



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS



Estudio de la influencia de la molienda (conchado) en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura.

Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Mary Micaela Mera Vargas
Tutora: Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

Ambato – Ecuador

Marzo-2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 13 de febrero del 2023

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

C.I: 0501873954

TUTORA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mary Micaela Mera Vargas, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Mary Micaela Mera Vargas

C.I: 1850017995

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para consistencia firman:

Presidente del Tribunal

Dra. Jacqueline de las Mercedes Ortiz Escobar

C.I: 1802171353

Mg. Daniel Alfonso Cabrera Valle

C.I: 1802561595

Ambato, 02/03/2023

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Mary Micaela Mera Vargas

C.I: 1850017995

AUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Roberto y Maribel que fueron el pilar fundamental para llevar a cabo este proyecto, de igual manera dedico todo mi esfuerzo a mis abuelitos Víctor Mera y Victoria Valencia que siempre han sido mi apoyo incondicional para alcanzar cada uno de mis sueños y objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Roberto y Maribel, hermanos Danilo y Emilia que sin lugar a duda me han apoyado y guiado sabiamente a lo largo del camino tanto personal, como estudiantil, sin duda me faltarían palabras para expresar mi agradecimiento a mis personas especiales.

Quiero agradecer de manera especial a la Dra. Mayra Paredes por haber confiado en mí y ser mi tutora, guiándome y apoyándome a lo largo de este proyecto.

De igual manera agradecer a mis abuelitos Víctor Mera, Victoria Valencia, Víctor Vargas, Cristina Arcos, a mi tía Rebeca Arcos por haberme apoyado en cada uno de mis sueños poniendo su granito de arena o su voz de aliento cuando sentía que ya no podía más.

Agradezco infinitamente a mis tíos Silvana, Víctor, Andrea y José por siempre estar ahí en los momentos buenos y malos, mostrarme los caminos adecuados para poder formarme como una persona de bien tanto en la parte humana como profesional.

Y como no agradecer a mis amigos Carla, Juan, Toby, David, Geomy, Adry, Malu, Yadi V, Yadi A, Pepe S, Pepe B, Pato, Martha, Maca, Ariel, Mechita, Adela, Liss, Cristian, Melo, Arturo, Erik, Adri, Jessy y Mishu, que fui conociendo a lo largo de este camino, sin duda me han permitido crecer como persona, les agradezco infinitamente por haberme acompañado en los buenos momentos, así como en los momentos tristes sacándome una sonrisa y dándome palabra de aliento, les quedo eternamente agradecida.

Finalmente agradezco a mis mascotas Poly, Chester, Milo y Salem que me han acompañado en mi vida, siempre sacándome una sonrisa y demostrándome su eterno y desinteresado amor.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CONTENIDOS	1
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. El cacao	2
1.1.2. Taxonomía del cacao.....	2
1.1.3. Cacao variedad CCN51	3
1.1.4. Cacao variedad Nacional.....	4
1.1.5. Propiedades del cacao	4
1.1.6. Lugar de plantación.....	5
1.2. El chocolate	6

1.2.1.	Tipos de Chocolates	7
1.3.	Proceso	8
1.3.1.	Limpieza.....	8
1.3.2.	Tostado.....	8
1.3.3.	Descascarillado	8
1.3.4.	Molienda	8
1.3.5.	Mezcla.....	9
1.3.6.	Refinado	9
1.3.7.	Conchado.....	9
1.3.8.	Tipos de Conchadoras	9
1.3.9.	Templado.....	10
1.3.10.	Enfriado.....	10
1.3.11.	Almacenado.....	10
1.4.	Análisis del chocolate.....	10
1.4.1.	pH y Acidez.....	10
1.4.2.	Reología	11
1.4.3.	Índice de Peróxidos	11
1.4.4.	Textura	11
1.4.5.	Normativas	12
1.5.	Objetivos.....	12
1.6.	Hipótesis	13
1.6.1.	Hipótesis nula.....	13
1.6.2.	Hipótesis alternativa.....	13
CAPITULO II.....		14
METODOLOGÍA.....		14
2.1.	Materia prima	14
2.1.2.	Porcentaje de impurezas	14

2.1.3. Determinación de color y aroma.....	14
2.1.4. Porcentaje de humedad	14
2.1.5. Determinación de pH de la materia prima	15
2.1.6. Determinación de la acidez de la materia prima	15
2.1.7. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de chocolate de cobertura	17
2.1.8. Limpieza	18
2.1.9. Tostado.....	18
2.1.10. Descascarillado	19
2.1.11. Molienda o Refinado	19
2.1.12. Mezclado.....	19
2.1.13. Conchado	19
2.1.14. Diseño Experimental AxB	20
2.1.15. Templado	21
2.1.16. Moldeado	21
2.1.17. Enfriado	22
2.1.18. Envasado.....	22
2.1.19. Almacenado	22
2.2. Metodología del análisis	22
CAPITULO III.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
3.1. Caracterización del cacao	25
3.1.2. Color y aroma del cacao	25
3.1.3. Impurezas.....	27
3.1.4. Secado.....	28
3.1.5. Determinación de pH de la materia prima	29
3.1.6. Determinación de la acidez de la materia prima	29

3.1.7. Balance de masa.....	31
3.1.8. Diseño experimental AxB.....	32
3.1.9. Análisis de acidez del chocolate de cobertura	34
3.1.10. Análisis de pH.....	36
3.1.11. Viscosidad.....	37
3.1.12. Textura.....	40
3.1.13. Índice de Peróxidos.....	44
CAPITULO IV.....	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
4.1. Conclusiones.....	45
4.2. Recomendaciones	46
MATERIALES DE REFERENCIAS	47
ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Recopilación taxonómica del cacao.</i>	2
Tabla 2. <i>Macronutrientes del cacao por cada 100g.</i>	4
Tabla 3. <i>Micronutrientes del cacao por cada 100g.</i>	5
Tabla 4. <i>Combinaciones de los tratamientos para el diseño AxB.</i>	20
Tabla 5. <i>Tratamientos para el diseño AxB.</i>	21
Tabla 6. <i>Dimensiones de dos variedades de cacao.</i>	25
Tabla 7. <i>Pigmentación del cacao dependiendo la calidad.</i>	26
Tabla 8. <i>Calidad del cacao en base a su coloración y forma.</i>	27
Tabla 9. <i>Porcentaje de impurezas.</i>	28
Tabla 10. <i>Humedad.</i>	28
Tabla 11. <i>pH.</i>	29
Tabla 12. <i>Acidez.</i>	30
Tabla 13. <i>Cuadro de análisis de la acidez de chocolate de cobertura al 70% y 30%.</i>	33
Tabla 14. <i>Variación de la acidez del chocolate de cobertura al 70% de cacao.</i> ..	34
Tabla 15. <i>Variación de la acidez del chocolate de cobertura al 30% de cacao.</i> ..	35
Tabla 16. <i>Acidez del chocolate de cobertura comercial al 70% y 33%.</i>	35
Tabla 17. <i>Variación del pH del chocolate de cobertura al 70% de cacao.</i>	36
Tabla 18. <i>Variación del pH del chocolate de cobertura al 30% de cacao.</i>	37
Tabla 19. <i>Acidez del chocolate de cobertura comercial al 70% y 33%.</i>	37
Tabla 20. <i>Viscosidad del chocolate al 70% en el día 0 y 3.</i>	38
Tabla 21. <i>Viscosidad del chocolate al 30% en el día 0 y 3.</i>	39
Tabla 22. <i>Dureza del chocolate comercial al 70% y 33%.</i>	39
Tabla 23. <i>Dureza del chocolate al 70% en el día 0 y 3.</i>	40

Tabla 24. <i>Dureza del chocolate al 30% en el día 0 y 3.</i>	42
Tabla 25. <i>Dureza del chocolate comercial al 70% y 33%.</i>	43
Tabla 26. <i>Índice de peróxidos para el chocolate de cobertura al 30% y 70%.</i>	44
Tabla 27. <i>Análisis de varianza para el diseño AxB.</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Semillas de cacao.....	3
Figura 2. Cacao variedad CCN51	3
Figura 3. Cacao variedad Nacional.....	4
Figura 4. Ubicación geográfica de las plantaciones de cacao en mayor me menor proporción.	6
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del chocolate de cobertura.	17
Figura 3. Limpieza del cacao	18
Figura 6. Tostador.....	18
Figura 7. Molino de descascarillado.	19
Figura 8. Conchadora.....	20
Figura 9. Templado del chocolate.....	21
Figura 10. Moldeado y enfriado del chocolate.	21
Figura 11. Viscosímetro Evo Expert.....	23
Figura 12. Texturómetro Stable Micro Systems.	24
Figura 13. Balance de masa del proceso de elaboración del chocolate de cobertura.	31
Figura 14. Variación de la acidez en base al tiempo de conchado y porcentaje de cacao del chocolate.	33
Figura 15. Comparación de viscosidad de las muestras de chocolate de cobertura al 70% 30% experimentales y las muestras al 70% y 33% comerciales.....	39
Figura 18. Dureza del chocolate al 30% día 0 con relación al tiempo.....	42
Figura 19. Dureza del chocolate al 30% día 3 con relación al tiempo.....	43
Tabla 25. Dureza del chocolate comercial al 70% y 33%.....	43
Figura 20. Dureza del chocolate comercial al 70% con relación al tiempo.....	43
Figura 21. Dureza del chocolate comercial al 30% con relación al tiempo.....	44

Figura 20. Trituración del cacao.	53
Figura 21. Muestras del cacao para medición de pH y acidez.	53
Figura 22. Titulación de las muestras de cacao.	54
Figura 23. Chocolate de cobertura en el proceso de conchado.	54
Figura 24. Medición de la viscosidad del chocolate.	55
Figura 25. Análisis de la textura de las tabletas de chocolate.	55
Figura 26. Índice de peróxidos antes y después de la titulación.	55

RESUMEN

Ecuador es uno de los mayores productores de cacao a nivel mundial, posicionado como uno de los mayores exportadores (Acuña, 2020). Ambato es la ciudad en la que se produce la mayor cantidad de chocolate tradicional desde hace ya 100 años, sin embargo, la tecnología utilizada es bastante artesanal haciendo que no haya variación o mejoramiento de los productos o procesos ofertados.

Uno de los nuevos productos es el chocolate de cobertura, debido a su gran uso en el área repostería y gastronómica. Actualmente, el chocolate de cobertura, se lo encuentra como sucedáneos que poseen una baja cantidad de cacao o sabor artificial. Para producir un chocolate con alta concentración de cacao se requiere el conchado, proceso que se encarga de volatizar los ácidos presentes en el cacao, causantes de la alta acidez del chocolate. Este hecho motivó al estudio de la influencia del conchado sobre la calidad del producto, permitiendo mejorar el proceso y dando un valor agregado, obteniendo un chocolate capaz de ser consumido directamente por la reducción del amargor.

Se trabajó el chocolate al 30 y 70 por ciento de cacao, en los cuales se logró una reducción significativa de la acidez y el aumento del pH llegando a valores de 5,62 y 5,52 considerados como indicativos de calidad del chocolate. Estos resultados se obtuvieron con los nuevos parámetros de conchado y formulación. Además, la viscosidad determinada, factor sustancial para el diseño, permitió establecer el tipo de fluido como pseudoplástico, información valiosa para estandarizar el producto obtenido.

Palabras clave:

Acidez, pH, Conchado, Chocolate de cobertura, pseudoplástico.

ABSTRACT

Ecuador is one of the largest cocoa producers worldwide and is positioned as one of the largest exporters (Acuña, 2020). Ambato is the city where the largest amount of traditional chocolate has been produced for 100 years, however, the technology used is quite artisanal, meaning that there is no variation or improvement in the products or processes offered.

One of the new products is the couverture chocolate, due to its uses in the pastry and gastronomic area. Currently, couverture chocolate is found with substitutes of a low amount of cocoa or in many cases with an artificial flavor, and to produce chocolate with a high concentration of cocoa there is a conch required, which is responsible for volatilizing the high acids present in the chocolate. This fact motivated the study of the influence of conching regarding the decrease in acidity, allowing to improve the process and give extra value to the product, obtaining a chocolate capable of being consumed directly.

It worked with chocolate at 30 and 70 percent of cocoa, where a significant reduction in acidity and an increase in pH, reaching values of 5.62 and 5.52 considered as indicative of chocolate quality. These results were obtained with the new conching and formulation parameters. In addition, the viscosity determined allow to establish the type of fluid as pseudoplastic, very valuable information to standardize the product obtained.

