



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Caracterización bromatológica y sensorial del licor de cacao de tres variedades tras el proceso de fermentación alcohólica-acética con *Saccharomyces cerevisiae*

**CARRILLO ROMERO DANNY MANUEL
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MALLA ILLESCAS JOEL ANTONIO
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

Caracterización bromatológica y sensorial del licor de cacao de tres variedades tras el proceso de fermentación alcohólica-acética con *Saccharomyces cerevisiae*

**CARRILLO ROMERO DANNY MANUEL
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MALLA ILLESCAS JOEL ANTONIO
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Caracterización bromatológica y sensorial del licor de cacao de tres variedades tras el proceso de fermentación alcohólica-acética con *Saccharomyces cerevisiae*

**CARRILLO ROMERO DANNY MANUEL
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MALLA ILLESCAS JOEL ANTONIO
INGENIERO EN ALIMENTOS**

BELTRAN BALAREZO CAROLINA ESTEFANIA

**MACHALA
2024**

Caracterización bromatológica y sensorial del licor de cacao de tres variedades tras el proceso de fermentación alcohólica-acética con *Saccharomyces cerevisiae*.

por Joel Antonio Malla Illescas

Fecha de entrega: 09-ago-2024 04:55p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2429709246

Nombre del archivo: ermentaci_n_alcoh_lica-ac_tica_con_Saccharomyces_cerevisiae..pdf (1.38M)

Total de palabras: 10925

Total de caracteres: 64972

Caracterización bromatológica y sensorial del licor de cacao de tres variedades tras el proceso de fermentación alcohólica-acética con *Saccharomyces cerevisiae*.

INFORME DE ORIGINALIDAD

7 %

INDICE DE SIMILITUD

8 %

FUENTES DE INTERNET

2 %

PUBLICACIONES

2 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|------|
| 1 | repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 2 | talentos.ueb.edu.ec Fuente de Internet | 1 % |
| 3 | repositorio.iniap.gob.ec Fuente de Internet | 1 % |
| 4 | repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 5 | studylib.es Fuente de Internet | <1 % |
| 6 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | <1 % |
| 7 | core.ac.uk Fuente de Internet | <1 % |
| 8 | repository.unad.edu.co Fuente de Internet | <1 % |

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

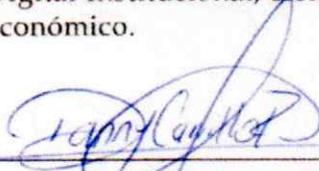
Los que suscriben, CARRILLO ROMERO DANNY MANUEL y MALLA ILLESCAS JOEL ANTONIO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Caracterización bromatológica y sensorial del licor de cacao de tres variedades tras el proceso de fermentación alcohólica-acética con *Saccharomyces cerevisiae*, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CARRILLO ROMERO DANNY MANUEL

0706265469



MALLA ILLESCAS JOEL ANTONIO

0107033292

*Caracterización bromatológica y sensorial del licor de cacao de tres variedades tras el proceso de fermentación alcohólica-acética con *Saccharomyces cerevisiae*.*

Resumen

En el presente estudio se investigó el efecto de la variedad de cacao sobre las características bromatológicas y sensoriales de licor de tres variedades: nacional, trinitario y forastero, realizando una evaluación de las características químicas al mucilago y almendra (pH, sólidos solubles, polifenoles) durante el proceso fermentativo con adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, análisis bromatológicos evaluaron parámetros del contenido de fibra, cenizas, grasa, proteína y humedad. Por otro lado, los análisis sensoriales se centraron en la caracterización del perfil de sabor y aroma al licor de cacao, además de evaluar la preferencia entre las muestras. Mediante análisis estadístico se determinó la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para las características bromatológicas y la aceptación global del licor de cacao, aplicando análisis de varianza ANOVA de uno y dos factores y prueba de post hoc de Tukey. Los resultados obtenidos mostraron que, durante la fermentación de la almendra de cacao los niveles de pH, sólidos solubles y polifenoles tuvieron una caída típica en procesos fermentativos de este tipo, logrando una estabilidad y favoreciendo a la producción de componentes químicos necesarios para la elaboración de productos derivados del cacao. Los análisis estadísticos realizados determinaron que existen diferencias significativas entre los grupos de todos los parámetros bromatológicos. No obstante, para la aceptación global no se encontró una diferencia significativa obteniendo valores de $p > 0,05$ tanto para la variedad estudiada como para la aceptación del panelista. Concluyendo en el estudio que las características bromatológicas del licor de cacao están influenciadas por su variedad, mientras que, para la preferencia global, la

experiencia del catador es un factor determinante para evitar falsos positivos. Sin embargo, el análisis tabulado muestra que la variedad Nacional fue la más aceptada.

Palabras clave: cacao, nacional, trinitario, forastero, fermentación, caracterización bromatológica, evaluación sensorial, análisis estadístico.

Abstract

In the present study, the effect of the cocoa variety on the bromatological and sensory characteristics of three varieties of liquor was investigated: national, trinitario and forastero, carrying out an evaluation of the chemical characteristics of the mucilage and almond (pH, soluble solids, polyphenols) during the fermentation process with the addition of *Saccharomyces cerevisiae* yeast. Bromatological analysis evaluated parameters of fiber, ash, fat, protein and moisture content. On the other hand, sensory analysis focused on the characterization of the flavor and aroma profile of the cocoa liquor, in addition to evaluating the preference between the samples. Through statistical analysis, the existence of significant differences ($p < 0.05$) was determined both for the bromatological characteristics and the global acceptance of the cocoa liquor, applying one- and two-factor ANOVA variance analysis and Tukey's post hoc test. The results obtained showed that, during the fermentation of the cocoa bean, the levels of pH, soluble solids and polyphenols had a typical drop in fermentation processes of this type, achieving stability and favoring the production of chemical components necessary for the elaboration of cocoa-derived products. The statistical analysis carried out determined that there are significant differences between the groups for all bromatological parameters. However, for the overall acceptance, no significant difference was found, obtaining values of $p > 0.05$ for both the variety studied and for the acceptance of the panelist. The study concluded that the bromatological characteristics of the cocoa liquor are influenced by its variety, while, for the overall preference, the taster's experience is a determining factor to avoid false positives. However, the tabulated analysis shows that the National variety was the most accepted.

Keywords: cocoa, national, Trinidad, foreigner, fermentation, bromatological characterization, sensory evaluation, statistical analysis

Índice

| | |
|---|------|
| Resumen..... | I |
| Abstract..... | III |
| Índice de Tablas..... | VIII |
| Índice de Figuras..... | IX |
| Introducción..... | 1 |
| Objetivo General..... | 3 |
| Objetivos Específicos..... | 3 |
| Marco Teórico..... | 4 |
| 1.1 Cacao..... | 4 |
| 1.2 Variedades Del Cacao..... | 4 |
| 1.2.1 Cacao Nacional..... | 4 |
| 1.2.2 Cacao Forastero..... | 5 |
| 1.2.3 Cacao Trinitario..... | 5 |
| 1.2.4 Caracterización Físicoquímica Del Mucilago..... | 5 |
| 1.3 Proceso De Fermentación..... | 6 |
| 1.3.1 Fermentación Alcohólica..... | 7 |
| 1.3.2 Fermentación Acética..... | 8 |
| 1.4 Tipos De Fermentadores..... | 9 |
| 1.4.1 Fermentación En Sacos..... | 9 |
| 1.4.2 Fermentación En Montones..... | 10 |
| 1.4.3 Fermentación En Cajas De Madera..... | 10 |
| 1.4.4 Fermentadores De Acero Inoxidable..... | 10 |
| 1.5 Licor De Cacao..... | 11 |
| 1.6 Evaluación Sensorial..... | 12 |
| 1.7 Clasificación General de las Pruebas Sensoriales..... | 12 |
| 1.7.1 Pruebas Analíticas..... | 12 |
| 1.7.2 Pruebas Afectivas..... | 12 |
| Metodología..... | 14 |
| 2.1 Ubicación..... | 14 |

| | |
|--|----|
| 2.2 Materia Prima..... | 14 |
| 2.3 Fermentación Alcohólica - Acética | 14 |
| 2.4 Caracterización Química Durante El Proceso De Fermentación | 15 |
| 2.4.1 Determinación De Solidos Solubles | 15 |
| 2.4.2 Determinación Del pH De La Almendra De Cacao..... | 15 |
| 2.4.3 Determinación Del pH En El Mucilago..... | 15 |
| 2.4.4 Determinación De Fenoles Totales..... | 15 |
| 2.5 Obtención Del Licor De Cacao..... | 16 |
| 2.6 Análisis Bromatológicos al Licor de Cacao..... | 18 |
| 2.6.1 Determinación de Grasa Total | 18 |
| 2.6.2 Determinación de Proteínas | 18 |
| 2.6.3 Determinación de Cenizas | 18 |
| 2.6.4 Determinación de humedad | 18 |
| 2.6.5 Determinación de Fibra..... | 19 |
| 2.7 Análisis Estadístico..... | 19 |
| 2.8 Evaluación Sensorial del Licor de Cacao | 19 |
| 2.9 Análisis Estadístico..... | 19 |
| 2.10 Planteamiento de Hipótesis..... | 20 |
| Resultados y discusión..... | 20 |
| 3.1 Caracterización química Durante el Proceso de Fermentación | 20 |
| 3.1.1 Determinación De Solidos Solubles | 20 |
| 3.1.2 Determinación Del pH De La Almendra De Cacao..... | 21 |
| 3.1.3 Determinación Del pH En El Mucilago De Cacao | 22 |
| 3.1.4 Determinación de Fenoles Totales..... | 23 |
| 3.2 Análisis Bromatológicos del Licor de Cacao..... | 25 |
| 3.2.1 Grasa | 25 |
| 3.2.2 Proteína | 26 |
| 3.2.3 Cenizas..... | 27 |
| 3.2.4 Humedad..... | 28 |
| 3.2.5 Fibra..... | 29 |
| 3.3 Evaluación Sensorial del licor de cacao..... | 30 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1 Perfil de sabor | 30 |
| 3.3.2 Perfil de aroma..... | 32 |
| 3.4 Análisis Estadístico sobre la aceptación global | 33 |
| Conclusiones | 35 |
| Recomendaciones..... | 36 |
| Anexos..... | 45 |
| Anexo 1 Mazorca de Cacao Nacional..... | 45 |
| Anexo 2 Mazorca de Cacao Forastero | 45 |
| Anexo 3 Marzorca de Cacao Trinitario | 46 |
| Anexo 4 Fermentador con Volteo de Acero Inoxidable | 46 |
| Anexo 5 Extracción del licor de cacao - Prensadora Caliente | 47 |
| Anexo 6 Licor de Cacao de las Tres Variedades | 47 |
| Anexo 7 Hoja de Cata..... | 48 |
| Anexo 8 Evaluación Sensorial del Licor de Cacao..... | 48 |

