



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE TEMPLADO EN LA ELABORACIÓN
DE CHOCOLATE ARTESANAL.

NAZARENO TAPIA EDINSON ERNESTO
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE TEMPLADO EN LA
ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL.

NAZARENO TAPIA EDINSON ERNESTO
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EXAMEN COMPLEXIVO

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE TEMPLADO EN LA ELABORACIÓN DE
CHOCOLATE ARTESANAL.

NAZARENO TAPIA EDINSON ERNESTO
INGENIERO EN ALIMENTOS

SIGUENZA TOLEDO JOAQUIN DARWIN

MACHALA, 18 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
18 de febrero de 2022

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE TEMPLADO EN LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL

por Edison Ernesto Nazareno Tapia

Fecha de entrega: 10-feb-2022 02:23p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1759476193

Nombre del archivo: NAZARENO_TAPIA_EDINSON_ERNESTO.pdf (883.41K)

Total de palabras: 10248

Total de caracteres: 53127

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

El que suscribe, NAZARENO TAPIA EDINSON ERNESTO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE TEMPLADO EN LA ELABORACIÓN DE CHOCOLATE ARTESANAL., otorga 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 tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara 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.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume 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.

Machala, 18 de febrero de 2022



NAZARENO TAPIA EDINSON ERNESTO
0706437597

Dedicatoria

Dedico con gratitud, felicidad y mucho amor este logro a mi mamá ya que siempre estuvo apoyándome incondicionalmente a lo largo de mi proceso académico, siendo ella un ejemplo y guía en todo mi camino, brindándome a diario su amor, consejos y ánimo para poder culminar esta etapa muy importante en mi vida.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la familia que tengo, por brindarme salud y sabiduría para poder culminar adecuadamente esta etapa de mi vida.

A mi madre por ser el pilar fundamental en mi vida, ya que sin su consejos, amor y apoyo nada de esto sería posible.

Y finalmente a mi tutor Ing. Joaquin Siguenza por guiarme en el desarrollo de este trabajo con su conocimiento y experiencia lo que permitió culminar con éxito.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo principal optimizar el proceso de templado del chocolate artesanal mediante investigación bibliográfica para el mejoramiento de su calidad, además detallar los diferentes tipos de templado en el proceso de elaboración de chocolate, determinar cuales son los parámetros de calidad que se evalúan en un correcto templado y cómo optimizar el proceso de templado del chocolate artesanal mediante investigación bibliográfica para el mejoramiento de su calidad, además de detallar los diferentes tipos de templado en el proceso de elaboración de chocolate, la normativa usada para la elaboración de este chocolate es la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 621:2010. CHOCOLATE. REQUISITOS, determinar los parámetros de calidad que influyen en el templado del chocolate. La optimización del proceso de temperado en la elaboración de chocolate artesanal ya que en Ecuador es un País donde existen mucho pequeños empresarios que se dedican a la elaboración de chocolates artesanal, dichos empresarios deben conocer y analizar los problemas que se puedan dar en su departamento de producción, y basados en esto, elegir la mejor alternativa de solución para ellos; asegurarse de que las medidas preventivas y correctivas para así mejorar la calidad del producto final.

Palabras claves: Temperado, elaboración , chocolate, calidad

Abstract

The main objective of this work was to optimize the tempering process of the artisanal chocolate through bibliographic research to improve its quality, also detail the different types of tempering in the process of making chocolate, determine which are the quality parameters that are evaluated in a correct tempering and how to optimize the tempering process of craft chocolate through research bibliography for the improvement of its quality, in addition to detailing the different types of tempered in the process of making chocolate, the regulations used for the production of this chocolate is the ECUADORIAN TECHNICAL STANDARD INEN 621:2010. CHOCOLATE. REQUIREMENTS, determine the quality parameters that influence the chocolate tempering. The optimization of the tempering process in the elaboration of artisanal chocolate since in Ecuador it is a country where there are many small entrepreneurs that are dedicated to the elaboration of handmade chocolates, these entrepreneurs must know and analyze the problems that may occur in your production department, and based on this, choose the best solution alternative for them; make sure the measurements preventive and corrective measures to improve the quality of the final product.