Keywords:

Acidity, pH, Conching, Chocolate coating, pseudoplastic

CONTENIDOS

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

La especie *Theobroma cacao* L. se originó en Centroamérica, sin embargo, no se ha comprobado totalmente que la planta sea nativa de esta región en particular, **Jovellanos (2016)** menciona que la propagación que tuvo esta planta se dió desde el Amazonas, pasando por la Guayana y se extendió hasta el sur de México, donde se introdujo posteriormente a lo que hoy se conoce como Venezuela. Sin embargo, de acuerdo con **Zarrillo et al., (2018)** citado por **Acuña (2020)**, se han dado varios hallazgos donde se ha mencionado que la mayor variedad de cacao se encuentra en el noreste de Sudamérica, ubicándose una parte del origen genético en el norte de la Amazonía Ecuatoriana.

La elaboración del chocolate ha trascendido con el pasar de los años gracias a las investigaciones de las tecnologías y proceso que permiten la elaboración de estos productos, a partir de ello se han creado un sin número de variedades de chocolate, como es el amargo, de cobertura, chocolate blanco, chocolate con leche (**Jácome, 2015**).

Uno de los procesos que posee mucha importancia es el conchado, de acuerdo a varias investigaciones se ha podido comprobar que permite mejorar las características organolépticas del chocolate, la conchadora tiene como finalidad agitar y moler la mezcla de chocolate, provocando de esta manera que se volatilicen los compuestos indeseados como es el ácido acético, además de eliminar la humedad presente en el producto, cabe mencionar que existen varios métodos en cuanto a tiempos y temperaturas empleadas en el conchado, estos parámetros dependerán del tipo de chocolate que se quiera obtener (**Acevedo et al., 2017**).

1.1.1. El cacao

Son semillas que poseen o no un proceso de fermentación, estas semillas por lo general se encuentran cubiertas por un mucilago que contiene un promedio de 10 a 15 % de fructosa y glucosa. Cada mazorca de cacao puede contener de 20 a 25 semillas de cacao tomando en cuenta que esto también dependerá de la variedad de la planta (Jovellanos, 2016).

El cacao es una planta que se da en ambientes cálidos-húmedos, pertenece a la cultura incaica, que ha hecho uso del producto tanto en comercio como para el consumo local, ayudando de manera relevante en la economía del continente americano. Con el pasar del tiempo, se han ido descubriendo algunas variedades del cacao con nombre científico de *Theobroma cacao* L (Andrade et al., 2019).

1.1.2. Taxonomía del cacao

Tabla 1. Recopilación taxonómica del cacao.

Descripción	Denominación
Reino	Plantae
Tipo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>cacao</i> L.

Elaborado por: Mera, M. Adaptado de: (Montes, 2016).



Figura 1. *Semillas de cacao*

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (**Quiroz et al., 2021**).

1.1.3. Cacao variedad CCN51

Esta variedad de cacao se caracteriza por la coloración rojiza que alcanza una vez que el fruto madura como se muestra en la (Figura 2), además de poseer una cantidad considerable de manteca; su producción presenta una alta resistencia a plagas y enfermedades, por lo que este cultivo es mayor en comparación a otras variedades, esta variedad es muy utilizada en la elaboración chocolate de confitería (**Anecacao, 2015**).



Figura 2. *Cacao variedad CCN51*

Fuente: (**La Hora, 2022**).

1.1.4. Cacao variedad Nacional

El cacao Nacional es la variedad que más destaca en el Ecuador debido a su fino aroma y a su característico sabor, este cacao se lo exporta en una gran cantidad y su producción se destaca en el chocolate fino que es destinado para mercados internacionales, la mazorca de esta variedad se caracteriza por su coloración verde inicial y amarilla cuando alcanza la madurez necesaria como se muestra en la figura 3 (Anecacao, 2015).



Figura 3. Cacao variedad Nacional.

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Quiroz *et al.*, 2021).

1.1.5. Propiedades del cacao

Tabla 2. Macronutrientes del cacao por cada 100g.

Compuestos	Cantidad (g)
Calorías	456
Agua	3,6 ml
Proteína	12
Grasa	46,3
Carbohidratos totales	34,7
Fibra	8,6
Glucosa	8-13

Autor: (Kalvathev, *at el* 1998) citado por (Salazar, 2016).

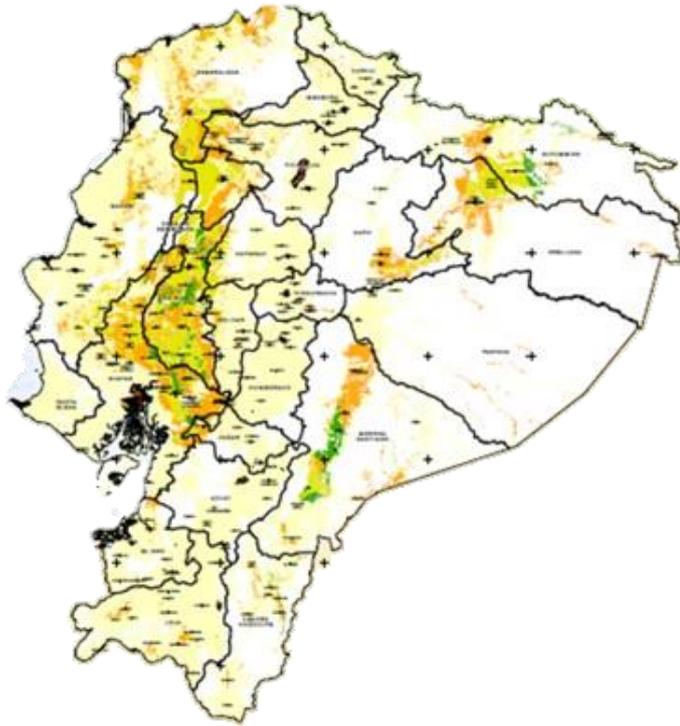
Tabla 3. *Micronutrientes del cacao por cada 100g.*

Compuestos	Cantidad (mg)
Calcio	106
Fósforo	357
Hierro	3,6
Tiamina	0,17-0,24
Ácido ascórbico	3
Piridoxina	0,9
Prolina	0,72-1,97
Glicina	0,09-0,35
Alanina	1,04-3,61

Autor: (Kalvatchev, *at el* 1998) citado por (Salazar, 2016).

1.1.6. Lugar de plantación

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería **MAG (2014)**, el Ecuador posee alto potencial para el cultivo del cacao, gracias a su clima, siendo las principales provincias de producción: Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas en la región Costa, mientras que en la región amazónica están: Morona Santiago, Sucumbíos y Orellana. Como se puede observar en la (Figura 1), la productividad alta, media, baja y nula se muestran con color verde, amarillo, naranja y blanco respectivamente. Las provincias antes mencionadas cuentan con suelos y condiciones climáticas favorables para la producción de las plantaciones de cacao.



Autor: (MAG, 2014).

Figura 4. *Ubicación geográfica de las plantaciones de cacao en mayor me menor proporción.*

1.2. El chocolate

La elaboración de chocolate es un proceso que lleva una serie de pasos y se caracteriza por la adición de varios componentes como el azúcar, manteca de cacao, leche en polvo, frutos secos y el licor de cacao, tomando en cuenta que de igual forma existe una gran variedad de chocolates, que varía dependiendo de su porcentaje de cacao (**De la Cruz et al., 2018**).

1.2.1. Tipos de Chocolates

1.2.1.1. Chocolate negro

Este tipo de chocolate contiene un alto porcentaje de cacao en su formulación tomando en cuenta que el porcentaje mínimo de materia seca de cacao es del 35%, un 14 % de nibs de cacao y manteca de cacao en un 18% por lo que la adición de manteca de cacao y azúcar puede ser opcional (**Jácome, 2015**).

1.2.1.2. Chocolate con leche

El chocolate con leche se caracteriza por el alto contenido de azúcar y grasa debido a la adición de leche en polvo o de manera opcional manteca de cacao, por lo general este tipo de chocolate se lo puede encontrar hasta con un 45 % de cacao (**Jácome, 2015**).

1.2.1.3. Chocolate blanco

De acuerdo con **Jácome (2015)**, este producto se lo suele elaborar a partir de la manteca de cacao con la incorporación de azúcar y leche en polvo, que es lo que le da el sabor característico en este chocolate, a pesar de que este producto no se deriva del grano de cacao como tal sino de la fase grasa, en el Ecuador si se lo considera como chocolate.

1.2.1.4. Chocolate de cobertura

El porcentaje mínimo de grasa en el chocolate de cobertura es del 31%, sin embargo, en los mercados se lo encuentra con un porcentaje de cacao hasta del 70%, la mezcla es muy similar a la de los demás chocolates ya que de igual manera se añade azúcar y de ser necesario manteca de cacao (**Jácome, 2015**).

1.3.Proceso

1.3.1. Limpieza

Una vez que el cacao llega a la planta se procede a extraer todo material extraño no perteneciente a los granos como puede ser piedras, ramas, hojas, entre otros, este proceso es de suma importancia, pues impide posteriores problemas durante la elaboración del chocolate (**Martín, 2016**).

1.3.2. Tostado

En este proceso los granos de cacao son sometidos a una temperatura de 120-150°C por un tiempo aproximado de 5-120min en un bombo rotatorio. La finalidad es desarrollar en el grano ciertas características organolépticas beneficiosas como color, aroma, textura y sabor específico a chocolate. Además, la elevada temperatura a la que es sometido el cacao permite la degradación de polifenoles hasta en un 20%, así como, la reducción de flavonoles monoméricos de un 0 a 95% (**Di Mattia et al., 2017**).

1.3.3. Descascarillado

El cacao tostado pasa a ser descascarillado, este paso consta de la separación de la cáscara del grano por medio de un molino triturador con un sistema de aireación, para así obtener los nibs de cacao limpios, que serán utilizados para la obtención del licor de cacao (**Condoy & Espín, 2021**).

1.3.4. Molienda

Los nibs de cacao son pasados por un molino de piedras que se encarga de triturarlo hasta obtener el licor de cacao. Dependiendo de la variedad de cacao este licor será más o menos fluido debido a la cantidad de grasa presente en los nibs (**Palacio-Vásquez et al., 2017**).

1.3.5. Mezcla

Existe una gran variedad de chocolates por lo que la mezcla e incorporación de ingredientes va a depender del tipo de chocolate que se quiera obtener, en muchos casos se suele añadir leche en polvo, azúcar, frutos secos, entre otros para que de esta manera se dé el sabor deseado al chocolate (**Palacio-Vásquez et al., 2017**).

1.3.6. Refinado

Esta etapa se la realiza con la finalidad de obtener un tamaño de partícula pequeño, buscando que sea menor a 20 micras, de esta manera se mejora la textura del producto (**Palacio-Vásquez et al., 2017**).

1.3.7. Conchado

De acuerdo con **Toker et al., (2019)**, el conchado tiene algunas fases donde se busca reducir la humedad del producto que se encuentra a 1,5% y bajar de 0,6 a 0,8% por medio de la agitación, manteniendo una temperatura de 50 a 60°C. Además, este proceso también se encarga de seguir triturando la mezcla permitiendo que se eliminen los ácidos volátiles como es el ácido acético que contiene el chocolate, disminuyendo la acidez del producto. Así mismo, el conchado un producto fluido y homogéneo obteniendo así una viscosidad óptima.

1.3.8. Tipos de Conchadoras

1.3.8.1. Conchadora continua

De acuerdo con **Talbot (2009)**, citado por **Jácome (2015)**, menciona que este tipo de conchadoras se caracteriza por poseer ciclos de vertido de un tanque a otro en condiciones específicas. En dichos contenedores se somete al producto a altas fuerzas de cizallamiento generando de esta forma que el proceso se dé con mayor rapidez y eficiencia, cabe mencionar que este equipo permite que el producto suba por unas columnas con la finalidad de eliminar la acidez y humedad por medio de circulación de aire forzado.

1.3.8.2. Conchadora rotatoria

Minifie (1989) citado por **Jácome (2015)**, alude que este equipo posee grandes patelas con eje vertical que permiten agitar el producto, además de proporcionar el cizallamiento y mezclado necesario para que se dé la eliminación tanto de la humedad presente en el chocolate, así como las sustancias volátiles. Esta máquina posee un control de temperatura y un alto proceso de cizallamiento lo que permite reducir el tiempo de conchado.

1.3.9. Templado

El templado se lo realiza de forma manual con la finalidad de dar estabilidad a la grasa del chocolate, aumentar el brillo y dar una mejor textura. Este proceso se lo lleva a cabo con el aumento y reducción rápida de la temperatura, en muchos casos se recomienda tener el producto a una temperatura de 50°C, bajar hasta 29°C y subir nuevamente a 32°C (**López & Oña, 2021**).

1.3.10. Enfriado

Una vez enmoldado el chocolate se lo deja enfriar a temperatura ambiente de 20°C para que el chocolate cristalice y sea fácil desmoldar (**Palacio-Vásquez et al., 2017**).

