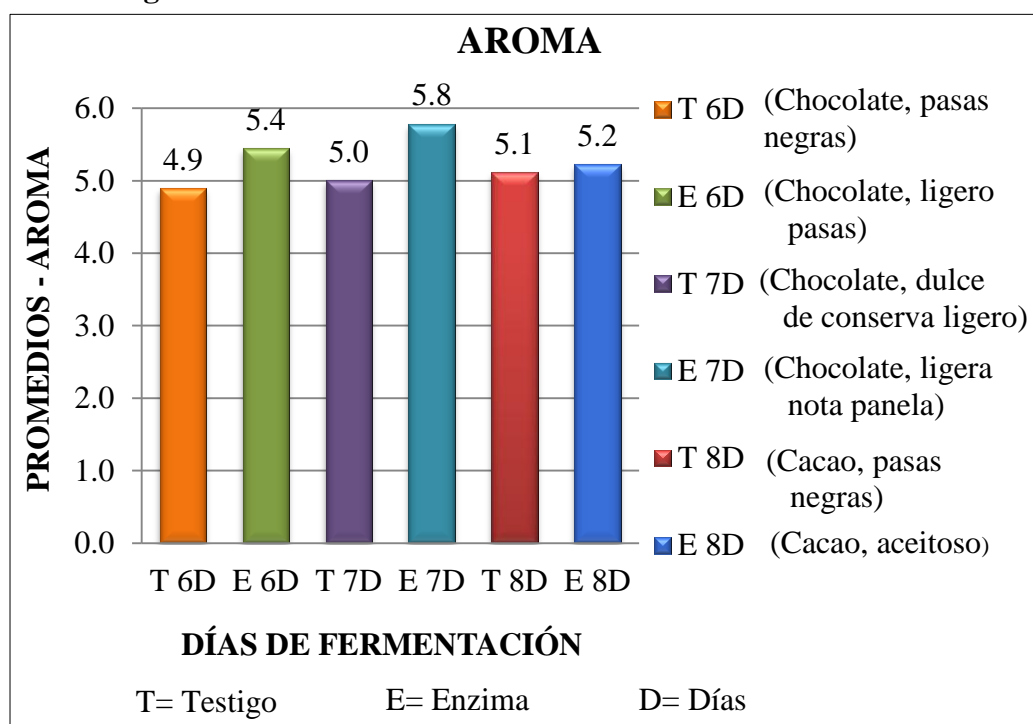


Figura 2: Categoría Aroma

En la figura 2 se evaluaron 6 muestras de licor de cacao CCN-51, que fueron fermentadas en diferentes días (6, 7 y 8), 3 con adición de enzima y 3 de testigo para poder determinar el perfil organoléptico de la categoría aroma, utilizando la metodología del estudio (Navia & Pazmiño, 2012).

Los resultados obtenidos, muestran que hubo un mejoramiento en todas las muestras que fueron tratadas enzimáticamente en comparación con las muestras de testigo, pero observando los resultados el tratamiento E 7d fue el que tuvo mayor aceptabilidad en

dicha categoría resaltando atributos como: aroma a chocolate, frutas maduras, flores y ligera nota panela) en comparación con las muestras E D6 y E D8.

Tabla 3: Análisis de varianza Aroma – Producto

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Producto	5	4.759	0.9519	1.47	0.218
Error	48	31.111	0.6481		
Total	53	35.870			

Con un valor p mayor a 0.05 ($p=0.218$) se puede decir que existe evidencia estadística suficiente para no rechazar la hipótesis nula (H_1), por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las pruebas con respecto al aroma. Por lo tanto no se realizó el método de Tukey.

4.1.2. Categoría Acidez

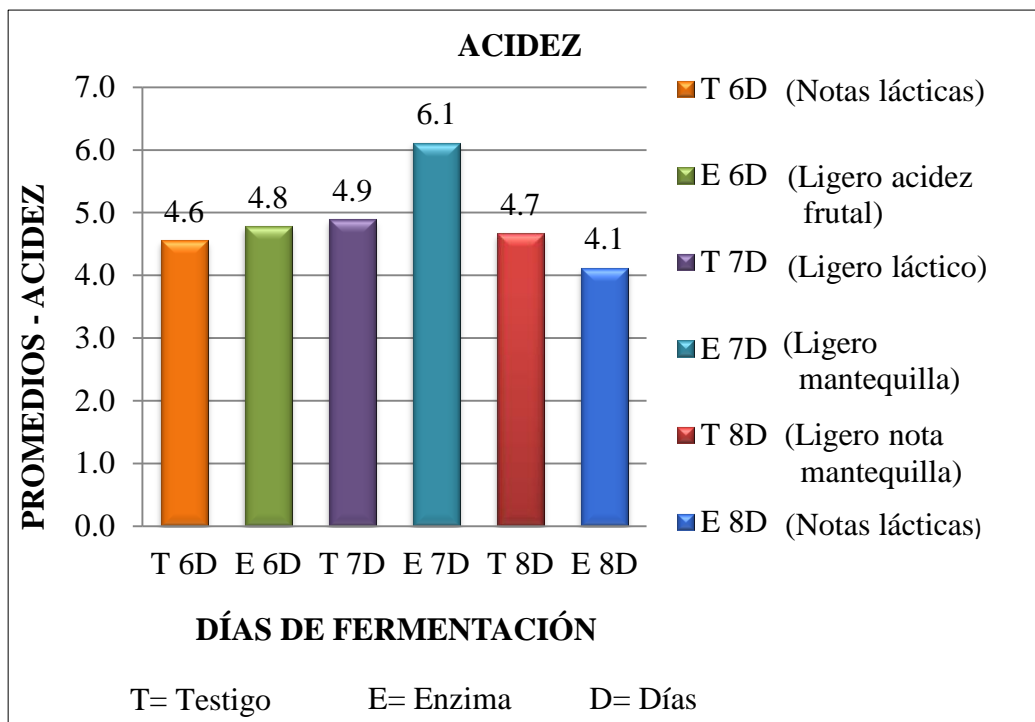


Figura 3: Categoría Acidez

En la figura 3 se observan los resultados de 6 muestras de licor de cacao CCN-51, donde 3 fueron tratadas enzimáticamente y 3 de testigo, fermentadas en diferentes días (6,7, 8). Se destacaron atributos sensoriales como: ligera nota a mantequilla, notas lácticas, frutas

cítricas, etc. Según APPCACAO en la ficha de catación para el análisis sensorial del cacao, establece una escala de calidad. En esta categoría el mejor puntaje fue de 6.1 a E 7D, categorizándolo dentro de una acidez regular.

Tabla 4: Análisis de varianza para Acidez - producto

Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	Valor p
Producto	5	20.37	4.0741	5.68	0.000
Error	48	34.44	0.7176		
Total	53	54.81			

Podemos visualizar que el valor de p (0.000) es menor al valor de α (0.05), podemos decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la Hipótesis Nula (H_0) por tanto se favorece la hipótesis alternativa (H_1), que indica que no todas las puntuaciones son iguales con respecto al parámetro acidez.

Agrupando información usando el método de Tukey y 95% de confianza. (Tabla 5).

Tabla 5: Comparaciones en parejas de Tukey Acidez – Producto

Producto	Norte	Media	Agrupamiento
4	9	6.111	A
3	9	4.889	B
2	9	4.778	B
5	9	4.667	B
1	9	4.556	B
6	9	4.111	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, por tanto, podemos decir que los productos T 7D, E 6D, T 8D, T 6D, E 8D no tienen diferencias significativas entre sí, pero si son significativamente diferentes con producto E 7D.

4.1.3. Categoría Amargor

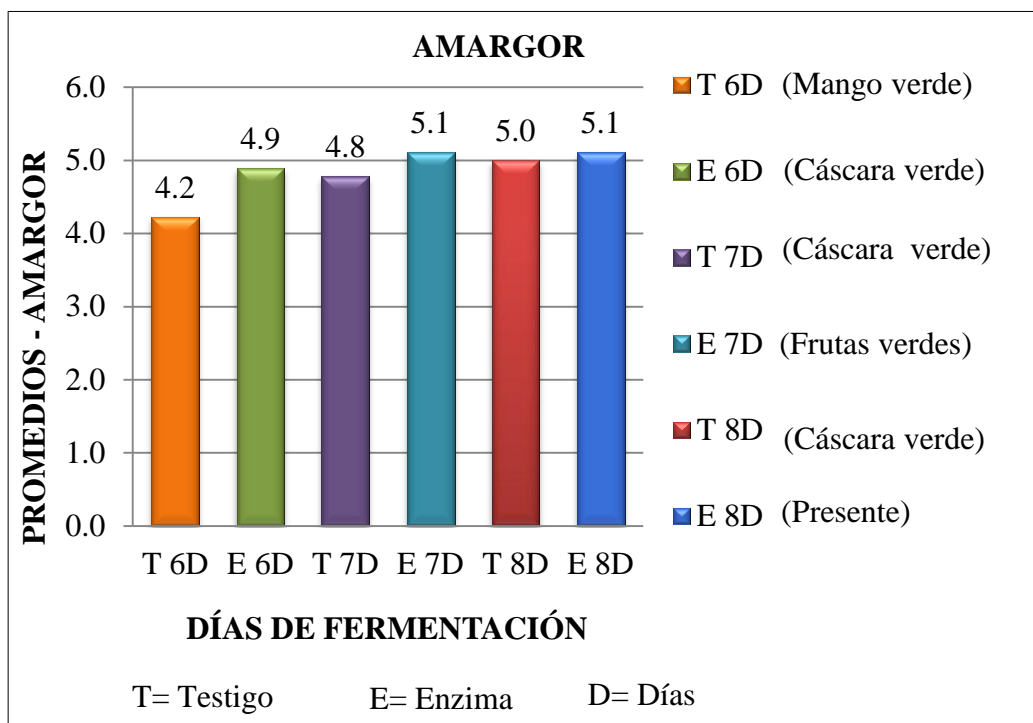


Figura 4: Categoría Amargor

En cuanto a la categoría amargor se observan que los días 7 y 8 tratados enzimáticamente actuaron en su similitud en el proceso fermentativo, por lo cual alcanzaron un puntaje promedio de 5.1, destacando el atributo sensorial (a frutas verdes), el día 6 alcanzó un promedio de 4.9. Las muestras testigos alcanzaron valores promedios (T 6D=4,2; T 7D=4.8; T 8D=5.0).

Tabla 6: Análisis de varianza Amargor – Producto.

Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	Valor P
Producto	5	5.037	1.0074	1.74	0.143
Error	48	27.778	0.5787		
Total	53	32.815			

Con un valor p mayor a 0.05 ($p=0.143$) se puede decir que existe evidencia estadística suficiente para no rechazar la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas con respecto al amargor de cacao. Por lo tanto no se realizó el método de Tukey.