Índice de Tablas

| | | |
|----------------|---|----|
| Tabla 1 | Caracterización fisicoquímica del mucilago de tres variedades de cacao..... | 6 |
| Tabla 2 | Propiedades Fisicoquímicas del Licor de Cacao..... | 11 |
| Tabla 3 | Parámetros Bromatológicos del Licor de Cacao - ANOVA | 25 |
| Tabla 4 | Prueba Post Hoc de Tukey – Grasa..... | 26 |
| Tabla 5 | Prueba Post Hoc de Tukey - Proteína | 27 |
| Tabla 6 | Prueba Post Hot de Tukey – Cenizas | 28 |
| Tabla 7 | Prueba Post Hot de Tukey – Humedad | 29 |
| Tabla 8 | Prueba Post Hot de Tukey – Fibra | 30 |
| Tabla 9 | Análisis de Varianza – Aceptación global | 34 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Fermentación Alcohólica – Ecuación de Gay Lussac | 7 |
| Figura 2 Evolución de la fermentación alcohólica..... | 8 |
| Figura 3 Efecto de la Fermentación Acética..... | 9 |
| Figura 4 Curva de Calibración del Ácido Gálico..... | 16 |
| Figura 5 Diagrama de Flujo: Proceso de Extracción del Licor de Cacao | 17 |
| Figura 6 Comportamiento De Sólidos Solubles Dentro De La Fermentación..... | 21 |
| Figura 7 Comportamiento del pH de la Almendra de Cacao | 22 |
| Figura 8 Comportamiento del pH del Mucilago | 23 |
| Figura 9 Comportamiento de Fenoles..... | 24 |
| Figura 10 Gráfica Radial del perfil de sabor..... | 32 |
| Figura 11 Gráfica Radial del Perfil de Aroma | 33 |

Introducción

La producción de cacao incluye de 5 a 6 millones de agricultores a nivel mundial debido a que se producen aproximadamente 4.7 millones de toneladas, según García *et al.* (2021) el Ecuador es el tercer país que produce cacao con un valor de 0.32 millones de toneladas anuales, haciendo que sea uno de los mejores ingresos considerados en el país.

El proceso fermentativo de las almendras de cacao es importante para el crecimiento de aroma y sabor en los productos finales, primero debe suceder la fermentación microbiana causando el desgaste del mucilago del cacao, provocando efectos bioquímicos dentro de la almendra del cacao que requiere el movimiento de las almendras fermentas, el desarrollo de la fermentación se produce en el momento que los alcoholes se unen con los ácidos, el pH y la humedad que va disminuyendo pausadamente, aportando en la muerte del embrión y en la disminución del sabor amargo, produciendo un buen sabor y aroma en los productos finales derivados del cacao (Quevedo *et al.*, 2018).

Hay varios métodos de fermentación, pero los más utilizados son en sacos de yute, baldes de plástico y cajas de madera. La mayoría se fabrican con madera, ya que el material aumenta su calidad, buen olor y atractivo en las almendras de cacao (Córdova, 2019). Según Orbe (2023) la fermentación es primordial debido a que actúa en la calidad de la almendra de cacao y es clave para el desarrollo de nuevos productos, por lo que es indispensable establecer los tiempos y condiciones del proceso fermentativo, y comprender el efecto de este proceso en los compuestos bioactivos, para añadir valor a los productos derivados de cacao.

La aplicación de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la enzima *Polifenol Oxidasa* durante la fermentación es muy indispensable aportando en la reducción de Cadmio y Plomo, también en el mejoramiento sensorial del licor de cacao (Alvarado, 2021).

El licor de cacao tiene un aporte de gran importancia en la industria de alimentos debido a que es utilizado como materia prima en las industrias de panificación, confitería y en bebidas (Rivera, 2013). Su principal uso es en la elaboración de chocolate ya que esta le conferirle propiedades sensoriales y físicas en diversas preparaciones culinarias donde participa el chocolate (Gómez *et al.*, 2019). Por esta razón en esta investigación se pretende resolver como las variedades de cacao tras el proceso de fermentación alcohólica acética con la adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) influyen sobre las propiedades bromatológicas y organolépticas del licor de cacao

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el efecto de la variedad (nacional, trinitario y forastero) sobre las características bromatológicas y sensoriales del licor de cacao tras fermentación alcohólica-acética con adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Objetivos Específicos

1. Evaluar las características químicas (pH, sólidos solubles y contenido de polifenoles) de tres variedades de cacao durante la fermentación, para determinar su efecto sobre las características bromatológicas y organolépticas.
2. Determinar la influencia de la variedad sobre las propiedades bromatológicas del licor de cacao tras la fermentación alcohólica-acética con adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae* mediante análisis estadístico.
3. Evaluar el perfil de sabor, aroma y su aceptabilidad global del licor de cacao de las tres variedades tras la fermentación alcohólica-acética con adición de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Marco Teórico

1.1 Cacao

El cacao (*Theobroma cacao L.*) perteneciente a la familia Esterculiaceae, es una planta tropical, originaria de los trópicos húmedos de América la cual es cultivada en su mayoría con fines económicos. Existen gran variedad de genotipos con diferentes características entre sí, las hojas pueden variar entre 20 a 35 cm de largo y de 4 a 15 cm de ancho.

La semilla de este fruto es muy importante ya que de él se extrae varios subproductos como el chocolate, el tamaño de esta puede variar entre especie siendo más redondeadas en la punta en el caso del cacao tipo criollo y nacional de Ecuador, el color de la semilla permite diferenciar entre los diferentes genotipos, variando su tonalidad desde un blanco ceniciento hasta un morado oscuro (Quintero, 2004).

1.2 Variedades Del Cacao

1.2.1 Cacao Nacional

Sus árboles son relativamente bajos y menos robustos que otras especies, el tamaño de sus hojas es pequeño con formas ovaladas, su coloración varía entre verde y rojizas en estado inmaduro, pasando a tonarse amarillas y anaranjadas cuando maduran. La mazorca del cacao nacional (Anexo 1) es de color rojo o amarillo, presenta 10 surcos profundos, rugosos y punteados, las almendras son de color blanco marfil, este tipo de especie tiene un periodo corto de fermentación entre 2 a 3 días, resulta ser muy aromático y es conocido en la industria como “cacao fino” (Sacoto *et al.*, 2022).

1.2.2 Cacao Forastero

Constituye el 80% de la producción mundial, posee este nombre característico ya que se encuentra en las cuencas de río Amazonas (Brasil, Guayana y Venezuela) y de forma silvestre en zonas altas del Perú, Ecuador y Colombia, la mazorca es de color amarillo con un “cuello de botella” en su punta (Anexo 2), las semillas son aplanadas y pequeñas de coloración púrpura, aunque se ha evidenciado algunas variedades de este mismo cacao con almendras de color blanco, contiene alta astringencia y un bajo contenido de grasa (Quiroz, 2009).

1.2.3 Cacao Trinitario

Es un híbrido natural entre las especies del cacao criollo y forastero, la mazorca es de color rojizo (Anexo 3) cuando está en estado maduro, su nombre se debe a que proviene de la isla Trinidad, representa de un 10 a un 15% de la producción mundial. En cuanto a sus características no posee atributos puros a su especie y la calidad de este varía entre media a superior, sin embargo, posee gran cantidad de manteca de cacao (Espinosa & Mosquera, 2012)

1.2.4 Caracterización Físicoquímica Del Mucilago

Los parámetros físicoquímicos de las variedades a estudiar están descritos en la Tabla 1, dichos descriptores son los apropiados según investigaciones de Vallejo *et al.* (2016) para el procesamiento de chocolate de alta calidad de la variedad criollo y trinitario, por otro lado, Moreira (2019), dice que para la variedad forastero es mejor realizar diversas mezclas para obtener un producto de alta calidad.

Tabla 1 Caracterización fisicoquímica del mucilago de tres variedades de cacao

| Parámetros | Nacional | Forastero | Trinitario |
|-------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Acidez | 0,91 | 0,77 | 0,91 |
| pH | 3,87 | 3,57 | 3,87 |
| °Brix | 16 | 18 | 16 |
| Densidad | 1,076 | 1,076 | 1,076 |
| Humedad | 80,5 | 86, 3 | 80,5 |
| Proteína | 0,38 | 0,62 | 0,38 |

Nota: Adaptado de (Vallejo *et al.*, 2016); (Moreira, 2019)

1.3 Proceso De Fermentación

Una de las etapas más importantes al procesar el grano de cacao es la fermentación, dentro de ella suceden varias reacciones bioquímicas precursoras del aroma y sabor distinguido de los productos a elaborar. En esta etapa la pulpa que envuelve al grano es metabolizada por microorganismos los cuales producen etanol (fase alcohólica) y ácido acético (fase acética) (Erazo *et al.*, 2021).

El proceso fermentativo va a determinar la calidad del contenido graso en el grano, lo que se traduce a mayor calidad sensorial y mejor aceptabilidad en la industria procesadora de chocolate, existen diversas maneras en las que se puede llevar a cabo esta etapa haciendo uso desde cajas de madera, plástico, sacos de cabuya e incluso dejándola al aire libre apilando el grano y tapándola con hojas (Motzer *et al.*, 2024)

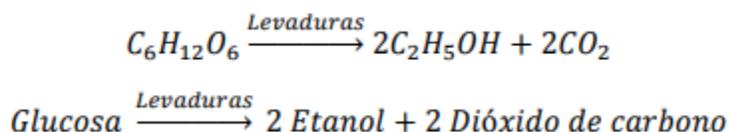
Una de las reacciones bioquímicas características en este proceso se logra observar en la almendra de cacao ya que se da una pigmentación color marrón, según Erazo *et al.* (2021), esto sucede debido a la oxidación de los compuestos fenólicos, el cual al mismo tiempo es un indicativo que se está llevando a cabo el proceso fermentativo, la cafeína y teobromina (compuestos

fenólicos) son indicativos de la calidad organoléptica del cacao, al mismo tiempo la acidez volátil va a estar influenciada por la presencia de ácido acético, todos estos precursores van a estar influenciados por el proceso fermentativo de la almendra.

1.3.1 Fermentación Alcohólica

La fermentación alcohólica es definida como la biorreacción en el desgaste de azúcares en alcohol y CO². El desarrollo biológico se conduce en la falta de oxígeno por la actividad de algunos microorganismos, se responsabilizan en producir azúcares como glucosa, fructosa, etc. La levadura *Saccharomyces Cerevisiae* (figura 1) es la responsable del proceso fermentativa durante la fermentación alcohólica (Macías & Saavedra, 2017).