1.3.11. Almacenado

El almacenamiento del producto se lo realiza ya sea en fundas de celofán o aluminizadas para que mantenga la calidad del chocolate (**Palacio-Vásquez et al., 2017**).

1.4. Análisis del chocolate

1.4.1. pH y Acidez

Se menciona que el pH del chocolate puede ser de aproximadamente 6, este valor dependerá mucho de la variedad y región donde se ha cultivado el cacao; en caso

de que el cacao se haya alcalinizado el pH incrementará viéndose afectadas las cualidades organolépticas del producto **(Rodríguez, 2021)**. Cabe mencionar que el incremento o disminución de la acidez está relacionado con la variación en el pH.

1.4.2. Reología

Durante el proceso de elaboración del chocolate se van dando las propiedades reológicas características del producto que va desde la molienda del cacao, donde se va reduciendo el tamaño de partícula, un proceso fundamental para este fin es el conchado, cabe mencionar que existen algunos parámetros que afecta en la fluidez del chocolate, estos son la cantidad de grasa presente, a temperatura, la humedad e incluso el uso de aditivos como la lecitina **(Tuero, 2021)**.

Esta ciencia se encarga del estudio de los fluidos bajo fuerzas mecánicas, el chocolate es un fluido con comportamiento no newtoniano, además de pseudoplástico; es decir que a mayor fuerza de deformación la viscosidad del producto será menor por las características antes mencionadas el modelo adecuado por el flujo del chocolate es de Casson o la Ley de la potencia **(Palomo, 2015)**.

1.4.3. Índice de Peróxidos

La estabilidad oxidativa del chocolate se determina por medio del índice de peróxidos, este análisis consiste en la medición de oxidación que puede existir en la etapa inicial del proceso de oxidación de la fase grasa del chocolate, se encuentra directamente relacionado con el enranciamiento del producto debido a varios factores como es la presencia de oxígeno o luz, cabe mencionar que esta alteración se produce con el tiempo provocando variaciones en la parte sensorial del alimento **(Ramírez, 2018)**.

1.4.4. Textura

Este parámetro de calidad permite evaluar al chocolate por medio de la dureza, suavidad y fusión, la dureza en el chocolate es la firmeza con la que se trozará la

tableta; la suavidad está relacionada con el tamaño de partícula del producto y finalmente la fusión está directamente relacionada con el material graso del chocolate ya que permite la transformación del producto cristalizado a líquido (**Durán, 2022**).

1.4.5. Normativas

Existen varias normas que permiten conocer los parámetros adecuados en los que se deben manejar ciertos alimentos y como llevar a cabo las metodologías para evaluar la calidad de los productos. En este caso para la elaboración de chocolate se hace uso de las normas **NTE INEN 621 (2010)**, que permite caracterizar las variedades del chocolate, y para los análisis fisicoquímicos se toma la norma **AOAC (1980)**, donde se describe la metodología adecuada que se debe llevar a cabo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Estudiar la influencia del tiempo de molienda (conchado) en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la materia prima mediante análisis físicos: tamaño, color y aroma.
- Establecer los parámetros de control del proceso de molienda: tiempo de conchado y porcentaje de cacao para alcanzar una acidez adecuada.
- Determinar la viscosidad del producto.

1.6.Hipótesis

1.6.1. Hipótesis nula

H₀: El tiempo de conchado no influye en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura al 30% y 70% de cacao.

1.6.2. Hipótesis alternativa

H₁: El tiempo de conchado influye en la reducción de la acidez del chocolate de cobertura al 30% y 70% de cacao.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materia prima

La materia prima, cacao variedades CCN51 y cacao Nacional fueron adquiridas en Montalvo provincia de Los Ríos. Estas variedades son las más comunes en el Ecuador.

2.1.2. Porcentaje de impurezas

Se siguió la metodología establecida por Aguilar (2016), para lo cual se tomó una muestra de 300g de cacao y se tamizó en un tamiz de 18mm para separar las partículas que no pertenecían al cacao, seguidamente se retiró de forma manual las impurezas que quedaron. Luego las impurezas fueron pesadas y se calculó el porcentaje de impurezas utilizando la siguiente fórmula:

$$\%Impurezas = \frac{P_{me}}{P_m} * 100$$

Donde:

P_m: Peso de la muestra total

P_{me}: Peso de las impurezas

2.1.3. Determinación de color y aroma

La determinación del color y aroma del cacao se realizó mediante una escala establecida en el Manual de calidad de cacao de acuerdo a **Aguilar (2016)**, este permitió establecer estos parámetros de calidad de la materia prima.

2.1.4. Porcentaje de humedad

En base a la norma **NTE INEN-ISO 2291 (2013)**, se determinó el porcentaje de humedad por el método gravimétrico, para lo cual se tomó 5 gramos de muestra en un crisol previamente pesado, posteriormente se insertó en la estufa a una temperatura de 103°C por 5 horas y luego se colocó la muestra en el desecador por 30 minutos y finalmente se pesó el crisol y la muestra ya seca.

$$\%Humedad = \frac{M1 - M2}{M1 - M0} * 100$$

Donde:

M0: Peso de la cápsula vacía con la tapa en g.

M1: Peso de la cápsula con la muestra húmeda y la tapa en g.

M2: Peso de la cápsula con la muestra seca y la tapa en g.

2.1.5. Determinación de pH de la materia prima

De acuerdo con la norma **AOAC (2005) 970.21** citado por **Egas, (2015)**. El grano de cacao fermentado crudo fue molido para que de esta forma se pueda medir el pH con el pH-metro, donde se procedió a tomar 10g muestra en 90 ml agua hirviendo, se agitó 10 minutos y se filtró la muestra, para luego introducir el electrodo del pH-metro hasta que marque un valor.

2.1.6. Determinación de la acidez de la materia prima.

La acidez titulable se determinó de acuerdo con la normativa **AOAC (2005) 942.15**, citado por **Egas, (2015)**, para lo cual se tomó 5 g de la muestra con 10 ml de etanol y 90 ml de agua hervida, luego se agitó por 10 minutos, se agregó de 2 a 3 gotas de fenolftaleína como indicador, se tituló con NaOH a 0,1 N hasta que se presentó un cambio de coloración. Este proceso se repitió para el cacao tostado y para el cacao refinado.

Fórmula para calcular la acidez:

$$A = \frac{N * V * P_{mq}}{g_{muestra}} * 100$$

Donde:

A: acidez de la muestra(% p/p).

V: volumen de la solución utilizada para la titulación.

N: normalidad de la solución.

P_{mq} =Peso molecular del ácido en mayor proporción expresados en miliequivalente.

$g_{muestra}$ = Gramos de la muestra utilizados.

2.1.7. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de chocolate de cobertura

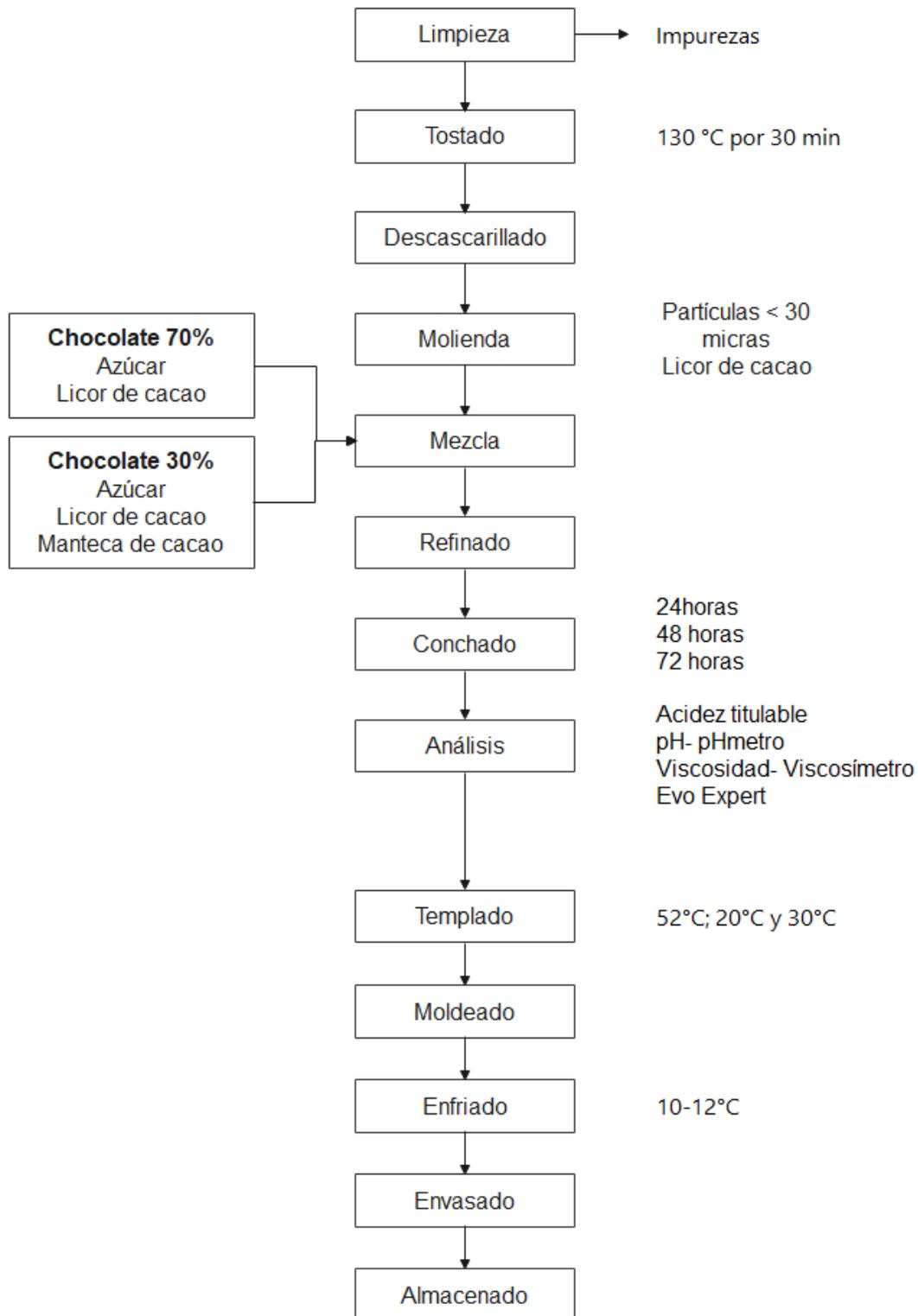


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del chocolate de cobertura.

Autor: Modificado por Mera, M; (De la Cruz *et al.*, 2018).

2.1.8. Limpieza

Durante la limpieza se eliminó las partículas contaminantes que llegan en los sacos junto a los granos de cacao, el proceso se realizó con un tamizador de 18mm que permitió separar piedras, ramas, hojas secas, en caso de que hayan quedado algunos materiales contaminantes se procedió a retirarlos de forma manual (NTE INEN 176, 2018).



Figura 3. Limpieza del cacao.

2.1.9. Tostado

Este proceso se lo realizó en un cilindro (bombo) rotatorio que se calentó a una temperatura de 130°C, por una hora y media, la humedad máxima que se debió obtener posterior al tostado fue del 2%, la humedad inicial máxima es del 7%. Esta etapa se realizó con la finalidad de que el cotiledón se desprenda del grano, además mediante la reacción de Maillard desaparecen tanto los azúcares reductores naturales, como los aminoácidos libres, los ácidos volátiles y parcialmente el sabor amargo que se forma durante el proceso de fermentación del grano (Torres, 2020).



Figura 6. Tostador.

2.1.10. Descascarillado

Este proceso se llevó a cabo en un molino de rodillos de tritura parcial al grano para obtener los nibs de cacao y las cáscaras, las mismas que fueron eliminadas con ayuda de un ventilador y manualmente (Torres, 2020).



Figura 7. *Molino de descascarillado.*

2.1.11. Molienda o Refinado

Por medio de molinos de piedra se trituró los nibs de cacao, el criterio de ajuste fue el tamaño de partícula al que debía llegar el licor de cacao, de 18 a 20 micras aproximadamente (Torres, 2020).

2.1.12. Mezclado

Una vez obtenido el licor de cacao se procedió a añadir los demás componentes como es el azúcar y la manteca de cacao; esta cantidad varió en base al porcentaje de cacao establecido en el diseño de la investigación, en este caso se trabajó con el 30% y 70% de cacao (De la Cruz *et al.*, 2018).

2.1.13. Conchado

En este proceso se permitió que el producto genere sus características tanto reológicas como organolépticas debido a la reacción de Maillard, en el conchado se dió una serie de transformaciones como fue la pérdida de compuestos volátiles no beneficiosos, así como la acidez. El conchado consistió en una constante agitación de 30 a 40 rpm y molienda del chocolate a una temperatura controlada

de 52°C, por periodos de 24, 48 y 72 horas, y un descanso aproximado de una hora para la toma de muestra en cada uno de los intervalos de tiempo (Acevedo *et al.*, 2017).