4.1.4. Categoría Astringencia

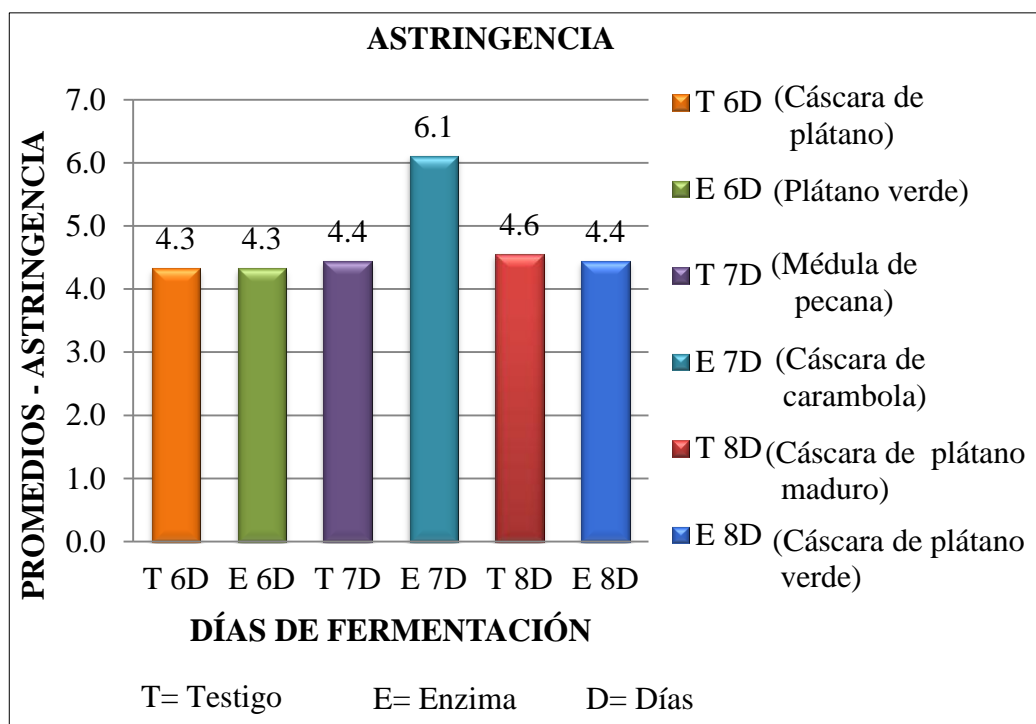


Figura 5: Categoría Astringencia

En la figura 5 se puede observar que fueron evaluadas 6 muestras de licor de cacao CCN – 51 las cuales fueron estudiadas en diferentes días de fermentación (6,7 y 8), de todas las muestras tres fueron fermentadas con enzima y tres muestras fueron como testigo. En los resultados obtenidos se puede observar la muestra E 7D que tuvo un promedio de 6.1, destacando atributos sensoriales como: pacto a cáscara de plátano verde, cáscara de carambola; en las demás muestras se tuvieron valores como: T 6D = 4.3; E 6D = 4.3; T 7D = 4.4; T 8D = 4.6 y E 8D = 4.4. La muestra E 7D según la ficha de catación de APPCACAQ, se categorizo como una astringencia regular, en la escala de calidad.

Tabla 7: Análisis de varianza Astringencia – Producto

Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	Valor P
Producto	5	21.70	4.3407	7.56	0.000
Error	48	27.56	0.5741		
Total	53	49.26			

Con un valor p menor a 0.05 ($p=0.000$) se puede decir podemos decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la Hipótesis Nula (H_0) por lo tanto se favorece la hipótesis alterna (H_1), que indica que por lo menos un tratamiento es diferente con respecto a la puntuación de Astringencia.

Agrupando información usando el método de Tukey y 95% de confianza. (Tabla 8).

Tabla 8: Comparaciones en pareja Tukey Astringencia - Producto.

Producto	Norte	Media	Agrupamiento
4	9	6.111	A
5	9	4.556	B
6	9	4.444	B
3	9	4.444	B
2	9	4.333	B
1	9	4.333	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, por tanto, podemos decir que los productos T 8D, E 8D, T 7D, E 6D, T 6D no tienen diferencias significativas entre sí, pero sí tienen diferencia significativa con respecto al producto E 7D, evaluando el parámetro de astringencia

4.1.5. Categoría Defectos

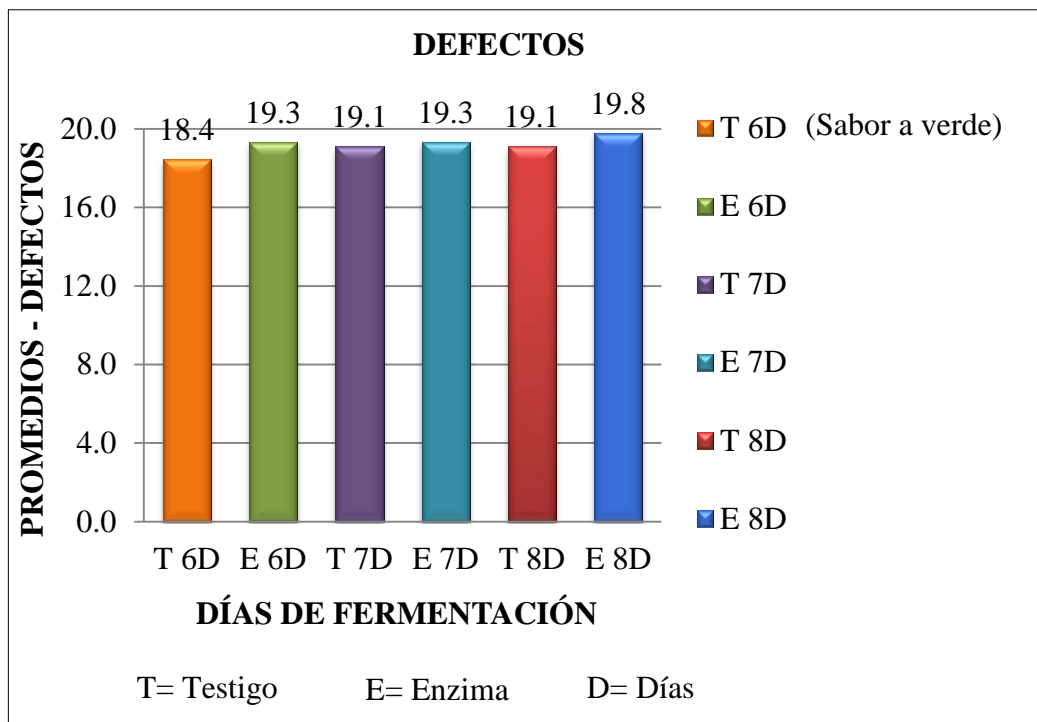


Figura 6: Categoría defectos

En la figura 6 se observan, las muestras evaluadas con tratamiento enzimático y testigo, tuvieron promedios similares en relación a los defectos que se pueden determinar mediante el análisis organoléptico del licor de cacao, por lo cual no se identificaron defectos como: polvo, lodo, tierra mojada, arcilla, plástico, humo, combustible, metal, abombado, podrido, rancio, etc.

Tabla 9: Análisis de varianza Defectos – Producto

Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	Valor P
Producto	5	8.593	1.719	0.48	0.789
Error	48	171.556	3.574		
Total	53	180.148			

Podemos visualizar que el valor de p (0.789) es mayor al valor de α (0.05), existe evidencia estadística suficiente para no rechazar la hipótesis nula (H_1), por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las puntuaciones con respecto a defectos en cacao.

4.1.6. Categoría Sabor

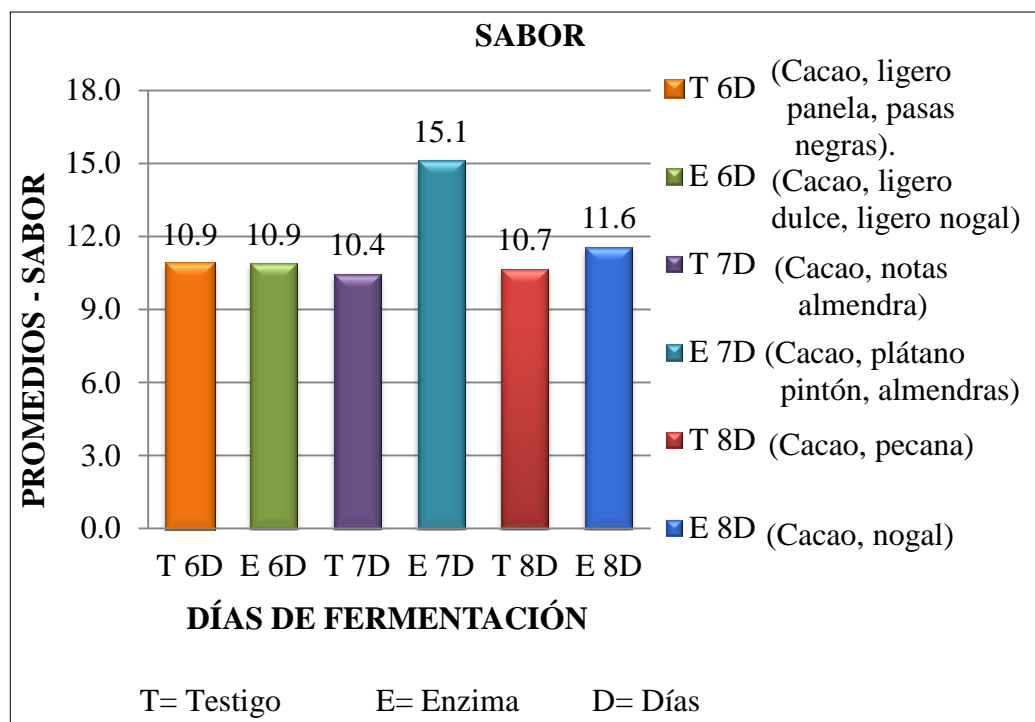


Figura 7: Categoría Sabor

En la figura 7 se puede observar que fueron evaluadas 6 muestras de licor de cacao CCN - 51 las cuales fueron estudiadas en diferentes días de fermentación (6,7 y 8), tres fueron fermentadas mediante un tratamiento enzimático y tres muestras fueron de testigo. Los resultados que se obtuvieron mediante el método de la catación, la muestra E 7D tuvo un promedio de 15.1, donde destacaron atributos sensoriales como: cacao, ligero panela, ligera nota pecana, pasa negra, notas almendra, fruta madura, pepa de palta, canela, etc. Los valores las muestras restantes alcanzaron en: T 6D= 10.9; E 6D= 10.9; T 7D = 10.4; T 8D = 10.7 y E 8D=11.6.

Tabla 10: Análisis de varianza Sabor cacao – Producto.

Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	Valor P
Producto	5	139.93	27.985	24.37	0.000
Error	48	55.11	1.148		
Total	53	195.04			

En la tabla 10 podemos visualizar que el valor de p (0.000) es menor al valor de α (0.05), podemos decir que existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0) por lo tanto se favorece la hipótesis alterna (H_1), que indica que no todas las puntuaciones son iguales con respecto al parámetro sabor de cacao.

Agrupando información usando el método de Tukey y 95% de confianza. (Tabla 11).

Tabla 11: Comparaciones en pareja Tukey Sabor – Producto

Producto	Norte	Media	Agrupamiento
4	9	15.111	A
6	9	11.556	B
2	9	10.889	B
1	9	10.889	B
5	9	10.667	B
3	9	10.444	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, es decir, que productos E 8D, E 6D, T 6D, T 8D, T 7D no son significativamente diferentes entre ellas, pero sí en comparación con el producto E 7D, con respecto al sabor.