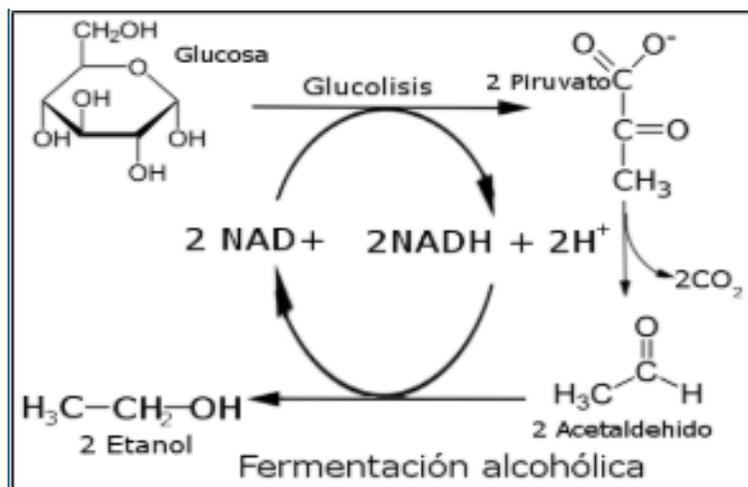
Figura 1 Fermentación Alcohólica – Ecuación de Gay Lussac



Nota. Adaptado de Macías & Saavedra (2017)

Esta fermentación es formada por glucolisis (figura 2), debido al efecto de una enzima procedente de las levaduras, el piruvato es descarboxilado incluso el CO₂ y acetaldehído. Siendo reducido por la enzima deshidrogenasa hasta obtener el etanol (Macías & Saavedra, 2017).

Figura 2 Evolución de la fermentación alcohólica

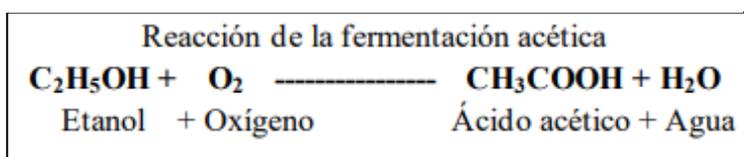


Nota. Adaptado de Macías & Saavedra (2017)

En esta fermentación, los azúcares se deterioran por alcohol y dióxido de carbono con microorganismo que son las levaduras, intervienen factores que provocan complejidad, la glucosa se reduce en dos moléculas de alcohol y dos de dióxido de carbono, junto con el microorganismo se alimenta de glucosa y ciertos nutrientes para propagarse (Loayza, 2020).

1.3.2 Fermentación Acética

Al haber sucedido la caída de las levaduras, aumenta el pH y menora la viscosidad durante la fase anaeróbica, se desarrolla una masa fermentativa sumamente oxigenada creándose las condiciones importantes para la formación de las bacterias acéticas. Actúan de forma eficiente en medio aeróbico y temperatura elevada, colaborando en la ejecución de las levaduras y bacterias lácticas. Estas bacterias actúan en el consumo del alcohol hasta ácido acético, oxidando el ácido láctico a dióxido de carbono y agua. La fermentación acética (figura 3) en la almendra de cacao provoca reacciones bioquímicas internas, transformando la estructura química de las almendras del cacao, en especial el crecimiento del atributo del aroma (Inga, 2017).

Figura 3 Efecto de la Fermentación Acética

Nota. Adaptado de Quiñonez (2024).

La acción de las bacterias acéticas realiza una oxidación imperfecta de los azúcares y alcoholes, en el periodo de este proceso se realiza una intensificación de ácidos orgánicos como resultado final, siendo sustrato el etanol, y la principal importancia de obtención es el ácido acético. Estas bacterias son muy importantes en el desarrollo de productos fermentados (Quiñonez, 2024).

1.4 Tipos De Fermentadores

Dentro de la industria procesadora de cacao, el proceso de fermentación se realiza en diversos tipos y técnicas de esta, como en las cajas de madera, saco de yute, tinas plásticas y montón. Se ha evidenciado que el medio por el cual estas técnicas son desarrolladas, repercute de manera significativa en el número de granos fermentados que se llegan a obtener y por consiguiente en la calidad sensorial de los productos obtenidos, a su vez otro factor que influye es el tiempo que se dejan fermentando las almendras. El tiempo de fermentación va a estar influenciado por la técnica que se esté usando (Mendoza, 2020).

1.4.1 Fermentación En Sacos

Otras técnicas empleadas como la fermentación en sacos, la cual consiste en colocar los granos de cacao fresco colgados en sacos de polietileno o yute para que se escurran y fermenten, en este proceso la retención de calor es ineficiente debido a que los poros permiten la entrada de aire y salida de calor y por consiguiente, generan en su proceso un gran número de almendras violetas y pizarros con un grado de fermentación muy heterogéneo y bajo contenido de granos fermentados (Castillo, 2019).

1.4.2 Fermentación En Montones

Esta técnica consiste en amontonar el cacao en baba sobre una superficie de cemento, hojas de banano, caña o madera, para facilitar el drenaje de residuo mucilaginoso. La superficie del montón debe ser cubierta para generar el calor necesario para la fermentación, pasado las 48 horas se debe de realizar una remoción de los granos cubriéndolos nuevamente, en este tipo de técnica solo se fermenta bien la parte superior de la misma y es usada por gran cantidad de productores debido al bajo costo que este implica (Horta, 2017).

1.4.3 Fermentación En Cajas De Madera

Los fermentadores elaborados a partir de madera en comparación con otras técnicas llegan a alcanzar un mayor número de granos fermentados, esto se demuestra en Rivera *et al.* (2012), ya que en esta investigación los granos fermentados alcanzaron un 73,3 % en comparación con las demás técnicas las cuales obtuvieron valores inferiores a 70 % de granos fermentados.

Los dos tipos de fermentadores más comunes para la elaboración de los cajones de madera son, el fermentador a un solo nivel y fermentador tipo escalera, la diferencia radica en la facilidad de volteo de los granos, ambos sistemas deben tener ranuras al fondo de las cajas con un diámetro no menor a 0,5 y no mayor a 1 cm, estar separados del suelo al menos 20 cm y el grosor de la madera debe de ser de 2 cm. Las dimensiones del fermentador pueden variar de acuerdo con el volumen que se desea fermentar, el tipo de madera a usar no debe de desprender olores ni sustancias extrañas que interfieran en el proceso de fermentación y debe de resistir a la humedad, algunas maderas que se recomiendan son laurel, nogal y cedro (Castillo, 2019).

1.4.4 Fermentadores De Acero Inoxidable

El material usado para este tipo de fermentadores permite un correcto control de temperatura evitando pérdidas de calor y humedad en los granos, además que facilita su remoción

durante este proceso, lo que incrementa la proliferación de microorganismos que se encargan de la fermentación, llegando a obtener una gran cantidad de granos fermentados en buen estado, sin embargo, se debe de tener en cuenta un buen diseño de este tipo de fermentadores, ya que al no ser el adecuado puede intervenir en la calidad de los granos y por consiguiente a los productos que se elaboran a partir de este, con este tipo de fermentadores se pueden llegar a obtener procesos más higiénicos y un correcto control del proceso que se lleva a cabo (Castillo *et al.*, 2017).

1.5 Licor De Cacao

La pasta o licor de cacao es un producto obtenido por la desintegración mecánico de las almendras de cacao fermentadas y secas que primeramente fueron llevadas a una limpieza, descascarado y tostación, básicamente libre de toda impureza (NTE-INEN 623, 1988). En la tabla 2 se observa las propiedades fisicoquímicas requeridas para su procesamiento. El licor de cacao es una pasta fluida la cual es obtenido del cacao por el proceso de la molienda, la cual es usada como materia prima en la creación de chocolates y bebidas alcohólicas (Morales, 2022).

Tabla 2 Propiedades Fisicoquímicas del Licor de Cacao

| Variables | Licor de cacao (%) |
|------------------------|---------------------------|
| pH | 5,39 |
| Grasa | 54,24 |
| Cenizas totales | 3,37 |
| Solidos totales | 46,14 |
| Fibra cruda | 3,67 |
| Proteína | 13,07 |
| Humedad | 1,67 |

Nota. Adaptado de Camacho (2014)

1.6 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial es la ciencia aplicada al análisis, medición e interpretación de los productos que son percibidos a través de los sentidos como la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído. La aplicación de estas pruebas dentro de la industria alimentaria se considera como una herramienta fundamental debido a que permite conocer las características organolépticas de los productos y su aceptación por parte de los consumidores (Fernández & Escalona, 2016).

1.7 Clasificación General de las Pruebas Sensoriales

1.7.1 Pruebas Analíticas

Las pruebas analíticas permiten identificar y cuantificar las características específicas de un producto mediante el uso de los sentidos, para ello, se requieren de panelistas entrenados. Este tipo de pruebas permite determinar la diferencia entre productos similares además de evaluar la calidad sensorial y características organolépticas propias de un alimento tales como la textura, el sabor y el aroma (Severiano, 2019). Según Speight *et al.* (2020) las pruebas analíticas se pueden dividir en:

1.7.1.1 Pruebas descriptivas. Mediante este tipo de pruebas se logra identificar y cuantificar las características sensoriales específicas de un producto, los panelistas entrenados usan una escala de intensidad según el descriptor que se evalúa.

1.7.1.2 Pruebas Discriminativas. Este tipo de evaluación permite determinar si existe algún tipo de diferencia perceptible entre muestras, es útil si se está reformulando algún tipo de ingrediente en su preparación.

1.7.2 Pruebas Afectivas

Según Schiano *et al.* (2020), este tipo de pruebas representan una etapa crucial en el lanzamiento de algún tipo de alimento, debido que no se usan panelistas entrenados, sino más bien

están diseñadas para captar la preferencia, aceptabilidad o agrado de un producto en particular por parte de los consumidores. Se pueden dividir en:

1.7.2.1 Pruebas de Aceptación. Para este tipo de prueba se usa una escala hedónica que puede ser verbal o numérica para determinar la aceptación global de un producto.

1.7.2.2 Pruebas de preferencia. Determina el agrado entre una muestra y otra indicando el nivel de preferencia que se tiene sobre cada una de ellas.

Metodología

2.1 Ubicación

Los análisis de la parte experimental del presente trabajo de titulación se realizaron en los laboratorios de investigación en la Facultad de Ciencias Química y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala con sede en la provincia de El Oro, Ecuador.

2.2 Materia Prima

Se trabajó con *Theobroma cacao* L (cacao), de tres variedades trinitario, nacional y forastero fueron obtenidas de diferentes lugares, debido a que cada variedad tiene sus distintas condiciones meteorológicas y su tiempo de cosecha, las mazorcas de cacao tipo trinitario y nacional se obtuvo del Sector Cordillera de Mollopongo, Parroquia “El Paraíso”, Cantón El Guabo, El Oro, Ecuador y la variedad forastero se consiguió en el Cantón Camilo Ponce Enríquez, Azuay, Ecuador, y del Oriente ecuatoriano.

