



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**Evaluación de acidez total de la mezcla de dos variedades de cacao, fino de aroma y CCN-51**

**REA ARMIJOS JORGE FABIAN  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**FLORES MANTUANO VICTOR MANUEL  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**Evaluación de acidez total de la mezcla de dos variedades de cacao,  
fino de aroma y CCN-51**

**REA ARMIJOS JORGE FABIAN  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**FLORES MANTUANO VICTOR MANUEL  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

**TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**Evaluación de acidez total de la mezcla de dos variedades de cacao,  
fino de aroma y CCN-51**

**REA ARMIJOS JORGE FABIAN  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**FLORES MANTUANO VICTOR MANUEL  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**AYALA ARMIJOS JOSE HUMBERTO**

**MACHALA  
2024**

# Evaluación de acidez total de la mezcla de dos variedades de cacao, fino de aroma y CCN-51.pdf

*por* Victor Manuel Flores Mantuano

---

**Fecha de entrega:** 13-ago-2024 04:42p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2431662760

**Nombre del archivo:**

Evaluación\_de\_acidez\_total\_de\_lamezcla\_de\_dos\_variedades\_de\_cacao\_fino\_de\_aroma\_y\_CCN-51.pdf  
(1.46M)

**Total de palabras:** 10000

**Total de caracteres:** 57134

# Evaluación de acidez total de la mezcla de dos variedades de cacao, fino de aroma y CCN-51.pdf

## INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorioinstitucional.uson.mx">repositorioinstitucional.uson.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
2	<a href="http://www.clubensayos.com">www.clubensayos.com</a> Fuente de Internet	<1 %
3	Submitted to Instituto Superior Tecnológico Espíritu Santo Trabajo del estudiante	<1 %
4	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	<1 %
5	<a href="http://www.alanrevista.org">www.alanrevista.org</a> Fuente de Internet	<1 %
6	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> Fuente de Internet	<1 %
7	Submitted to 95131 Trabajo del estudiante	<1 %
8	<a href="http://repositorio.upec.edu.ec">repositorio.upec.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

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

Los que suscriben, REA ARMIJOS JORGE FABIAN y FLORES MANTUANO VICTOR MANUEL, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de acidez total de la mezcla de dos variedades de cacao, fino de aroma y CCN-51, 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.



REA ARMIJOS JORGE FABIAN

0706614104



FLORES MANTUANO VICTOR MANUEL

0706012887

UNIVERSITAS  
MAGISTRORUM  
ET SCHOLARIUM

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, Ing. Humberto Ayala Armijos, por su invaluable orientación, paciencia y apoyo durante todo el proceso de investigación. Sus comentarios constructivos y su dedicación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Agradezco también a la Ingeniera Nubia Lizbeth Matute, por sus aportaciones y sugerencias, que han enriquecido notablemente nuestro proyecto. Nuestra gratitud se extiende a nuestros compañeros que han brindado apoyo incondicional, han sido esenciales para seguir en esta etapa universitaria.

Queremos reconocer a la familia de cada uno de nosotros por haber sido pilares en cada etapa de este viaje académico. Su comprensión y estímulo han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Victor Flores y Fabian Rea

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analizaron la influencia en las propiedades químicas durante la fermentación de una mezcla de cacao fino de aroma y CCN-51 (*Theobroma cacao L.*), como son los sólidos solubles, pH y polifenoles, en el cual se tomaron datos diariamente. Se aplicó tres condiciones de fermentaciones, el primer tratamiento es fermentación espontánea o natural, donde no se añadió ningún sustrato o microorganismo, en el segundo tratamiento fermentación alcohólica-acética, se adiciono melaza que proviene de la caña de azúcar y el tercer tratamiento fermentación alcohólica-acética, se añadió melaza y levadura, con el fin de verificar la reacción de los comportamientos de cada fermentación y sus sustratos adicionados para obtener los niveles de amargor y acidez reducidos en las almendras de cacao.

Durante el proceso fermentativo se cuantifico polifenoles totales con el método de Folin-Ciocalteu, es el componente principal que nos indica sobre el amargor y astringencia de la almendra de cacao y actúan de forma indirecta sobre el aroma. El proceso de fermentación fue controlado durante 9 días, los primeros 5 días en el mucilago y posteriores 4 días en la almendra, alcanzaron los siguientes resultados en la almendra: T1: 298,08 mg/L-1, T2: 300,73 mg/L-1 y T3: 287,50 mg/L-1 de concentración de Fenoles totales. Como mejor resultado nos indica el tratamiento tres con adición de melaza y levadura. Además, se cuantificó la acidez de la manteca de cacao de los tres tratamientos como promedio: T1: 1,32%, T: 1,16 y T3: 1,06%, el T3 como indicador de menor porcentaje de acidez y de acuerdo a los Fenoles Totales se evalúa los atributos sensoriales de forma descriptiva en una escala del 1 al 5, en cual se percibió en los puntajes con una acidez de 1,16 y astringencia 2,7 a diferencia del comercial con una acidez 1,2 y astringencia 2,8 no existe diferencia.

**Palabras claves:** *Cacao, fermentación, melaza, levadura, mucilago.*

## ABSTRACT

In the present research work, the influence on the chemical properties during the fermentation of a mixture of fine aroma cocoa and CCN-51 (*Theobroma cacao* L.), such as soluble solids, pH and polyphenols, was analyzed, in which data was taken daily. Three fermentation conditions are applied, the first treatment is spontaneous or natural fermentation, where no second substrate or microorganism is added, in the alcoholic-acetic fermentation treatment, molasses from sugar cane is added and the third treatment is alcoholic-acetic fermentation, molasses and yeast were added, in order to verify the reaction of the behaviors of each fermentation and its added substrates to obtain the reduced bitterness levels in the cocoa beans.

During the fermentation process, total polyphenols were quantified with the Folin-Ciocalteu method, it is the main component that tells us about the bitterness and astringency of the cocoa bean and acts indirectly on the aroma. The fermentation process was controlled for 9 days, the first 5 days in the mucilage and the next 4 days in the almond, reaching the following results in the almond: T1: 298.08 mg/L-1, T2: 300.73 mg/L-1 and T3: 287.50 mg/L-1 of total phenol concentration. The best result is indicated by treatment three with the addition of molasses and yeast. In addition, the acidity of the cocoa butter of the three treatments was quantified on average: T1: 1.32%, T2: 1.16 and T3: 1.06%, T3 as an indicator of the lowest percentage of acidity and according to the Total Phenols the sensory attributes are evaluated hedonically on a scale of 1 to 5, in which it was perceived in the scores with an acidity of 1.16 and astringency 2.7 unlike the commercial with an acidity of 1.4 and astringency 2.8 there is no difference.

**Keywords:** *Cocoa, fermentation, molasses, yeast, mucilage, reduce.*

## INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	4
3. Hipótesis de investigación.....	5
3.1 Hipótesis nula.....	5
3.2 Hipótesis alternativa.....	5
4. Objetivos.....	5
Objetivo general:.....	5
Objetivos específicos:.....	5
MARCO TEÓRICO.....	6
5.1 Cacao.....	6
5.2 Variedades del cacao.....	7
5.2.1 Cacao fino de aroma.....	7
5.2.2 Composición físico-química del cacao fino de aroma.....	7
5.2.3 Cacao CCN-51.....	7
5.2.4 Composición físico-química del cacao CCN-51.....	8
5.2.5 Cacao criollo.....	8
5.2.6 Cacao Forastero.....	9
5.2.7 Cacao Trinitario.....	9
5.3 Taxonomía del cacao.....	9
5.4 Manteca de cacao.....	9

5.5 Mucilago de cacao.....	10
5.5.1 Composición del mucilago del cacao.....	10
5.6 Melaza.....	11
5.7 Levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	12
5.8 Fermentación Espontánea.....	13
5.9 Fermentación acética.....	13
5.10 Fermentación alcohólica.....	13
METODOLOGÍA.....	15
6.1 Materia Prima.....	15
6.2 Fermentación de la almendra de cacao.....	15
6.3 Análisis durante la fermentación (sólidos solubles, pH y Fenoles totales) del mucilago de la mezcla de cacao fino de aroma y CCN-51.....	16
6.3.1 Determinación de sólidos solubles.....	16
6.3.2 Determinación de pH.....	16
6.4.4 Determinación de Fenoles Totales.....	16
6.4 Análisis durante la fermentación (sólidos solubles, pH y Fenoles totales) de la mezcla de la almendra de cacao.....	17
6.4.1 Determinación de sólidos solubles.....	17
6.4.2 Determinación de pH.....	17
6.4.4 Determinación de Fenoles Totales.....	18
6.6 Extracción de la manteca de cacao.....	18
6.6.1 Secado.....	18

6.6.2 Tostado. ....	19
6.6.3 Descascarillado.....	19
6.6.4 Tostado de la almendra de cacao. ....	19
6.6.5 Extracción de Manteca. ....	20
6.7 Análisis de la acidez total de la manteca de cacao. ....	20
6.7.1 Determinación de la acidez de la manteca de cacao. ....	20
6.7.2 Análisis estadístico ....	21
6.8 Elaboración del chocolate blanco. ....	21
6.8.1 Diagrama de flujo del proceso de la elaboración del chocolate blanco. ....	22
6.8.2 Descripción del diagrama de flujo del proceso de producción de chocolate blanco. ....	22
6.9 Análisis Sensorial del chocolate blanco. ....	23
RESULTADO Y DISCUSIÓN .....	25
7.1 Caracterización durante la fermentación (sólidos solubles, pH y Fenoles totales) de la almendra de cacao. ....	25
7.1.1 Evaluación de sólidos solubles.....	25
7.1.2 pH.....	26
7.1.4 Contenido Fenólico. ....	28
7.2 Evaluación de la Acidez de la manteca de la mezcla de las dos variedades fino de aroma y CCN-51.....	30
7.2.1 Evaluación de Acidez de la manteca de cacao. ....	30
7.2.2 Análisis de varianza de la acidez ANOVA .....	31

7.3 Evaluación sensorial del chocolate blanco de la manteca de la mezcla de cacao fino de aroma y CCN-51.....	31
7.3.1 Evaluación sensorial del chocolate blanco.....	31
CONCLUSIÓN .....	33
RECOMENDACIONES .....	34
BIBLIOGRAFÍA .....	35

## INDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Composición fisico-química del cacao fino de aroma _____	7
<b>Tabla 2.</b> Composición fisicoquímica del cacao CCN-51. _____	8
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de la taxonomía del cacao. _____	9
<b>Tabla 4.</b> Composición del mucilago del cacao fino de aroma. _____	10
<b>Tabla 5.</b> Composición de la melaza de caña de azúcar. _____	11
<b>Tabla 6.</b> Evaluación de la acidez ANOVA _____	31

## INDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Vista microscópica de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	12
<b>Figura 2.</b> curva de calibración de ácido gálico.	17
<b>Figura 3.</b> Curva de calibración de ácido gálico.	18
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo.	22
<b>Figura 5.</b> Azúcares fermentables durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en el mucilago.	25
<b>Figura 6.</b> pH durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en el mucilago.	26
<b>Figura 7.</b> pH durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en la almendra.	27
<b>Figura 8.</b> Polifenoles Totales durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en el mucilago.	28
<b>Figura 9.</b> Polifenoles Totales durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en la almendra de cacao.	29
<b>Figura 10.</b> Análisis de la acidez.	30
<b>Figura 11.</b> Perfil de Sabor y Aroma.	32

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es una actividad agrícola fundamental en Ecuador, al igual que la ganadería y la pesca, ya que representa un importante motor económico para el país. Gracias a sus exportaciones. *Theobroma cacao* es originaria del Amazonas y también se cultiva en latitudes tropicales de América Central y del Sur, el Caribe, África y Asia como cultivo comercial (Chu et al., 2024)

Ecuador fue el primer país productor de cacao en el continente. A nivel mundial se ubicó después de Costa de Marfil, Ghana e Indonesia (Gómez-García & Vignati, 2019), el cacao es un producto altamente demandado, lo que ha llevado a un fortalecimiento significativo de su cadena de valor. Actualmente, se exportan 3,3 millones de toneladas de cacao en grano a nivel mundial. En cuanto a la producción, África es el principal productor, abarcando el 66% de la oferta mundial. Le sigue Asia con un 17,5% y América Latina y el Caribe con el 15%. Sin embargo, en la última década, se han observado cambios en la producción: África incrementó un 3%, Asia disminuyó un 17%, mientras que América Latina y el Caribe experimentó un crecimiento del 11% (Vargas Pérez et al., 2021)

La fermentación de las almendras de cacao es una etapa crucial que activa una serie de reacciones bioquímicas, enzimáticas y microbiológicas. Estos procesos dan lugar a la formación de compuestos volátiles clave, como alcoholes y ésteres, que contribuyen al aroma y sabor del cacao. Además, se generan sustancias precursoras importantes, incluyendo azúcares reductores, péptidos libres y aminoácidos, que también influyen en el desarrollo del sabor y aroma característicos del cacao (Castro-Alayo et al., 2019). La acidez es un parámetro crucial para evaluar la calidad de la manteca de cacao. Un nivel de acidez óptimo es esencial para garantizar la excelencia del producto (Badui, 1996) Después de la etapa inicial, se llevan a cabo las demás fases del proceso de fermentación,

donde se producen una serie de transformaciones bioquímicas cruciales para la formación de los precursores de los distintos sabores del chocolate, incluyendo aldehídos, ésteres, cetonas y alcoholes. Además, se observa una disminución de la acidez y un aumento de los compuestos aromáticos que contribuyen a los sabores dulces y florales, así como las metilxantinas que confieren el amargor y astringencia naturales de la almendra de cacao (Gaspar et al., 2021) Es necesario llevar a cabo investigaciones para comprender el impacto potencial de las condiciones de temperatura controlada en la movilización impulsada por la acidificación durante la fermentación. Sin embargo, se ha observado que la fermentación con valores de pH inferiores a cinco en etapas posteriores puede generar sabores desagradables, lo que destaca la necesidad de realizar estudios adicionales para encontrar un equilibrio entre el efecto de la fermentación y la calidad del sabor del producto final (Camargo et al., 2024) La melaza, con un contenido de azúcares fermentables del 50% (p/p), incluyendo glucosa, sacarosa y fructosa, es un sustrato atractivo para fermentaciones debido a su disponibilidad, bajo costo y rica fuente de nitrógeno. Estas características la hacen ideal para su uso en procesos de fermentación (Mahazar et al., 2017) Investigaciones han demostrado que ciertas levaduras, cuando se cultivan en un medio que contiene melaza, desarrollan una mayor tolerancia a concentraciones elevadas de etanol, superando así un obstáculo importante. Esto se debe a la acumulación de glucógeno y trehalosa, dos compuestos que actúan como reservas energéticas dentro de la estructura celular, permitiendo a las levaduras adaptarse mejor a entornos con altos niveles de etanol (Aguilar et al., 2015)

El presente trabajo tiene como objetivo lograr el cambio fisicoquímico y sensorial de la almendra de cacao, fino de aroma y CCN-51 aplicando tres condiciones de fermentaciones: fermentación espontánea, fermentación alcohólica – acética con adición de melaza, y fermentación alcohólica – acética con adición de melaza y levadura para

obtener el mejor prototipo de fermentación para la disminución del amargor, astringencia y acidez

## PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El cacao es un alimento utilizado mayormente para la producción de chocolate en cual destaca su contenido de grasa uno de los factores que influye la calidad de la almendra de cacao en el proceso de fermentación que ocurren enranciamientos debido a las condiciones de una fermentación no adecuada para el desarrollo de su aroma y sus propiedades físico química (Medina, 2020). Se pretende mejorar sus características físicas, químicas y sus atributos organolépticos al adicionar melaza y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Al reducir la acidez total contribuyendo a sus componentes como el ácido oleico, obteniendo una mejor calidad de grasa debido que, a mayor índice de acidez, mayor tendencia al enranciamiento.

La importancia de la fermentación y el secado del cacao es la de (Bustamante & Ramírez, 2010). *Efecto de varios métodos de pre fermentación y fermentación del cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.) en las propiedades físicas y organolépticas de la almendra.* Guayaquil. Universidad Católica de Guayaquil. Esta tesis aborda cómo los métodos de prefermentación y fermentación mejoran la calidad física y organoléptica del cacao CCN51. Se evalúa el aumento de la intensidad de sabores resaltados por la fermentación a través de un análisis sensorial. La investigación también muestra que con un proceso adecuado de fermentación se reduce la acidez y astringencia del cacao, permitiendo la elaboración de un chocolate con fino aroma y sabor.

### **3. Hipótesis de investigación.**

#### **3.1 Hipótesis nula.**

Ninguna de las condiciones de fermentación reduciría la acidez total de la manteca de una mezcla de cacao, fino de aroma y CCN-51.

#### **3.2 Hipótesis alternativa.**

Al menos una de las condiciones de fermentación reduciría la acidez total de la manteca de una mezcla de cacao, fino de aroma y CCN-51.

### **4. Objetivos.**

#### **Objetivo general:**

Evaluar la acidez total de la manteca de una mezcla de cacao, fino de aroma y CCN-51.

#### **Objetivos específicos:**

- Evaluar la influencia de tres tratamientos de fermentación sobre el contenido de azúcares fermentables, fenoles totales y pH en el mucilago y/o almendra, proveniente de la mezcla de dos variedades de cacao (Nacional y CCN-51)
- Determinar el tratamiento de fermentación que permita obtener una manteca de cacao con la menor acidez para favorecer la calidad sensorial.
- Evaluar las características sensoriales del chocolate blanco obtenida de la mezcla de almendras de dos variedades de cacao (Nacional y CCN-51) proveniente del tratamiento de fermentación seleccionado.

## MARCO TEÓRICO

### 5.1 Cacao.

América Latina es conocida por ser el lugar de origen del cacao. Se ha considerado durante mucho tiempo que México y Centroamérica son áreas de domesticación de este producto, ya que se ha encontrado pruebas de su uso hace más de cuatro mil años. No obstante, en la actualidad, se han realizado investigaciones que indican que al menos una variedad de cacao fino con aroma tiene su origen en la Amazonía ecuatoriana (Abad et al., 2019).

La economía de Ecuador durante el final del siglo XIX y principios del siglo XX estuvo estrechamente vinculada a la exportación de cacao a mercados globales, lo que desencadenó un auge que trajo consigo transformaciones profundas en los ámbitos social, económico, político y cultural del país. Entre estos cambios, se destaca la emergencia de una nueva clase social, la burguesía campesina cacaotera, que desafió el predominio de la antigua oligarquía mercantil urbana, marcando un punto de inflexión en la historia del país (Mantilla et al., 2021)

Según la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (Anecacao), el cacao fino y aromatizante representa un 5% en la producción mundial de cacao y es apreciado por los fabricantes de chocolate por sus características distintivas de aroma y sabor. Ecuador es el principal productor de cacao fino y aromático por encima del (63% de la producción mundial) empezando por la variedad nacional cuyo sabor destaca en el mercado internacional durante muchos años debido a sus condiciones geográficas y ricos recursos biológicos. Se estima que el 75 % de la exportación de cacao de Ecuador es cacao fino de aroma. El 25 % restante es cacao de otras variedades, incluido el cacao CCN51 (Flor et al., 2023)

## 5.2 Variedades del cacao.

### 5.2.1 Cacao fino de aroma.

El cacao, con su distintivo color amarillo, ofrece un aroma y sabor exclusivos que lo hacen fundamental para la creación de chocolates gourmet de alta calidad, apreciados globalmente. El cacao fino de aroma se distingue por su excepcional calidad sensorial y son altamente apreciados por la industria chocolatera premium. Aunque sus características sensoriales son reconocidas a nivel global, estos cacaos de alta calidad siguen siendo muy codiciados por los chocolateros de alta gama, quienes buscan capturar su sabor y aroma únicos en sus productos (Nicasio et al., 2022)

### 5.2.2 Composición físico-química del cacao fino de aroma.

Según (Rodríguez et al., 2024) la composición físico-química del cacao fino de aroma se detalla en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Composición físico-química del cacao fino de aroma

Componentes	Rango
Cenizas	2,84-3,48%
Grasa	36,15-44,89%
pH	4,72-6,08%
Humedad	6,04-6,99%
Fibra cruda	3,19-3,35%
Proteína cruda	11,78-13,74

**Fuente:** (Rodríguez et al., 2024)

### 5.2.3 Cacao CCN-51.

El cacao "Colección Castro Naranjal 51" (CCN-51) se destaca por su notable resistencia a ciertas condiciones climáticas y su elevada productividad, sin embargo, presenta un perfil de sabor menos intenso, lo que lo hace más apto para ser comercializado como

cacao a granel, en lugar de ser considerado un cacao de alta calidad o fino de aroma (Guerra, 2019) Se sabe que los granos de cacao tienen un alto contenido de grasa, especialmente el clon CCN-51, que tiene alrededor del 52% de grasa (Samaniego et al., 2021)

#### **5.2.4 Composición físico-química del cacao CCN-51.**

(Chire-Fajardo et al., 2019). La composición fisicoquímica del cacao CCN-51 se detallan en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Composición fisicoquímica del cacao CCN-51.