4.1.7. Categoría Pos gusto

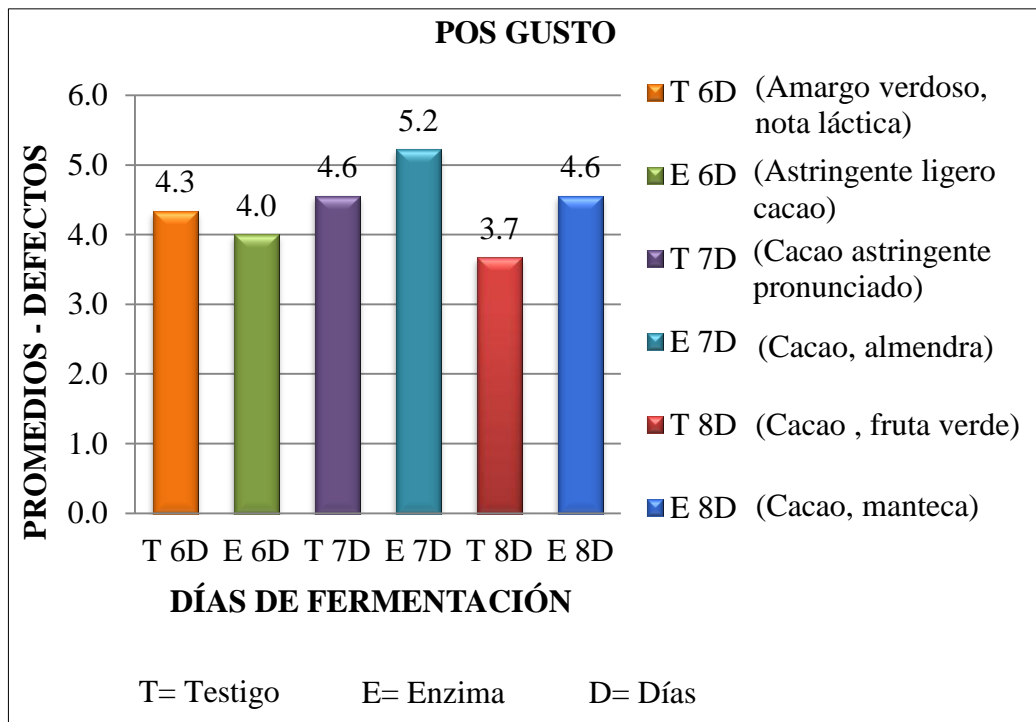


Figura 8: Categoría pos gusto

En la figura 8 se observa las muestras evaluadas con tratamiento enzimático y testigo, las cuales tuvieron valores promedios como:

- T 6D = 4.3; los atributos que resaltaron en esta muestra fueron: amargo verdoso, nota láctica.
- E 6D = 4.0, los atributos que resaltaron en esta muestra fueron: astringente, ligero cacao.
- T 7D = 4.6; los atributos que resaltaron en esta muestra fueron: cacao astringente pronunciado.
- E 7D = 5.2; los atributos que resaltaron en esta muestra fueron: cacao, almendra.
- T 8D = 3.7, los atributos que resaltaron en esta muestra fueron: cacao, fruto verde.
- E 8D = 4.6, los atributos que resaltaron en esta muestra fueron: cacao, manteca.

Tabla 12: Análisis de varianza Pos gusto – Producto

Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	Valor F	Valor P
Producto	5	12.83	2.5667	4.40	0.002
Error	48	28.00	0.5833		
Total	53	40.83			

Podemos visualizar que el valor de p (0.002) es menor al valor de α (0.05), existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0) por lo tanto se favorece la hipótesis alterna (H_1), que indica que por lo menos un tratamiento es diferente con respecto al parámetro pos gusto.

Agrupando información usando el método de Tukey y 95% de confianza. (Tabla 13).

Tabla 13: Comparaciones en pareja Tukey Pos gusto- Producto.

Producto	Norte	Media	Agrupamiento	
4	9	5.222	A	
6	9	4.556	A	B
3	9	4.556	A	B
1	9	4.333	A	B
2	9	4.000		B
5	9	3.667		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, es decir, que productos E 7D, E 8D, T 7D, T 6D no son significativamente diferentes entre ellas, tampoco son diferentes entre sí los productos E 8D, T 7D, E 6D, T 6D, E 6D, T 8D; con respecto al parámetro gusto de cacao.

4.1.8. Categoría Puntos del catador

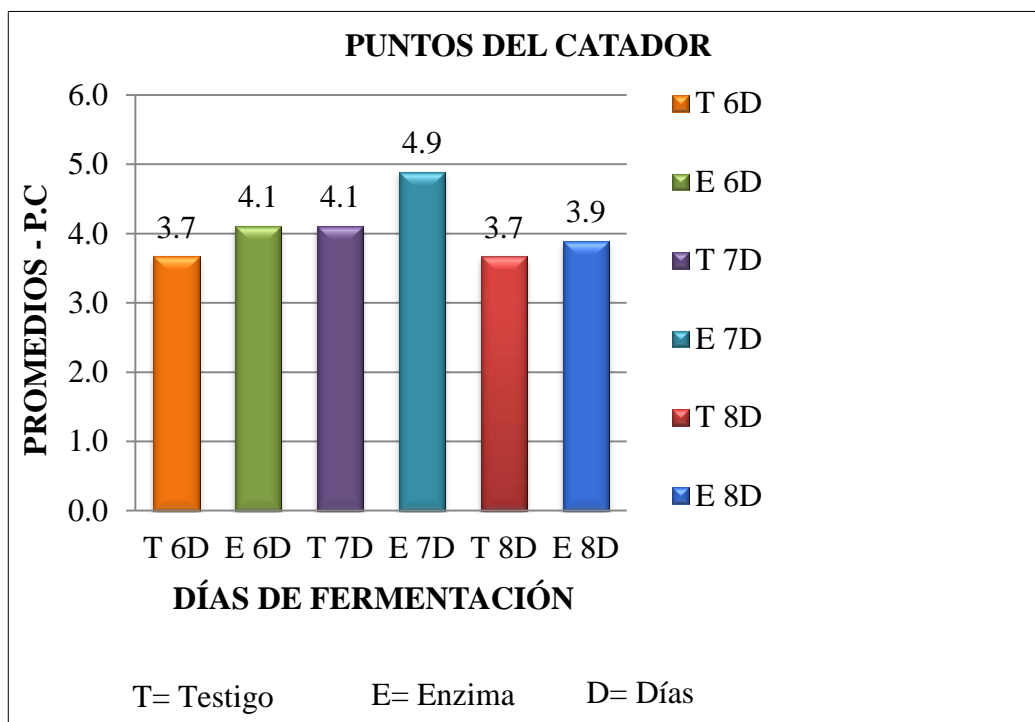


Figura 9: Categoría puntos del catador

En la figura 9 se observan las muestras con tratamiento enzimático y testigo, donde los catadores entrenados dieron una apreciación global y subjetiva sobre la muestra, destacando el E 7D con un valor promedio de 4.9.

4.2. Análisis físico – químico cacao CCN-51

4.2.1. Evaluación del fruto de cacao|

Tabla 14: Caracterización física de frutos y semillas

Numero de semillas /fruto	68
Peso de una semilla	4.13 g
Humedad promedio	55%
Peso total de la mazorca	785.22 g

En la tabla 14 se muestran algunas características físicas en relación a un fruto de cacao CCN -51.

4.2.2. Grado de fermentación

Tabla 15: Determinación del grado de fermentación de los granos de cacao CCN-51.

Días de fermentación	Tratamientos	Defectos	% de Fermentación
Día 6	Sin enzima	3 granos pizarrosos, 7 violeta	80%
	Con enzima	3 granos pizarrosos, 2 violeta	90%
Día 7	Sin enzima	1 granos pizarrosos, 2 violeta	94%
	Con enzima	1 granos pizarrosos, 1 violeta	96%
Día 8	Sin enzima	2 granos pizarrosos, 1 violeta	94%
	Con enzima	2 granos pizarrosos, 1 violeta	94%

En la tabla 15, se muestran los resultados del grado de fermentación de los granos de cacao CCN-51, que fueron fermentados en (6,7 y 8) días.

4.2.3. Determinación de cenizas (cacao molido)

Tabla 16: Cenizas (100%)

Muestra	Tratamientos	
	Sin enzima	Con enzima
Día 6	3.76	2.78
Día 7	2.64	0.65
Día 8	1.93	2.57

En la tabla 16, se muestran los resultados de la obtención de cenizas para los tratamientos que fueron fermentados en (6,7 y 8) días.

4.2.4. Determinación de pH (licor de cacao)

Tabla 17: pH licor de cacao

Muestra	Tratamientos	
	Sin enzima	Con enzima
Día 6	5.54	5.53
Día 7	5.2	5.0
Día 8	5.6	5.5

En la tabla 17, se muestra los resultados del pH obtenido del licor de cacao CCN-51, se realizó con el uso de un potenciómetro digital Mettler Toledo.

4.2.5. Determinación de acidez

Tabla 18: Acidez

Muestra	Tratamientos	
	Sin enzima	Con enzima
Día 6	0.19	0.15
Día 7	0.18	0.17
Día 8	0.32	0.29

En la tabla 18, se muestra los resultados de la acidez obtenido del licor de cacao CCN-51 para los tratamientos que fueron fermentados en (6,7 y 8) días.

V. DISCUSIONES

- Los resultados obtenidos como se observa en la figura 2 de la evaluación organoléptica en la categoría aroma, la muestra que tuvo mayor promedio y aceptación por los catadores fue a los 7 días de fermentación con adición de enzima natural (PPO) presente en la piña (*Ananas comosus*). En la tabla 3 del ANOVA se muestran los resultados realizados estadísticamente, donde el valor de p (0.218) es mayor al valor de α (0.05) esto demuestra que no existe diferencia significativa entre las pruebas con respecto al aroma, por lo tanto no se realizó el método de Tukey. Diaz & Pinoargote (2012), realizaron la evaluación organoléptica del licor de cacao CCN-51 con adición de enzima (PPO), en su resultado determinaron que no existe diferencia significativa en cuanto al aroma entre el cacao blanco frente al cacao con enzima (PPO). Moreno & Sánchez, (1989), afirma que el clima y la variedad genética del cacao tienen gran influencia en el tiempo que dura la fermentación además el tiempo de fermentación está relacionado con la cantidad de pulpa y concentración de polifenoles en las almendras, según el genotipo de que se trate. Según Noor, Jinap, S, & S (2009), durante el tostado la reacción de Maillard juega un papel importante en la formación del aroma del cacao. Los azúcares reductores son precursores del sabor carbonilo, principalmente formados a través de la hidrólisis de la sacarosa por la acción de la invertasa y la hidrólisis enzimática de las antocianinas.
- En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica en cuanto a la categoría acidez, donde la muestra con mayor promedio y aceptabilidad por los catadores fue para el día 7 con adición de enzima polifenoloxidasas (PPO) presente en la piña (*Ananas comosus*); en la tabla 4 del ANOVA se muestran los resultados realizados estadísticamente, donde el valor de p (0.000) es menor al valor de α (0.05) esto demuestra que no todos los

tratamientos son iguales por lo que sí existe una diferencia significativa en relación a las demás muestras tratadas enzimáticamente y las muestras de testigo. Según el método de Tukey y 95% de confianza, en la tabla 5; las muestras T 7D, E 6D, T 8D, T 6D, E 8D no tienen diferencias significativas entre sí, pero si son significativamente diferentes con la muestra E 7D. Navia & Pazmiño (2012), en su investigación realizada sobre el mejoramiento de la calidad organoléptica del cacao CCN-51, en la cual utilizaron dos enzimas, PPO como la polifenoloxidasas y Prozyn que corresponde a la enzima con actividad endo/exopeptídica en relación al blanco (tratamiento sin adición enzimática), mencionan que el valor de p (0.786) es mayor al valor de α (0.05) por lo que demuestra que todos los tratamientos son similares con respecto a la acidez y no existe una diferencia significativa en esta categoría. Según, Gonzáles Muñoz (2012), la excesiva acidez en el grano de cacao seco es causada con mayor frecuencia por el secado de los granos con demasiada rapidez, a una temperatura demasiado alta como ocurre en el secado artificial. Esto hace que las conchas se sequen y endurezcan rápidamente y, por lo tanto, se vuelvan impermeables al ácido acético, el cual queda atrapado en el interior del grano. López (1979), también afirma que una fermentación más corta en relación a las normales, la producción de ácido acético es acelerada y por tal motivo el producto final resultara con alta acidez.