Keywords: Tempering, elaboration, chocolate, quality

Índice

1. Introducción.....	11
1.1. Objetivos.....	12
1.1.1. Objetivo general:.....	12
1.1.2. Objetivos Específicos:.....	12
2. Desarrollo.....	13
2.1. Cacao (Theobroma Cacao).....	13
2.1.1. Generalidades.....	13
2.1.2 Origen.....	14
2.1.3. Descripción Botánica.....	15
2.1.4. Descripción del proceso de chocolate.....	15
2.1.5. Composición Nutricional.....	17
2.1.6. Beneficios del chocolate.....	18
2.2. Chocolate artesanal en el Ecuador.....	18
2.3. Manteca de cacao.....	20
2.3.1. Proceso para la obtención de la manteca de cacao.....	20
2.3.2 Composición de la manteca de cacao.....	21
2.4. Propiedades Físico-químicas que influyen en la elaboración de chocolate.	22
2.4.1 Cristalización.....	22
2.4.2. Cristalización poliforme de la manteca de cacao.....	23
2.4.3. Dureza y resistencia térmica.....	24

2.4.4. <i>Mejoradores de la manteca de cacao</i>	25
2.5. Normativas y requisitos para la elaboración del chocolate.....	26
2.5.1. <i>Normativas para la elaboración de chocolate</i>	26
2.6. Requisitos.....	27
2.6.1. <i>Requisitos específicos</i>	27
2.6.2. Requisitos Microbiológicos.....	28
2.7. Templado del chocolate.....	30
2.7.1. <i>Templado</i>	30
2.7.2. Temperaturas de templado de chocolate.....	31
2.8. Etapas de temperado de chocolate.....	31
2.8.1. <i>Etapa de fundido</i>	31
2.8.2. <i>Etapa de descenso</i>	32
2.8.3. <i>Etapa de atemperado</i>	33
2.8.4. <i>Cristales en el chocolate</i>	33
2.8.5. <i>Características Polimórficas</i>	34
2.9. Defectos en el chocolate.....	37
2.10. Elaboración de chocolate.....	38
2.10.1. <i>Diagrama de flujo</i>	38
2.11. Optimización del proceso de templado en la elaboración de chocolate...40	
2.11.1. <i>Proceso de templado</i>	42
2.11.2. <i>Temperatura de TEMPLE</i>	43
2.11.3. <i>Efectos producidos por los errores del TEMPLE.</i>	44
2.12. Parámetros de calidad en el proceso de templado.....	44

3. Conclusión.....	45
Bibliografía.....	46

Índice de tablas

Tabla 1.....	27
Tabla 2.....	28
Tabla 3.....	29
Tabla 4.....	30
Tabla 5.....	31
Tabla 6.....	35

Índice de figura

Figura 1.....	33
Figura 2.....	37
Figura 3.....	44

1. Introducción

En nuestros días, la calidad se ha convertido en un requisito imprescindible para cualquier empresa que desee alcanzar el éxito, para que una empresa pueda competir en el mercado, es importante contar con una orientación prioritaria hacia la mejora continua de la calidad por su potencial de crear ventajas competitivas a largo plazo (Vera et al., 2014).

La calidad y la mejora continua deben ser elementos principales a tomarse en cuenta en la producción del chocolate artesanal en Ecuador. De esta manera las empresas productoras podrán lograr una ventaja competitiva duradera frente a otros mercados y así crecer y mantenerse en ellos (Valenzuela B, 2007).

El proceso de temperado es un proceso en el cual se deshace el chocolate y por lo tanto los cristales de grasa del chocolate, lo enfriamos un poco para que se empiecen a formar nuevas redes de cristales de grasa (Valenzuela B, 2007).

El cacao es un patrimonio de Ecuador más si es el cacao 100% ya que este permite identificar los distintos productos que se pueden elaborar a partir de la pasta de cacao, además al aporte del ser humano al crear productos con esta materia prima generando así un choque cultural y que este sea también un soporte a la memoria e identidad de los ecuatorianos, lo que hace que la elaboración de chocolate artesanal sea solo el dominio y técnica de este producto (Vera et al., 2014).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general:

Optimizar el proceso de templado del chocolate artesanal mediante investigación bibliográfica para el mejoramiento de su calidad.