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje</b>
Ceniza	3,02%
Grasa	40,67%
Hidratos de Carbono	35,94%
Humedad	6,72%
Fibra	5,40%
Proteína	13,66%

**Fuente:** (Chire-Fajardo et al., 2019)

#### **5.2.5 Cacao criollo.**

Perú es una de las principales zonas donde existen grandes cultivos de cacao con especial relevancia para su economía (Cádiz-Gurrea et al., 2020), especialmente en la región Amazonas (Perú). Uno de los cultivos más importantes es el cacao criollo, que cuenta con la denominación de origen “Cacao Amazonas Perú” y se produce en las provincias de Utcubamba y Bagua (Balcázar-Zumaeta et al., 2023)

En comparación con el cacao forastero, es una variedad de cacao que crece en ambientes semisilvestres, donde los árboles son de crecimiento moderado y menos resistentes a

enfermedades y plagas. Sin embargo, el fruto se destaca por su dulzura y es perfecto para hacer chocolate menos amargo (Lester, 2020)

#### **5.2.6 Cacao Forastero.**

Es una variedad híbrida creada por la mezcla de la variedad Criollo y Forastero. Es capaz de adaptarse a diferentes regiones tropicales, es resistente a enfermedades y plagas, y su perfil de sabor destaca por tener tonos de astringencia y acidez (Romero & Urrego, 2016)

#### **5.2.7 Cacao Trinitario.**

El cacao Trinitario ha sido conocido tradicionalmente como cacao de calidad fina y se ha asociado a diversos atributos sensoriales (Penella et al., 2023)

### **5.3 Taxonomía del cacao.**

Según (Montes, 2016) la taxonomía del cacao se detalla en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Clasificación de la taxonomía del cacao.

<b>Taxonomía del cacao</b>	
Nombre científico	<i>Theobroma cacao</i>
Reino	Plantea
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Genero	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>Theobroma cacao L.</i>

**Fuente:** (Montes, 2016)

### **5.4 Manteca de cacao.**

La manteca de cacao, que se obtiene de los granos de cacao fermentados, es un producto rico en grasas saturadas y su uso es muy apreciado en la industria

cosméticos para la fabricación de mascarillas, jabones, pomadas y en el sector farmacéutico (Guerra, 2019) Es un área de gran interés en el campo de la cristalización de grasas debido a su complejo comportamiento polimórfico. La composición de ácidos grasos en la se caracteriza por la presencia predominante de tres componentes principales: ácido oleico, ácido palmítico y ácido esteárico respectivamente, del total de ácidos grasos presentes (Bölük et al., 2024)

## 5.5 Mucilago de cacao.

El mucílago, que forma parte de la vainilla de cacao, corresponde al mesocarpio del fruto y representa entre el 15 y el 20% del peso del grano fresco. Este componente destaca por su alto contenido de azúcares reductores, variando según la variedad de cacao: en el caso de la variedad CCN-51, contiene un 7,42% de azúcares, mientras que, en la variedad Nacional, este porcentaje asciende a 11,36% (Villaruel-Bastidas et al., 2022)

### 5.5.1 Composición del mucilago del cacao.

Debido a su composición y propiedades fisicoquímicas, puede ser utilizado en una variedad de sectores, principalmente en el sector alimentario. Los autores de varios estudios coinciden en que los porcentajes de componentes del mucílago varían según la región donde se cultiva y la variedad, y el mucílago de cacao es rico en azúcares (Cornejo, 2022)

**Tabla 4.** Composición del mucilago del cacao fino de aroma.

<b>Azúcares del mucilago de cacao</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Fino de Aroma (%)</b>
Fructosa	4,45
Azúcares totales	11,70
Sacarosa	0,34
Glucosa	6,91
Lactosa	0,00

Fuente: (Moreira, 2019)

## 5.6 Melaza.

La melaza de caña de azúcar es el subproducto más significativo obtenido durante el proceso de cristalización en la producción de azúcar (De la Cueva et al., 2024)

La norma ICONTEC 587 de 1994, define como miel final o melaza (no cristalizable) al jarabe denso y viscoso, separado de la misma masa cocida final y de la cual no es posible cristalizar por métodos usuales (ICONTEC, 1994).

**Tabla 5.** Composición de la melaza de caña de azúcar.

COMPONENTES	CONSTITUYENTES	CONTENIDO(P/P)
Componentes mayores	Materia seca	78 %
	Proteínas	3 %
	Sacarosa	60 – 63 % p/p
	Azúcares reductores	3 – 5 % p/p
	Sustancias disueltas (diferentes azúcares)	4 – 8 % p/p
	Agua	16 %
	Grasas	0,40 %
	Cenizas	9 %
Contenido de minerales	Calcio	0,74 %
	Magnesio	0,35 %
	Fósforo	0,08 %
	Potasio	3,67 %
Contenido de aminoácidos	Glicina	0,10 %
	Leucina	0,01 %
	Lisina	0,01 %
	Treonina	0,06 %
	Valina	0,02 %
	Colina	600 ppm

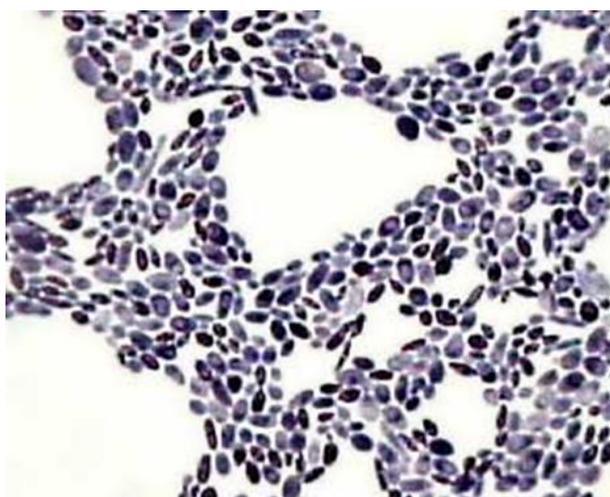
	Niacina	48.86 ppm
Contenido de Vitaminas	Ácido Pantoténico	42.90 ppm
	Piridoxina	44 ppm
	Riboflavina	2.44 ppm
	Tiamina	0.88 ppm

**Fuente:** Adaptado de: Tellez (2004); Yepez (1996). .

### 5.7 Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

*Saccharomyces signific*a azúcar de hongos, es la levadura la cual contribuye a la fermentación de azúcares, fermenta glucosa, galactosa, sacarosa, maltosa y rafinosa, sirve como fuente de enzimas (invertasa), también se emplea en la fabricación de pan, vino y como fuente de proteína, vacuna, ácidos grasos y aceites (Ariza y Gonzáles, 1997).

*Saccharomyces cerevisiae*, una levadura benéfica, desempeña un papel importante en el fomento del crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, actúa como biofertilizante, contribuyendo a mejorar la calidad y productividad de los cultivos. Una ventaja adicional es su inocuidad para el medio ambiente y la salud humana, según lo señalan (Duan et al., 2021)



**Figura 1.** Vista microscópica de *Saccharomyces cerevisiae*.

### **5.8 Fermentación Espontánea.**

En las fermentaciones espontáneas de cacao al inicio del proceso de fermentación del grano de cacao las levaduras son las principales responsables de la despectinización de la pulpa de cacao, la producción de etanol y la producción de granos de cacao con aromas y caracteres típicos de chocolate (De Vuyst & Leroy, 2020)

Las almendras de cacao se extraen manualmente, una vez extraídas y colocadas en el fermentador, comienza el proceso de fermentación gracias a los hidratos de carbono presentes en el mucílago de cacao, durante cuatro días donde los microorganismos aumentan como las bacterias ácido lácticas (BAL) y las bacterias ácido-acéticas (BAE) (Serra et al., 2019).

### **5.9 Fermentación acética.**

Los principales factores que se encuentran dentro de la fermentación acética son el tipo y la cantidad de bacterias presentes, temperatura, concentración de etano, ácido acético y oxígeno disuelto. El aire va a contribuir a que las bacterias ácido acéticas. El empleo de una temperatura óptima para que actúen las bacterias se encuentra en el rango 25-32 °C, el pH para un crecimiento óptimo será en un rango de 3.5 a 6,5 (Vera et al., 2020).

### **5.10 Fermentación alcohólica.**

La fermentación alcohólica implica la transformación bioquímica de azúcares como la glucosa y/o fructosa en etanol, un proceso catalizado por microorganismos, siendo la levadura *Saccharomyces cerevisiae* la más comúnmente empleada. Al igual que cualquier organismo vivo, esta levadura requiere nutrientes para su crecimiento y metabolismo, los cuales obtiene de los sustratos en los que se desarrolla. Sin embargo, es posible que estos sustratos contengan sustancias adicionales que alteren el metabolismo de *S. cerevisiae*, lo

que puede resultar en una inhibición de su crecimiento y, consecuentemente, en una reducción de su capacidad para producir etanol (Torres-Velázquez et al., 2022b)

La ecuación química para la fermentación alcohólica por levadura según Gay-Lussac es la siguiente:

*Glucosa* → 2 *Dióxido de Carbono* + 2 *Etanol* + *Energía*

$C_6 H_{12} O_6 \rightarrow 2 CO_2 + 2 C_2 H_5 OH + Energía$

La fermentación del mucílago de cacao se desarrolla en un pH de 3.7, debido a su alto contenido de ácido cítrico y en niveles bajos de oxígeno, lo cual le da las condiciones adecuadas para que se desarrolle la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y produzca etanol a partir de azúcares presentes en el medio (Luna, 2018).

## METODOLOGÍA

### 6.1 Materia Prima.

Se utilizó dos tipos de variedades de cacao, fino de Aroma y CCN-51 ubicado el cacao fino de Aroma en la provincia de El Oro cantón Santa Rosa respectivamente en la parroquia Bellavista y el CCN-51 ubicado en el cantón Machala parroquia 9 de mayo.

### 6.2 Fermentación de la almendra de cacao.

Se obtuvieron las dos variedades de cacao en su estado óptimo (G5) de madurez adecuado para extraer las almendras de cacao siendo desvenadas, se preparó una mezcla de cacao (CCN51, Nacional) en una relación 50:50, esta mezcla se trabajó en tres condiciones de fermentación siendo estas; fermentación espontánea (T1), fermentación alcohólica-acética con melaza (T2), fermentación levadura y melaza (T3). Donde se colocaron por separado en los tres biorreactores de acero inoxidable.

En el tratamiento dos la melaza (92° Brix) se preparó una disolución con agua destilada para alcanzar a los mismos sólidos solubles de la mezcla de cacao alcanzando los 17° Brix.

En el tratamiento tres la melaza (92° Brix) se preparó una disolución con agua destilada para alcanzar a los mismos sólidos solubles de la mezcla de cacao alcanzando los 17° Brix adicionando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) 3g por kg de la mezcla de cacao.

Cabe mencionar que en los tratamientos de los primeros cinco días se trabajó en fermentación alcohólica tras este tiempo se permitió la interacción con el oxígeno, dando lugar a una fermentación acética.

Durante la fermentación se realizaron análisis (sólidos solubles, pH y fenoles totales) al mucilago de cacao y a la almendra de cacao (pH y fenoles totales).