- Los resultados obtenidos que se muestran en la figura 4 de la evaluación organoléptica del licor de cacao CCN-51, de la categoría amargor, en todas las muestras evaluadas los promedios son similares. En la tabla 6 del ANOVA se muestran los resultados realizados estadísticamente, donde el valor de p (0.143) es mayor al valor de α (0.05) por lo tanto no existe diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas con respecto a esta categoría, es por ello que no realizó el método de Tukey. Diaz & Pinoargote (2012), en su estudio realizaron la evaluación organoléptica del licor de cacao CCN-51 con adición de enzima (PPO), en su resultado determinaron que no existe diferencia significativa en cuanto al amargor entre el cacao blanco frente al cacao con enzima (PPO). Según, Biehl & Lindblom (2004), la teobromina puede formar complejos con dicetopiperazinas las cuales ocasionan la nota amarga típica del cacao. Adriazola (2003) indica que el amargor del cacao se debe a las antocianinas. Esto quiere decir que el sabor amargo del cacao

es característico del grano ya que en su composición hay sustancias que le dan esa característica típica.

- Los resultados obtenidos para la categoría astringencia como se puede apreciar en la figura 5 según la evaluación organoléptica realizada por los catadores se muestra una mejoría en relación a los 7 días de fermentación y con adición de enzima natural polifenoloxidasas (PPO) que está presente en la piña (*Ananas comosus*). En la tabla 7 del ANOVA se muestran los resultados realizados estadísticamente, donde el valor de p es menor a 0.05 ($p=0.000$), por lo que se puede decir que no todos los tratamientos son iguales por tanto sí existe una diferencia significativa en relación a las demás muestras tratadas y las muestras de testigo, Según el método de Tukey y 95% de confianza, en la tabla 8; las muestras T 8D, E 8D, T 7D, E 6D, T 6D; no tienen diferencias significativas entre sí, pero si son significativamente diferentes con producto E 7D. Diaz & Pinoargote (2012), en su estudio realizado sobre el “Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir del cacao CCN-51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas”, utilizaron dos enzimas la polifenoloxidasas (PPO) y Prozyn que corresponde a la enzima con actividad endo/exopeptídica en relación al blanco (como el tratamiento sin adición enzimática), resultado que para la categoría astringencia, tuvo diferencia significativa entre las muestras con PPO en relación al Blanco. El cacao en grano sin fermentar o pizarroso, identificado en la prueba de corte, produce licores muy amargos y astringentes, y las muestras con más del 3% de granos pizarrosos normalmente dan al chocolate una astringencia excesiva, Dand (2015). De acuerdo a Gonzáles Muñoz (2012), menciono que durante las fases aeróbicas, ocurren reacciones mediadas por el oxígeno, tales como la oxidación de los complejos proteína-polifenol formados anaeróbicamente. Estos procesos reducen la astringencia y la amargura: los polifenoles oxidados influyen posteriormente en las reacciones de degradación.

- Los resultados mostrados en la figura 6 obtenidos de la evaluación organoléptica del licor de cacao CCN-51 en la categoría defectos de las muestras tratadas enzimáticamente con (PPO) polifenoloxidasas y de testigo. En la tabla 9 del ANOVA se muestran los resultados realizados estadísticamente, donde el valor de p (0.789) es mayor al valor de α (0.05), por lo que no existe diferencia significativa entre las puntuaciones con respecto a defectos en cacao; es por ello que no se realizó el

método de Tukey. De acuerdo Alvarez (2018), en su investigación sobre estandarización de la fermentación del cacao (*Theobroma cacao L.*), fino de aroma, realizó la evaluación organoléptica de la categoría defectos, donde estadísticamente no resultó significativo. Según, Aguilar (2016) el aroma a humo de madera, químico-medicinal (tipo de jarabe para la tos con sabor desagradable), diésel u otro tipo de combustible es un defecto grave y generalmente se debe a contaminación en el transporte, almacén o en el secado artificial. A semeja el olor a humo de madera, leña o combustible; el aroma o sabor a moho se describe como un sabor a tierra, humedad, guardado, generalmente debido a un proceso de secado deficiente. Tiene semejanza a la fragancia de musgo, guardado, tierra, comida dañada o pan viejo; el sabor a crudo o habas verdes generalmente se debe a una deficiente o incompleta fermentación. Es parecido al sabor de maní o nueces no tostadas. 9

- En la figura 7 se muestran los resultados obtenidos del licor de cacao CCN-51 con adición de enzima (PPO) y muestras testigo en cuanto a la categoría aroma, como se puede observar la muestra que obtuvo mayor aceptación por los catadores fue la que tuvo 7 días de fermentación con adición de enzima natural, con un promedio de 15.1 encontrándose atributos como cacao, plátano pintón y almendras. En la tabla 10 del ANOVA se muestran los resultados realizados estadísticamente, donde el valor de p (0.000) es menor al valor de α (0.05) por lo tanto si existe diferencia significativa lo cual indica que no todas las puntuaciones son iguales con respecto al parámetro sabor de cacao. Según el método de Tukey y 95% de confianza, en la tabla 11 las muestras E 8D, E 6D, T 6D, T 8D, T 7D no son significativamente diferentes entre ellas, pero sí en comparación con la muestra E 7D, con respecto al sabor. Navia & Pazmiño (2012), en su investigación utilizaron dos enzimas, la polifenoloxidasas (PPO) y Prozyn que corresponde a la enzima con actividad endo/exopeptídica, en el análisis estadístico según ANOVA el valor de p es menor a 0.05 ($p=0.000$) donde resultó significativo. Silva (2001), demostró que el uso de enzimas con características proteolíticas durante el proceso de fermentación ayuda a un aumento significativo de los aminoácidos libres en el grano de cacao en relación con muestras de cacao sin adición de enzima durante la fermentación, promoviendo una significativa mejora del sabor. Según, (INIAP,2009), menciona que durante los primeros días de fermentación, la temperatura de la masa varía entre 45°C y 50°C, una variación

normal dentro de este proceso. Luego empieza a descender lentamente para volver a subir a 48 y 50°C, luego de la primera remoción de la masa. El embrión en el interior de la almendra muere cuando la temperatura llega a 45°C, marcándose el inicio de los cambios bioquímicos que conducirán a la formación de los precursores del sabor y aroma a chocolate. De acuerdo a Nazaruddin (2006), el sabor a chocolate producido es el resultado de combinaciones de 400-500 compuestos, incluyendo pirazinas, aldehídos, éteres, tiazoles, fenoles, cetonas, alcoholes, furanos y esterres. Entre estos, los compuestos mayormente formados durante el tostado son las pirazinas, a través de la reacción de Maillard y la degradación de aminoácidos y azúcares. (INIAP, 2009) menciona que el tostado del cacao se lleva a cabo con el propósito de facilitar la eliminación de la cascarilla y para que los precursores del sabor (azúcares, aminoácidos, y otros que se forman durante la fermentación) se combinen y produzcan los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras notas sensoriales como: sabor floral, frutal y nuez, dependiendo del tipo de cacao.

- De acuerdo a los resultados obtenidos como se puede observar en la figura 8, de la evaluación organoléptica realizada por los catadores para la categoría pos gusto la muestra con mayor promedio y aceptabilidad fue para el día 7 con adición de enzima polifenoloxidasasa (PPO) presente en la piña (*Ananas comosus*). Según la tabla 12 del ANOVA se muestran los resultados realizados estadísticamente, donde el valor de p (0.002) es menor al valor de α (0.05), por lo tanto se puede decir que existe una diferencia significativa, aplicando el método de Tukey y 95% de confianza los resultados obtenidos de acuerdo a la tabla 13 se puede observar que los productos E 7D, E 8D, T 7D, T 6D ; no son significativamente diferentes entre ellas, tampoco son diferentes entre sí los productos E 8D, T 7D, E 6D, T 6D, E 6D, T 8D pero si existe una diferencia significativa entre los productos E 8D, T 7D, T 6D . Navia & Pazmiño, (2012), mencionan que después del tostado, es importante para la obtención del licor de cacao la etapa de molienda, en donde los sólidos de cacao en la pasta se distribuyen en la grasa derretida del licor y su finura afecta las percepciones sensoriales en la lengua y cavidad bucal. También afirma que las partículas demasiado gruesas, que se sienten como granos de arena fina, atenúan la percepción de las características de sabor lo que puede conducir a la sobrevaluación. A su vez menciona que la menor percepción se produce porque las partículas con tamaños

grandes dificultan su contacto con los “sensores” o papilas gustativas. Por su parte Diaz & Pinoargote (2012), hacen mención que los degustadores o catadores, expresan su opinión de forma preferentemente numérica para cada variable estudiada, en función de un patrón ideal, según un escalado, o bien por medio de respuestas a preguntas determinadas, la reunión de los datos de un grupo de degustadores, ha de permitir el manejo estadístico de estos valores al objeto de determinar el grado de certeza en igualdad o diferencia de los productos comparados.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de las características físicas del cacao CCN-51 como se muestra en la tabla 14, el presente estudio investigativo determinó el número de semillas / fruto= 68, peso de una semilla = 4.13 gr, humedad promedio = 55% y peso total de la mazorca = 785.22gr. Según Navia & Pazmiño (2012), en su investigación realizada en cuanto al mejoramiento del cacao CCN – 51 también realizaron la caracterización física de frutos y semillas del clon CCN – 51, donde obtuvieron; número de semillas por fruto = 55, Peso semillas con pulpa = 278.5 g, Peso semillas sin pulpa = 113.4 g, Peso pulpa = 127.9 g, Peso Raquis = 42.5 g, Cáscara = 723.65 y Peso total mazorca = 1044.75 g. De acuerdo a García (2012) Los descriptores agronómicos para el cacao CCN - 51 son; tamaño del fruto (muy grande), N° de semillas por fruto (44), tamaño de semillas (intermedio), peso seco de semilla (1.4g), índice de mazorca (16), rendimiento (2,760 kg/ha (937-2,812 kg/ha), compatibilidad (auto compatible).

- Los resultados obtenidos en cuanto al grado de fermentación del cacao CCN -51, como se puede observar en la tabla 15 los tratamientos con adición enzimática durante los días 6 y 7 obtuvo un mejor % de fermentación con respecto al día 8 y muestras de testigo. Los valores obtenidos en las muestras con adición de enzima para el día 6 = 90%, para el día 7= 96%, y para el día 8= 94%; para las muestras de testigo fueron, para el día 6= 80%, para el día 7= 94% y para el día 8=:94%. Según Navia & Pazmiño (2012), en su estudio realizado, obtuvo un promedio del 77% de granos bien fermentados, 14 % de granos parcialmente fermentados y un 9% de granos violeta, utilizando la enzima PPO. También utilizó una proteasa comercial de origen fúngico con actividad endo/exopeptídica con la que obtuvo un 76% de granos bien fermentados, 17 % de granos parcialmente fermentados y un 7% de granos violeta. Por su parte Romero Vidal (2013), en su investigación realizada sobre el

cacao CCN-51 muestra los niveles de fermentación, teniendo como promedios de índices fermentación para los tratamientos con hierba luisa y cáscara de naranja de $85,33 \pm 1,65$ % y $84,44 \pm 1,45$ %, respectivamente. Según Aldave (2016), menciona en su investigación donde estudia las variedades del cacao CCN-51 e ICS-6, determino un promedio de 93% de granos bien fermentados y 7% de granos mal fermentados para la variedad del CCN-51. A su vez Carrillo (2011), en su investigación realizada haciendo uso de dos métodos de secado solar, con exposición total al sol obtuvo un promedio para el día 6 de $68,33 \pm 1,53$, para el día 7 = $74,00 \pm 4,36$ y para el día 8 = $87,67 \pm 3,21$, y mediante el secado gradual al sol para el día 6 = $74,00 \pm 5,20$, para el día 7 = $79,00 \pm 1,00$ y para el día 8 = $89,00 \pm 2,00$. Por lo que se puede concluir que si hay una similitud de los resultados obtenidos con la información citada. Según afirma (Ministerio de agricultura, 2004): La calidad del grano de cacao está directamente relacionada con un adecuado proceso de fermentación y secado. Las principales características requeridas por la industria, son los siguientes: fermentación: más 70%, humedad: 7% - 8%, granos violetas: menor al 20 %, granos pizarrosos: menor al 10%, efectos: menor al 10%.