Figura 8. Conchadora

2.1.14. Diseño Experimental AxB

Tabla 4. Combinaciones de los tratamientos para el diseño AxB.

			% de Cacao	
			a_0	a_1
			70%	30%
Tiempo de conchado (días)	b_0	0	a_0b_0	a_1b_0
	b_1	1	a_0b_1	a_1b_1
	b_2	2	a_0b_2	a_1b_2
	b_3	3	a_0b_3	a_1b_3

Tabla 5. *Tratamientos para el diseño AxB.*

Simbología	Tratamientos
a_0b_0	0 día de conchado y 70% de cacao
a_0b_1	1 día de conchado y 70% de cacao
a_0b_2	2 día de conchado y 70% de cacao
a_1b_3	3 día de conchado y 70% de cacao
a_1b_0	0 día de conchado y 30% de cacao.
a_1b_1	1 día de conchado y 30% de cacao.
a_1b_2	2 día de conchado y 30% de cacao.
a_1b_3	3 día de conchado y 30% de cacao.

2.1.15. Templado

Después del conchado se realizó un enfriamiento y calentamiento controlado con el siguiente perfil: 52°C, 20°C y 30°C en una plancha de cuarzo y con ayuda de una espátula, permitiendo que la manteca de cacao se estabilice y genere de brillo característico del chocolate.



Figura 9. *Templado del chocolate.*

2.1.16. Moldeado

El chocolate se colocó en moldes de policarbonato y silicón, batiendo ligeramente para que no queden espacios huecos en los moldes.



Figura 10. *Moldeado y enfriado del chocolate.*

2.1.17. Enfriado

Una vez que el chocolate fue enmoldado adecuadamente se procedió a enfriarlo a temperatura ambiente.

2.1.18. Envasado

Una vez que el chocolate estuvo completamente frío, se desmoldó y se procedió a empacar en fundas aluminizadas.

2.1.19. Almacenado

Los empaques de chocolate se almacenaron en cartones en un ambiente seco y frío para evitar daño en el producto.

2.2. Metodología del análisis

2.2.1. Análisis de acidez del chocolate de cobertura

La acidez titulable se determinó de acuerdo con la normativa **AOAC (2005) 942.15**, citado por **Egas, (2015)**, para lo cual se tomó 5 g de la muestra con 10 ml de etanol y 90 ml de agua hervida, luego se agitó por 10 minutos, se agregó de 2 a 3 gotas de fenolftaleína como indicador, se tituló con NaOH a 0,1 N hasta que se presentó un cambio de coloración. Este proceso se repitió para el cacao tostado y para el cacao refinado.

Fórmula para calcular la acidez:

$$A = \frac{N * V * P_{mq}}{g_{muestra}} * 100$$

Donde:

A: acidez de la muestra(%p/p).

V: volumen de la solución utilizada para la titulación.

N: normalidad de la solución.

P_{mq} =Peso molecular del ácido en mayor proporción expresados en miliequivalente.

$g_{muestra}$ = Gramos de la muestra utilizados.

2.2.2. Análisis de pH

De acuerdo con la norma **AOAC (2005) 970.21** citado por **Egas, (2015)**. El grano de cacao fermentado crudo fue molido para que de esta forma se pueda medir el pH con el pH-metro, donde se procedió a tomar 10g muestra en 90 ml agua hirviendo, se agitó 10 minutos y se filtró la muestra, para luego introducir el electrodo del pH-metro hasta que marque un valor.

2.2.3. Viscosidad

La viscosidad del chocolate se midió en el Viscosímetro Evo Expert, las muestras se calentaron a 40°C en un baño maría, posteriormente se colocaron en el viscosímetro manteniendo la temperatura de 40°C. Para el análisis de chocolate a 70% se utilizó un rotor TR10 y para chocolate a 30% un rotor TR11, las revoluciones fueron de 20 RPM (**Tuero, 2021**).



Figura 11. *Viscosímetro Evo Expert.*

2.2.4. Textura

Se tomó una muestra de la tableta de chocolate, se colocó en el texturómetro de marca Stable Micro Systems, con una sonda HDP/WBR, a una velocidad de 0,5 mm/s de compresión (**Tsamajain Lirio, 2022**).



Figura 12. *Texturómetro Stable Micro Systems.*

2.2.5. Índice de Peróxidos

De acuerdo con la norma **AOAC (2010) 965.33** citado por **Lucero (2019)**, el ensayo se realizó con 5g de grasa previamente extraída, se colocó en un matraz Erlenmeyer la grasa con ácido acético, cloroformo y 25 ml de yoduro de potasio saturado para posteriormente colocarlo 5 min en oscuridad, una vez realizado este proceso se añadió 1ml de almidón al 1% como indicador obteniendo una pigmentación amarillenta, finalmente se procedió a titular con tiosulfato de sodio a 0,01N hasta que se obtuvo el cambio de pigmentación.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización del cacao

La caracterización se realizó mediante algunos parámetros. El primero fue la medida de los granos de cacao, se obtuvieron para el cacao nacional valores de 23,17 mm, 11,33mm y 7,33 mm para el largo, ancho y espesor respectivamente, mientras que para el cacao CCN51 valores de 22,33mm, 12,5mm y 6,33mm (Tabla 6). Estos valores concuerdan con los reportados por **Andrade *et al.*, (2019)** para cacao Nacional con un largo de 21,96mm, ancho 12,32mm y espesor 8,19mm difiriendo poco con relación a las muestras tomadas de las almendras de cacao provenientes de Montalvo, en el caso de CCN51 las medidas fueron de 22,45mm, 12,79 mm y 8,24mm siendo estas dimensiones mucho más parecidas a las que se muestran en la Tabla 6, a excepción del espesor donde si hay una diferencia un poco más visible. La variación de medidas puede deberse a varios factores, como son las condiciones climáticas como la temperatura, el suelo, la región en la que se cultivó y la variedad.

Tabla 6. Dimensiones de las variedades de cacao analizadas

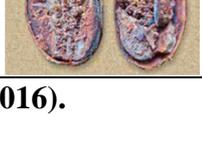
Variedad	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
Cacao Nacional	23,17 ± 0,47 ^a	11,33 ± 0,41 ^b	7,33 ± 0,47 ^a
Cacao CCN51	22,33 ± 0,76 ^b	12,5 ± 0,58 ^a	6,33 ± 0,58 ^b

3.1.2. Color y aroma del cacao

El proceso de fermentación y secado del cacao modifica la pigmentación y aroma de este, haciendo que la materia prima sea diferente y por tanto el producto final no sea el esperado. Existen varias clasificaciones donde se puede determinar qué tan bueno fue el proceso que se le dió a las almendras de cacao. Como se observa en la Tabla 7, el grano bien fermentado presenta una coloración marrón oscura, grietas profundas y cascarilla suelta; la coloración violeta ligera se produce debido a una fermentación

parcial y si la coloración es completamente violeta una mala fermentación, además en este último caso la presencia de aroma es nula (Aguilar, 2016).

Tabla 7. Calidad del cacao según su pigmentación

Coloración del cacao debido a la fermentación	
Características	Imagen
Bien Fermentado	
Ligeramente Violeta	
Violeta	
Sobre fermentado	
Pizarroso	
Mohoso	
Daño por insectos	

Autor: (Aguilar, 2016).

Respecto al aroma, debido a que no se dispone de un equipo que permita una mayor objetividad, se trabajó con dos expertas en el manejo de cacao, cada una con más de 15 años de experiencia en el medio. Los resultados de aroma obtenidos se relacionaron positivamente con aquellos de color, facilitando posibles determinaciones.

Para las variedades cacao Nacional y CCN51 como se visualiza en las imágenes de la Tabla 8, existió presencia de grietas pronunciadas y buen aroma, así como una buena pigmentación indicando que la fermentación fue adecuada. Cabe mencionar que, las características físicas del grano dependen totalmente de la manipulación que se les dé a las semillas, no obstante, los resultados en base a estos parámetros son subjetivos debido a dependen de la experiencia de la persona que realizó los análisis por ello los datos tienden a no ser totalmente exactos.

Tabla 8. *Resultados de la calidad del cacao según su coloración y forma.*

Variedad	Imágenes	
Cacao Nacional		
Cacao CCN51		

3.1.3. Impurezas

Las impurezas o materiales extraños son aquellos compuestos que no forman parte del cacao, sin embargo, se encuentran presentes por varios, estos pueden ser; piedras, ramas y hojas, que deben ser retirados para evitar posterior. En la Tabla 9, se presenta los resultados obtenidos del porcentaje de materia extraña de 2% y 1,31% en el cacao de variedad Nacional y CCN51 respectivamente, estos valores son altos en relación con el porcentaje permitido de acuerdo con la norma **NTE INEN 176, (2018)**, donde el porcentaje de impurezas permitido es de 0% para ambas variedades.

Tabla 9. *Porcentaje de impurezas en las muestras analizadas.*

Variedad de cacao	% Impurezas
Cacao Nacional	$2 \pm 0,2^a$
Cacao CCN 51	$1,31 \pm 0,1^b$

**El análisis se lo realizó por triplicado.*

3.1.4. Secado

El secado es de suma importancia en conjunto con la fermentación debido a que en estos procesos el cacao va tomando el aroma y sabor que lo caracteriza. El secado debe realizarse de manera lenta debido a que de esta manera los granos mantienen las características físicas y sensoriales adecuadas, de ser el caso contrario el cacao se pondría arrugado, aplastado y duro (Avila *et al.*, 2013).

La humedad que se ha obtenido para el cacao Nacional es de 7,36% y 7,18% para el CCN51 como se puede observar en la Tabla 10, sin embargo, de acuerdo a la norma NTE INEN 176, (2018), el porcentaje máximo permitido es del 7% para el caso de ambas variedades de cacao, cabe mencionar que según los resultados de Andrade *et al.*, (2019), obtuvo valores de 6,03% para la variedad Nacional y 6% para CCN51, esta variación de resultados de debe los diferentes métodos de secado que se pudieron haber empleado, así como el tiempo en el que se realizó este proceso.

Tabla 10. *Humedad.*

Variedad de cacao	% Humedad
Cacao Nacional	$7,36 \pm 0,04^a$
Cacao CCN 51	$7,18 \pm 0,15^b$

3.1.5. Determinación de pH de la materia prima

Los valores de pH para el cacao Nacional y CCN51 fueron de 5,65 y 4,99 respectivamente como se estable en la Tabla 11, no obstante, de acuerdo a Sánchez (2007), citado por Erazo (2019), el pH adecuado sería de 5,1 a 5,5. De acuerdo a Aguirre & Román (2016), los resultados que obtuvo fueron 4,51 para el cacao Nacional y 5,42 en el caso de la variedad CCN51, por otra parte Sanchez *et al.*, (2019), mencionó que los datos que obtuvo habrían sido de 6,1 y 6,87 para las mismas variedades estudiadas. Es importante mencionar que las variaciones existentes en cuanto a los resultados dependen principalmente al tipo de suelo y clima en el que se cultiva el cacao.

Tabla 11. *pH*.

Variedad de cacao	pH
Cacao Nacional	5,65 ± 0,03 ^a
Cacao CCN 51	4,99 ± 0,15 ^b

3.1.6. Determinación de la acidez de la materia prima.

La acidez para la variedad Nacional fue de 0,25 y 0,63 para el cacao CCN51 respectivamente como se plantea en la Tabla 12. De acuerdo a Andrade *et al.*, (2019), sus resultados fueron de 0,82 para el cacao Nacional y para el cacao CCN51 fue 0,61, mientras que Aguilar (2013) mencionó valores de 0,33 y 0,42 para la variedad Nacional y CCN 51 respectivamente, cabe mencionar que la diferencia de los resultados en especial de Andrade *et al.*, (2019) se debe al sector en el que fue cultivado el cacao, tomando en cuenta que las condiciones climáticas de Calceta son diferentes a las de Montalvo y Santo Domingo de los Tsáchilas, mientras que estas dos últimas ciudades poseen similitudes en cuanto al clima.