### **6.3 Análisis durante la fermentación (sólidos solubles, pH y Fenoles totales) del mucilago de la mezcla de cacao fino de aroma y CCN-51.**

#### ***6.3.1 Determinación de sólidos solubles.***

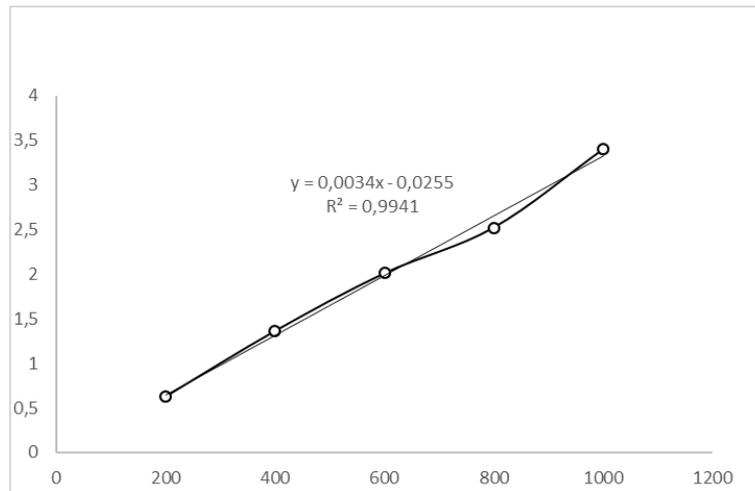
Para el análisis de sólidos solubles del mucílago de cacao se empleó la metodología AOAC 932.14. La lectura de los brix se llevó a cabo colocando 1 a 2 gotas del mucilago de cada muestra en el prisma principal del refractómetro de mano (ATC) calibrado a 20 °C con una escala de 0 a 32 brix.

#### ***6.3.2 Determinación de pH.***

Para determinar el pH se empleó el método AOAC 981.12. se midió el pH. En la muestra se utilizó un potenciómetro (pH Meter Starter 5000, Hong Kong, China), consiste en colocar de 2,5 ml del mucilago, que se produce por el proceso fermentativo y se coloca en un tubo de ensayo para leer el electrodo del pH-metro digital.

#### ***6.4.4 Determinación de Fenoles Totales.***

Para la determinación del contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante, se utilizó la metodología propuesta por Ayala-Zavala et al. (2012) y Zapata et al. (2013). Muestra de (50 µL), fue mezclado con 3 mL de agua y 250 µL del reactivo Folin-Ciocalteu's 1N. Se dejó equilibrar por 8 min. Se adicionó 750 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 20% y 950 µL de agua. Se dejó incubar por 30 min a temperatura ambiente y se procedió a leer en un espectrofotómetro UV/VIS (PG Instruments Ltd, modelo T70+ UV/VIS Spectrometer) a 765 nm. Se preparó una curva de calibración de ácido gálico (ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico de Sigma-Aldrich,Co.) con concentraciones de 50, 100, 200, 300, 400, 500 y 1000 ppm, disueltos en agua. Los resultados fueron expresados en mg de equivalentes de ácido gálico como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** curva de calibración de ácido gálico.

#### **6.4 Análisis durante la fermentación (sólidos solubles, pH y Fenoles totales) de la mezcla de la almendra de cacao.**

Al pasar a una fase Aerobia se realizó los análisis a los granos de cacao a los tres tipos de condiciones de fermentación siguiendo las mismas metodologías, de los análisis 6.3 y determinando la acidez titulable.

##### ***6.4.1 Determinación de sólidos solubles.***

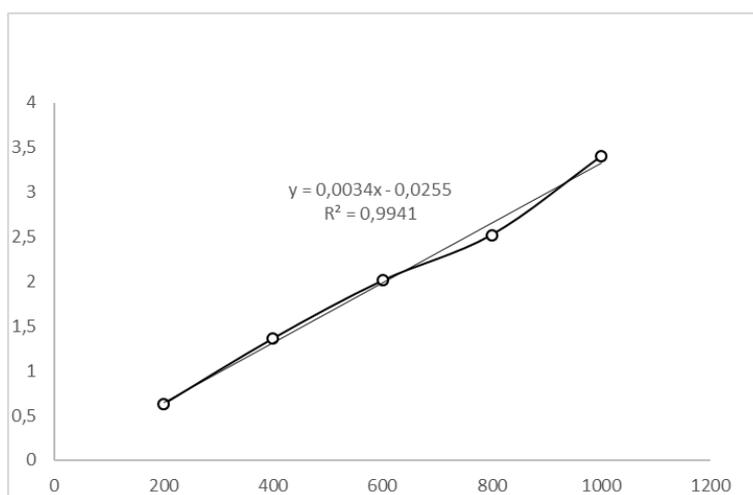
Para el análisis de sólidos solubles del mucílago de cacao se empleó la metodología AOAC 932.12. La lectura de los brix se llevó a cabo colocando 1 a 2 gotas del mucilago de cada muestra en el prisma principal del refractómetro de mano (ATC) calibrado a 20 °C con una escala de 0 a 32 brix.

##### ***6.4.2 Determinación de pH.***

Para determinar el pH se empleó el método AOAC 970.21(2016), se midió el pH. En la muestra se utilizó un potenciómetro (pH Meter Starter 5000, Hong Kong, China), consiste en colocar de 2,5 ml del mucilago, que se produce por el proceso fermentativo y se coloca en un tubo de ensayo para leer el electrodo del pH-metro digital.

#### 6.4.4 Determinación de Fenoles Totales.

Para la determinación del contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante, se utilizó la metodología propuesta por (Ayala-Zavala et al., 2012) y Zapata et al. (2013). Muestra de (50  $\mu$ L), fue mezclado con 3 mL de agua y 250  $\mu$ L del reactivo Folin-Ciocalteu's 1N. Se dejó equilibrar por 8 min. Se adicionó 750  $\mu$ L de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 20% y 950  $\mu$ L de agua. Se dejó incubar por 30 min a temperatura ambiente y se procedió a leer en un espectrofotómetro UV/VIS (PG Instruments Ltd, modelo T70+ UV/VIS Spectrometer) a 765 nm. Se preparó una curva de calibración de ácido gálico (ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico de Sigma-Aldrich,Co.) con concentraciones de 50, 100, 200, 300, 400, 500 y 1000 ppm, disueltos en agua. Los resultados fueron expresados en mg de equivalentes de ácido gálico como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Curva de calibración de ácido gálico.

## 6.6 Extracción de la manteca de cacao.

### 6.6.1 Secado.

El método tradicional de secado de cacao implica esparcir los granos en tendales para que se sequen al aire libre, aprovechando la energía solar. Las técnicas de secado se clasifican en tres categorías: secado natural, que depende exclusivamente de la energía solar; secado

artificial, que utiliza equipos y tecnología para controlar el proceso; y secado híbrido, que combina elementos de ambos métodos para optimizar el resultado (Perez et al., 2020)

### ***6.6.2 Tostado.***

Los granos de cacao en estado crudo son sometidos a un proceso de cribado para eliminar cualquier tipo de impurezas. Después, se su tostado para realzar sus características aromáticas y su sabor. Esta operación se realizó de manera automática a una temperatura de alrededor de 130 °C durante un lapso de 30 a 40 minutos aproximadamente en la tostadora multifuncional a gas en la Universidad Técnica de Machala. El dispositivo más utilizado para este procedimiento es el tostador, con diferentes variantes según la capacidad y tecnología requerida (Andrade, 2022). El tostado es la operación tecnológica más importante durante el procesamiento del chocolate y es responsable de la formación del sabor característico del chocolate. Los aldehídos y las pirazinas son los principales compuestos formados a través de la reacción de Maillard y la degradación de aminoácidos y azúcares (Torres-Moreno et al., 2021)

### ***6.6.3 Descascarillado.***

El cacao tostado ingresa a la descascarrilladora, equipo para actividad de agricultura de la Universidad Técnica de Machala en el proceso se produce una separación de las cascarillas, por un lado, que se considera como desperdicio y el cacao descascarillado por otro que se usará en el siguiente paso.

### ***6.6.4 Tostado de la almendra de cacao.***

Después del descascarillado tenemos la almendra de cacao con el que se procede sometiéndolo en la estufa de la marca MEMMERT modelo VN6400, a 130°C durante 20 minutos para romper la pared celular y así poder extraer con mayor facilidad la manteca de cacao.

### **6.6.5 Extracción de Manteca.**

El proceso de prensado se realizó implica ejercer cierta presión en el grano de cacao a través de un filtro para retener las partículas sólidas y expulsar la manteca de cacao. Para mejorar la separación, el grano de cacao pasa por un procedimiento de calentamiento. (Egas 2015)

La técnica de prensado en frío es un método que permite obtener aceites de alta calidad, limpios y con propiedades sensoriales agradables. Una de las ventajas de este proceso es que preserva intactos los valiosos compuestos bioactivos que se encuentran de manera natural en la materia prima, lo que resulta en un producto final con características nutricionales y organolépticas óptimas (Eren et al., 2024)

### **6.7 Análisis de la acidez total de la manteca de cacao.**

#### **6.7.1 Determinación de la acidez de la manteca de cacao.**

(Cruz, 2022) la determinación de acidez Se mezcló 5 g de muestra con 10 ml de etanol y 90 ml de agua destilada, se agitó durante 10 minutos y se agregó 3 gotas de fenolftaleína. Se tituló con NaOH 0,1 N con agitación constante. La acidez se determinó con la ecuación NTP 203.070:1977 (2017)

$$A = \frac{F_a \times V \times N \times F}{V_o} \times 100$$

A= acidez de la muestra (% p/p)

F<sub>a</sub> = factor del ácido con mayor proporción

V= volumen del NaOH usado en la titulación (ml)

N= normalidad de la solución de NaOH

F= factor del NaOH

V<sub>o</sub>= volumen de la muestra

### **6.7.2 Análisis estadístico**

Los datos obtenidos de la acidez de la manteca de cacao de las tres condiciones de fermentación se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza unidireccional (ANOVA), para analizar si los diferentes procesos de fermentación si presentan diferencias significativas, donde el valor  $p \geq 0,05$  fue considerado como diferencia significativa, utilizando el programa Origin 50.