- En los resultados obtenidos como se puede observar en la tabla 16, el porcentaje promedio de cenizas que se determinaron para las muestras con adición de enzima a los 6 días de fermentación = 2.78, a los 7 días = 0.65, y a los 8 días = 2.57; en las muestras de testigo a los 6 días de fermentación se obtuvo un promedio = 3.76, a los 7 días = 2.64, y a los 8 días = 1.93. Muñoz (2013), en su investigación realizada obtuvo un promedio de cenizas = 1.21%. Por su parte Egaz (2015), al realizar su trabajo de investigación determino un promedio de cenizas = 2.45 +- 0.21%. Según Fernandez (1999), en su investigación determinó un promedio de cenizas = 2.82 %. Los porcentajes obtenidos de cenizas en el presente estudio investigativo sobre el cacao CCN-51 muestran que si están dentro del parámetro que reporta el Departamento de tecnología de Alimentos (2008), el cual menciona que las características físico químicas del cacao debe cumplir con un 4% de porcentaje máximo en relación a las cenizas.

- De acuerdo a los resultados del análisis químico con respecto al pH, mostrados en la Tabla 17; se puede observar que en el tratamiento con adición de enzima a los 6 días de fermentación fue =5.53, para el día 7 = 5.0 y para el día 8 = 5.5; y los

tratamiento sin adición de enzima fueron para el día 6 = 5.54, para el día 7 = 5.2 y para el día 8 = 5.6. Según Aldave (2016), en su investigación realizada, estudio las variedades del cacao CCN-51 y ICS-6, determino un pH de 4,81 para el CCN -51. De acuerdo a Egaz Chávez (2015), estudio el tipo de cacao CCN-51, obteniendo un pH con un valor de 5.32. Según Armijos (2002), el pH óptimo para un cacao de calidad debe encontrarse en un rango de 5,1 a 5,4 cualquier cacao con un pH menor a 5,0 indica presencia de ácidos no volátiles indeseables que dan al producto aromas desagradables, que perjudican a la producción del chocolate.

- Los resultados mostrados en la tabla 18 sobre el análisis químico (acidez) del licor de cacao CCN-51, se observa que a los 6 días de fermentación el porcentaje de acidez fue: sin enzima= 0.19, con enzima= 0.15; a los 7 días: sin enzima= 0.18, con enzima= 0.17; a los 8 días: sin enzima= 0.32, con enzima= 0.29. Según Amores, Palacios, Jiménez, & Zhang (2009), manifiesta que la acidez del cacao varía entre 1,2% y 1,6%, cuyo parámetro en la presente investigación está por debajo del indicado, lo que demuestra una ausencia de acidez en las muestras analizadas.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES: Se concluye que:

- Al evaluar el perfil organoléptico del licor de cacao CCN-51 mejorado enzimáticamente en la fermentación los resultados mostraron para todas las muestras estudiadas el mejor día de fermentación para el cacao CCN-51 fue a los 7 días(E 7D), pero principalmente se observó para la muestra con una concentración de enzima al 7.5%, un aumento significativo en la calidad organoléptica en el nivel de acidez, astringencia y sabor, comparado con la muestra testigo, que tuvieron valores de (6.1, 6.1, 15.1) y (4.9, 4.4, 10.4) respectivamente.

- Finalmente se comprobó que, la acción de la enzima PPO origina mejores características organolépticas, otorgando un nivel de preferencia mayor al chocolate.

RECOMENDACIONES: Se recomienda que:

- Se debe realizar un buen manejo del proceso de pos cosecha al cual es sometido. Procesos como la fermentación, secado, en conjunto con el proceso tecnológico del tostado del cacao para que así, cuando se agregue la enzima se pueda obtener un chocolate de calidad.
- Realizar estudios similares con frutas que contengan en su composición química, enzimas que desempeñen las mismas actividades proteolíticas, así como la piña, pero en mayor porcentaje y así evaluar la concentración de enzima que se agregara en la fermentación, para poder evaluar su función en el perfil organoléptico.
- Se debe realizar estudios con otros factores: áreas geográficas, condiciones de clima y suelo

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriazola, J. (2011). Producción del alimento de los dioses(*Theobroma cacao*.L). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- Aguilar, H.(2016). Manual para la evaluación de la calidad del grano de cacao. FHIA, La lima.
- Aldave Palacios, G. J.(2016). Efecto de la temperatura y tiempo de tostado en los caracteres sensoriales y en las propiedades químicas de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) procedente de Uchiza, San Martín – Perú para la obtención de NIBS. Tesis Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias de los alimentos. Universidad Nacional mayor de san marcos, Lima – Perú.
- Alvarez, R. M.(2018). Estandarizacion de la fermentacion del cacao(*Theobroma cacao*.L)Fino de aroma. Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza, Chachapoyas.
- Amores, F., Palacios, A., Jimenez, J., & Zhang, D.(2009). Entorno ambiental,genetica,atributos de calidad y singularizacion del cacao en el Nor Oriente de la provincia de las Esmeraldas,Quevedo. Boletin N° 135 INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quito.
- Armijos Paredes, A. I.(2002). Características de la acidez como parámetro químico de cada muestra de cacao (*Theobroma cacao* L.) Fino y Ordinario de producción nacional durante la fermentación. Disertación previa a la obtención del título de licenciatura en química. Pontificia Universidad Catolica del Ecuador, Quito.
- Biehl, B., & Lindblom, M.(2004). Cacao de poco sabor, un método para su produccion y uso. Cacao de poco sabor, un método para su produccion y uso. Oficina Española de Patentes y Marcas., Madrid
- Calderón, L. Evaluación de los compuestos fenólicos del cacao (*Theobroma cacao* L.) de tipo fino y ordinario de producción Nacional durante la fermentación en relación con la calidad. Tesis Lic. en Química. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

- Camacho Serrano, C.(2014). "Influencia del porcentaje del clon CCN-51 en las características físico-químicas y organolépticas del licor de cacao procedente de Pucacaca y Hujngoyacu". Para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Perú.
- Carrillo Arvildo, B. A. (2011), "Influencia del tiempo de fermentado y método de secado solar en la calidad sensorial del licor de cacao (Teobroma cacao L.) Clon CCN51". Para optar el título de: Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva., Tingo María.
- Catuto Panta, M. J., & Pareja Alvarado, S. K.(2017). Análisis gastronómico del cantón, el empalme y el cacao. Trabajo de Titulación de Licenciatura. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Coello Montoya, D. S., & Hidalgo Torres, J. J. (2013). "Comparación de la Concentración y Actividad Enzimática de la Bromelina Obtenida a Partir de la Pulpa de la Piña (Ananas Comosus) Variedad Perolera de Dos Grados de Madurez". Tesis de Grado, Previo a la obtención del Título de: Ingenieras de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador..
- Dand, R., & M, J. (2015). Requisitos de calidad de la industria del chocolate y el cacao. CAOBISCO/ECA/FCC Cocoa Beans, 110.
- Departamento de tecnología de Alimentos. (2008). Universidad Estatal campiñas. Sao Paolo Brasil 2008.
- Díaz Ponce, S. L., & Pinoargote Chang, M. H.(2012). "Análisis de las Características Organolépticas del Chocolate a partir del Cacao CCN-51 Tratado Enzimáticamente y Tostado a Diferentes Temperaturas". Previo a la Obtención del Título de Ingeniéros de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil - Ecuador.
- Egaz Chávez, M. A.(2015). Evaluación y análisis técnico financiero del proceso de prensado del licor de cacao (Theobroma cacao L.) para la obtencion de manteca y polvo de cacao. Proyecto previo a la obtencion del Titulo de Ingenieria Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

- Fernandez Barbery, S. D.(1999). Estudio do Melhoramento do Sabor de Cacau (Theobroma cacao L.) utilizando polifenoloxidase extraida da pinha (Annona squamosa .L) e tratamento térmico nao convencional. Para obtencao do título de mestre en tecnologia de alimentos. Universidade Estadual de Campinas, faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Campinas.
- Forsyth, W., & Quesnel, V. (1957). Cacao glicosidase and color changes during fermentation. J.Sci.
- García C, L. F. (2012). Catálogo cultivares de cacao del Perú. Ministerio de Agricultura-Dediva, Lima - Perú, 20 - 101.
- Gonzáles Muñoz, Y., Evelina, P., & Carolina, P. (2012). Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. ResearchGate, 19.
- INIAP. (2009). BOLETIN TÉCNICO N° 135. Entorno Ambiental, Genetica, Atributos de Calidad y Singularización del Cacao en el Nor Oriente de la Provincia de Esmeraldas., 119.
- Lopéz, A.(1979). Fermentación y calidad organoléptica del cacao afectada por la eliminación parcial de los jugos de pulpa de los granos antes del curado, Theobroma.
- Ministerio de agricultura. (2004). Manual del Cultivo del Cacao en la Amazonía Peruana. Lima - Perú: Edición.
- Moreira, D. M. (1994). La Calidad del Cacao. Revista INIAP, No 4, 24 26.
- Moreno, J., & Sánchez, A. (1989). Beneficio del cacao. Beneficio del cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, San pedro Sula.
- Muñoz Moreno, I. Y.(2013). “Elaboración de chocolate de cobertura, utilizando licor de cacao nacional. La Maná. Ecuador 2013”. Previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos. Universidad técnica estatal de Quevedo facultad de Ciencias Pecuarias Carrera de Ingenieria en Alimentos, Quevedo – Ecuador.
- Navia, A., & Pazmiño, N.(2012). Mejoramiento de las características sensoriales del cacaco CCN-51 a traves de la adicción de enzimas naturales durante el proceso de

- fermentacion. (Tesis de Grado). Escuela Superior de Politecnica del Litoral, Guayaquil.
- Nazaruddin, R., Osman, H., Mamot, S., Wahid, S., & Nor, A. (2006). Influencia de las condiciones de tostado en el sabor volátil de los granos de cacao tostados de Malasia. *Revista de Procesamiento y Conservación de Alimentos*.
- Noor, S., Jinap, S., S, N., & S, N. (2009). Effect of Polyphenol and pH on Cocoa Maillard-Related flavor Precursors in Lipidic Model System. *International Journal of Food Science & Technology*.
- Oblitas Quintanilla, J. D.(2015). Producción orgánica de cacao (*Theobroma cacao*.L) en el valle del río Apurímac, Ene y Mantaro (vraem). Optar por el título de: Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima – Perú.
- Paredes Arce, M. (2003). Manual de cultivo del cacao. Ministerio de Agricultura y Riego, MINAGRI, 100.
- Romero Armando, C. (2016). Estudio del CACAO en el Perú y en el mundo. Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI, 90.
- Romero Vidal, J. L.(2013). Efecto del aromatizado con hierba luisa (*cymbopogon citratus* staph) y cáscara de naranja (*citrus sinensis* L) durante el fermentado y secado de cacao (*Theobroma cacao*. L) CCN-51 en industrias Mayo s.a. Tarapoto. Para optar el título de ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Perú.
- Schmidt, H., & Pennacchiotti, M. (2001). *Las enzimas en los alimentos*. Santiago: dc. publisher.
- Silva, M. (2001). Estudio de la mejora del sabor de cacao (*Theobroma cacao*. L) a través de la enzima durante la fermentación. (Tesis de maestría en tecnología de alimentos). Universidad Estatal de Campinas, Campinas.
- Yoshima, M. (1996). Decrease of astringency of cocoa beans by an Enzymatic treatment.
- Yuniesky, G. M., Sira, E. P., & Camargo, C. P. (2012). Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. *ResearchGate*, 19.

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis lo dedicamos:

- En primer lugar, a Dios, por haberme dado la vida, por ser mi fuente, mi mano derecha, mi sustento, el que me ha dado la capacidad, la valentía y la fortaleza, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar sin desfallecer y lograr uno de mis sueños más anhelados.
- A mis padres Inocente Oblitas Quintos, Irma Medina Aguilar, por su confianza en mis expectativas, su apoyo incondicional, sus esfuerzos y sacrificios que han dado por mí para darme un mejor porvenir y que hoy este sueño fuera realidad.
- A mis hermanos y hermanas, por brindarme su apoyo incondicional, por ser un ejemplo para alcanzar mi meta.