Tabla 12. *Acidez.*

Variedad de cacao	Acidez
Cacao Nacional	0,25 ± 0,08 ^b
Cacao CCN 51	0,63 ± 0,16 ^a

3.1.7. Balance de masa

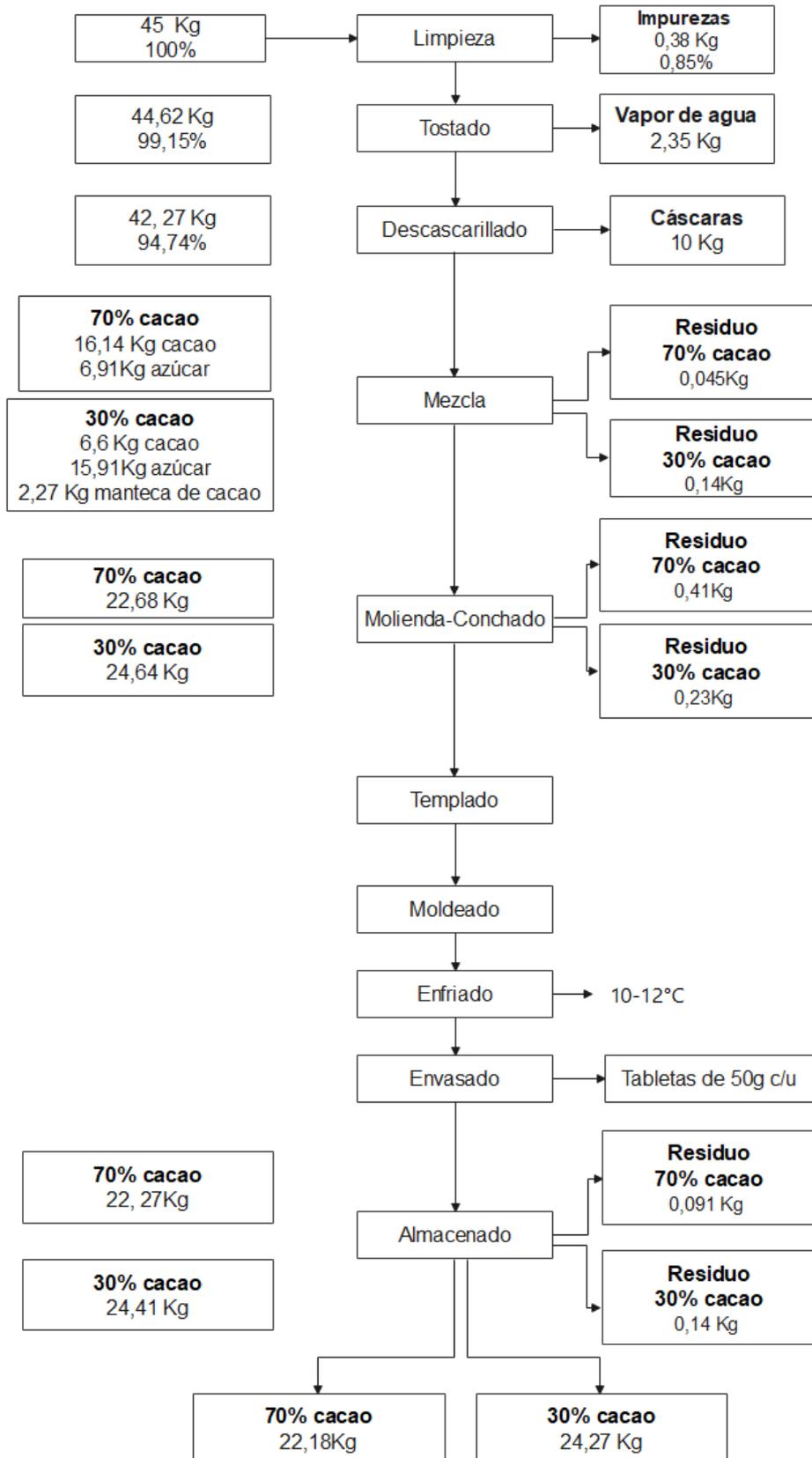


Figura 13. Balance de masa del proceso de elaboración del chocolate de cobertura.

El proceso del chocolate conlleva una serie de pasos que son de suma importancia, el balance de masa en cada uno de los procesos permitió conocer el rendimiento final de la elaboración del chocolate, tomando en cuenta que siempre se van a generar residuos como se muestra en la Figura 13, en el caso del chocolate al 70% se realizó una mezcla de 22,68 kg y finalmente se obtuvo 22,18 kg, mientras que para el chocolate al 30% inicialmente el producto fue de 24,41kg y el total fue de 24,27 kg, demostrando de esta manera que la generación de residuos fue baja.

3.1.8. Diseño experimental AxB

El chocolate de cobertura es un producto muy utilizado en el área de la repostería y por lo general se trabaja con dos porcentajes de cacao, en este caso son: 30% o próximos y 70%. La presente investigación, buscó evaluar la influencia entre el tiempo de conchado en conjunto al porcentaje de cacao y la acidez del producto final, así como determinar si existen variaciones significativas, para ello se realizó un diseño experimental. En la Tabla 13, la acidez para el chocolate al 70% fue de 0,76, 0,49 y 0,35 del día cero al tercer día, estos resultados obtuvieron una diferencia significativa, sin embargo, del segundo al tercer día existió una reducción de 0,35 a 0,28, estableciendo que el tiempo conchado necesario es de dos días para obtener una acidez óptima. Por otra parte, está el chocolate al 30%, donde su acidez fue de 0,27 inicialmente y 0,18 el primer día, viéndose una diferencia notable, no obstante, del primer al tercer día la disminución de acidez fue mínima, por lo que el conchado óptimo para este porcentaje de cacao es de un día.

Tabla 13. Agrupamiento de las muestras de chocolate de cobertura al 70% y 30%, según su diferencia significativa de acidez.

Porcentaje	Días	Medias	n	E. E	
70	0	0,76	3	0,02	A
70	1	0,49	3	0,02	B
70	2	0,35	3	0,02	C
70	3	0,28	3	0,02	C
30	0	0,27	3	0,02	C
30	1	0,18	3	0,02	D
30	2	0,13	3	0,02	D
30	3	0,10	3	0,02	D

Como se muestra en la Figura 14, tanto el porcentaje del cacao, como el tiempo de conchado, son factores que influyen sobre la acidez del producto final, la diferencia en cuanto al porcentaje de cacao se estableció debido a que en el área de la repostería se suele utilizar el chocolate al 70% y 30%, en especial para la elaboración de bombones debido a que permite equilibrar sabores.

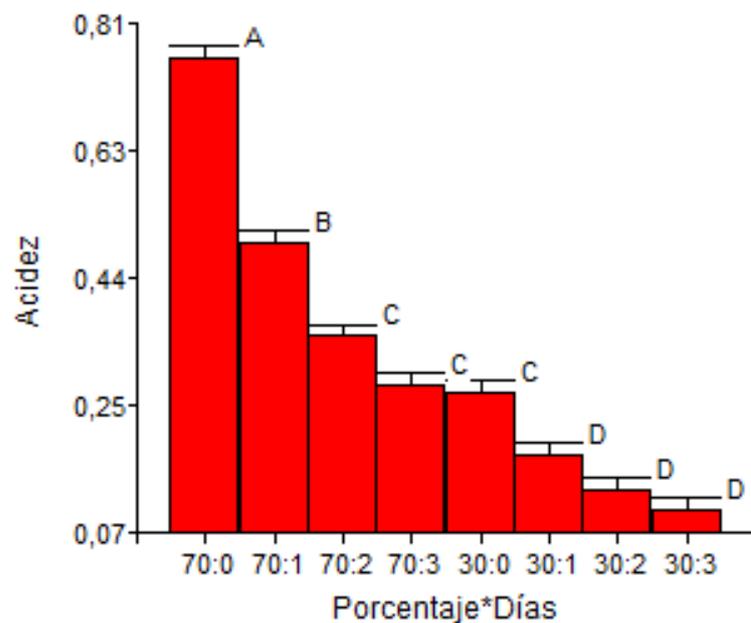


Figura 14. Variación de la acidez en base al tiempo de conchado y porcentaje de cacao del chocolate.

3.1.9. Análisis de acidez del chocolate de cobertura

En la Tabla 14, el chocolate de cobertura al 70% al tener un alto contenido de cacao la acidez inicial fue de 0,76, y al tercer día de conchado fue de 0,28, mientras que **Jácome (2015)**, obtuvo valores de 0,43 al tiempo 0 y 0,35 a las 16 horas de conchado, cabe mencionar, que las rpm con las que se trabajó en cada estudio influyó en la reducción de la acidez. Estos resultados obtenidos demostraron que el tiempo de conchado es un proceso que sí influye en la reducción de acidez del producto, estableciendo que es un factor importante en cuanto a la mejora del aroma y el sabor, debido a que el conchado permite airear y agitar el chocolate, obteniendo la evaporación de los compuestos no deseables como el ácido acético (**Valverde, 2019**).

Existen varias marcas que se encargan de expender chocolate de cobertura, en este caso se evaluó el chocolate que tenga un contenido de 70% de cacao, el mismo que mostró una acidez fue de 0,27 como se puede apreciar en la Tabla 16, siendo muy similar al resultado obtenido en la experimentación al tercer día que fue de 0,28. Cabe destacar que, se desconoce a profundidad el proceso que se llevó a cabo en el chocolate comercial.

Tabla 14. *Variación de la acidez del chocolate de cobertura al 70% de cacao.*

Chocolate 70%	
Días	Acidez
0	0,76 ± 0,01 ^a
1	0,49 ± 0,01 ^b
2	0,35 ± 0,01 ^c
3	0,28 ± 0,01 ^c

Como ya se mencionó anteriormente, el conchado es fundamental en el proceso de elaboración del chocolate de cobertura, en este caso se trabajó con el porcentaje de cacao al 30% debido a que en la repostería y en especial la bombonería se recomienda trabajar con el chocolate con bajo porcentaje de cacao para poder equilibrar sabores

con los de mayor porcentaje buscando también un producto óptimo con una adecuada acidez. En la Tabla 15, se muestra una acidez inicial de 0,27, que disminuye significativamente luego de 24 horas a 0,18; sin embargo, luego de otras 24 horas, ya no se observa una diferencia significativa, por tanto, para esta variedad de chocolate lo óptimo sería un día de conchado a 50°C de temperatura. Este comportamiento puede deberse a que por el alto contenido de azúcar se corre el riesgo que a las 72 horas el producto se caramelize. Por lo general en este producto se lo suele añadir leche en polvo, no obstante, para estos análisis se obvió este ingrediente debido a que muchas personas no pueden consumir productos lácteos. Como ya se mencionó, los chocolates con bajo porcentaje de cacao muchas veces contienen leche como es el caso del chocolate comercial al 33% que se analizó que su acidez llega a ser de 0,11 como se evidencia en la Tabla 16, muy similar al chocolate al 30% que al tercer día de conchado se obtuvo un valor de 0,1 estando al mismo nivel que un producto ya conocido y comercializado.

Tabla 15. Variación de la acidez del chocolate de cobertura al 30% de cacao.

Chocolate 30%	
Días	Acidez
0	0,27 ± 0,02 ^a
1	0,18 ± 0,02 ^b
2	0,13 ± 0,02 ^b
3	0,1 ± 0,02 ^b

Tabla 16. Acidez del chocolate de cobertura comercial al 70% y 33%.

Chocolate comercial	
Porcentaje de cacao %	Acidez
Chocolate 70	0,27 ± 0,03 ^a
Chocolate 33	0,11 ± 0,03 ^b

3.1.10. Análisis de pH

El pH al igual que la acidez es un análisis de suma importancia en la industria alimentaria ya que este parámetro permite conocer el comportamiento del producto, además de que esta inversamente relacionado con la acidez; es decir que, a menor acidez mayor será el pH. En la Tabla 17, los resultados de pH para el chocolate al 70% fueron de 5,31 al día cero, este valor subió conforme aumentó el tiempo de conchado, llegando a un valor de 5,52 al tercer día, mientras que el chocolate comercial al mismo porcentaje dió un valor de 5,56 en el pH demostrando que el resultado no tiene una diferencia, sin embargo, un mejor valor fue obteniendo en el chocolate de la experimentación. **Durá et al., (2016)** citado por **Rodríguez (2021)**, dice que un pH adecuado para el chocolate sería de 6 aproximadamente, tomando en cuenta que puede incrementar si existe de por medio un proceso de alcalinización en el cacao.

Tabla 17. Variación del pH del chocolate de cobertura al 70% de cacao.

Chocolate 70%	
Días	pH
0	5,31 ± 0,01 ^d
1	5,44 ± 0,01 ^c
2	5,48 ± 0,01 ^b
3	5,52 ± 0,02 ^a

El chocolate de menor porcentaje de cacao (Tabla 18), presentó un pH inicial de 5,44 que fue aumentando conforme se realizó el proceso de agitado y molienda en el conchador obteniendo finalmente un valor de 5,62 en el pH, siendo un resultado adecuado ya que se aproxima al 6 que menciona **Durá et al., (2016)** ser un valor ideal debido a que el cacao en su estado natural llega a un pH de 5 a 6 aproximadamente y el cacao con una alcalinidad suave puede alcanzar un pH de 6 a 7,2.