### **6.8 Elaboración del chocolate blanco.**

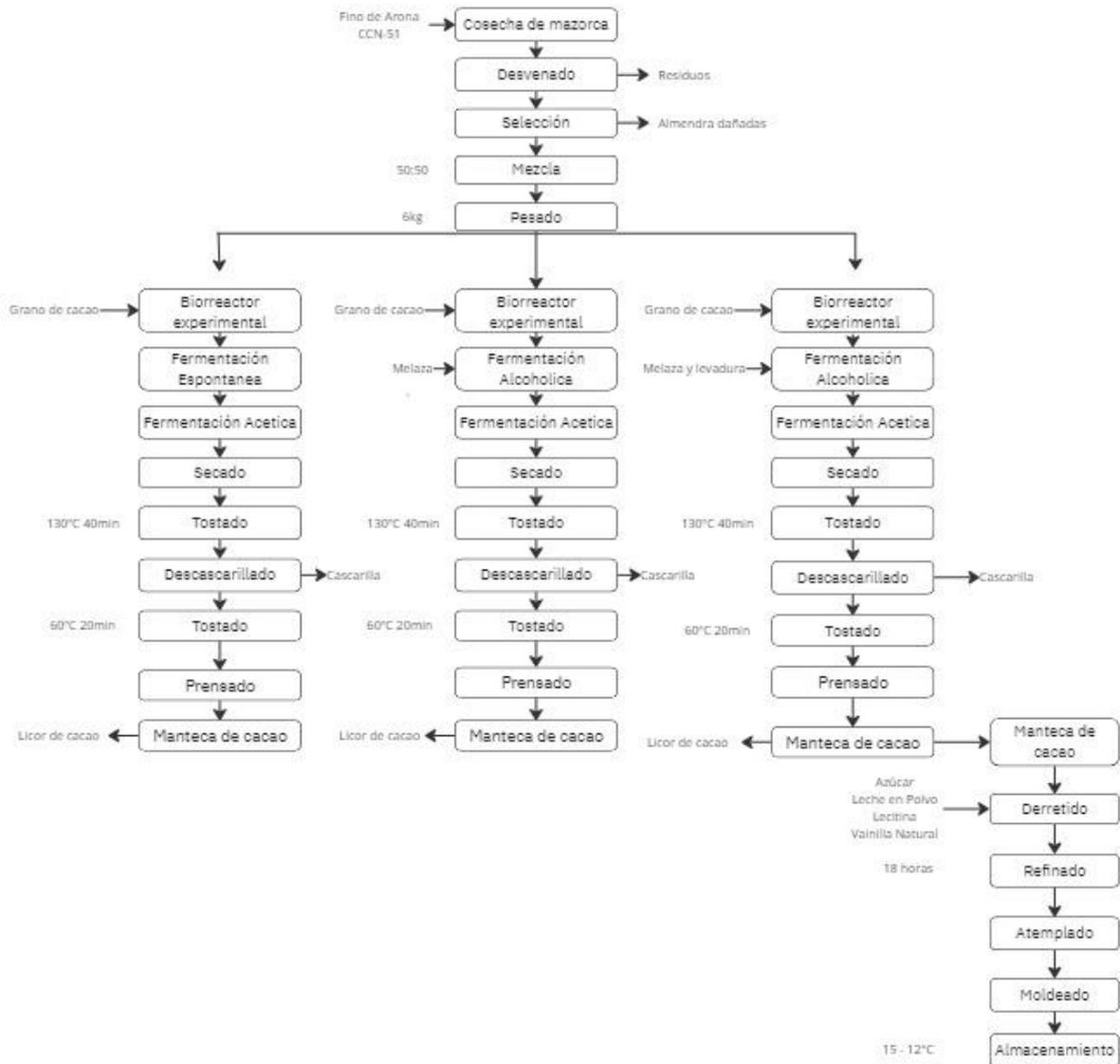
A partir de la manteca de cacao que tenga menor acidez de acuerdo con su análisis de las tres mantecas se realiza la elaboración de chocolate blanco siguiendo la formulación establecida por (Talbot, 2009). Como se indica en la siguiente Tabla 5.

**Tabla 5.** *Formulación chocolate blanco.*

Ingredientes	Porcentaje
Azúcar	24,59%
Manteca de cacao	51,8%
Leche en <polvo	23%
lecitina	0,6%
Vainilla Natural	0,01%
Total	100%

**Fuente:** (Talbot, 2009)

**6.8.1 Diagrama de flujo del proceso de la elaboración del chocolate blanco.**



**Figura 4.** Diagrama de flujo.

**6.8.2 Descripción del diagrama de flujo del proceso de producción de chocolate blanco.**

**Derretido por fundido:** Derretir la manteca de cacao cuidadosamente.

**Refinado:** Durante 18h se necesita para obtener la textura y viscosidad esperada para tener una buena condición de fusión.

**Atemplado:** Fundir el chocolate para obtener su consistencia óptima.

**Moldeado:** Después de ser atemplado se pasa al moldeo para obtener el chocolate que se desee obtener

**Almacenamiento:** Almacenar a temperaturas bajas de 15 - 12°C

### **6.9 Análisis Sensorial del chocolate blanco.**

En la elaboración del chocolate blanco se evaluará sensorialmente mediante una prueba descriptiva a escala, lo cual nos determinará la calidad y preferencia del consumidor. La cual se empleará 30 estudiantes semientrenados. Además, se evaluará el chocolate blanco comercial.

**Tipo de Cata:** Descriptiva de escala

**Cantidad de muestra: 2**

Frente a usted tiene dos muestras, chocolate blanco 401 y chocolate blanco comercial 501, los cuales se pide evaluar en una escala del 1 al 5, siendo 1 el valor mínimo a descriptor correspondiente y 5 al valor máximo del mismo

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

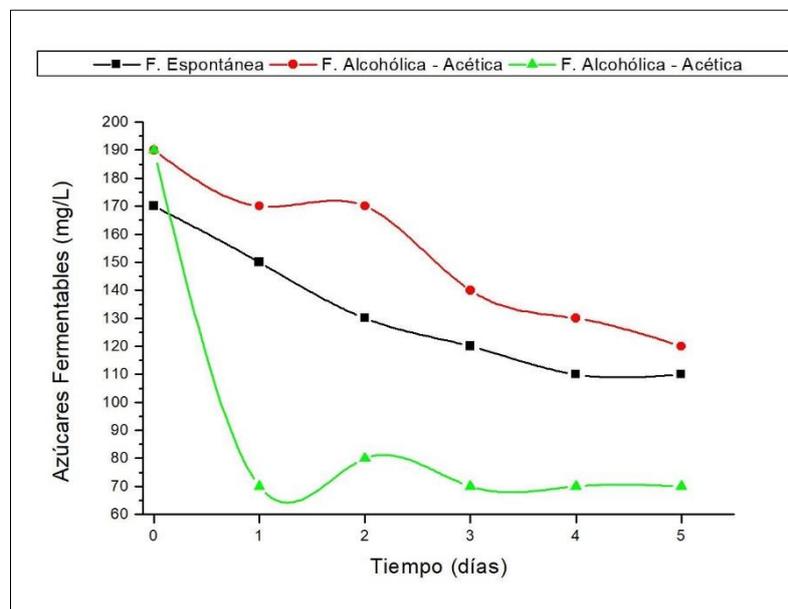
		MUESTRA					MUESTRA				
		401					501				
		ESCALA					ESCALA				
DESCRIPCIONES		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
SABOR	Acidez										
	Cacao										
	Astringencia										
	Amargor										
OLOR/AROMA	Dulce										
	Cacao										
	Fermentado										

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 7.1 Caracterización durante la fermentación (sólidos solubles, pH y Fenoles totales) de la mezcla del mucilago y almendra de cacao.

#### 7.1.1 Evaluación de sólidos solubles.

En la figura 4 se presentan gráficamente los resultados del cambio en el contenido de azúcares fermentables del mucilago de cacao proveniente de la mezcla de dos variedades de cacao.



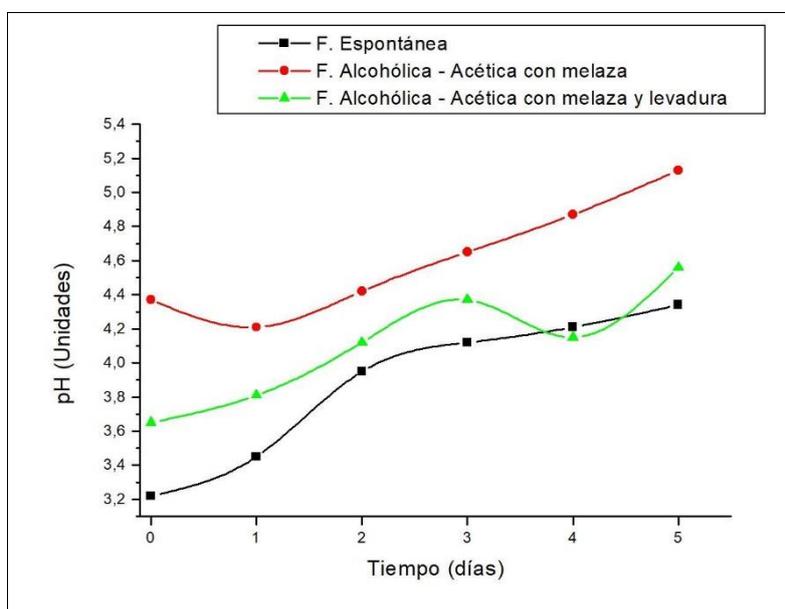
**Figura 5.** Azúcares fermentables durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en el mucilago.

Los sólidos solubles en el mucilago desde el inicio (día 0) empezaron con  $170\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  en el tratamiento uno y  $190\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  en los dos tratamientos de fermentación. En los tres tratamientos existe una disminución del contenido de azúcares fermentable conforme avanza el tiempo de fermentación, esta disminución es gradual en la fermentación espontánea debido a los microorganismos como las levaduras y las bacterias metabolizan los azúcares presentes en el mucílago del cacao, incluyendo dextrosa, sacarosa y levulosa. Según Gálvez (2019), debido a su concentración de azúcares disminuye durante la

fermentación, lo que garantiza que contenga propiedades o cualidades enriquecidas. Sin embargo, en el tratamiento en el que se incluye el uso de levadura se presenta una disminución marcada del (día 0)  $190\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  hasta el (día 1)  $70\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ . En este tratamiento luego del primer día existe poca variación en el contenido de azúcares fermentables.

Al término de los cinco días de fermentación, el tratamiento que incluye únicamente melaza presenta el menor consumo de azúcares, lo contrario sucede con el tratamiento que incluye levadura. el proceso de fermentación durante el (día 5) se estabilizó hasta consumir casi todo el azúcar fermentable para producir etanol, lo que indica el final del proceso de fermentación. La investigación de (Calderón et al., 2016) sostiene que esto se debe a que la velocidad de reacción es más alta durante los primeros días.