2.3 Fermentación Alcohólica - Acética

La fermentación se realizó durante seis días en un fermentador experimental con volteo de acero inoxidable (Anexo 4), en cada uno de los recipientes se colocaron 12 libras de almendras de cacao de cada variedad y también fue agregada la levadura (*Saccharomyces Cerevisiae*), fueron ubicados en espacio adecuado para controlar el control de las condiciones del proceso, siguiendo la metodología descrita por Marcillo *et al.* (2019). Durante los primeros cuatro días se logró una fermentación alcohólica (anaeróbica) y los últimos 2 días la fermentación desarrollada fue de tipo acética (aeróbica). Estas condiciones de fermentación se aplicaron a las tres variedades de cacao de forma independiente. Diariamente se escogió una muestra representativa de las almendras previo al volteo del fermentador con fines de mezclado. En estas muestras se separó la almendra

del mucílago y se evaluó pH, fenoles totales, azúcares reductores y acidez en la almendra de cacao. En el mucílago se valoró pH y sólidos solubles.

2.4 Caracterización Química Durante El Proceso De Fermentación

2.4.1 Determinación De Sólidos Solubles

La determinación de sólidos solubles del mucilago en las tres variedades de cacao se determinó mediante la AOAC 932.12 (2013), colocando 1 mL de cada muestra en el prisma del refractómetro de la marca ATC, y se dio lectura.

2.4.2 Determinación Del pH De La Almendra De Cacao

Se determinó el pH por el método de la AOAC 970.21 (2016), se utilizó un potenciómetro de marca Apera Instruments; modelo pH 20, en un vaso de precipitación de 50 mL, se añadió 5 mL de agua destilada y 1 g de almendra triturada. Esta mezcla se centrifuga para separar las partículas sólidas del líquido en el cual el electrodo del potenciómetro ya calibrado fue sumergido hasta obtener una lectura estable.

2.4.3 Determinación Del pH En El Mucilago

Se midió el valor del pH del mucilago, por potenciómetro según la norma AOAC 981.12 (2012) utilizando el potenciómetro Apera Instruments; modelo pH 20, para lo cual se tomó una muestra de 20 mL de cada variedad de cacao en cada vaso de precipitación, se sumergió el electrodo en el hasta lograr un pH estable.

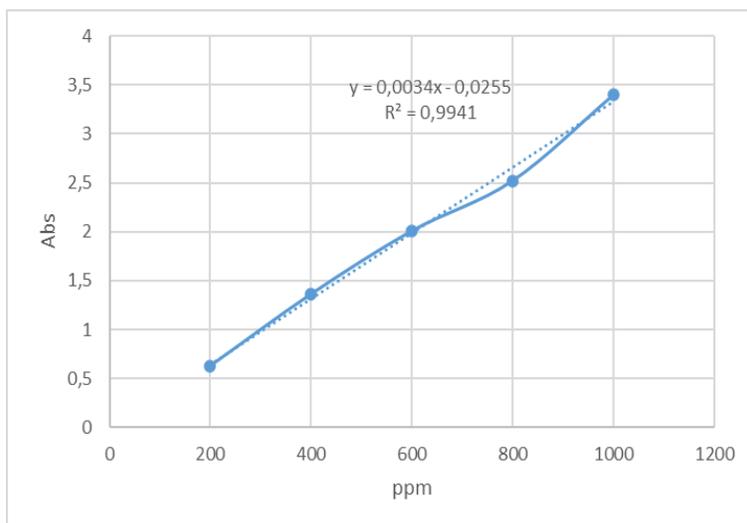
2.4.4 Determinación De Fenoles Totales

Los polifenoles totales se midieron mediante la metodología aplicada por Vega *et al.* (2017) donde se tomó 1 g de muestra de almendra triturada y se mezcló con 5 mL de agua destilada posterior proceso de separación del sólido mediante centrifugación a 5000 rpm durante 7 minutos, una vez preparado el extracto. Esto se repite en cada variedad de almendra se tomaron 50 μ L de

cada extracto y se añadió 250 µL de reactivo Folin-Ciocalteu's 1N, luego se dejó reposar por 8 minutos se continuó añadiendo 750 µL de Na₂CO₃ al 20 % y 950 µL de agua destilada. Se dejó incubar por 30 minutos a temperatura ambiente para finalmente llevar al espectrofotómetro UV para dar lectura a 765 nm.

2.4.4.1 Curva De Calibración De Contenido Fenólico. Para la cuantificación de fenoles totales se empleó una curva de calibración construida con 6 concentraciones de 0, 200, 400, 600, 800, 1000 ppm diferentes de ácido gálico (figura 4).

Figura 4 Curva de Calibración del Ácido Gálico

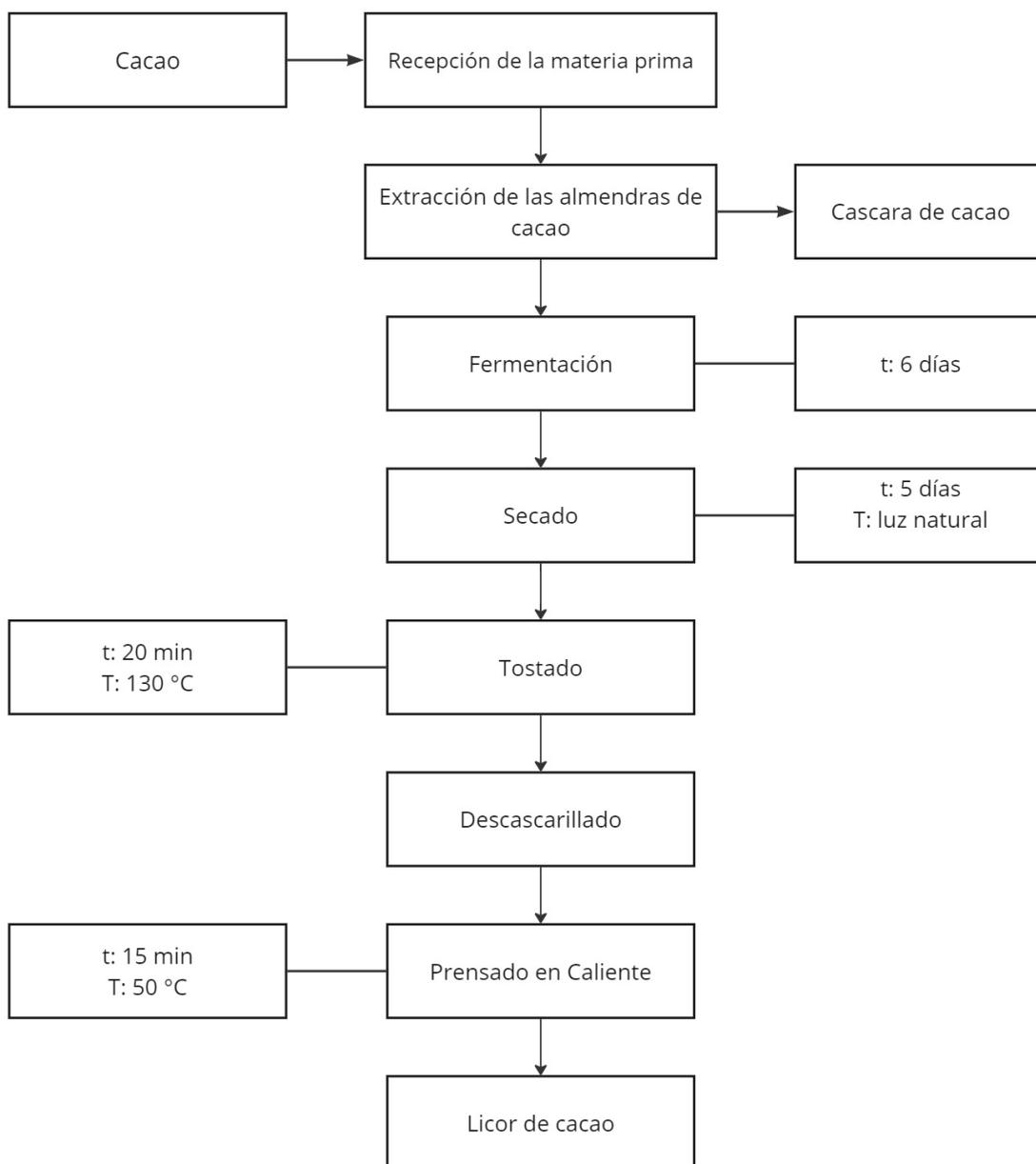


2.5 Obtención Del Licor De Cacao

Tal como se observa en la figura 5, culminado el proceso de fermentación en las tres variedades de cacao, se llevó a un secado natural al sol por 5 días. Las almendras de cacao de las tres variedades se sometieron a un proceso de tostado a una temperatura de 130 °C por un tiempo de 20 minutos en un tostador rotatorio, posteriormente se traslada a la etapa de descascarillado,

después fue colocada en la prensadora en caliente a una temperatura de 50 °C por 15 minutos (Anexo 5), finalmente obteniendo el licor de cacao (Anexo 6).

Figura 5 Diagrama de Flujo: Proceso de Extracción del Licor de Cacao



2.6 Análisis Bromatológicos al Licor de Cacao

Los análisis bromatológicos fueron realizados a las 3 muestras de licor de cacao de cada una de las variedades tras el proceso de fermentación antes descrito por duplicado.

2.6.1 Determinación de Grasa Total

Se realizó a través de la metodología aplicada por Tanamati *et al.* (2010), en la cual se pesaron alrededor de 3 gramos de cada una de las muestras de chocolate, fueron colocadas dentro del tubo de extracción. Después se agregaron 200 mL de n-hexano y luego se procede a realizar el proceso en el equipo Soxhlet. La temperatura de la extracción se acoplo hasta que el hexano entró a ebullición. Este proceso fue una duración de 3 horas, después se apagó el equipo para recuperar el solvente extraído de la grasa. El balón es llevado al (Evaporador giratorio de la marca Heidolph y modelo Labarota 4001 efficient a 41 °C, 60 rpm y una presión al vacío de 450 hasta 160 mbar, de esta manera se obtuvo la separación del solvente y grasa.

2.6.2 Determinación de Proteínas

Para la determinación del contenido de proteína, fue mediante el método de Kjeldahl (NTE-INEN 465, 1980).

2.6.3 Determinación de Cenizas

La determinación de cenizas, se realizado mediante el proceso establecido en la normativa ecuatoriana (NTE-INEN 533, 2013).

2.6.4 Determinación de humedad

Para la determinación de esta característica, se trabajó con el método establecido en la normativa ecuatoriana. El proceso define la perdida en masa de la muestra, a través de pesaje antes y después del secado en estufa (NTE-INEN 1 676, 1988).

2.6.5 Determinación de Fibra

Este método fue empleado por la normativa ecuatoriana, este proceso significa en absorber la muestra desengrasada, con una solución de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio; lavar, secar, calcinar y pesar; la pérdida de peso después de la calcinación representa el contenido de fibra cruda (NTE-INEN 534, 1980).

2.7 Análisis Estadístico

Para determinar si existen diferencias significativas entre los análisis bromatológicos evaluados de cada una de las muestras, se realizó un análisis de varianza de un solo factor ANOVA ($\alpha = 0,05$) mediante el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 25. En caso de que el ANOVA resulta significativo, se realiza una prueba post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el análisis de comparación múltiple entre las muestras evaluadas.