Elita

- En primer lugar a Dios, por darnos fuerza para continuar y lograr unos de los anhelos más deseados.
- A mis padres José Jaimito Alarcón Alejandría, Estefa Pinedo Ramírez por su apoyo incondicional.
- A mis hermanas Dina Yaqueline Alarcón Pinedo, Jhoana Jhasmín Alarcón Pinedo.
- A mi hijo Myland Andrew Sampertegui Alarcón y mi esposo Shander Sampertegui Delgado por ser mi fuente de motivación e inspiración para superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

Mirelly

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de Jaén, a la escuela profesional de Ingeniería de Industrias por prestarnos el laboratorio de Tecnología de Alimentos para la ejecución de dicho proyecto.
- A nuestros asesores de tesis Dr. Oscar Wilfredo Díaz Gamboa y al Mg. Romel Iván García Guerrero por su apoyo incondicional y paciencia para elaboración del proyecto de tesis.
- Al jefe del área de producción de la cooperativa “Sol y Café” Ing. Charles Amed Rodríguez Martínez por brindarnos su apoyo y permitirnos hacer uso de los equipos necesarios para el proceso, también por apoyarnos con los catadores entrenados para la evaluación organoléptica y así finalizar con una parte de la ejecución del proyecto.
- A nuestros padres y familia por su apoyo moral.

Mirelly y Elita

ANEXOS

ANEXOS A: LA PIÑA PEROLERA

Características generales

Su fruto está destinado al consumo local en fresco. Esta variedad tiene corazón grueso y pulpa blanca, característica que la hace poco utilizada para la industrialización. Posee hijos sin espinas, el fruto cuando madura es de color amarillo naranja, con ojos profundos, corona única y forma cilíndrica pesando alrededor de 2 Kg. Es una variedad muy apetecida por su sabor y calidad, y es bastante resistente al transporte. Tiene contenido medio de fibra y forma cónica, además de tener bajo contenido de azúcar (12 °Brix) (Coello Montoya & Hidalgo Torres, 2013)

Tabla 19: Clasificación taxonómica de la piña

CATEGORÍA	GRUPO
Reino	Vegetal
Phyllum	Pteridofita
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledónea
Orden	Farinosáe
Familia	Bromeliáceas
Género	Ananas
Especie	Comosus

Fuente: (Coello Montoya & Hidalgo Torres, 2013)

Tabla 20: Parámetros físico-químicos de la piña respecto al tiempo de maduración

PARÁMETRO	TIEMPO/ MADUEZ	% PROMEDIO
Peso	12 meses	1.45±0.2
	18 meses	2.24±0.45
pH	12 meses	4.14±0.044
	18 meses	4.19±0.039
Grados °Brix	12 meses	8.64±0.26
	18 meses	10.03±0.23
Acidez	12 meses	0.59±0.047
	18 meses	0.63±0.03
Ratio	12 meses	14.64±1.51
	18 meses	15.92±0.44

Fuente: (Coello Montoya & Hidalgo Torres, 2013)

ANEXOS B: PROCESO DE OBTENCIÓN DE LICOR DE CACAO CCN-51



ANEXOS C: FICHA DE CATACIÓN APPCACAO



ANÁLISIS SENSORIAL DE CACAO

Ficha de Catación

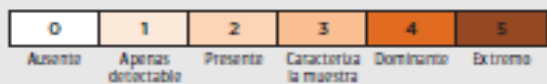
MUESTRA _____

CATADOR _____

FECHA _____

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE
Aroma		0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			x 1 =
Acidez		0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			x 1 =
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: > 5 en calidad 2.5 a 5: < 5 en calidad	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			x 1 =
Astringencia		0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			x 1 =
Defectos		0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			x 2 =
Sabor	Cocoa/Cacao	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div>	x 2 =
	Dulce	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	Nuez	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	Floral	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	Espicias	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
	Otros	0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
Pos gusto		0 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			x 1 =
COMENTARIOS:			PUNTOS DE CATADOR		x 1 =
PUNTAJE FINAL					

ESCALA DE INTENSIDAD



ESCALA DE CALIDAD



TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

Relación Inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



Licencia Creative Commons Atribución-NonComercial-CompartirIgual. No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID-Equal Exchange-TCHQ Versión 2017.

Fuente: APPCACAO

ANEXOS D: PROTOCOLO APPCACAO

A. Etapas de análisis sensorial

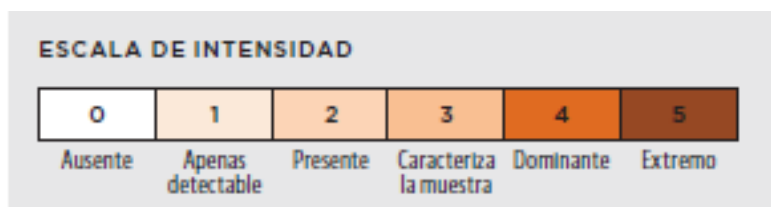
- Observar la apariencia de la muestra: color, brillo, etc. El catador puede anotar estas observaciones en comentarios y/o tomarlas en cuenta en Puntos de Catador.
- Oler la muestra para evaluar la categoría de Aroma. Se recomienda utilizar un envase limpio y libre de olores para colocar la muestra durante esta parte de la evaluación.
- Degustar la muestra para evaluar las categorías de Acidez, Amargor, Astringencia, Defectos, y Sabores. Si la muestra está sólida, se recomienda masticarla suavemente y dejarla derretir lentamente en el paladar.
- Cuando la muestra ha sido degustado completamente y/o ha sido escupido, el catador analiza los sabores residuales en la boca para la categoría de Pos gusto.

B. Escalas de Intensidad y Calidad

Esta sección orienta al catador a definir y estandarizar de acuerdo a su percepción la intensidad de cada atributo y tener una ayuda para cuantificar su puntuación en relación a la escala de calidad. Durante el análisis, la intensidad y/o la calidad de cualquiera de las categorías puede variar y cambiar. El catador puede marcar en la escala según su impresión inicial e indicar con una flecha un cambio en su valoración. Una marca sobre las líneas entre los números de las dos escalas generalmente va a indicar una valoración con medio punto.

a) Escala de intensidad

Figura 10: Escala de intensidad



Fuente: APPCACAO

- 0 = Ausente, sin presencia de este atributo
- 1 = Apenas detectable, débil en su presencia
- 2 = Presente, se percibe claramente
- 3 = Caracteriza la muestra, una característica resaltante
- 4= Dominante, produce dificultad en percibir otras características de la muestra
- 5 = Extremo, la presentación de este atributo es la más intensa posible para cacao en la memoria sensorial del catador.

b) Escala de calidad

Figura 11: Escala de calidad



Fuente: APPCACAO

- Pésimo = aproximadamente entre 0-2
- Malo = aproximadamente entre 2-4
- Regular = aproximadamente entre 4-6
- Bueno = aproximadamente entre 6-8
- Excelente = aproximadamente entre 8-10

ANEXOS E: SABORES DE LA DEGUSTACIÓN DE LICOR DE CACAO.

Sabores básicos:

- Acidez: describe licores con sabor ácido; expresan la presencia de ácidos volátiles y no volátiles; se percibe en toda la lengua. Referencias: frutas cítricas, vinagre.
- Amargor: describe un sabor fuerte y amargo, en respuesta a una falta de fermentación.
Referencia: café, cerveza, toronja.
- Astringencia: describe un sabor fuerte también por falta de fermentación; se expresa como sequedad en la boca producto de la precipitación de las proteínas en la saliva; va acompañada de incremento en la salivación; se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. Referencia: cacao no fermentado, mango verde, hojas de plátano, carambola pintona.

- Dulce: se percibe sensación dulzaina.

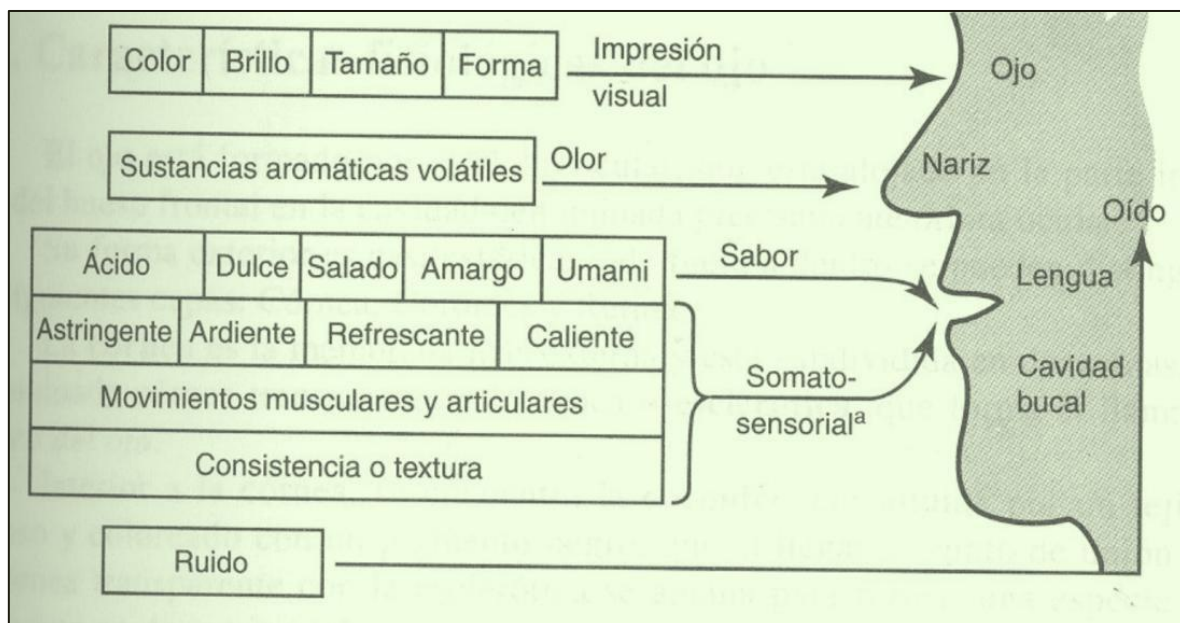
Sabores (aromas) específicos:

- Cacao: describe el sabor típico de granos de cacao bien fermentados, secos, tostados y libres de defectos. Referencia: barras de chocolate negro, cacao fermentado y tostado.
- Floral: describe aroma de flores, con tonos perfumados. Referencia: lilas, violetas, flores de cítricos.
- Frutal: describe el sabor y aroma a fruta madura, combinado con notas dulzainas agradables. Referencia: cualquier fruta seca madura, fruta cítrica madura y seca; ciruelas pasas.
- Nuez: describe el sabor y aroma de almendras y nuez.

Sabores adquiridos (normalmente defectos):

- Moho: describe licores o pasta de cacao con sabor mohoso por sobre fermentación de las almendras o por un secado incorrecto que favorece la proliferación de hongos.
Referencia: sabor a pan viejo, musgo, olor a bosque.
- Químico: describe licores o pasta de cacao contaminado por combustible, plaguicidas, desinfectantes y otros productos.
- Verde/crudo: describe características sensoriales que demuestran la insuficiencia de fermentación, o tostado incompleto.
- Humo: describe licores y pasta de cacao contaminados por humo de madera, usualmente por el uso de prácticas de secado artificial. Referencia: humo de madera, notas fenólicas, jamón.
- Metálico: describe licores o pasta de cacao en los que se perciben notas metálicas; origen poco conocido; una de las fuentes podría ser genética (INIAP, 2009).