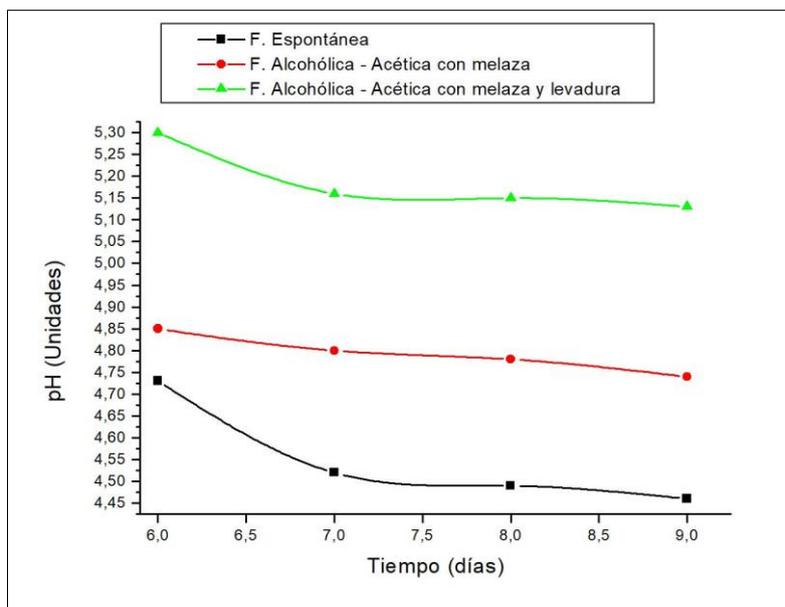
### 7.1.2 pH



**Figura 6.** pH durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en el mucilago.

En el tratamiento uno desde el (día 0) inicia con un pH 3,22 con respecto al mucilago y termina en el (día 5) con un pH 4,8 determinando el tratamiento que menor asciende sin mucha diferencia del tratamiento tres que logra alcanzar un pH 5,13 debido a la adición

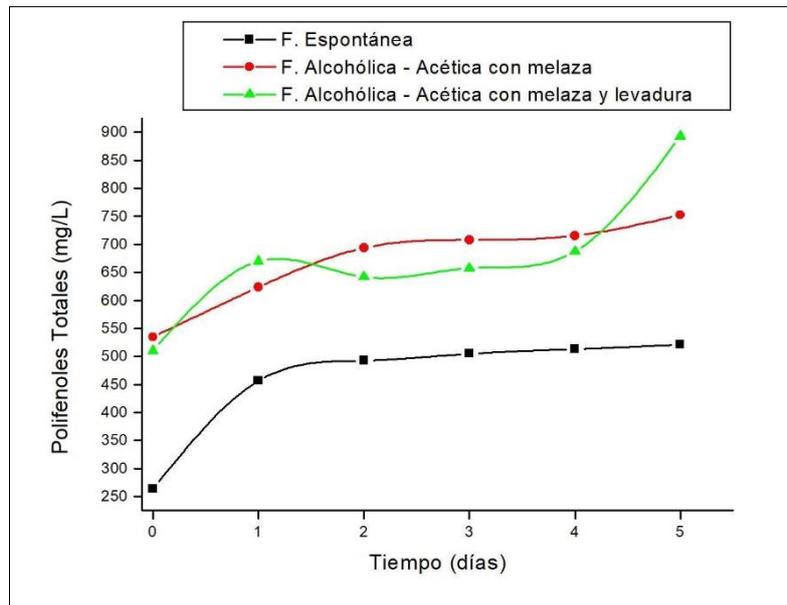
de melaza y levadura, (Taboada & Vílchez, 2016) el mucilago de cacao por presentar condiciones adecuadas (azúcar y acidez), son aprovechadas en la fermentación que contiene (glucosa, fructosa, sacarosa) sin embargo, en el tratamiento dos existe un incremento progresivo obteniendo un de pH 5,13.



**Figura 7.** pH durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en la almendra.

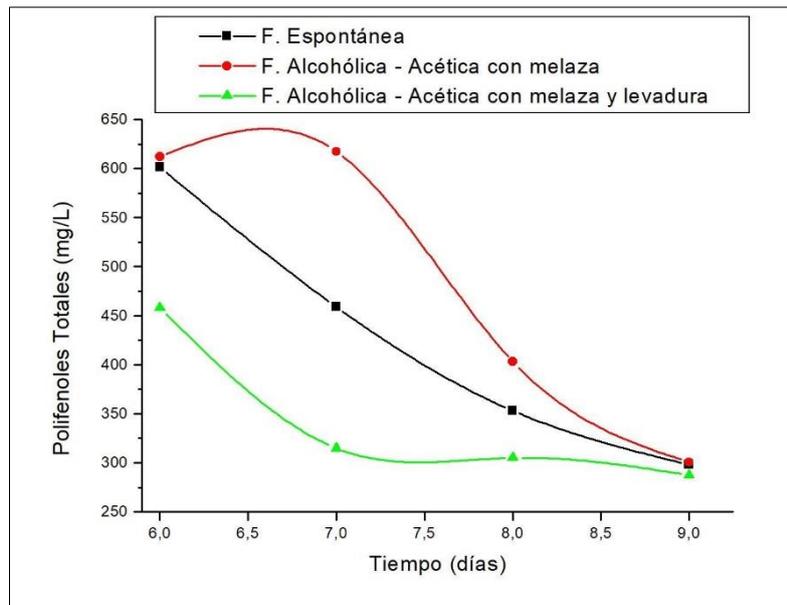
Sin embargo, los resultados de la almendra de cacao descienden los niveles, en el tratamiento tres con la adición de melaza y levadura tiene un pH mayor a diferencia de los demás tratamientos hasta 5,16 pH, mientras que en el tratamiento uno alcanza a disminuir a un pH 4,46 (De Vuyst & Weckx, 2016) explica durante la fermentación espontánea se consume el ácido cítrico para producir ácido acético para que descienda su pH. Mientras en el tratamiento dos se mantiene constante con una leve reducción alcanzando en el (día 9) de 4,74 pH. (Steinau-Dueñas et al., 2017) el pH de la almendra en la fermentación desciende lentamente hasta un pH 6,3 tras luego del tercer día al cuarto decrece rápidamente hasta estabilizarse da como finalizada la fermentación.

### 7.1.4 Contenido Fenólico.



**Figura 8.** Polifenoles Totales durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en el mucilago.

En el contenido Fenólico en el mucilago se presenta en el tratamiento uno al pasar el tiempo llega tener un ascenso que inicia en el (día 0) con  $263,38\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y termina con  $521,02\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  a comparación a los dos tratamientos posteriores tiene menor cantidad elevada, mientras que en el tratamiento dos con adición de melaza inicia con abundante contenido fenólico en el mucilago desde el (día 0)  $534,85\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  al pasar el tiempo con una concentración del contenido ascendiendo hasta llegar al (día 5)  $752,50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de igual manera del tratamiento tres es el que tiene mayor concentración de contenido fenólico en el mucilago desde el (día 0)  $510,14\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  hasta llegar al (día 5)  $892,79\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$



**Figura 9.** Polifenoles Totales durante la F. espontánea, F. Alcohólica-Acética con melaza y F. Alcohólica-Acética con melaza y levadura en la almendra de cacao.

El contenido fenólico de la almendra de cacao se observa pocas diferencias en los tres tratamientos. En el tratamiento uno se presenta en el (día 6)  $601,32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  hasta en el (día 9)  $298,08 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ . Las reacciones de oxidación disminuyen el sabor amargo del cacao. No obstante, una de las principales consecuencias de estas reacciones es la reducción significativa de los polifenoles totales (entre un 75% y un 80%), los cuales son cruciales para las propiedades antioxidantes y beneficiosas para la salud del cacao (Caligiani et al., 2016) En el tratamiento dos en la almendra de cacao desde el (día 6)  $612,20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  hasta descender en el último día de fermentación en el (día 9)  $300,73 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ; Sin embargo, el que tiene una notoria diferencia es en el tratamiento tres desde el (día 6)  $458,38 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  que termina en el (día 9)  $287,50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  Los resultados son similares a los obtenidos por Servent *et al.*, (2018), podrían estar relacionados con la actividad de la enzima polifenol oxidasa. Esta enzima podría explicar la reducción del amargor y del sabor a almendra en el cacao, al promover la oxidación de los polifenoles.

Este proceso podría resultar en la migración de los polifenoles desde la almendra para su oxidación.

## 7.2 Evaluación de la Acidez de la manteca de la mezcla de las dos variedades fino de aroma y CCN-51.

### 7.2.1 Evaluación de Acidez de la manteca de cacao.

De acuerdo a las tres condiciones de fermentación se evaluó la acidez de la manteca de cacao expresado en ácido oleico, en el tratamiento uno tiene el mayor porcentaje 1,32% de acidez, mientras en el tratamiento dos 1,16% y con menor cantidad de acidez nos presenta en el tratamiento tres 1,06% debido a su adición de melaza y levadura, mientras en el chocolate blanco comercial da como resultado 0,96% de acidez, de acuerdo al CODEX ALIMENTARIUS (2016) se encuentra en los parámetros de calidad, nos indica que no puede ser mayor del 1,75% expresado en ácido oleico.

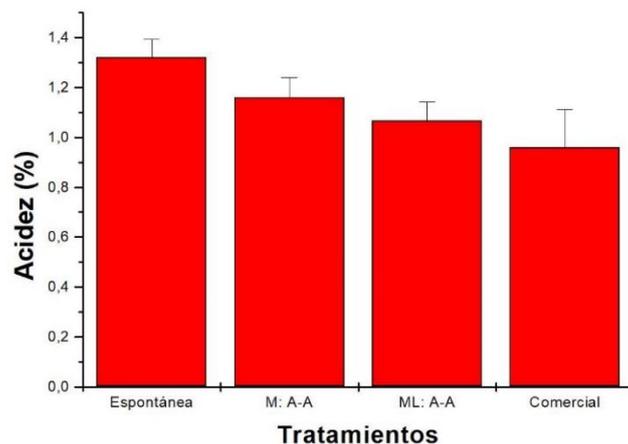


Figura 10. Análisis de la acidez.