1.1.2. Objetivos Específicos:

- Detallar los diferentes tipos de templado en el proceso de elaboración de chocolate.
- Determinar los parámetros de calidad que influyen en el templado del chocolate.
- Determinar cuáles son los parámetros de calidad que se evalúan en un correcto templado.

2. Desarrollo

2.1. Cacao (*Theobroma Cacao*)

2.1.1. Generalidades

El cacao es originario de América el mismo que desarrolla un grano como fruto el cual es utilizado para la elaboración de chocolate. Este es de épocas de Incas, Mayas y Aztecas el cual es utilizado hasta la actualidad, pero con un mejor acabado y nutricional (Vera et al., 2014).

El cacao posee almendras las cuales le dan forma de una baya grande siendo estas denominadas mazorcas cuyo largo es de 15 a 30 cm y con un espesor de 7 a 10 cm es pulposo y de forma ovalada con un color purpúreo, generalmente la mazorca contiene entre 30 y 40 semillas las mismas que se encuentran en la pulpa en las extremidades de la morra (Quintero & Díaz, 2004).

En el interior de las zafras se van recolectando las almendras de todos los vegetales que estén flamencos, se lo somete en talantes convenientes por medio de recipientes especiales. Estos provechos sufren múltiples evoluciones sintéticas y físicas las cuales afectan su casta, el tiberio debe de estar correctamente acostado y fermentado así se verá su gusto (Vera et al., 2014).

El primer producto que obtiene el fruto es el chocolate, ya sea en polvo o en manteca la cual se obtiene por medio de la trituration del grano que esté fermentado. El grano se puede transformar en grasa o en polvo, los cuales suelen mezclarse con bicarbonato de sodio pero esto va a graduar dependiendo del chocolate (Vera et al., 2014).

Los contribuyentes del chocolate aportan nutrientes al ser humano los cuales son la vitaminas A,B y hierro.

2.1.2 Origen

Este género es originario de la Región Amazónica siendo los países de Ecuador, Bolivia, Brasil, Perú y Colombia. En estos territorios se muestran diversas alteraciones del pelaje las cuales se extendieron hasta México e incluso por toda Sudamérica lo cual crea incertidumbre sobre si su propagación surgió por la irrigación del hombre o de forma natural. Aún no se conoce como llegó a Centroamérica la cual se cultivó por más de 3000 años, en el año 1822 el lío fue ejemplarizado desde Brasil, incluso la locación portuguesa en el año 1830. En 1915 el Oeste de África se convierte en el responsable de una expansión integral del 60% (Quintero & Díaz, 2004).

El *Theobroma Cacao* es encontrado en las espesuras húmedas de América tropical el cual se da en mayor proporción entre 18 N Y 15 S en Ecuador con una altura de 1.250m(Quintero & Díaz, 2004).

2.1.3. Descripción Botánica

El cacao es un nativo de América el mismo que pertenece a la comunidad (Sterculiaceae). Es un árbol pequeño con una altura promedio de 4 a 8 metros y si recibe los cuidados adecuados puede llegar a medir 10 metros (Quintero & Díaz, 2004).

El grano del cacao podría contener entre 30 a 40 semillas las mismas que son de una coloración rojizo-marrón en su frontispicio y contiene una pulpa blanca denominada mucílago la cual es comestible. Esta fruta posee 2 cotiledones. Los lienzos de los cotiledones contienen teobromina en un 1% y cafeína en un 5% (Vera et al., 2014).

Los requerimientos arqueológicos del *Theobroma Cacao* en sus áreas de labor se encuentran entre los carrascales tropicales no máximos a 20° rumbo y al sur de la línea ecuatorial. La temperatura debe ser entre 21°C y 35°C si se desea conservar y obtener una

buena fabricación de la fruta debe almacenar entre 1.150 y 2.500mm. (Quintero & Díaz, 2004).

2.1.4. Descripción del proceso de chocolate

Fue un productor suizo de leche evaporada, llamado Henry Nestlé quien ideó una mezcla de pasta de cacao con leche evaporada y azúcar, dando así la fama al denominado chocolate suizo. Luego, otro suizo, Rudolf Lindt empezó a la elaboración de tabletas de chocolate mediante una formulación similar a la de Nestlé. Irónicamente el cacao regresó a América a través de empresarios confiteros tales como Milton Hersley el cual lo manufacturo de manera industrial. Donde más se difundió el consumo de chocolate fue tal vez durante la primera y segunda guerra mundial, ya que este era uno de los alimentos de prioridad para las tropas estadounidenses, los mismos que las obsequiaron a los habitantes de países vecinos (Valenzuela B, 2007).