Figura 12: Sensograma



ANEXOS F: METODOLOGIA PARA EL ANALISIS FISICO - QUIMICO

1. Análisis físicos de los granos de cacao.

a. **Determinación de la humedad:** Se utilizó el método (NTP-ISO-2291:2006, rutina rápida). Para la determinación de la humedad del cacao CCN-51 se realizó el siguiente procedimiento:

Se pesó 11 gramos de muestra de materia prima a evaluar, se colocó cada muestra en placas Petri, y seguidamente fue colocada en una estufa a una temperatura de 105 °C por un tiempo aproximado de 16 horas, se retiró de la estufa y seguidamente las muestras se ingresaron a un desecador para que la muestra se pueda enfriar y se proceda a pesar.

Los materiales y equipos utilizados fueron:

- Estufa
- Cápsulas de vidrio (placas Petri)
- Balanza digital de precisión.
- Desecador
- Balanza analítica.

Para realizar el cálculo para la determinación de la humedad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{(mi - mf) * 100}{mi}$$

Dónde:

- %H: Humedad del producto en %
- Mi: Peso inicial de la muestra en gramos
- Mf: Peso final de la muestra en gramos

Figura 13: Estufa para determinar la humedad



**b. Determinación del grado de fermentación de los granos secos de cacao CCN51:
Método de la prueba de corte.**

Para determinar el grado de fermentación se realizó el método de la prueba de corte, la cual consistió en separar 50 granos de cacao seco con una humedad de 7%, y se colocó en un instrumento llamado guillotina por medio del cual se realizó el corte de los granos secos de cacao. Luego del corte se evaluaron visualmente las almendras de cacao según (NTP- ISO -1114:2006). El porcentaje de almendras de cacao fermentado fue calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\%F = \frac{(N_F \times 100)}{100 \text{ granos}}$$

%F = Porcentaje de fermentación

Nf = Número de granos bien fermentados

Figura 14: Prueba de corte con la guillotina



c. Determinación del porcentaje de ceniza de cacao molido:

Para la determinación del porcentaje de cenizas, se utilizó el método de la NTP 208.015: 2015.

Para determinar las cenizas se realizó el análisis por triplicado de cada muestra, reportándose el promedio de las tres mediciones, referido al porcentaje (100 g de muestra inicial). Se pesó 1 g de muestra original de cacao en polvo en un crisol previamente pesado. Posteriormente el crisol con la muestra fue colocado en la mufla de marca Thermo Scientific modelo No.FB1310M a una temperatura de 150 °C por 10 min, 250 °C por 20 min, 450 °C por 10 min y finalmente a 625 °C por 3 horas.

Al terminar se verificó que el contenido del crisol sea solo cenizas (muestra color blanca) para luego colocarlo en un desecador por unos minutos, tras lo cual se efectuó la medición de su peso.

Los materiales y equipos utilizados fueron:

- Mufla
- Crisoles
- Balanza digital de precisión.
- Desecador

El porcentaje de cenizas de la muestra original de cacao molido, fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Cenizas} = \frac{(cc - c)}{pm} * 100$$

Figura 15: Obtención de cenizas de cacao CCN-51



d. Determinación del análisis de pH del licor de cacao:

Se realizó utilizando un potenciómetro digital Mettler Toledo.

Para determinar el PH del licor de cacao se procedió a pesar 10 gr de cada muestra, seguidamente se agregó 25 ml de agua destilada y se disolvió en baño maría, luego se dejó enfriar por un tiempo de 15 minutos, se calibro el pH meter y se pasó a medir para determinar el valor promedio.

Los materiales y equipos utilizados fueron:

- pH meter
- Vasos de precipitación 40ml
- Balanza digital de precisión
- Probeta de 50ml.
- Varillas de agitación
- Cocina eléctrica
- Agua destilada
- 1 olla

Figura 16: Determinación del pH del licor de cacao.



e. Determinación del acidez titulable del licor de cacao:

Para determinar la acidez titulable se realizó con el método AOAC 924.5 Acidity (Titratable).

Reactivo: Hidróxido de sodio 0,1N e indicador fenolftaleína.

Procedimiento:

- Pesamos 10 g de muestra y diluimos con aproximadamente 300 de agua destilada.
- Añadimos 3 gotas de fenolftaleína por cada 30 mL de solución a ser titulada.
- Titulamos con NaOH 0.1N hasta obtener un cambio de color en la muestra titulada.

Calculamos el porcentaje de acidez titulable con la siguiente formula:

$$\%Acidez = V * N * Pme * 100/w$$

Dónde:

V = gasto (ml) de la solución NaOH

N= Normalidad de la solución de NaOH

Pme= Peso miliequivalente gramo del ácido acético

W= Peso de la muestra

Figura 17: Acidez titulable



ANEXOS G: PERFIL SENSORIAL DEL LICOR DE CACAO CCN-51

Tabla 21: Perfil sensorial del licor de cacao sin enzima a 6 días de fermentación

	PANELISTA									X	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aroma	4	5	6	5	4	5	5	4	6	4.9	0.78
Acidez	3	4	5	5	4	6	4	5	5	4.6	0.88
Amargor	4	5	5	4	5	3	3	5	4	4.2	0.83
Astringencia	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4.3	0.50
Defectos	20	20	10	20	20	20	20	20	16	18.4	3.43
Sabor	12	12	12	10	12	10	10	10	10	10.9	1.05
Pos gusto	3	3	4	4	4	5	5	5	6	4.3	1.00
Puntos del Catador	3	3	5	4	3	4	3	3	5	3.7	0.87
TOTAL	54	56	51	57	56	57	54	56	57	55.3	9.35

Tabla 22: Perfil sensorial del licor de cacao con enzima a 6 días de fermentación

	PANELISTA									X	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aroma	4	5	6	5	5	6	6	6	6	5.4	0.73
Acidez	4	4	5	6	4	5	5	5	5	4.8	0.67
Amargor	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.9	0.33
Astringencia	6	5	4	4	5	3	4	4	4	4.3	0.87
Defectos	20	20	16	20	20	20	20	18	20	19.3	1.41
Sabor	10	12	12	10	12	10	10	12	10	10.9	1.05
Pos gusto	3	3	4	4	4	4	4	5	5	4.0	0.71
Puntos del Catador	4	4	4	5	3	4	5	3	5	4.1	0.78
TOTAL	56	58	56	59	58	57	58	58	60	57.8	6.55

Tabla 23: Perfil sensorial del licor de cacao sin enzima a 7 días de fermentación

	PANELISTA									X	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aroma	4	4	5	6	5	6	5	4	6	5.0	0.87
Acidez	4	6	5	4	4	5	5	6	5	4.9	0.78
Amargor	5	4	4	5	6	4	6	5	4	4.8	0.83
Astringencia	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4.4	0.53
Defectos	20	20	16	20	16	20	20	20	20	19.1	1.76
Sabor	10	12	12	10	10	10	10	10	10	10.4	0.88
Pos gusto	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4.6	0.53
Puntos del Catador	4	4	5	4	4	5	3	3	5	4.1	0.78
TOTAL	55	59	56	58	55	59	57	58	59	57.3	6.96

Tabla 24: Perfil sensorial del licor de cacao con enzima a 7 días de fermentación

	PANELISTA									X	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aroma	5	5	6	6	6	6	5	7	6	5.8	0.67
Acidez	7	7	6	5	7	5	7	6	5	6.1	0.93
Amargor	6	6	5	4	5	6	6	4	4	5.1	0.93
Astringencia	7	7	6	5	7	5	7	6	5	6.1	0.93
Defectos	20	20	20	18	18	18	20	20	20	19.3	1.00
Sabor	18	16	16	14	14	16	14	14	14	15.1	1.45
Pos gusto	4	4	6	6	5	6	5	5	6	5.2	0.83
Puntos del Catador	4	4	6	7	5	5	4	3	6	4.9	1.27
TOTAL	71	69	71	65	67	67	68	65	66	67.7	8.01

Tabla 25: Perfil sensorial del licor de cacao sin enzima a 8 días de fermentación

	PANELISTA									X	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aroma	4	3	6	6	5	4	6	6	6	5.1	1.17
Acidez	3	3	5	5	5	5	5	6	5	4.7	1.00
Amargor	6	6	4	4	5	5	6	4	5	5.0	0.87
Astringencia	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4.6	0.53
Defectos	20	20	16	20	20	20	20	20	16	19.1	1.76
Sabor	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10.7	1.00
Pos gusto	3	3	4	3	4	3	4	4	5	3.7	0.71
Puntos del Catador	3	3	5	3	3	4	3	4	5	3.7	0.87
TOTAL	56	55	56	55	56	56	58	59	57	56.4	7.90

Tabla 26: Perfil sensorial del licor de cacao con enzima a 8 días de fermentación

	PANELISTA									X	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Aroma	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5.2	0.44
Acidez	4	3	4	5	4	5	4	3	5	4.1	0.78
Amargor	6	5	5	4	5	5	6	5	5	5.1	0.60
Astringencia	5	6	6	4	4	4	3	4	4	4.4	1.01
Defectos	20	20	18	20	20	20	20	20	20	19.8	0.67
Sabor	12	12	12	12	12	10	12	12	10	11.6	0.88
Pos gusto	4	4	6	4	4	5	4	5	5	4.6	0.73
Puntos del Catador	3	5	5	4	3	5	3	3	4	3.9	0.93
TOTAL	59	60	61	58	58	59	58	57	58	58.7	6.04

ANEXOS H: DISEÑO ESTADÍSTICO

Diseño experimental

El desarrollo de esta investigación se realizó de acuerdo con la naturaleza del experimento, se utilizó el diseño experimental DBCA (Diseño en Bloque Completamente al Azar), con dos tratamientos (con una concentración de enzima al 7.5% y sin concentración de enzima) y 3 tres bloques (6, 7 y 8 días) con 3 repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 18 unidades experimentales para la evaluar las características organolépticas (variables dependientes).

Tabla 27: Número de ensayos

Ensayo	Tiempo de fermentación (días)						TOTAL
	6		7		8		
	7.5% enzima	Sin enzima	7.5% enzima	Sin enzima	7.5% enzima	Sin enzima	
Características organolépticas	3	3	3	3	3	3	18

Diseño estadístico

Prueba Estadística:

- Primero se realizó el análisis de indagación de los datos.
- Seguidamente se aplicó el diseño experimental, que es un plan usado en la distribución de los tratamientos a las unidades experimentales.
- Después se evaluó los errores experimentales del modelo para determinar si estos siguen una distribución normal con media cero y varianza σ^2 con la prueba de normalidad correspondiente.

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

- Luego se analizó las varianzas de los tratamientos y se evaluó si los promedios por tratamientos son iguales o por lo menos uno es diferente en comparación con las demás.

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

- Como el promedio de uno de los tratamientos fue diferente al resto se pasó a realizar las pruebas post-anva para determinar cuál es el mejor tratamiento bajo un nivel de significancia del 5%.
- Para el análisis organoléptico se describió descriptivamente las características sensoriales del producto mediante catadores expertos.
- El análisis estadístico se realizó usando el software Minitab 18.
- Las hipótesis evaluadas son:

$$H1: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0 \text{ vs } H_{i1}: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \neq 0$$

ANEXOS I: FICHAS DE CATACIÓN DEL CLON CCN-51

Figura 18: Evaluación organoléptica del día 6 sin adición de enzima

ANÁLISIS SENSORIAL DE CACAO

Ficha de Catación

MUESTRA Sin adición de enzima día 6

CATADOR Keli Puelles Carranza

FECHA 17-08-2019

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE	
Aroma		0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Chocolate, Pasas Negras	6	x1=	6
Acidez		0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Notas Lácticas	5	x1=	5
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: ≥ 5 en calidad 2.5 a 5: ≤ 5 en calidad	0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Mango verde	4	x1=	4
Astringencia		0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Pacto cascara de platano verde	5	x1=	5
Defectos		0 1 2 3 4 5 [][][][][]	sabor a verde	8	x2=	16
Sabor	Cocoa/Cacao	0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Cacao	5	x2=	10
	Dulce	0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Ligero Paneta			
	Nuez	0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Ligera Nota Pecana			
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Pasa negra			
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 [][][][][]				
	Floral	0 1 2 3 4 5 [][][][][]				
	Espicias	0 1 2 3 4 5 [][][][][]				
Otros						
Pos gusto		0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Amargo Verdoso, Nota Láctica	6	x1=	6
COMENTARIOS:				PUNTOS DE CATADOR	5	x1= 5
				PUNTAJE FINAL		57

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo


ESCALA DE CALIDAD


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Malo		Regular		Bueno					Excelente

TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

Relación Inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



 Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual: No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID-Equal Exchange-TCHO, Versión 2017.