### 7.2.2 Análisis de varianza de la acidez ANOVA

**Tabla 6.** Análisis de varianza del contenido de acidez de la manteca de cacao y chocolate blanco comercial ANOVA

Tratamiento	Media	Varianza	N
Espontánea	1,32	0,0052	3
M: A-A	1,16	0,0063	3
ML: A-A	1,06667	0,00573	3
Comercial	0,96	0,0228	3

F = 6,98085

p = 0,01267

En el nivel 0,05

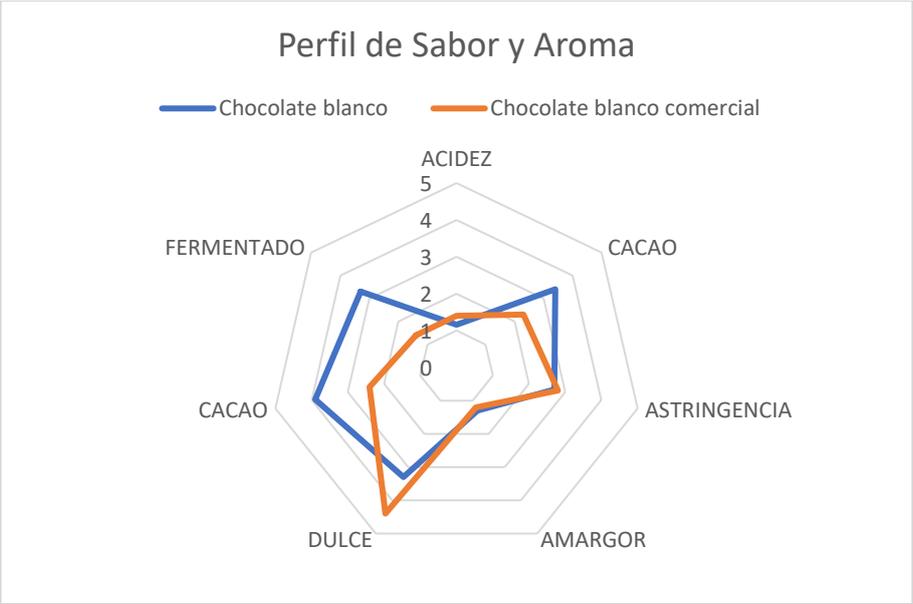
Las medias SI son significativamente diferente.

### 7.3 Evaluación sensorial del chocolate blanco de la manteca de la mezcla de cacao fino de aroma y CCN-51.

#### 7.3.1 Evaluación sensorial del chocolate blanco.

Los atributos que se realizaron en la evaluación sensorial de la manteca de cacao es de Sabor y Aroma se realizó con 30 estudiantes semientrenados, el tratamiento tres se evaluó por presentar menor cantidad de Fenoles totales y menor porcentaje de acidez que nos indica su parámetro de calidad, de acuerdo a la escala del 0 a 5 de los atributos de la manteca de cacao el sabor, destacando 3,4 en cacao, seguido 2,7 en astringencia, mientras en menor cantidad, 1,3 en amargo y 1,16 en acidez, en cambio en el olor/aroma presenta un contenido alto, 3,9 en cacao seguido, 3,6 en dulce y fermentado.

En cambio, en el chocolate blanco comercial nos indica en el sabor, con 2,8 en astringencia, 2,3 en cacao, 1,14 en amargor y 1,14 en acidez, en el aroma presenta 4,4 en dulce, 2,4 en cacao y 1,4 en fermentado.



**Figura 11.** Perfil de Sabor y Aroma.

## CONCLUSIÓN

Aplicando las tres condiciones de fermentación se pudo determinar que en el tratamiento tres que se añadió melaza y levadura tiende a tener menor rendimiento en fenoles totales a diferencia de los demás tratamientos reduciendo el amargor, mejorando el aroma y sabor con una menor acidez optimizando las características organolépticas del producto.

Al evaluar la manteca de cacao de la acidez en los diferentes tratamientos y el chocolate blanco comercial mediante análisis de ANOVA al 0,05 las medias si son significativamente diferente, en el T3 resulta tener menor acidez de los demás tratamientos por ende se realiza el proceso del chocolate blanco.

Mediante una prueba descriptiva se evaluó el chocolate blanco y chocolate blanco comercial 30 estudiantes semientrenados determinaron que la acidez, amargor y astringencias de ambos productos es similar

## **RECOMENDACIONES**

- Utilizar materia prima en estado óptimo de maduración para aprovechar sus atributos.
- Controlar la fermentación que sea la más adecuada para aprovechar el mayor aporte de calidad y poder evitar el enranciamiento de la almendra de cacao.
- Controlar la temperatura en el proceso de tostado para evitar que tenga aroma y un sabor no deseable.
- Utilizar vestimenta y materiales adecuados en la elaboración de chocolate

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2019). *Vista de El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica* | *Estudios de la Gestión: Revista Internacional de Administración*. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Aguilar, J., Espinoza, M., Cabanillas, J., Ávila, I., García, A., Julca, J., Tacanga, D., Zuta, I., & Linares, G. (2015). Evaluation of the growth kinetics of *Saccharomyces cerevisiae* using a culture medium based on cane molasses and whey. *Agroindustrial Science*, 37-47. <https://doi.org/10.17268/agroind.science.2015.01.04>
- Andrade, G. (2022). Mejoramiento del proceso de postcosecha de pimiento favor F1 capsicum annum l, en la asociación de desarrollo integral "El viejo San Martín", con base en el capítulo IX de la resolución 108 de agrocalidad. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12754/2/03%20EIA%20558%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Ayala-Zavala, J. F., Silva-Espinoza, B. A., Cruz-Valenzuela, M. R., Villegas-Ochoa, M. A., Esqueda, M., González-Aguilar, G. A., & Calderón-López, Y. (2012). Antioxidant and antifungal potential of methanol extracts of *Phellinus* spp. from Sonora, Mexico. *Revista Iberoamericana de Micología*, 29(3), 132-138. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2011.09.004>
- Balcázar-Zumaeta, C. R., Pajuelo-Muñoz, A. J., Trigos-Rojas, D. F., Iliquin-Chavez, A. F., Fernández-Romero, E., Yoplac, I., Muñoz-Astecker, L. D., Rodríguez-Hamamura, N., Mejía, I. M. M., Cayo-Colca, I. S., Chagas-Junior, G. C. A., Maicelo-Quintana, J. L., & Castro-Alayo, E. M. (2023). Reduction in the Cocoa Spontaneous and Starter Culture Fermentation Time Based on the Antioxidant Profile Characterization. *Foods*, 12(17), 3291. <https://doi.org/10.3390/foods12173291>.
- Bölük, E., Akdeniz, E., Gunes, R., Palabiyik, I., Konar, N., & Toker, O. S. (2024). Determination of the process effect on cocoa butter crystallization by rheometer: Kinetic modeling by Gompertz equation. *Journal Of Food Science*, 89(5), 2867-2878. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17040>.
- Bustamante, B. A. M., & Ramírez, R. T. (2010). *Efecto de varios métodos de prefermentación y fermentación del cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.) en las propiedades físicas y organolépticas de la almendra*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/977>
- Calderón, R. R., Muñoz, O. F., & Flores, J. H. C. (2016). Estudio del consumo de azúcares reductores durante la fermentación alcohólica del mosto de uva Italia para la obtención de vino blanco. *Industrial Data*, 19(2), 104. <https://doi.org/10.15381/idata.v19i2.12842>
- Caligiani, A., Marseglia, A., & Palla, G. (2016). Cocoa: Production, Chemistry, and Use. En *Elsevier eBooks* (pp. 185-190). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00177-x>
- Camargo, I. D., Rodriguez-Silva, L. G., Carreño-Olejua, R., Montenegro, A. C., & Quintana-Fuentes, L. F. (2024). High temperature and nib acidification during cacao-controlled fermentation improve cadmium transfer from nibs to testa and the liquor's flavor. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62609-8>.

- Castro-Alayo, E. M., Idrogo-Vásquez, G., Siche, R., & Cardenas-Toro, F. P. (2019). Formation of aromatic compounds precursors during fermentation of Criollo and Forastero cocoa. *Heliyon*, 5(1), e01157. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01157>
- Chire-Fajardo, G. C., Ureña-Peralta, M. O., García-Torres, S. M., & Hartel, R. W. (2019). Optimización de la formulación de chocolate oscuro a partir de la mezcla de granos de cacao y contenido de cacao aplicando método de superficie de respuesta. *Enfoque UTE*, 10(3), 42-54. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n3.432>
- Chu, N. T. B., Le, M. T., La, H. V., Le, Q. T. N., Le, T. D., Tran, H. T. T., Tran, L. T. M., Le, C. T., Nguyen, D. V., Cao, P. B., & Chu, H. D. (2024). Genome-wide identification, characterization, and expression analysis of the small auxin-up RNA gene family during zygotic and somatic embryo maturation of the cacao tree (*Theobroma cacao*). *Genomics & Informatics*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s44342-024-00003-6>
- Cruz, O. C. J. (2022). *Rendimiento y acidez de la manteca de cacao (Theobroma cacao L.) extraída por presión del grano deshidratado y tostado*. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5155>
- Cornejo, O. (2022). *Evaluación del uso de mucilago de cacao (Theobroma cacao) como sustrato para la producción de polihidroxialcanoatos (PHAs)*.
- De la Cueva, S. C., Guzman, C. L. Á., Salmerón, I., Vega, S. B. P., & Adame, R. S. (2024). Producción de biocombustibles a partir de melaza de caña de azúcar usando *Serratia marcescens*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 40. <https://doi.org/10.20937/rica.55013>
- De la Luz Cádiz-Gurrea, M., Fernández-Ochoa, Á., Leyva-Jiménez, F. J., Guerrero-Muñoz, N., Del Carmen Villegas-Aguilar, M., Pimentel-Moral, S., Ramos-Escudero, F., & Segura-Carretero, A. (2020). LC-MS and Spectrophotometric Approaches for Evaluation of Bioactive Compounds from Peru Cocoa By-Products for Commercial Applications. *Molecules*, 25(14), 3177. <https://doi.org/10.3390/molecules25143177>
- De Vuyst, L., & Leroy, F. (2020). Functional role of yeasts, lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa fermentation processes. *FEMS Microbiology Reviews*, 44(4), 432-453. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuaa014>
- 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>
- Duan, W., Peng, L., Zhang, H., Han, L., & Li, Y. (2021). Microbial biofertilizers increase fruit aroma content of *Fragaria* × *ananassa* by improving photosynthetic efficiency. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5323-5330. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.014>
- Egas, E. C. M. (2015, 8 septiembre). *Evaluación y análisis técnico financiero del proceso de prensado de licor de cacao (Theobroma cacao) para la obtención de manteca y polvo de cacao*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11477>.
- Eren, T., Ok, S., & Yılmaz, E. (2024). Comprehensive characterization of physicochemical, thermal, compositional, and sensory properties of cold-pressed rosehip seed oil. *Grasas y Aceites*, 74(4), e534. <https://doi.org/10.3989/gya.0533231>

Flor, F. I., Macías-Zambrano, M., Napa-Vizueté, B., Vásquez-Cortez, L., Alvarado-Vásquez, K., Revilla-Escobar, K., Aldas-Morejón, J., & Vera-Chang, J. (2023). Inclusion of cocoa (*Theobroma cacao*) mucilage as a stabilizer in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) nectar. *Agroindustrial Science*, 13(2), 75-81. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.02.03>

Galvez del Cid DI. Efectos del secado en la fermentación y características del cacao (*Theobroma cacao* L) de almendra blanca var. Carmelo. 2019;23. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6519/1/AGI-2019-T024.pdf>

Gaspar, D. P., Chagas, G. C. A., Junior, De Aguiar Andrade, E. H., Nascimento, L. D. D., Chisté, R. C., Ferreira, N. R., Da Silva Martins, L. H., & Lopes, A. S. (2021). How Climatic Seasons of the Amazon Biome Affect the Aromatic and Bioactive Profiles of Fermented and Dried Cocoa Beans? *Molecules*, 26(13), 3759. <https://doi.org/10.3390/molecules26133759>