El chocolate proporciona nutrientes, Segun (Quintero & Díaz, 2004). Afirma “aproximadamente un 30% de materia grasa, un 6% de proteínas, un 61% de carbohidratos, y un 3% de humedad y de minerales (fósforo, calcio, hierro), además de aportar vitaminas A y del complejo B. La materia grasa del chocolate es la manteca de cacao, la que contiene un 35% de ácido oleico, un 35% de ácido esteárico, y un 25% de ácido palmítico (Valenzuela B, 2007).

Las fases de la fabricación del chocolate son: Tostado, molienda, mezcla, molido fino, conchado, templado, moldeado y envasado. Si se quiere separar la manteca de cacao para obtener, por ejemplo, cacao en polvo desgrasado, tendremos la fase adicional de la alcalinización (Valenzuela B, 2007).

Tostado: Después de limpiar el cacao crudo, pasando los granos por tamices, estos se tuestan para ayudar a desarrollar sus cualidades de aroma y sabor. Este proceso se lleva a cabo automáticamente a una temperatura de 130°C, durante 15 o 20 minutos (Valenzuela B, 2007).

Molienda: Los granos de cacao son molidos varias veces, hasta que queden suficientemente finos. La presión y la fricción producen una mezcla líquida pero espesa de textura suave, que es la pasta de cacao, que servirá bien para fabricar chocolate, o para hacer cacao en polvo (Valenzuela B, 2007).

Prensado: A la pasta de cacao se la somete a un proceso de prensado, con el fin de extraer la manteca de cacao. Este proceso ayuda a eliminar la acidez y la amargura típica del cacao. Al eliminar de la pasta la manteca de cacao, obtenemos el cacao en polvo, que puede ser utilizado solo, o como otra materia prima de otros productos (Coello, 2011).

Mezcla: En la asadora se van mezclando los ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y leche si queremos obtener chocolate con leche. Con esto se obtiene una pasta homogénea, preparada para pasar otra vez por el molino (Quintero & Díaz, 2004).

Templado: En esta fase se reduce la temperatura del chocolate para garantizar la cristalización de la manteca de cacao en una cantidad mínima de un 1%, mientras que los cristales del tipo inestable están listos para ser moldeados, después de ser calentados sin sobrepasar los 35 °C (Coello, 2011).

Moldeado: En esta fase se vierte la masa líquida del cacao en los moldes, al momento de añadir los complementos que se podrían agregar. Los moldes son introducidos a baja temperatura donde el chocolate se endurece y va adquiriendo la forma definitiva (Vera et al., 2014)

Envasado: Los productos son llevados por un transportador a las máquinas de embalaje y son envueltos en papel de aluminio, luego se efectúa el envasado individual y se meten los productos en cajas (Quintero & Díaz, 2004).

2.1.5. Composición Nutricional

El chocolate aporta nutrientes. Según (Quintero & Díaz, 2004). Afirma “aproximadamente un 30% de materia grasa, un 6% de proteínas, un 61% de carbohidratos, y un 3% de humedad y de minerales (fósforo, calcio, hierro), además de aportar vitaminas A y del complejo B. La materia grasa del chocolate es la manteca de cacao, la que contiene un 35% de ácido oleico, un 35% de ácido esteárico, y un 25% de ácido palmítico. El 5% restante está formado por diversos ácidos grasos de cadena corta cuya composición es típica de las diferentes almendras de cacao”.

El chocolate contiene una estructuración de triacilglicéridos cuyo punto de fusión oscila entre 27-32 °C, siendo esta la característica de más grado de interés en el chocolate, ya que el producto se deshace en el paladar de las personas muy rápido la cual no debe contener grumos dando así un sabor agradable y una textura cremosa (Quintero & Díaz, 2004).

El Chocolate es un alimento energético por excelencia, siendo este un alimento adecuado para los atletas (soldados, corredores olímpicos, etc) los cuales necesitan estar y tener una actividad física elevada y por ende necesitan contar con una buena reserva energética adicional. Cada 100 g de chocolate posee 500 calorías más que algunos alimentos como el pan (250 cal), la leche entera (70 cal), incluso más que la carne que posee 170 cal. (Quintero & Díaz, 2004).