Tabla 18. Variación del pH del chocolate de cobertura al 30% de cacao.

Chocolate 30%	
Días	pH
0	5,44 ± 0,02 ^c
1	5,53 ± 0,03 ^b
2	5,58 ± 0,02 ^a
3	5,62 ± 0,02 ^a

Como se muestra en la Tabla 17, el chocolate al tercer día dió un pH de 5,52 estando muy próximo al chocolate comercial que se observa en la Tabla 19, al mismo porcentaje de cacao obteniendo un valor de 5,56. No obstante, para el caso del chocolate al 30% si hubo una variación grande entre el comercial y el experimental ya que en el caso del producto al 30% no hubo adición de otros ingredientes a parte del licor de cacao, azúcar y manteca de cacao, mientras que en el comercial al 33% la adición de leche en polvo fue un factor que influyó en el aumento del pH llegando a obtenerse un chocolate con alcalinidad suave.

Tabla 19. Acidez del chocolate de cobertura comercial al 70% y 33%.

Chocolate comercial	
Porcentaje de cacao	pH
Chocolate 70	5,56 ± 0,05 ^b
Chocolate 33	6,47 ± 0,06 ^a

3.1.11. Viscosidad

Según el perfil de viscosidad obtenido el chocolate de cobertura al 70% de cacao evaluado al día cero y tres se adaptó a la Ley de Ostwald de Waele ($R^2 \cong 1$). Otro factor fundamental es el índice de flujo que se designa como n, el mismo que presentó valores menores a 1, lo cual, identifica a los fluidos pseudoplásticos y dilatantes (Tabla 20), la fuerza inicial aplicada para la medición de la viscosidad fue de 315,38 Pa y un índice de consistencia de 40868,33 kPa.s siendo este un valor alto. Sin embargo, el

índice de consistencia disminuyó al tercer día de conchado siendo de 31732,33 kPa.s denotando que el producto se volvió más fluido en este tiempo.

Cabe mencionar que, la fluidez del chocolate comercial al 70% es mayor en comparación al chocolate experimental, por lo que en su fuerza inicial de 190,6 Pa fue menor, así como el valor k que fue de 18589,33 kPa.s como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 20. *Viscosidad del chocolate al 70% en el día 0 y 3.*

Chocolate al 70%				
Día	n	k (kPa.s)	R² (S⁻¹)	ϑ₀ (Pa)
0	0,38 ±0,06 ^a	40868,33 ± 5207,49 ^a	0,997 ± 0,002 ^a	315,38 ± 40,98 ^a
3	0,34 ±0,01 ^b	31732,33 ± 981,5 ^b	0,9962 ±0,003 ^a	289,04 ± 10,01 ^b

Los chocolates al 30% y 70% de cacao son productos que presentan características dilatantes y pseudoplásticas adaptándose de igual manera a la Ley de Ostwald de Waele o más conocida como la Ley de la potencia, comprobándose por medio de los valores del índice de flujo que fueron menores a 1, lo cual, indica que es un producto pseudoplástico. El coeficiente de determinación de casi 1 permitió establecer que la ecuación obtenida es la que mejor se ajusta al procedimiento. Cabe mencionar que, los valores obtenidos tanto en el índice de consistencia, así como en la fuerza inicial presentados en la Tabla 21, son extremadamente altos en comparación al chocolate comercial que se muestra en la Tabla 22, debido a que la concentración de azúcar es elevada y en el caso del producto experimental no existe presencia de leche en polvo, punto clave para facilitar la fluidez del producto gracias a la presencia de la grasa existente en la leche añadida, además de la lecitina que permite la emulsión del chocolate.

Tabla 21. Viscosidad del chocolate al 30% en el día 0 y 3.

Chocolate al 30%				
Día	n	k (kPa.s)	R ² (S ⁻¹)	ϑ ₀ (Pa)
0	0,29 ± 0,04 ^a	144958 ± 7546,41 ^b	0,9931 ± 0,01 ^a	1356,97 ± 29,63 ^b
3	0,004 ± 0,003 ^b	164484 ± 169,142 ^a	0,9996 ± 0,00005 ^a	2550,8 ± 37,7 ^a

Tabla 22. Viscosidad del chocolate comercial al 70% y 33%.

Chocolate comercial				
Porcentaje (%)	n	k (kPa.s)	R ² (S ⁻¹)	ϑ ₀ (Pa)
70	0,26 ± 0,03 ^b	18589,33 ± 1145,49 ^b	0,9957 ± 0,001 ^a	190,6 ± 9,79 ^b
33	0,33 ± 0,003 ^a	37631,67 ± 2115,21 ^a	0,9953 ± 0,001 ^a	361,44 ± 17,70 ^a

Los datos mostrados en la Figura 15, indican las similitudes en cuanto al comportamiento reológico, tanto de las muestras del chocolate experimental al 70% y 30%, así como del chocolate comercial al 70% y 33%.

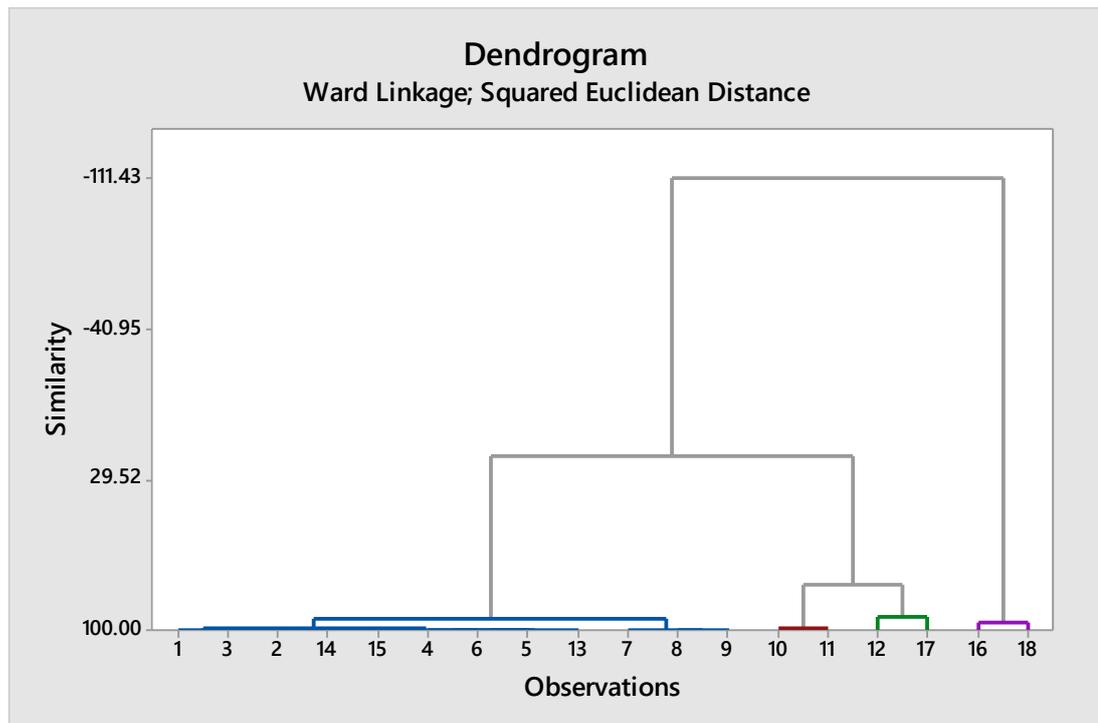


Figura 15. Comparación de viscosidad de las muestras de chocolate de cobertura al 70% 30% experimentales y las muestras al 70% y 33% comerciales.

3.1.12. Textura

La textura es un parámetro fundamental en cuanto a la evaluación de calidad del chocolate, es por ello se evaluó esta característica del chocolate al 70% tanto comercial como experimental donde la dureza al día 0 presentó un valor elevado de 3503,32g con un área 3810,63 g.sec, debido al gran tamaño de partícula, sin embargo, al tercer día de conchado la dureza disminuyó, lo cual se debe a la reducción del tamaño de partícula en el proceso de molienda, obteniendo un valor de 2980,78 g como se muestra en la Tabla 23. Por otra parte, el chocolate comercial presentó una dureza de 2181,53 g como se observa en la Tabla 25, la diferencia en los resultados depende del tipo de molienda y aditivos que puedan estar presentes en el producto. El templado del chocolate es importante en la textura, debido a que da estabilidad a la manteca de cacao mejorando así sus características organolépticas como la textura, en las Figuras 16, 17 y 20 representan el análisis realizado para dichos parámetros.

Tabla 23. Dureza del chocolate al 70% en el día 0 y 3.

Chocolate al 70%				
Día	Dureza (g)	Error %	Área (g.sec)	Error %
0	3503,32 ^a	8,89	3810,63 ^b	4,54
3	2943,10 ^b	1,84	5311,54 ^a	9,40

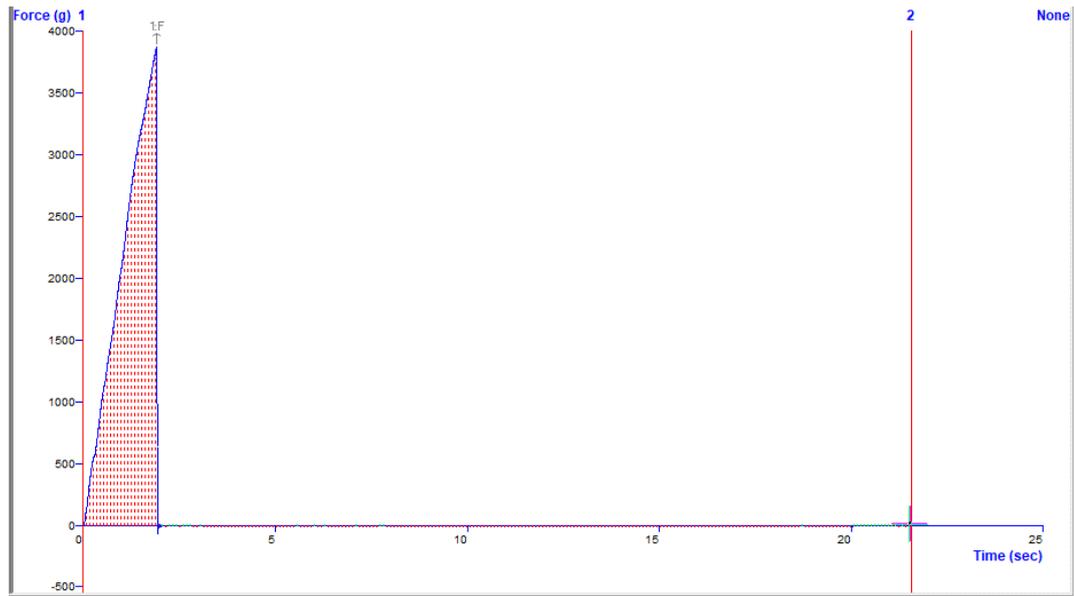


Figura 16. Dureza del chocolate al 70% día 0 con relación al tiempo.

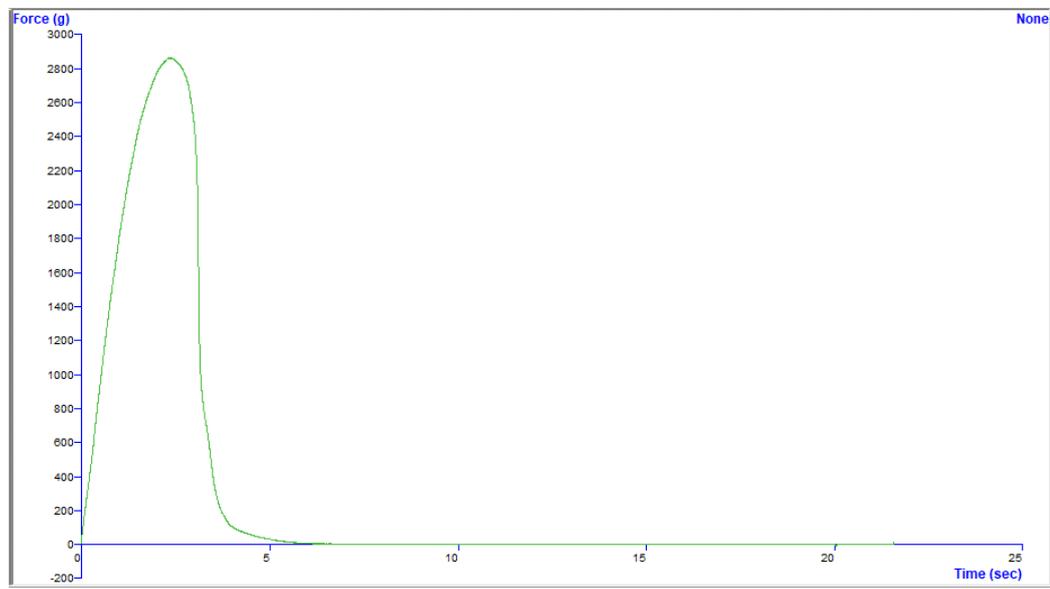


Figura 17. Dureza de chocolate al 70% día 3 con relación al tiempo.