Gómez-García, R., & Vignati, F. (2019, 12 julio). *Iniciativa Latinoamericana del Cacao: Boletín No. 6*. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1452>

Guerra, G. V. K. (2019). *Evaluación de levaduras a partir de dos variedades de mucilago de cacao (Theobroma cacao) para su uso en procesos fermentativos*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/fca06f32-5aac-45fd-82fd-21ae11dfecbf>

Lester, M. C., I. (2020). *Fermentación asistida de cacao (Theobroma cacao) y participación de Zamorano en la investigación e innovación de derivados de este cultivo: Revisión literaria*. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6909>

Luna Calderón, T. A. (2018). *Producción de etanol a partir del mucilago de cacao (theobroma cacao) mediante fermentación alcohólica* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala). [https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13283/1/T2739\\_LUNA%20CALDER%c3%93N%20TANIA%20ANNABEL.pdf](https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13283/1/T2739_LUNA%20CALDER%c3%93N%20TANIA%20ANNABEL.pdf)

Mahazar, N., Zakuan, Z., Norhayati, H., MeorHussin, A., & Rukayadi, Y. (2017). Optimization of Culture Medium for the Growth of *Candida* sp. and *Blastobotrys* sp. as Starter Culture in Fermentation of Cocoa Beans (*Theobroma cacao*) Using Response Surface Methodology (RSM). *Pakistan Journal Of Biological Sciences*, 20(3), 154-159. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2017.154.159>

Mantilla, J., Samaniego, D., Hernández, L., & Saavedra, T. (2021). La transformación de la hacienda Cacaotera de Ecuador en la década de 1870: El caso de juicio entre Camilo Landín y Baltazara Calderón de Rocafuerte. *Cuadernos de Historia (Santiago)*, 54, 305-325. <https://doi.org/10.4067/s0719-12432021000100305>

Medina, M. V. D. (2020). *Modificación bioquímica del cotiledón de cacao (theobroma cacao l) en la etapa de postcosecha con la adición de levadura (Saccharomyces cerevisiae) y enzima (polifenol oxidasa) para mejorar su calidad*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/b79708eb-f96a-4da4-b904-cf788d8c0659>

Moreira, T. (2019). Caracterización del mucilago de cacao. (*Theobromacacao L.*) Nacional y trinitario en el cantón quevedo.

Nicasio, Q. G. J., Maribel, R. V., Elvis, A. P., Miguel, G. B. R., Gabriela, T. G. I., Nicasio, Q. G. J., Maribel, R. V., Elvis, A. P., Miguel, G. B. R., & Gabriela, T. G. I. (2022).

*Diversidad fisicoquímica y sensorial de 60 árboles elite de Theobroma cacao l., del sur del Ecuador.* [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202022000100543&lang=pt#B2](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000100543&lang=pt#B2)

Penella, S. G., Boulanger, R., Maraval, I., Kopp, G., Corno, M., Fontez, B., & Fontana, A. (2023). Link between Flavor Perception and Volatile Compound Composition of Dark Chocolates Derived from Trinitario Cocoa Beans from Dominican Republic. *Molecules*, 28(9), 3805. <https://doi.org/10.3390/molecules28093805>

Perez, C., Vera, J., & Vintimilla, K. (2020). Modelo Multicriterio para la Selección y Diseño de un Sistema de Secado de Cacao en Grano. *Proceedings Of The 18th LACCEI International Multi-Conference For Engineering, Education, And Technology: Engineering, Integration, And Alliances For A Sustainable Development* "Hemispheric Cooperation For Competitiveness And Prosperity On A Knowledge-Based Economy". <https://doi.org/10.18687/laccei2020.1.1.403>

Rodríguez, W. J. M., Martínez, J. M. C., Rivas, C. A. S., Rendón, A. J. A., Torres, C. A. V., & Cedeño, W. J. M. (2024). Calidad química del cacao (*Theobroma Cacao L.*) tipo nacional de la parroquia Valle Hermoso – Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 17(1), 38-49. <https://doi.org/10.18779/cyt.v17i1.692>

Romero, C. A., & Urrego, V. E. (2016). Estudio del Cacao en el Perú y el Mundo. Un Análisis de la producción y el comercio (pp. 1-90). Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.

Samaniego, I., Espín, S., Quiroz, J., Rosales, C., Carrillo, W., Mena, P., & García-Viguera, C. (2021). Effect of the growing area on the fat content and the fatty acid composition of Ecuadorian cocoa beans. *International Journal Of Food Sciences And Nutrition*, 72(7), 901-911. <https://doi.org/10.1080/09637486.2021.1884204>

Steinau-Dueñas, I. A., González-Rosales, S. O., & Castañeda-De-Abrego, V. (2017, 23 agosto). *Evaluación de la incidencia de la fermentación en la calidad del grano de cacao trinitario en Caluco, Sonsonate, El Salvador.* <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/agrociencia/article/view/716>

Taboada, M. T. O., & Vilchez, O. (2016). *Efecto del material del fermentador, en el grado de fermentación de granos de cacao (Theobroma cacao l, clon: CCN - 51).* Repositorio Institucional de la Universidad. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2550>

Talbot, G. (2009). Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products. En *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/book/9781845693909/science-and-technology-of-enrobed-and-filled-chocolate-confectionery-and-bakery-products>

Torres-Moreno, M., Tarrega, A., & Blanch, C. (2021). Effect of cocoa roasting time on volatile composition of dark chocolates from different origins determined by HS-SPME/GC-MS. *CyTA - Journal Of Food*, 19(1), 81-95. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1860137>

Torres-Velázquez, D. S., Rojas-Contreras, J. A., Soto-Cruz, N. Ó., Estrada, N. U., Miranda, J. L., Kirchmayr, M., & Páez-Lerma, J. B. (2022). Bacterial population monitoring during alcoholic fermentation of mezcal in Durango by DGGE. *International*

*Journal Of Agriculture And Natural Resources*, 49(2).  
<https://doi.org/10.7764/ijanr.v49i2.2367>

Vargas Pérez, Ornella Astrid, Vite Cevallos, Harry Alexander, Quezada Campoverde, & Jessica Maribel. (2021). Análisis comparativo del impacto económico del cultivo del cacao en Ecuador del primer semestre 2019 versus el primer semestre 2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(2), 169-179.  
<https://www.redalyc.org/pdf/7217/721778109021.pdf>

Villarroel-Bastidas, J. V., Del Carmen Angulo-Ortega, G., & Briones-Bitar, J. (2022). Degradación de azúcares reductores del mucílago de cacao para la producción de bioetanol. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*.  
<https://doi.org/10.17533/udea.redin.20220992>

Vera-Loor, J. E., Cedeño-Palacios, N. B., & Mera-Vélez, S. A. (2020). Elaboración de vinagre de vino a partir del mucílago y exudado de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.): Artículo de revisión bibliográfica. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 3(6), 2-13. <https://doi.org/10.46296/ig.v3i6.0014>

Yepez, Y. 1995. Selección de una cepa de *Saccharomyces cerevisiae* con alta productividad de etanol y que tolere mayores niveles de azúcar que los usados en la Planta Alcoquímica Sucromiles S.A. 109 Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia. 34-48p. Zech, M. y Görisch, H. 1995

Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, I. L. K., Fouet, O., Argout, X., Guichoux, E., Salin, F., Solorzano, R. L., Bouchez, O., Vignes, H., Severt, P., Hurtado, J., Yepez, A., Grivetti, L., Blake, M., & Valdez, F. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology & Evolution*, 2(12), 1879-1888.

## ANEXOS

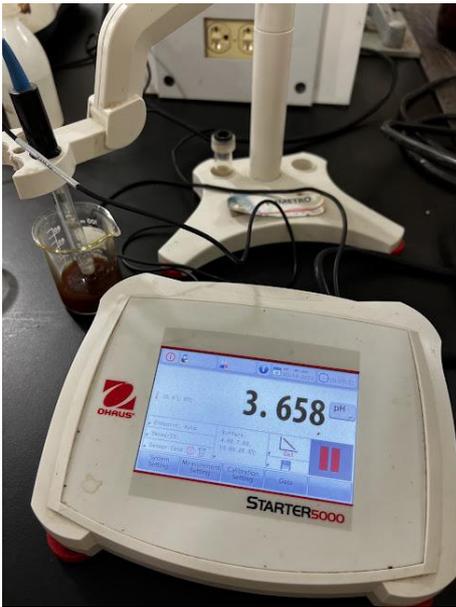
### 1. Mezcla de la almendra de cacao



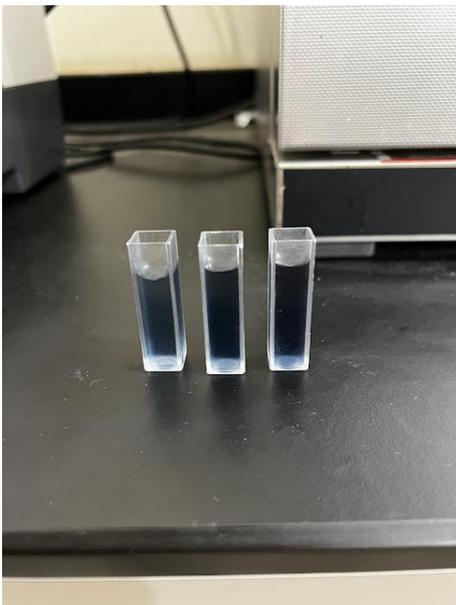
### 2. Fermentadores



### 3. pH



### 4. Fenoles Totales



### 5. Secado al sol



## 6. Tostado



## 7. Descascarillado



## 8. Extracción de la manteca de cacao



## 9. Acidez



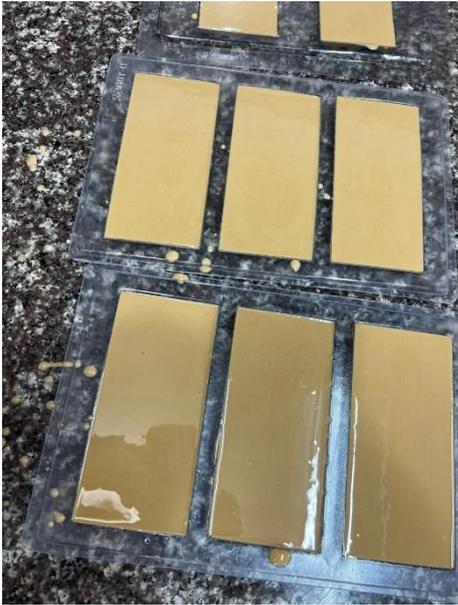
## 10. Derretido mezcla de manteca seleccionada



## 11. Refinado



## 12. Chocolate blanco



## 13. Cata