2.8 Evaluación Sensorial del Licor de Cacao

Para valorar el perfil de sabor y aroma del licor de cacao, se realizó un análisis descriptivo empleando escalas estructuradas de 1 a 5 puntos (Anexo 7). Se emplearon 15 panelistas semi entrenados y se valoraron atributos como acidez, sabor típico a cacao, astringencia y amargor. Para aroma se consideraron atributos como; dulce, olor típico a cacao y olor fermentado. En el análisis de aceptación global mediante una escala de Likert se evaluó el grado de aceptabilidad por parte de los panelistas.

2.9 Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos del proceso de cata con respecto a la aceptación global de cada una de las muestras (Anexo 8) serán analizados mediante análisis de varianza de dos factores (panelista/muestra) ANOVA ($\alpha = 0,05$) utilizando el programa SPSS (Statistical Package for the

Social Sciences) versión 25. En el caso del análisis sensorial descriptivo se interpretarán los resultados mediante las gráficas radiales.

2.10 Planteamiento de Hipótesis

H₀: La variedad no influye sobre las características bromatológicas y organolépticas del licor de cacao tras una fermentación alcohólica – acética con adición de levadura.

H₁: La variedad si influye sobre las características bromatológicas y organolépticas del licor de cacao tras una fermentación alcohólica – acética con adición de levadura.

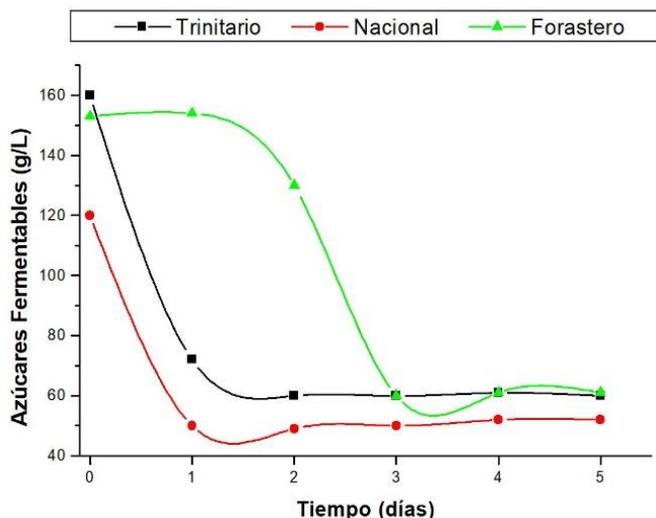
Resultados y discusión

3.1 Caracterización química Durante el Proceso de Fermentación

3.1.1 Determinación De Solidos Solubles

En la figura 6, se observan los resultados de la evaluación de azúcares fermentables durante la fermentación alcohólica desde día cero al día tres, los valores iniciales de azucres fermentables de cada una de las variedades son de 160 g/L trinitario; 120 g/L nacional y 153 g/L forastero, observando que hasta el día dos se presenta una disminución marcada de los azucres fermentables en todas las variedades de cacao (60 g/L trinitario; 50 g/L nacional) lo cual no ocurre en forastero, en este caso la fermentación alcohólica se detiene al cuarto día (60 g/L). Según investigaciones de Vera *et al.* (2018) el consumo de azúcar en estos tratamientos se debe a la adición de la levadura a la mezcla, que consumirá la mayor cantidad de sustrato posible (glucosa/fructosa) durante la fase de latencia y exponencial; una vez terminada esta fase, la mezcla se estabiliza en la concentración de azucres fermentables indicando el fin de fase alcohólica e inicio de la acética. Según Afoakwa *et al.* (2008) en la fase acética de la fermentación se desarrollan reacciones de oxidación de complejos polifenol-proteína lo cual este disminuye la astringencia y amargor de los granos.

Figura 6 Comportamiento De Sólidos Solubles Dentro De La Fermentación



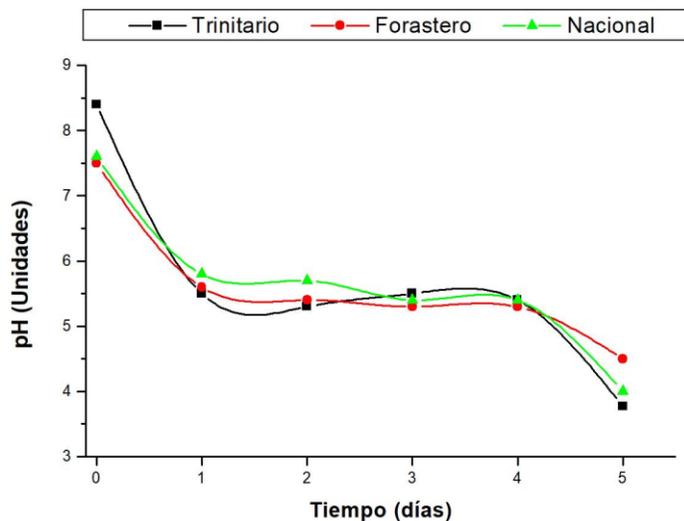
3.1.2 Determinación Del pH De La Almendra De Cacao

En la figura 7 se observa que los valores de pH de las variedades trinitario, forastero y nacional (8,4; 7,5; 7,6) descienden hasta el día dos, luego de lo cual permanecen estables hasta el día cuatro cuando inicia un nuevo descenso, indicando que la fase alcohólica de la fermentación está llegando a su fin dando inicio a la fermentación acética, llegando a valores de pH de 3,77; 4,5; 4 (trinitario, forastero y nacional) al día cinco. Romero *et al.* (2012), indica que en el cacao trinitario la fermentación alcohólica acaba cuando el pH tiende a una estabilización.

Por otro lado, en investigaciones de Hernández & Del Pilar (2018), indica que la adición de microorganismos a la fermentación logra cambiar la dinámica del pH en la almendra de los granos de cacao, ya que su proceso fermentativo se ve acelerado, alcanzando así el pH ideal para su procesamiento. El nivel de pH del grano es importante porque los precursores de sabor y aroma cambian con él, según García *et al.* (2019), el pH interno de la almendra del cacao debe disminuir hasta llegar a valores de 5 a 5,5 o menores para permitir que la actividad de proteasas endógenas

(enzimas) sea favorable, ya que permite la degradación de proteínas del grano (proteólisis enzimática).

Figura 7 Comportamiento del pH de la Almendra de Cacao



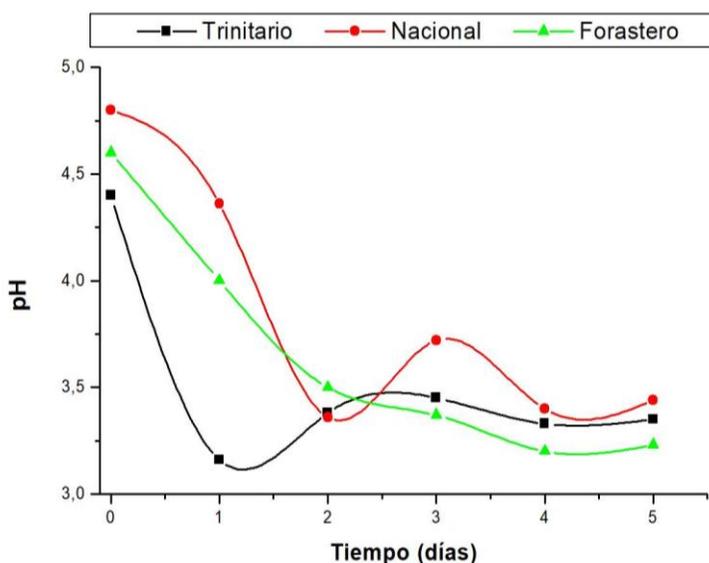
3.1.3 Determinación Del pH En El Mucilago De Cacao

Con respecto a la caracterización del pH del mucilago dentro de la fermentación alcohólica-acética (figura 8) las variedades de cacao trinitario, nacional y forastero registran un pH inicial de 4,4; 4,8 y 4;6, respectivamente, en el día dos se presenta un ligero aumento de la concentración de pH en las variedades nacional y trinitario, este mismo comportamiento fue evidenciado en la investigación de Vallejo *et al.* (2018) donde menciona que el aumento de pH es provocado por el consumo de carbohidratos residuales y ácido cítrico por parte de bacterias ácido lácticas.

Dentro de esta fase de la fermentación las bacterias ácido lácticas van a generar como producto ácido acético, lo cual explica la elevación de pH en las muestras y al mismo tiempo generan diacetilo, acetoina y 2, 3 butanodiol (García et al., 2019).

Por otro lado, De Vuyst y Weckx (2016) menciona que existen condiciones que favorecen al desarrollo exponencial de bacterias ácido acéticas, como una entrada de aire a la masa del mucilago del cacao en estado de fermentación, en conjunto con el aumento del pH; lo que provoca que consuman el etanol y lo transformen a ácido acético.

Figura 8 Comportamiento del pH del Mucilago



3.1.4 Determinación de Fenoles Totales

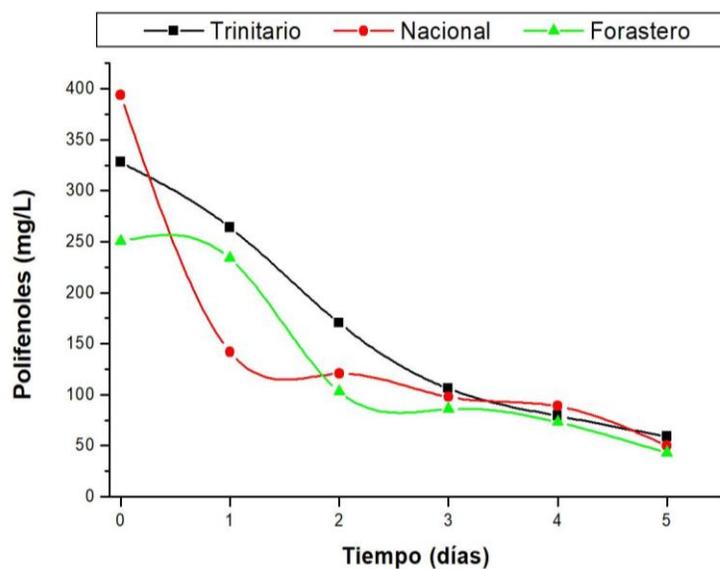
La (figura 9) describe el comportamiento de los polifenoles totales de las almendras de cacao durante el proceso de fermentación alcohólica-acética. En la variedad del forastero se obtiene un valor inicial de 250,44 mg/L y un valor final de 43,08 mg/L, siendo esta una disminución de gran magnitud. Según John *et al.* (2019) obtuvieron valores similares en su investigación debido a la menor actividad proteolítica y gran disminución de polifenoles.

En la misma gráfica, en la variedad del nacional, se observa una disminución de la concentración de polifenoles, partiendo del día cero con 393,67 mg/L y culminando en 49,85 mg/L

en el quinto día, datos similares se evidencian en la investigación de Rivera *et al.* (2012) la cual encontró una disminución al quinto día con un valor de 38,36 mg/L en esta misma variedad de cacao, cada uno de estos valores están expresado en relación al tiempo de fermentación y contenido de polifenoles, dado que, al disminuir sus compuestos fenólicos, la astringencia y amargor en los granos fermentados se reduce.