El chocolate con una concentración de 30% de cacao presentó una dureza elevada al día 0 y 3 debido a la alta concentración de azúcar presente en el producto dando valores de 4552,01 g y 4751,35 g respectivamente de acuerdo a la Tabla 24, como se puede visualizar al día 3 la dureza aumenta debido a que en el proceso de conchado se mantuvo a una temperatura constante de 50°C por tres días dando como resultado un proceso de caramelización en el producto, provocando que este se vuelva más

consistente. Cabe mencionar que, el chocolate experimental no contenía leche en polvo como es el caso del chocolate comercial, dando como resultado una dureza de 2652,95 g como se muestra en la Tabla 25. Es importante mencionar que, en este proceso la presencia de la leche juega un papel muy importante en la dureza, **Gutiérrez (2017)**, menciona que la combinación entre la grasa de la leche y la manteca de cacao hace que el punto eutéctico sea menor, haciendo que el chocolate con adición de leche sea más débil es por ello por lo que la adición de la leche debe ser controlado debido a que una adición alta puede provocar que el producto se derrita a temperatura ambiente.

Tabla 24. Dureza del chocolate al 30% en el día 0 y 3.

Chocolate al 30%				
Día	Dureza (g)	Error%	Área (g.sec)	Error%
0	4552,01 ^b	9,10	3622,544 ^b	4,54
3	4751,35 ^a	6,69	8311,47 ^a	2,44

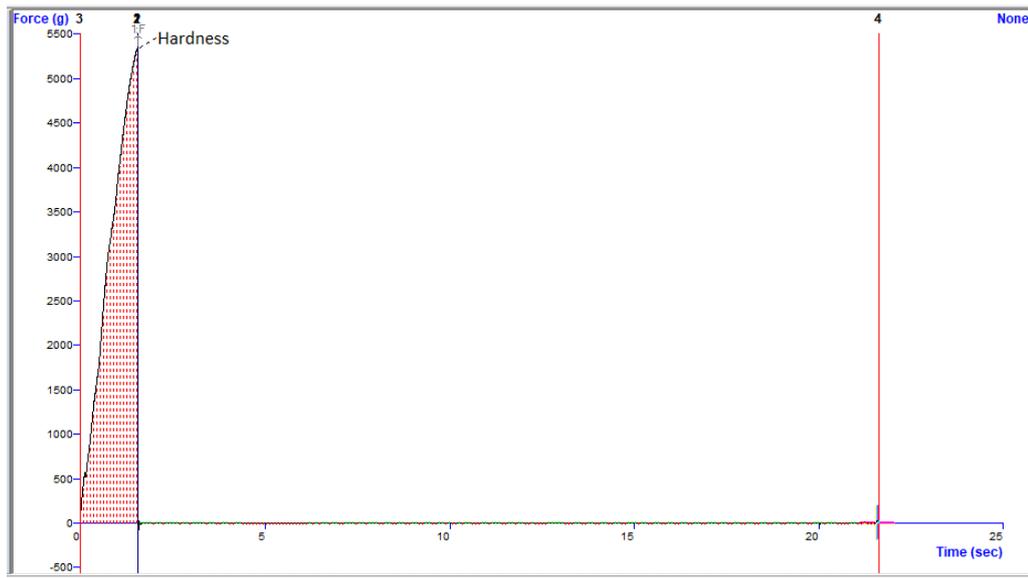


Figura 18. Dureza del chocolate al 30% día 0 con relación al tiempo.

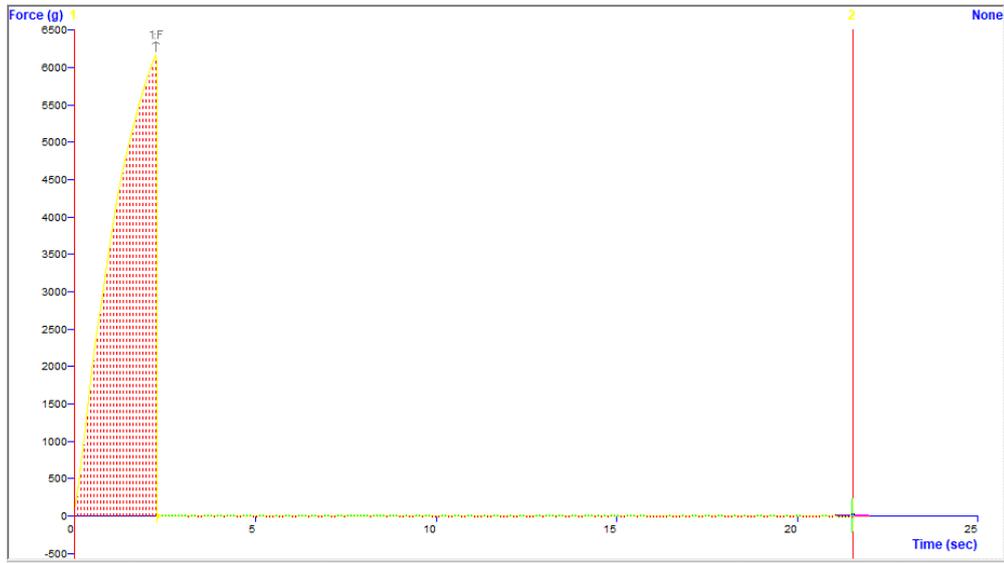


Figura 19. Dureza del chocolate al 30% día 3 con relación al tiempo.

Tabla 25. Dureza del chocolate comercial al 70% y 33%.

Chocolate comercial				
Porcentaje (%)	Dureza (g)	Error %	Área (g.sec)	Error%
33	2652,95 ^a	10	5033,39 ^b	0,64
70	2181,53 ^b	5,35	6207,76 ^a	3,12

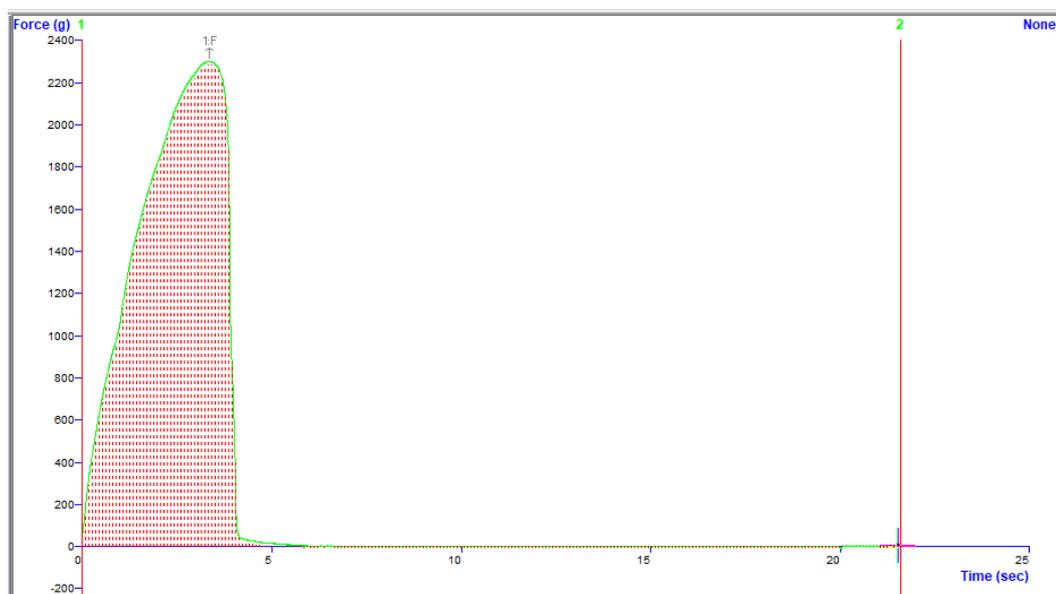


Figura 20. Dureza del chocolate comercial al 70% con relación al tiempo.

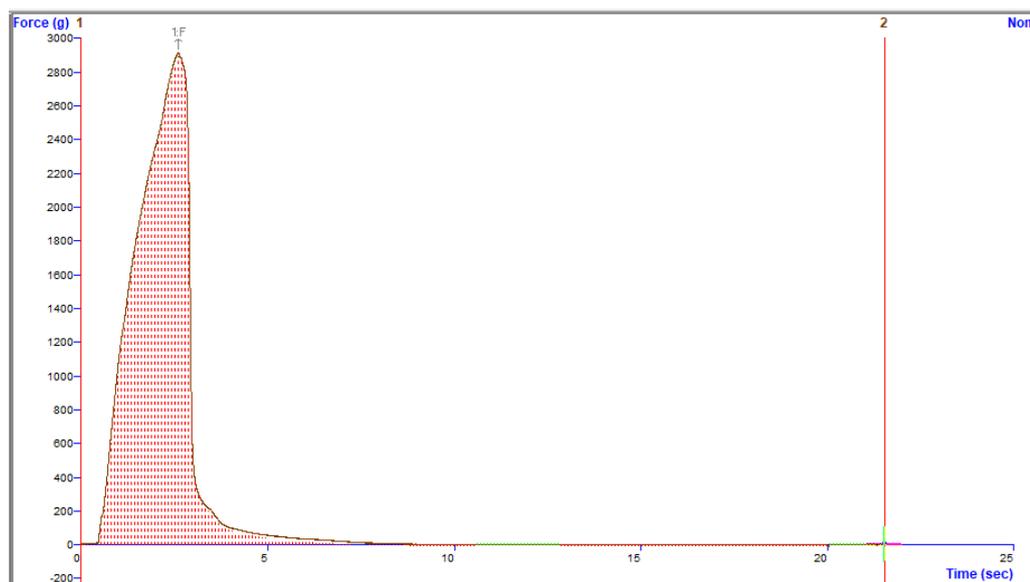


Figura 21. Dureza del chocolate comercial al 30% con relación al tiempo.

3.1.13. Índice de Peróxidos

Existen varios factores como la luz, el oxígeno o la presencia de metales por la que se produce la rancidez oxidativa en productos con un porcentaje considerable de grasas, en las normas INEN no existe parámetros específicos para este análisis, sin embargo, de acuerdo con la norma **CODEX STAN 210-1999** citado por **Rodríguez (2021)**, menciona que los límites permitidos para grasas son de 10 mEqO₂/Kg. Como se presenta en la Tabla 26, los valores obtenidos de peróxidos fueron de 13,3 mEqO₂/Kg y 11,8 mEqO₂/Kg para el producto al 30% y 70% respectivamente, siendo valores elevados en comparación a los límites permitidos en la normativa que se maneja para grasas, este resultado pudo darse debido a que solo se evaluó el contenido graso del producto y no el chocolate como tal, otro factor pudo darse debido un mal manejo en cuanto al almacenamiento del producto.

Tabla 26. Índice de peróxidos para el chocolate de cobertura al 30% y 70%.

Porcentaje (%)	Unidades	Resultados
30	mEqO ₂ /Kg	13,3
70	mEqO ₂ /Kg	11,8

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El tiempo de conchado influyó significativamente sobre la acidez del chocolate tanto a 30% como a 70% de cacao. Los mejores resultados fueron: 48 horas de conchado para el 70% de cacao, y 24 horas de conchado para el 30% de cacao. Así como el pH de 5,48 a 48h y 5,53 a las 24h para 70 y 30% respectivamente
- Se caracterizó los parámetros de calidad del cacao mediante análisis físicos: tamaño, color y aroma, dando como resultado que el tamaño de los granos de cacao nacional con valores de 23,17 mm, 11,33mm y 7,33 mm para el largo, ancho y espesor respectivamente, mientras que para el cacao CCN51 valores de 22,33mm, 12,5mm y 6,33mm, sin embargo, este parámetro depende de la zona y tipo de suelo en el que se cultiva. Respecto a la coloración, así como el aroma para ambas variedades de cacao (Nacional y CCN51) mostraban buenas características, cabe mencionar que tanto el aroma como la coloración están relacionados de manera directa al proceso que se lleva a cabo en la fermentación y secado, una vez obtenidos los resultados se estableció que la materia prima con la que se trabajó fue de buena calidad.
- La viscosidad del producto se determinó con las muestras de chocolate experimental del día inicial y al tercer día de conchado para ambos porcentajes. Las dos formulaciones presentaron características pseudoplásticas dilatantes de acuerdo con la ecuación potencial que ajustó el R^2 de 0,9962 y 0,9996 a la Ley de Ostwald de Waele, sin embargo, el chocolate al 70% presentó una mejor fluidez en comparación al de 30% debido a la baja cantidad de azúcar que contenía.