Keli Puelles Carranza

Figura 19: Evaluación organoléptica del día 6 con adición de enzima

**ANÁLISIS SENSORIAL
DE CACAO**

Ficha de Catación

MUESTRA Con adición de enzima día 6
 CATADOR Keli Puelles Carranza
 FECHA 17 - 08 - 2019

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE	
Aroma		0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	chocolate, ligero pasas	6	x1=	6
Acidez		0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	ligero acidez frutal	5	x1=	5
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: ≥ 5 en calidad	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	Verde	5	x1=	5
Astringencia	2.5 a 5: ≤ 5 en calidad	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	Astringente Plátano Verde	4	x1=	4
Defectos		0 1 2 3 4 5 [][] [][] [][] [][]		10	x2=	20
Sabor	Cocoa/Cacao	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	Cacao	5	x2=	10
	Dulce	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	ligero dulce			
	Nuez	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	ligero Nuez			
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]				
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 [X] [][] [][] [][]				
	Floral	0 1 2 3 4 5 [X] [][] [][] [][]				
	Especias	0 1 2 3 4 5 [X] [][] [][] [][]				
	Otros					
Pos gusto		0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][] [][]	Astringente, ligero Cacao	5	x1=	5
COMENTARIOS:			PUNTOS DE CATADOR	5	x1=	5
PUNTAJE FINAL						60

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo

ESCALA DE CALIDAD

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Malo		Regular		Bueno				Excelente

TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

Relación inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual: No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID-EQUAL Exchange-TCHO, Versión 2017.

Keli Puelles Carranza

Figura 20: Evaluación organoléptica del día 7 sin adición de enzima

**ANÁLISIS SENSORIAL
DE CACAO**

Ficha de Catación

MUESTRA Sin adición de enzima día 7
 CATADOR Keli Puelles Carranza
 FECHA 17-08-2019

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE
Aroma		0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	chocolate dulce de conserva ligero	6	x1= 6
Acidez		0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	ligero láctico	5	x1= 5
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: ≥ 5 en calidad	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	Verde	4	x1= 4
Astringencia	2.5 a 5: ≤ 5 en calidad	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	Módulo de flocosa	3	x1= 3
Defectos		0 1 2 3 4 5 [0 1 2 3 4 5]		10	x2= 20
Sabor	Cocoa/Cacao	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	Cacao	5	x2= 10
	Dulce	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	ligero		
	Nuez	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	Notas Almendra		
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]			
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]			
	Floral	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]			
	Espicias	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]			
	Otros	0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]			
Pos gusto		0 1 2 3 4 5 [1 2 3 4 5]	Cacao Astringente Pronunciado	5	x1= 5
COMENTARIOS:			PUNTOS DE CATADOR	5	x1= 5
				PUNTAJE FINAL	58

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo

ESCALA DE CALIDAD

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Malo		Regular		Bueno				Excelente

TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

Relación Inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual: No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID-Equal Exchange-TCO, Versión 2017.

Keli Puelles Carranza

Figura 21: Evaluación organoléptica del día 7 con adición de enzima

**ANÁLISIS SENSORIAL
DE CACAO**

Ficha de Catación

MUESTRA Con adición de enzima día 7
 CATADOR Keli Puelles Carranza
 FECHA 17-08-2019

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE
Aroma		0 1 2 3 4 5 [][][] [X] [][]	chocolate ligero Nota Panada.	6	x1 = 6
Acidez		0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]	ligero Montaguilla.	5	x1 = 5
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: ≥ 5 en calidad 2.5 a 5: ≤ 5 en calidad	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]	Fritos Vozales	4	x1 = 4
Astringencia		0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]	cáscara de carambola	5	x1 = 5
Defectos		0 1 2 3 4 5 [][][][][]		10	x2 = 20
Sabor	Cocoa/Cacao	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]	Cacao	6	x2 = 12
	Dulce	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]	ligero		
	Nuez	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]	Notas almendra		
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]			
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 [][][][][]	Plátano Seda Piñón.		
	Floral	0 1 2 3 4 5 [][][][][]			
	Espicias	0 1 2 3 4 5 [][][][][]			
Otros	0 1 2 3 4 5 [][][][][]				
Pos gusto		0 1 2 3 4 5 [][] [X] [][]	ligera Nota Rindo, Cacao, Almendra	6	x1 = 6
COMENTARIOS:			PUNTOS DE CATADOR	6	x1 = 6
				PUNTAJE FINAL	64

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo

ESCALA DE CALIDAD

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Malo				Regular			Bueno			Excelente

TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

Relación Inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual: No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAD-Equal Exchange-TCHO, Versión 2017.

Keli Puelles Carranza

Figura 22: Evaluación organoléptica del día 8 sin adición de enzima



ANÁLISIS SENSORIAL DE CACAO
Ficha de Catación

MUESTRA Sin adición de enzima día 8
CATADOR Keli Puelles Carranza
FECHA 17-08-2019

CATEGORIAS		INTENSIDAD	DESCRIPTORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE	
Aroma		<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Cacao, Pasas Negras	6	x1 =	6
Acidez		<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Ligera Nota Mandarina	5	x1 =	5
Amargor	INTENSIDAD 0 a 2.5: > 5 en calidad 2.5 a 5: ≤ 5 en calidad	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Cáscara Verde	5	x1 =	5
Astringencia		<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Cáscara Plátano Maduro	5	x1 =	5
Defectos		<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5		10	x2 =	20
Sabor	Cocoa/Cacao	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Cacao	5	x2 =	10
	Dulce	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Ligero			
	Nuez	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Pecana			
	Frutas secas	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5				
	Frutas frescas	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5				
	Floral	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5				
	Espicias	<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5				
	Otros	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5				
Pos gusto		<input type="checkbox"/> 0 <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	Cacao, fruto verde	5	x1 =	5
COMENTARIOS:			PUNTOS DE CATADOR	5	x1 =	5
				PUNTAJE FINAL	61	

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo

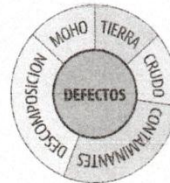
ESCALA DE CALIDAD

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pésimo	Malo		Regular		Bueno		Excelente			

TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

Relación inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



Licencia Creative Commons Atribución-NonCommercial-ShareAlike. No se permite un uso comercial de la obra ni en las obras derivadas. La distribución de las copias se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID-Equid Exchange-TCID, Versión 2017.

Keli Puelles Carranza

Figura 23: Evaluación organoléptica del día 8 con adición de enzima

ANÁLISIS SENSORIAL DE CACAO

Ficha de Catación

MUESTRA Con adición de enzima día 8

CATADOR _____

FECHA _____

CATEGORIAS	INTENSIDAD	DESCRITORES	CALIDAD (0-10)	PUNTAJE
Aroma	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]	Cacao, Acitoso	5	x1 = 5
Acidez	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]	Notas Lácticas	5	x1 = 5
Amargor	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]	Prosute .	5	x1 = 5
Astringencia	0 1 2 3 4 5 [][/][][][]	Platano Verde	4	x1 = 4
Defectos	0 1 2 3 4 5 [][][][][]		10	x2 = 20
Sabor	Cocoa/Cacao	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]	5	x2 = 10
	Dulce	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]		
	Nuez	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]		
	Frutas secas	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]		
	Frutas frescas	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]		
	Floral	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]		
	Espicias	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]		
	Otros	0 1 2 3 4 5 [][][][][]		
Pos gusto	0 1 2 3 4 5 [][][/][][]	Cacao, Chicharrón, Manteca / Rincón	5	x1 = 5
COMENTARIOS:		PUNTOS DE CATADOR	4	x1 = 4
PUNTAJE FINAL			58	

ESCALA DE INTENSIDAD

0	1	2	3	4	5
Ausente	Apenas detectable	Presente	Caracteriza la muestra	Dominante	Extremo

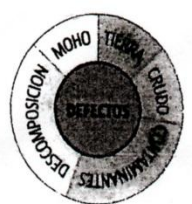
ESCALA DE CALIDAD

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Malo	Malo	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

TIPS PARA EVALUAR CALIDAD EN DEFECTOS

Nombrar el defecto:
Una reducción de puntos en calidad debe ser justificado en Descriptores.

Relación Inversa:
Entre más intenso el sabor defectuoso, se reduce el puntaje en calidad.



CC BY-NC-SA Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual: No se permite un uso comercial de la obra ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Proyecto de Desarrollo de Cooperativas USAID-Equal Exchange-TCHO, Version 2017.

P. Cruz C.

ANEXOS J: DEFECTOS DEL CACAO EN GRANO

Figura 24: Ficha de defectos del grano de cacao



Fuente: APPCACAO

ANEXOS K: FORMATO ANÁLISIS FÍSICO – APPCACAO

Figura 25:Ficha para el análisis físico del cacao en grano

EVALUACIÓN FÍSICA DEL CACAO EN GRANO										
Información General										
Tipo de grano		Convencional <input type="checkbox"/>			Orgánico <input type="checkbox"/>					
Lote		MUESTRA								
Empresa		Eq. Brutos (Apuo)								
RUC		Eq. Netos (Apuo)								
N° de factura		REFERENCIA								
Fecha de Producción										
Apariencia Exterior										
Tamaño	Pequeño	<input type="checkbox"/>	Apariencia del Grano							
	Mediano	<input type="checkbox"/>	Homogeneidad							
	Grande	<input type="checkbox"/>	Concha/Dulpa							
Forma	Alargado	<input type="checkbox"/>	1 2 3 4 5+							
	Redondo	<input type="checkbox"/>	Color							
Olor del Grano Entero										
Acidez	Muy Ácido	<input type="checkbox"/>	Característica			Típico <input type="checkbox"/>		Atípico <input type="checkbox"/>		
	Ácido	<input type="checkbox"/>	Observaciones							
	Poco Ácido	<input type="checkbox"/>								
Olor del Grano Después del Corte										
Acidez	Muy Ácido	<input type="checkbox"/>	Característica			Típico <input type="checkbox"/>		Atípico <input type="checkbox"/>		
	Ácido	<input type="checkbox"/>	Observaciones							
	Poco Ácido	<input type="checkbox"/>								
Análisis Físico Químico										
Humedad					Acidez % expresado en ácido clorhídrico					
Número de granos en 100 gr.		Reso en 100 granos			Peso prom. por grano					
Rendimiento del Grano (%) (Licor de Cacao)										
Humedad										
Cascarilla										
Impurezas										
RENQUEMIENTO										
Prueba de Corte 300 granos (%)				Grado 1			Grado 2			
Furchecidos				Máx. 3%			Máx. 4%			
Planchos				Máx. 3%			Máx. 3%			
Violosos										
Atacados por insectos										
Germiridos										
Dobles				Total Máx. 3%			Total Máx. 6%			
Birtidos										
Brsillas										
Impurezas										
% de fermentación				Cds.						
OBSERVACIONES NIP ISO 2291 y NIP ISO 2451 / Muestra proporcionada por el cliente										
Examinado por				Fecha del Análisis						
ELABORADO POR				CONCEDIDO POR						

Fuente: APPCACAO