La figura 9 demuestra los resultados de polifenoles totales de la variedad trinitario con un valor inicial de 327,79 mg/L y el final de 58,67 mg/L, siendo una disminución de gran valor en la fermentación acética. Estas respuestas son semejantes con Pallares *et al.* (2016) demostrando que en los días del 0 al 5 de fermentación presenta una gran disminución del contenido de polifenoles totales, da como resultado el decrecimiento del amargor en las almendras.

Figura 9 Comportamiento de Fenoles



3.2 Análisis Bromatológicos del Licor de Cacao

Los promedios de los parámetros del análisis bromatológico de las 3 variedades de cacao; trinitario, nacional y forastero; están descritas en la tabla 3.

Tabla 3 Parámetros Bromatológicos del Licor de Cacao - ANOVA

| Parametro % | Trinitario | Nacional | Forastero | p<0,05 |
|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Grasa | 35,855 ± 0,011 | 50,280 ± 0,218 | 48,250 ± 0,321 | 0,000 |
| Proteína | 17,835 ± 0,061 | 14,071 ± 0,045 | 15,045 ± 0,026 | 0,001 |
| Ceniza | 3,915 ± 0,001 | 3,062 ± 0,013 | 3,480 ± 0,058 | 0,027 |
| Humedad | 4,080 ± 0,002 | 4,060 ± 0,000 | 5,360 ± 0,013 | 0,001 |
| Fibra | 1,435 ± 0,026 | 1,635 ± 0,004 | 2,041 ± 0,007 | 0,027 |

Nota: Los datos presentados fueron realizados por duplicado de muestras

El estudio estadístico de los promedios evaluados de cada muestra de licor cacao indican que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre los parámetros bromatológicos analizados, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1). La variedad de cacao si influye sobre los parámetros bromatológicos del licor.

3.2.1 Grasa

Según la normativa NTE INEN 535 (2013) el valor mínimo y máximo de grasa permitidos para el licor de cacao son de 48 al 54 %, en este estudio se registra valores promedios a estos (tabla 3), estos valores son similares a investigación por Bermúdez & Mendoza (2016), donde la variedad de cacao trinitario y forastero presenta menor contenido graso a comparación con el nacional.

En la tabla de comparaciones múltiples de Tukey (Tabla 4), se evidencia que existen diferencias significativas en el contenido de grasa entre las distintas mezclas evaluadas, con valores de $p < 0.05$ en todas las comparaciones. Esto indica que el contenido de grasa difiere significativamente entre las tres variedades de licor de cacao analizadas.

Tabla 4 Prueba Post Hoc de Tukey – Grasa

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|------|----------------------------------|--------------------|
| Variable dependiente: Grasa | | | | | | |
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) Variedad | (J) Variedad | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Trinitario | Forastero | -12,39500* | ,44678 | ,000 | -14,2620 | -10,5280 |
| | Nacional | -14,42500* | ,44678 | ,000 | -16,2920 | -12,5580 |
| Forastero | Trinitario | 12,39500* | ,44678 | ,000 | 10,5280 | 14,2620 |
| | Nacional | -2,03000* | ,44678 | ,040 | -3,8970 | -,1630 |
| Nacional | Trinitario | 14,42500* | ,44678 | ,000 | 12,5580 | 16,2920 |
| | Forastero | 2,03000* | ,44678 | ,040 | ,1630 | 3,8970 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

3.2.2 Proteína

La proteína analizada en el licor de cacao registra valores promedios de 17,835 %; 14,071 % y 15,045 % (tabla 3) para las variedades de trinitario, nacional y forastero respectivamente; estos valores concuerdan con respecto a estudios de Monar (2021), en los cuales obtiene una media de 16,86 % (trinitario) y 14,11 % (nacional), los datos obtenidos sobre el contenido de proteína están fuertemente influenciados tanto por las condiciones ambientales como por las alteraciones químicas, térmicas o mecánicas que ocurren durante el proceso de fermentación de los granos. Por lo que estas variables pueden afectar significativamente la composición proteica, destacando la importancia de controlar y comprender estos factores para interpretar correctamente los resultados.

El análisis estadístico de la prueba post hoc (Tabla 5) demuestra diferencias significativas entre las mezclas de las distintas variedades, lo que refleja que los promedios de contenido de proteína varían considerablemente entre cada una de las variedades evaluadas.

Tabla 5 Prueba Post Hoc de Tukey - Proteína

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------|--------------------------------------|------------------------|
| Variable dependiente: Proteína | | | | | | |
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) Variedad | (J) Variedad | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Trinitario | Forastero | 2,79000* | ,21032 | ,002 | 1,9111 | 3,6689 |
| | Nacional | 3,76500* | ,21032 | ,001 | 2,8861 | 4,6439 |
| Forastero | Trinitario | -2,79000* | ,21032 | ,002 | -3,6689 | -1,9111 |
| | Nacional | ,97500* | ,21032 | ,038 | ,0961 | 1,8539 |
| Nacional | Trinitario | -3,76500* | ,21032 | ,001 | -4,6439 | -2,8861 |
| | Forastero | -,97500* | ,21032 | ,038 | -1,8539 | -,0961 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

3.2.3 Cenizas

En cuanto al análisis de ceniza (tabla 3), el valor promedio más alto registrado en este estudio se lo atribuye a la variedad trinitario, seguido de forastero y nacional, sin embargo, en comparación con estudios de Monar, (2021) para la variedad de trinitario y nacional se registran valores de 13,56 % y 6,06 % respectivamente; dando como resultado una diferencia con nuestros datos, esto se puede atribuir al tipo de fermentación realizada. Por otro lado, los valores de ceniza obtenidos en nuestra investigación cumplen con lo descrito en la normativa NTE INEN 533 (2013) (máximo de 7,5 %).

Los resultados de la tabla de comparaciones múltiples (Tabla 6) indican que la mezcla de variedades Trinitario/Nacional presenta diferencias significativas ($p < 0.05$) en comparación con otras mezclas. Sin embargo, en otras evaluaciones, las mezclas de diferentes variedades tienden a la similitud con el porcentaje promedio de cenizas.

Tabla 6 Prueba Post Hot de Tukey – Cenizas

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| Variable dependiente: Cenizas | | | | | | |
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) Variedad | (J) Variedad | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Trinitario | Forastero | ,43500 | ,15476 | ,131 | -,2117 | 1,0817 |
| | Nacional | ,85500* | ,15476 | ,024 | ,2083 | 1,5017 |
| Forastero | Trinitario | -,43500 | ,15476 | ,131 | -1,0817 | ,2117 |
| | Nacional | ,42000 | ,15476 | ,141 | -,2267 | 1,0667 |
| Nacional | Trinitario | -,85500* | ,15476 | ,024 | -1,5017 | -,2083 |
| | Forastero | -,42000 | ,15476 | ,141 | -1,0667 | ,2267 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

3.2.4 Humedad

En cuanto a los valores promedio de humedad (Tabla 3), la variedad forastero registró un 5,360 %, trinitario un 4,080 % y nacional un 4,060 %. Sin embargo, la investigación de Bravo (2020) muestra una discrepancia notable en los resultados de humedad, donde la variedad trinitario presentó un valor significativamente menor de 2,32 %, superando al nacional. Esta diferencia se atribuye al tipo de fermentación utilizado en dicho estudio, que empleó cajas de madera de pino, lo que pudo influir en los niveles de humedad observados.

El análisis de la prueba post hoc de Tukey (Tabla 7) revela diferencias significativas en el porcentaje de humedad entre las mezclas evaluadas según su variedad. Sin embargo, en el caso de las mezclas trinitario/nacional, no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$). Indicando que, para estas dos variedades, la variedad en sí no ejerce una influencia sustancial en el porcentaje de humedad. Esta similitud en los valores puede estar relacionada con factores comunes en su proceso de fermentación o características intrínsecas de las variedades, que resulta en un comportamiento homogéneo respecto a la retención de humedad.

Tabla 7 Prueba Post Hot de Tukey – Humedad

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| Variable dependiente: Humedad | | | | | | |
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) Variedad | (J) Variedad | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Trinitario | Forastero | -1,28000* | ,07024 | ,001 | -1,5735 | -,9865 |
| | Nacional | ,02000 | ,07024 | ,957 | -,2735 | ,3135 |
| Forastero | Trinitario | 1,28000* | ,07024 | ,001 | ,9865 | 1,5735 |
| | Nacional | 1,30000* | ,07024 | ,001 | 1,0065 | 1,5935 |
| Nacional | Trinitario | -,02000 | ,07024 | ,957 | -,3135 | ,2735 |
| | Forastero | -1,30000* | ,07024 | ,001 | -1,5935 | -1,0065 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

3.2.5 Fibra

El contenido de fibra presente en el licor de cacao influye con respecto a la estructura y consistencia de productos derivados del mismo (Núñez *et al.*, 2020), en nuestro estudio se registran valores promedios de 2,041 % (forastero), 1,635 % (nacional) y 1,435 % (trinitario), todos estos

datos están dentro de lo establecido según la normativa NTE INEN 623 (1988), donde nos determina un valor máximo de 4,7 % con respecto a fibra cruda presente en el licor de cacao.

El análisis estadístico (Tabla 8) revela diferencias significativas entre los grupos en función del contenido de fibra. La prueba post hoc identifica que las variedades trinitario/forastero son las únicas que muestran diferencias significativas entre sí, ($p < 0,05$), lo que indica una variabilidad notable en sus niveles de fibra a comparación con las demás mezclas.