4.2. Recomendaciones

- Verificar que el proveedor de la materia prima realice un adecuado proceso de fermentación y secado.
- Realizar un adecuado proceso de limpieza, debido a que si lleva a pasar alguna piedra por los molinos puede generar contaminación en el producto, además de dañar el equipo.
- Realizar un aproximado de 9 réplicas para el análisis de viscosidad debido a que el equipo es extremadamente sensible por lo que puede existir alteraciones en el resultado final.
- Para el análisis de viscosidad podría analizarse a varias temperaturas para poder visualizar si la fluidez varía en el caso del chocolate al 30%.

MATERIALES DE REFERENCIAS

- Acevedo, L. K., Mejía, Diana, P., Acosta, E. V., Valencia, W. G., & Penagos, L. (2017). Efecto de la temperatura del conchado sobre los polifenoles en un chocolate semi-amargo. *Alimentos Hoy*, 25(41), 31–50. https://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.php/hoy/article/view/447/365
- Acuña, C. (2020). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de La Gestión. Revista Internacional de Administración*, 7(7), 59–83. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Aguilar, H. (2016). Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao . *FHIA*.
http://www.fhia.org.hn/descargas/Proyecto_de_Cacao_SECO/Manual_para_la_Evaluacion_de_la_Calidad_del_Grano_de_Cacao.pdf
- Aguilar, M. (2013). *DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE CACAO (Theobroma cacao L.) DE DOS VARIEDADES “FORASTERO AMAZÓNICO Y TRINITARIO CCN51” AL APLICAR CUATRO TIPOS DE SECADO PARA LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATES, UTE SANTO DOMINGO 2012*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL Extensión Santo Domingo.
- Aguirre, A., & Román, G. (2016). *Guayas, Diseño de un centro de acopio y planta procesadora de tabletas de chocolate en el cantón Balao de la provincia del*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Andrade, J., Rivera, J., Chire, G., & Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao *Theobroma cacao L.* de Ecuador y Perú. *Scielo*, 10. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000400001
- Anecacao. (2015). *Cacao Nacional*.
<https://web.archive.org/web/20211221192747/http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>
- AOAC. (1980). Official Methods of Analysis of. In *Analytical Chemistry* (Vol. 52, Issue 2). <https://doi.org/10.1021/ac50052a726>

- Avila, A., Campos, M., Guharay, F., & Camacho, A. (2013). Cosecha, Fermentación Y Secado Del Cacao 8. *Lutheran World Relief Es*, 40.
- CODEX STAN 210. (1999). NORMA DEL CODEX PARA ACEITES VEGETALES ESPECIFICADOS. *CODEX ALIMENTARIUS*.
https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/210-1999.PDF
- Condoy, A., & Espín, A. (2021). Diseño De Un Modelo De Costo De Producción Para La Elaboración De Chocolate Artesanal De La Microempresa La Montañita Del Cantón Pangua Provincia De Cotopaxi Año 2020. *Universidad Técnica De Cotopaxi*, 1–125. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/2>
- De la Cruz, A., Gutiérrez, F., Hidalgo, G., Ortíz, R., & Rojas, D. (2018). *DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CHOCOLATE PARA LA EMPRESA NORANDINO*. Universidad de Piura.
- Di Mattia, C. D., Sacchetti, G., Mastrocola, D., & Serafini, M. (2017). From cocoa to chocolate: The impact of processing on in vitro antioxidant activity and the effects of chocolate on antioxidant markers in vivo. *Frontiers in Immunology*, 8(SEP), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01207>
- Durá, S., Perez, E., Fuentes, A., & Barat, J. (2016). Estudio del valor nutricional y funcional de cacao en polvo con diferentes grados de alcalinización. *Universidad Politécnica de València*, 21. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/65834/-DURÁ - Estudio del valor nutricional y funcional de cacao en polvo con diferentes grados de alcal....pdf?sequence=1&isAllowed=y> Engeseth, N.J., Ac Pangan
- Durán, T. (2022). “ *DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA FORMACIÓN DE JUECES E IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL CHOCOLATE* ” Autor : [Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11775/1/17303.pdf>
- Egas, M. A. (2015). *EVALUACIÓN Y ANÁLISIS TÉCNICO FINANCIERO DEL PROCESO DE Prensado de Licor de Cacao (Theobroma cacao) PARA LA OBTENCIÓN DE MANTECA Y POLVO DE CACAO* [ESCUELA

- POLITÉCNICA NACIONAL]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11477>
- Erazo, Y. (2019). *DISEÑO DE UN FERMENTADOR Y SECADOR SOLAR PILOTO, PARA DOS VARIEDADES DE CACAO (Theobroma cacao L), EN EL CANTÓN EL EMPALME PROVINCIA GUAYAS.*
- Gutiérrez, T. J. (2017). State-of-the-Art Chocolate Manufacture: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(6), 1313–1344. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12301>
- Jácome, W. (2015). *Diseño de una planta de elaboración de chocolate negro y chocolate con leche a partir de licor de cacao.* Escuela Politécnica Nacional .
- Jovellanos, E. (2016). *Estudio del Contenido de Compuestos Bioactivos del Cacao y su Aplicación en la Obtención de un Ingrediente Rico en (Poli)fenoles para el Diseño de un Chocolate Enriquecido [UNIVERSIDAD DE MURCIA]*. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/371732/TECJF.pdf?sequence=1&isAllo>
- La Hora. (2022). *Ecuador está entre los mayores productores de cacao, pero los ecuatorianos son de los que menos consumen chocolate* . <https://www.lahora.com.ec/pais/ecuador-mayores-productores-cacao-ecuatorianos-menos-consumen-chocolate/>
- López, D., & Oña, C. (2021). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TEMPLADORA DE CHOCOLATE [ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL]*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21943>
- Lucero, J. (2019). Estudio de la cinética del deterioro de una premezcla de cacao en polvo para preparar bebidas chocolatadas. In *Carbohydrate Polymers* (Vol. 6, Issue 1).
- MAG. (2014). *ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN EL ECUADOR CONTINENTAL*. 10. <https://fliphtml5.com/ijia/jntv/basic>
- Martín, Á. (2016). *El chocolate* . Catarata : CSIC. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sFCwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=>

PT3&dq=pasos+para+elaborar+chocolate&ots=UAaS9J3vX5&sig=7gMiRB7p1t1S4TSzf3Uzmx8Ck#v=onepage&q&f=false

Montes, M. (2016). *EFFECTOS DEL FOSFORO Y AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAZORCAS, EN UNA PLANTACIÓN DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN-51, EN LA ZONA DE BABAHOYO [UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO]*.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAG-INGAGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NTE INEN-ISO 2291. (2013). *GRANOS DE CACAO. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (MÉTODO DE RUTINA) (IDT) Primera Edición COCOA BEANS. DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT (ROUTINE METHOD)*.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_2291.pdf

NTE INEN 176. (2018). *GRANOS DE CACAO. REQUISITOS COCOA BEANS. .*
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_176-5.pdf

NTE INEN 621. (2010). Chocolates. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 21.

Palacio-Vásquez, E., Heverth Hurtado-Ibarbo, J., Arroyave-Roa, J. D., Cardona-Caicedo, M., & Martínez-Girón, J. (2017). Edulcorantes Naturales Utilizados En La Elaboración De Chocolates. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 142–152.
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)142-152](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)142-152)

Palomo, A. (2015). *Estudio de la viscosidad de distintos tipos de chocolate durante la etapa de conchado liquido [Universidad de Valladolid]*.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/20845/TFM-L315.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quiroz, J., Mestanza, S., Parada, N., Morillo, E., Samaniego, I., & Garzón, I. (2021). Cultivares de cacao. *INIAP*, 46.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5810>

Ramírez, T. (2018). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas*

residuales potenciales para la producción de biocombustibles [Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica]. [https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/369/1/Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas residuales potenciales para la producción de biocombustibles_rees.pdf](https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/369/1/Evaluación%20de%20las%20propiedades%20fisicoquímicas%20de%20aceites%20y%20grasas%20residuales%20potenciales%20para%20la%20producción%20de%20biocombustibles_rees.pdf)

Rodríguez, L. (2021). *DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA ESTUDIO DE VIDA ÚTIL ACELERADA EN CHOCOLATES TRABAJO* [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/56787/TFM-L585.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salazar, A. (2016). *RENDIMIENTO DE BIOMASA Y VALORACIÓN NUTRIMENTAL DE RESIDUOS POS COSECHA DE CACAO (Theobroma cacao L)* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23699/1/tesis_001 Ingeniería Agropecuaria - Alberto Salazar- cd 001.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23699/1/tesis_001_Ingeniería_Agropecuaria_-_Alberto_Salazar_-_cd_001.pdf)

Sanchez, M. C., Mestanza Ramon, C., Beatriz Vargas Tierras, Y., Armando Burbano Cachiguango, R., Santiago Calero Cardenas, A., & Andres Ramirez Romero, C. (2019). Evaluation of the Cocoa Bean (*Theobroma Cacao L.*), using Two Fermentators, Orellana and Sucumbios Provinces, Ecuador. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 08, 1–7. www.ijert.org

Toker, O. S., Palabiyik, I., & Konar, N. (2019). Chocolate quality and conching. *Trends in Food Science and Technology*, 91(April), 446–453. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.047>

Torres, N. (2020). *Estudio de Prefactibilidad de Planta de Procesamiento de Cacao* [UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ]. <http://bit.ly/COPETheses>.

Tsamajain Lirio, J. G. (2022). Efecto de café en chocolate moca a partir de macambo (*Theobroma bicolor*) edulcorado con panela [UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS]. In *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM*. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2605>

Tuero, L. (2021). *Modificaciones reológicas y estructurales del chocolate industrial mediante el uso de aditivos texturizantes*. Universidad de Oviedo.

Valverde, C. (2019). *DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE REFINADO-CONCHADO DE CHOCOLATE OSCURO APLICANDO EL MÉTODO VARIACIÓN NO SIGNIFICATIVA EN CINÉTICA* [UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4274>

ANEXOS

Anexo 1. Fotos del proceso de análisis de la materia prima y producto



Figura 20. Trituración del cacao.



Figura 21. Muestras del cacao para medición de pH y acidez.



Figura 22. *Titulación de las muestras de cacao.*



Figura 23. *Chocolate de cobertura en el proceso de conchado.*

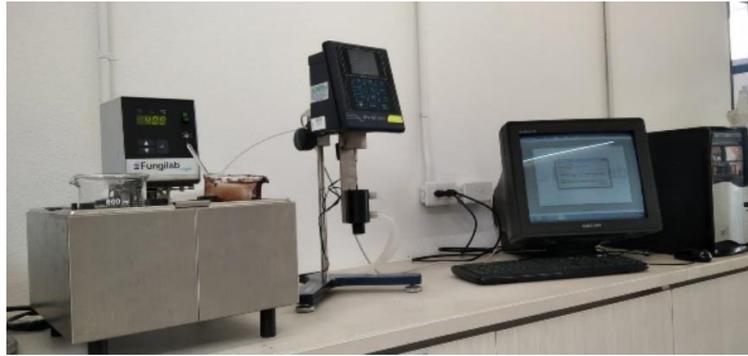


Figura 24. *Medición de la viscosidad del chocolate.*



Figura 25. *Análisis de la textura de las tabletas de chocolate.*



Figura 26. *Índice de peróxidos antes y después de la titulación.*

Anexo 2. Cálculos demostrativos

Porcentaje de impurezas

$$\%Impurezas = \frac{P_{me}}{P_m} * 100$$

$$\%Impurezas = \frac{6g}{300g} * 100$$

$$\%Impurezas = 2\%$$

Porcentaje de humedad

$$\%Humedad = \frac{M1 - M2}{M1 - M0} * 100$$

$$\%Humedad = \frac{62,138 - 61,769}{62,138 - 57,105} * 100$$

$$\%Humedad = 7,33 \%$$

Acidez titulable

$$A = \frac{N * V * P_{mq}}{g_{muestra}} * 100$$

$$A = \frac{0,1 * 0,3 \text{ ml} * 0,282}{5 \text{ g}} * 100$$

$$A = 0,17\%$$

Anexo 3. Datos estadísticos del diseño experimental.

Tabla 27. Análisis de varianza para el diseño AxB.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,00	9	0,11	118,30	<0,0001
Porcentaje	0,55	1	0,55	583,53	<0,0001
Días	0,37	3	0,12	130,07	<0,0001
Replicas	1,6E-0,3	2	8,2E-04	0,87	0,4393
Porcentaje*Días	0,08	3	0,03	29,75	<0,0001
Error	0,01	14	9,4E-04		