Tabla 8 Prueba Post Hot de Tukey – Fibra

| Comparaciones múltiples | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|-------------|------|-------------------------------|-----------------|
| Variable dependiente: Fibra | | | | | | |
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) Variedad | (J) Variedad | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Trinitario | Forastero | -,60500* | ,11210 | ,025 | -1,0734 | -,1366 |
| | Nacional | -,20000 | ,11210 | ,314 | -,6684 | ,2684 |
| Forastero | Trinitario | ,60500* | ,11210 | ,025 | ,1366 | 1,0734 |
| | Nacional | ,40500 | ,11210 | ,072 | -,0634 | ,8734 |
| Nacional | Trinitario | ,20000 | ,11210 | ,314 | -,2684 | ,6684 |
| | Forastero | -,40500 | ,11210 | ,072 | -,8734 | ,0634 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

3.3 Evaluación Sensorial del licor de cacao

3.3.1 Perfil de sabor

En la figura 10 se observa los niveles de percepción del licor de cacao como resultado del análisis sensorial, siendo la variedad nacional que presenta el menor grado de acidez en comparación con la del cacao trinitario, la cual fue percibida como la más ácida por parte de los

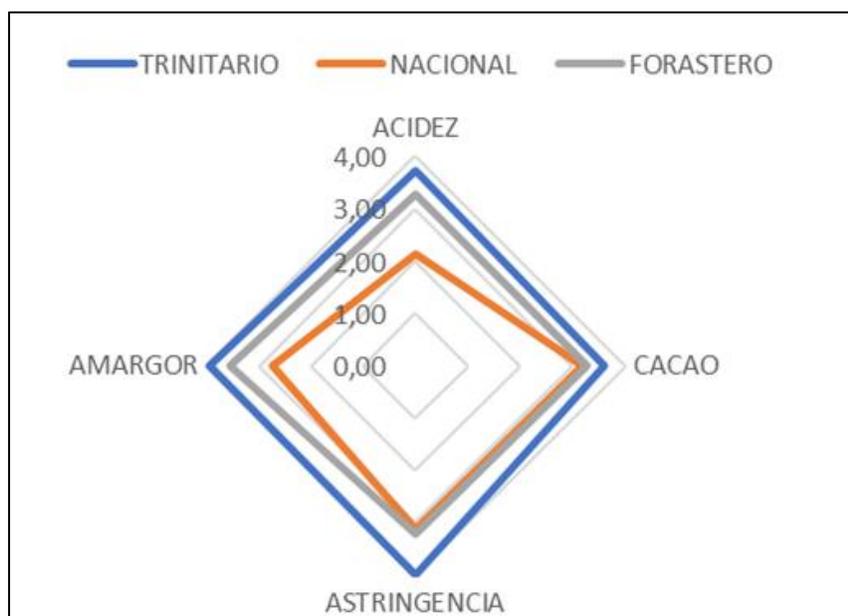
panelistas. Esto puede asociarse con los valores de pH y la acidez medidos en las almendras de cacao al final de la fermentación, en este sentido la variedad de cacao con menor sensación ácida reportó los valores de pH más altos y el contenido más bajo de ácido acético, sucediendo exactamente lo contrario en la variedad de mayor percepción ácida (trinitario).

Algunos estudios realizados determinaron que la variedad forastero presenta un mayor grado de acidez con un promedio de 1,2 % p/p, mientras que la nacional muestra niveles más bajos, alrededor de 0,8 % p/p. Es importante destacar que las diferencias en la acidez están influenciadas por factores como la fermentación, el secado y el tostado, que modifican el contenido de ácidos en los granos de cacao. Una fermentación controlada y un secado uniforme pueden reducir la acidez, mientras que una fermentación incompleta y un secado rápido tienden a aumentarla (John & Sons, 2016).

Estudios realizados por Afoakwa (2010) en evaluaciones sensoriales con una escala del 1 al 5, demuestra que el licor de cacao de tipo es generalmente la muestra más amarga (3,5) en comparación con otras variedades evaluadas (nacional y trinitario), además menciona que esto es influenciado por factores como la fermentación, secado y tostado. Datos similares en cuanto a valores de amargor con la variedad estudiada se presentan en nuestro estudio (figura 10).

El valor promedio en cuanto a nivel de astringencia en una escala del 1 al 5, fue de 3,13 (figura 10=). En el estudio de Ruíz *et al.* (2014) se obtiene un valor cercano de 3,61, la astringencia se ve afectada por el proceso de fermentación, a mejores condiciones de fermentación menor astringencia, esto se puede atribuir a la adición de levadura a la mezcla; al mismo tiempo el proceso de secado y tostado disminuyen la astringencia y acidez de los granos y licores de cacao.

Figura 10 Gráfica Radial del perfil de sabor



3.3.2 Perfil de aroma

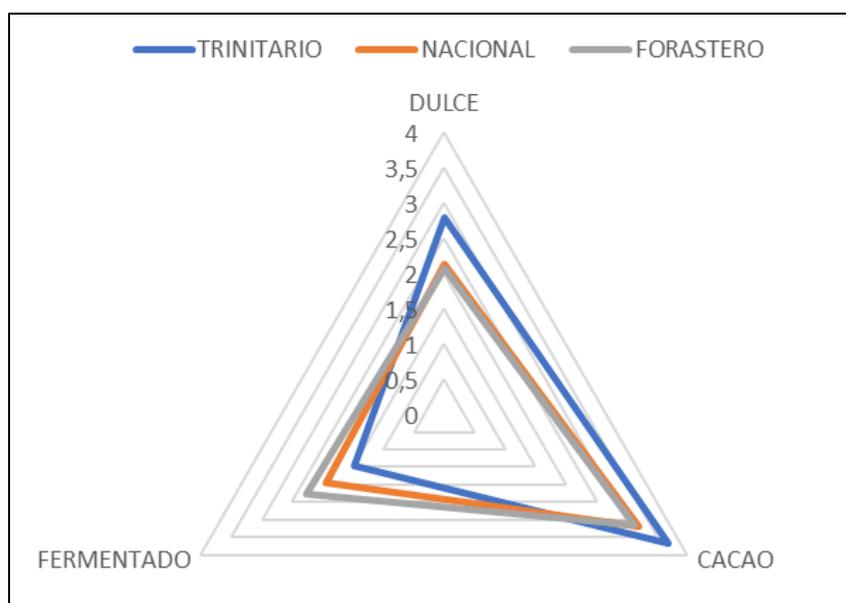
Los componentes responsables del aroma a cacao en la variedad forastero son el ácido 3-metilbotanoico, 3-metil-1-butanol; en cambio en la variedad nacional se han encontrado compuestos como el ácido isobutírico, 2-metil-1-propanal, estos compuestos surgen después de la oxidación de componentes fenólicos durante el proceso de fermentación (Velásquez *et al.*, 2023). El comportamiento según el aroma a cacao evaluado en nuestra investigación presenta valores similares de 3,20 y 3,13 en cuanto a la variedad de cacao nacional y forastero respectivamente (gráfica 10).

En cuanto al aroma a fermentado la muestra tipo forastero presenta una mayor intensidad de 2,27 (figura 10) en comparación con las otras variedades estudiadas, 1,47 para trinitario y 1,93 del nacional, resultados similares se encuentran en investigaciones de Ruíz *et al.* (2014), donde

menciona que esta característica es causada por la producción de ácidos volátiles por parte de microorganismos y levaduras presentes en el proceso fermentativo.

En el descriptor de aroma dulce se registra un valor de 2,8 en la variedad trinitario, a comparación de 2,13 y 2,07 para el nacional y forastero (gráfica 10). Según Nascimento *et al.* (2023) el perfil de aroma dulce en el licor de cacao se debe a compuestos volátiles producidos en la etapa de fermentación alcohólica en el tostado como la reacción de Maillard.

Figura 11 Gráfica Radial del Perfil de Aroma



3.4 Análisis Estadístico sobre la aceptación global

Basado en los resultados de diseño de bloques en cuanto a la preferencia del licor de cacao con respecto a la variedad (donde esta variable se considera como factor principal y los panelistas como factor secundario-bloque), se obtuvo un valor de p de 0,218 ($p < 0,05$) para la aceptación de la muestra y de 0,830 ($p < 0,05$) para los panelistas. Esto nos indica que no existen diferencias significativas en cuanto a la variedad de licor de cacao evaluado; al igual que la influencia de

valoración de cada panelista (tabla 9) tampoco es significativa. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula planteada, la variedad no influye sobre las características organolépticas del licor de cacao.

Sin embargo, con el valor promedio obtenido del proceso de tabulación en cuanto a la aceptación global, la muestra de tipo nacional fue la de mayor puntaje, indicando que no se hallaron diferencias entre las muestras debido a la habilidad y experiencia del panelista para poder identificarla, siendo esta la más preferida en el proceso de cata.

Tabla 9 Análisis de Varianza – Aceptación global

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Panelista (bloqueado) | 14 | 17,467 | 1,248 | 0,62 | 0,830 |
| Muestra | 2 | 6,533 | 3,267 | 1,61 | 0,218 |
| Error | 28 | 56,800 | 2,029 | | |
| Total | 44 | 80,800 | | | |

Conclusiones

En la valoración química se observó un comportamiento esperado en procesos fermentativos de este tipo, resaltando que, debido al contenido de polifenoles, disminuyen la astringencia de productos derivados de las almendras de cacao fermentadas.

Las variedades estudiadas demuestran que tienen influencia sobre las características bromatológicas del licor de cacao, según el estudio estadístico realizado se encontraron diferencias significativas.

En cuanto a la aceptación global del licor de cacao, según el promedio registrado, la variedad nacional tuvo mayor grado de preferencia por parte de los panelistas, aunque en el análisis estadístico no se encuentran diferencias significativas.

Recomendaciones

Se recomienda controlar las temperaturas, el entorno donde se realiza la fermentación, y el tiempo de cosecha de las variedades de cacao durante la fase fermentativa, debido a que estos factores influyen significativamente en la calidad de licor de cacao obtenido.

Es recomendable que se realicen estudios con respecto a mezclas entre variedades, aplicando el mismo método de fermentación evaluado para determinar el cambio de características bromatológicas y sensoriales del licor de cacao.

Se sugiere que durante la evaluación sensorial sea necesario que los panelistas tengan conocimientos en cuanto a parámetros y tipo de producto que se está evaluando

Referencias

- Afoakwa, E. (2010). Ciencia y tecnología del chocolate. <https://doi.org/10.1002/9781444319880>
- Afoakwa, E., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008). Flavor formation and carácter in cacao and chocolate: a critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 840-857.
- Alvarado, K. (2021). Fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) con adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y enzima (PPO's) en la disminución de metales pesados. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- AOAC. (2012). Official methods of analysis: pH of acidified foods method 981.12.
- AOAC. (2013). Official methods of analysis: solids (soluble) in fruit and fruits products methods 932.12
- AOAC. (2016). pH of cacao, products. Potentiometric method. 970.21.
- Bermúdez, K., & Mendoza, C. (2016). Postcosecha y secado del grano del cacao nacional fino y de aroma para la determinación de perfiles físicos, bromatológicos y organolépticos. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Bravo, K. (2020). Efecto de la micro fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.), variedad nacional y CCN-51, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Camacho, C. (2014). Influencia del porcentaje del clon CCN51 en las características fisicoquímicas y organolépticas del licor de cacao procedente de Pucacaca y Huingoyacu. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

- Castillo, J. (2019). Diseño de un fermentador orientado a mejorar el proceso de fermentación del cacao criollo blanco de Piura. Tesis de Máster. Universidad de Piura.
- Castillo, W., Robles, H., & Belupú, I. (2017). Desarrollo e implementación de un prototipo de acero inoxidable para evaluar el proceso de fermentación de granos de cacao. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), 13-17.
- Córdova, R. (2019). Automatización de un sistema de fermentación de almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) para pequeños productores de El Oro. Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala.
- De Vuyst, L., & Weckx, S. (2016). The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development. *Journal of applied microbiology*, 121(1), 5–17.
<https://doi.org/10.1111/jam.13045>
- Erazo, C., Bravo, K., Tuarez, D., Fernandez, A., Torres, Y., y Vera, J. (2021). Efecto de la fermentación de cacao (*theobroma cacao* L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de investigación Talentos*, 8(2), 42-55.
<https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/280/372>
- Espinosa, C., y Mosquera, D. (2012). Estudio de factibilidad para la producción de cacao en el cantón San Lorenzo provincia de Esmeraldas. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador.
- Fernández, G., & Escalona, F. (2016). Evaluación sensorial en la industria alimentaria. *Interdisciplinaria*, 7(19), 47-60. <https://www.scielo.org.mx/pdf/interdi/v7n19/2448-5705-interdi-7-19-47.pdf>

- García, A., Pico, B., y Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Revista Digital Novasinergia*, 4(2), 152-172.
- García, E., Serna, A., Córdoba, D., Marín, J., Montalvo, C., y Ordoñez, G. (2019). Estudio de la fermentación espontánea de cacao (*Theobroma cacao* L.) y evaluación de la calidad de los granos en una unidad productiva a pequeña escala. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 6(1), 41-51.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739280>
- Gómez, R., Villanueva, S., & Henríquez, M. (2019). World trend in the elaboration of cocoa derived products. *Ingeniería UC*, 26(2), 213-222.
- Hernández, L., & del Pilar, M. (2018). Efecto del estado de madurez de materiales de cacao sobre la calidad final del grano en los valles interandinos secos. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63142>
- Horta, H. (2017). Evaluación del tipo de fermentador en la calidad final de una mezcla de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis de grado. Universidad del Tolima.
- Inga, J. (2017). Estudio de los tiempos de drenaje, fermentación y remoción del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- John, D., & Sons, A. (2016). Cocoa Fermentation and Drying Processes: Effects on Quality. *Chocolate Science Journal*, 22(3), 123-135. doi:[10.5281/zenodo.8055632](https://doi.org/10.5281/zenodo.8055632)
- John, W., Böttcher, N., Aßkamp, M., Bergounhou, A., Kamuri, N., Ho, P., D'Souza, R., & Nevoigt, E. (2019). Forcing fermentation: Profiling proteins, peptides and polyphenols in lab-scale cocoa bean fermentation. *Food Chemistry*, 278, 786-794.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.108>

- Loayza, K. (2020). Determinación de las condiciones óptimas de fermentación para la obtención de bioetanol a partir del hidrolizado ácido de la corteza del cacao (*Theobroma cacao*) proveniente de la industria cacaotera del Ecuador. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana.
- Macías, S., & Saavedra, L. (2017). Determinación de la cinética de fermentación alcohólica del mucilago CCN-51 en condiciones óptimas de operación de temperatura, pH y concentración de levadura. caso: Ecuador – zona 6. Tesis de grado. Universidad de Cuenca.
- Marcillo, A., Martínez, T., Cruz, E., Baque, W., & Soledispa, C. (2019). Fermentation of cocoa CCN-51, on the basis of three methods, in different times. *Journal of Asia Pacific Studies*. Vol 5 No 3, 394-410.
- Mendoza, E. (2020). Influencia de la madera blanca (Pino, Laurel, Guayacán Blanco) en la calidad de fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) de origen forastero y nacional. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Monar, O. (2021). Caracterización del licor de dos variedades de cacao CCN-51 y nacional (*Theobroma cacao* L.), considerando manejo postcosecha y las zonas de influencia de la Universidad de las Fuerzas Armadas Sede Santa Domingo. Tesis de grado. Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Morales, J. (2022). Evaluación de los parámetros tiempo, temperatura y variedad en el proceso de tostado de cacao *Theobroma cacao* L. para la obtención de pasta. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte.

- Moreira, S. (2019). Caracterización del mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) nacional y trinitario en el cantón Quevedo. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3796>
- Motzer, D., Poulouse-Züst, M., & Miescher Schwenninger, S. (2024). Variations in Ecuadorian Cocoa Fermentation and Drying at Two Locations: Implications for Quality and Sensory. *Foods*, 13(1), 137. <https://doi.org/10.3390/foods13010137>
- Nascimento, M., Amorim, L., Nonato, M., Roselino, M., Santana, L., Ferreira, A., Rodrigues, F., Mesquita, P., & Soares, S. (2023). Optimization of the Hs-Spme/Gc-MS Method for Determining Volatile Compounds and Sensory Profile of Cocoa Honey from Different Cocoa Varieties (*Theobroma Cacao* L.). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4531542>
- NTE-INEN 1 676. (1988). Productos derivadores de cacao. Determinación de la humedad o perdida por calentamiento. Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE-INEN 465. (1980). Harina de pescado. Determinación de la proteína bruta. Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE-INEN 533. (2013). Cacao (Productos derivados). Determinación de ceniza total. Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE-INEN 534. (1980). Cacao (Productos derivados). Determinación del contenido de fibra cruda. Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE-INEN 535. (2013). Cacao (Productos derivados). Determinación del contenido de grasa. Método de extracción por Soxhlet. Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTE-INEN 623. (1988). Pasta (masa, licor) de cacao. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana.

- Núñez, D., Bayas, I., & Ramon, E. (2020). Desarrollo de barras de cacao (*Theobroma cacao*) “chocolate”, para aprovechar sus propiedades bioactivas, en la asociación de mujeres de “San Gerardo” de Cantón Echeandía. *Revista Pertinencia Académica*, 4(5).
<https://doi.org/10.5281/zenodo.4593821>
- Orbe, M. (2023). Efectos de los parámetros de fermentación del cacao sobre la actividad antioxidante. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte.
- Pallares, A., Estupiñán, M., Perea, J., & López, L. (2016). Impacto de la fermentación y secado sobre el contenido polifenoles y capacidad antioxidante del clon de cacao CCN-51. *Revista ION*, 29(2). <https://doi.org/10.18273/revion.v29n2-2016001>
- Quevedo, J., Romero, J., & Tuz, I. (2018). Calidad físico química y sensorial de granos y licor de cacao (*Theobroma cacao* L.) usando cinco métodos de fermentación. *Agroecosistemas*, 6(1), 115-127.
- Quintero, M., & Diaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, 9(18), 47-59.
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004
- Quiñonez, A. (2024). Obtención de ácido acético a base del fermento natural del mucílago de cacao. Tesis de grado. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Quiroz, J. (2009). La producción del cacao: Programa de capacitación a facilitadores y agricultores en la cadena de cacao. CAREMAN/INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonia.
- Rivera, R. E. C. (2013). Polifenoles Totales, Antocianinas y Capacidad Antioxidante (DPPH y ABTS) durante el procesamiento del licor y polvo de cacao. *Revista ECIPerú*, 10(1), 9-9.

- Rivera, R., Mecías, F., Guzmán, A., Peña, M., Medina, H., Casanova, L., Barrera, A., y Nivelá, P. (2012). Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional. *Ciencia y Tecnología*, 5(1), 7-12.
- Romero, T., Robles, V., Rodríguez, G., & Ramírez, M. (2012). Insolation and characterization of acetic acid bacteria in cocoa fermentation. *African Journal of Microbiology Research*, 6(2), 339-347.
- Ruíz, M., Mera, O., Prado, Á., & Cedeño, W. (2014). Influencia de la época de cosecha en la calidad del licor de cacao tipo nacional. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 5(2), 73-85. Recuperado a partir de https://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/85
- Sacoto, A., Barzallo, A., Farah, S., y Martillo, J. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional "*Theobroma cacao* L." del cantón Naranjal, Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL*, 34(4), 80-97. <https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.978>
- Severiano, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?. *Inter disciplina*, 7(19), 47-48. <https://doi.org/10.22201/ceich.24485705e.2019.19.70287>
- Schiano, A., Harwood, W., & Drake, M. (2020). Consumer perception of the sustainability of dairy products and plant-based dairy alternatives. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 11228-11243.
- Speight, K., Schaino, A., Harwood, W., & Drake, M. (2019). Consumer insights on prepackaged Cheddar cheese shreds using focus groups, conjoint analysis, and qualitative multivariate analysis. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 6971-6986. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16209>

- Tanamati, A., Tanamati, A., Ganzaroli, J., Sanchez, J., & da Silva, M. (2010). Comparative study of total lipids extraction methods in vegetable and animal samples. *Brazilian Journal of Food Research*, 1(2), 73-77. <http://dx.doi.org/10.14685/rebrapa.v1i2.19>
- Vallejo, C., Diaz, R., Morales, W., Soria, R., Vera, J., y Baren, C. (2016). Utilización del mucílago de cacao, tipo nacional y trinitario, en la obtención de jalea. *Revista ESPAMCIENCIA*, 7(1), 51-58.
- Vallejo, C., Vera, J., Quintana, J., Verdezoto, D., Cajas, L., & Mendoza, T. (2018). Bacterias ácido lácticas presentes en el mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) de dos variedades. *Revista De Investigación Talentos*, 5(1), 59-68. Recuperado a partir de <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/31>
- Vega, A., De León, J. y Reyes, S. (2017). Determinación del contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante de 34 cafés comerciales de Panamá. *Información tecnológica*, 28(4), 29-38.
- Velásquez, D., Rodríguez, J., Avendaño, C., Gschaedler, A., Alcázar, M., & Lugo, E. (2023). Forastero and Criollo cocoa beans, differences on the profile of volatile and non-volatile compounds in the process from fermentation to liquor. *Heliyon*, 9(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15129>
- Vera, J., Mera, S., Morales, C., y Loor, J. (2018). Obtención de vinagre de vino a partir del mucílago y exudado de cacao criollo (*Theobroma Cacao* L.): Artículo de investigación. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 1(2), 2-12. <https://doi.org/10.46296/ig.v1i2.0003>

Anexos

Anexo 1 Mazorca de Cacao Nacional



Anexo 2 Mazorca de Cacao Forastero



Anexo 3 Marzorca de Cacao Trinitario



Anexo 4 Fermentador con Volteo de Acero Inoxidable



Anexo 5 Extracción del licor de cacao - Prensadora Caliente



Anexo 6 Licor de Cacao de las Tres Variedades



Anexo 7 Hoja de Cata

Tipo de Cata: Descriptiva de escala

Cantidad de la muestra: 3 muestras por participante de 15 ml cada uno.

Frente a usted tiene 3 muestras de licor de cacao las cuales se pide evaluar en una escala del 1 al 5, siendo 1 el valor mínimo al descriptor correspondiente y 5 el valor máximo al mismo.

Nombre : _____

Fecha : _____



| DESCRIPTORES | | MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|
| | | 3062 | | | | | 1924 | | | | | 4250 | | | | |
| | | ESCALA | | | | | ESCALA | | | | | ESCALA | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| SABOR | ACIDEZ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CACAO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ASTRINGENCIA | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AMARGOR | | | | | | | | | | | | | | | |
| OLOR/AROMA | DULCE | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CACAO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | FERMENTADO | | | | | | | | | | | | | | | |

Evalúe de manera global la calidad sensorial del producto 1__ 2__ 3__ 4__ 5__

Mencione que otro atributo encontró en el proceso de cata (defectos): moho, tierra, crudo, químicos, descomposición

Anexo 8 Evaluación Sensorial del Licor de Cacao