2.1.6. Beneficios del chocolate

El chocolate posee en su composición flavonoides-polifenoles, los mismos que son excelentes antioxidantes los cuales protegen el corazón, así mismo el sistema circulatorio, el chocolate negro principalmente es rico en polifenoles los que reducen los efectos de la fatiga crónica y encefalomielitis mialgica (L. Cevallos, 2007).

El chocolate contiene triptófano el cual es un promotor de serotonina siendo este un aminoácido regulador de neurotransmisores y dosis adecuadas de anandamida, ambos psicotrópicos producidos de manera natural en el ser humano al consumir una cantidad mínima de chocolate (Coello, 2011). 100 g de chocolate negro al día disminuyen el riesgo de hipertensión y accidentes vasculares, estudios indican que el consumo de una barra pequeña de chocolate negro al día reduce la presión sistólica en un 8% o 9% (Coello, 2011).

El chocolate puede tener un efecto estimulador cerebral, antidiarreico, anticanceroso y antitusígeno (Coello, 2011).

2.2. Chocolate artesanal en el Ecuador

El cacao es un patrimonio de Ecuador más si es el cacao 100% ya que este permite identificar los distintos productos que se pueden elaborar a partir de la pasta de cacao, además al aporte del ser humano al crear productos con esta materia prima generando así un choque cultural y que este sea también un soporte a la memoria e identidad de los ecuatorianos, lo que hace que la elaboración de chocolate artesanal sea solo el dominio y técnica de este producto. En el Ecuador se cultivan variedades de cacao, pero la variedad más buscada por productores y fabricantes de chocolate es la Nacional ya que destaca por su calidad del grano y su denominado fino aroma. Pero hace 100 años gracias a la llegada de algunas plagas y

enfermedades como es la moniliasis o también llamada escoba de bruja, género la inclusión masiva de chocolate extranjero (Chen, 2010).

La idea generada para la elaboración y producción de chocolate artesanal es para tener conocimiento de las tradiciones que se han venido manteniendo con el pasar del tiempo, cómo ha impactado a la sociedad y cómo ha evolucionado. La ocupación de la actividad técnica como hecho social se puede valorar desde el diseño de formas de trabajo y su presencia en el ámbito cultural. Seguidamente reconocer las comunidades prevalentes de un territorio que se basa en su sustento a un oficio cultural. Gracias a este reconocimiento se hace posible la identificación de grupos humanos en el contexto regional y local "La chocolatería artesanal es parte del aparato reproductivo de países en vías de desarrollo, como un aporte de productividad importante desde la vista económica, cultural y social (Chen, 2010)

El producto artesanal se centra en su capacidad de moldear y transformar la materia prima así lograr un chocolate fino de aroma, dejando plasmado su huella, su identidad como creador de un chocolate fino. Los secretos en el manejo de la materia se perciben en la calidad lograda en el producto, fruto de su creación. Cristina Báez historiadora y chocolatera artesanal dice; "El productor artesanal es el intérprete de diversos aspectos del chocolate como; su sabor inconfundible, donde se combina el cacao con sabores andinos, a través de su oficio representa con sus manos los beneficios para la salud, como es el chocolate negro". La preparación de forma artesanal de chocolate parte del tostado de las almendras de cacao en un tiesto de barro, con una cuchara de madera se debe remover constantemente, luego de haber tostado se empieza a salir la cascarilla dejando ver los granos negros del cacao. En el Ecuador el cacao es el producto de exportación más antiguo del país y en la actualidad continúa

generando riquezas, lo que se pretende es exportar un producto final como es el chocolate artesanal mas no la materia prima "Pepa de cacao" (Chen, 2010).

2.3. Manteca de cacao

La manteca de cacao es una grasa poliforme obtenida del "Theobroma cacao". Es considerado el ingrediente con la mayor influencia en el precio del chocolate es la manteca de cacao. Aporta una tercera parte en el contenido del producto final aproximadamente y es el culpable de sus características tan apreciadas, como son la dureza, la rápida y completa fusión en la boca, además de su brillo y vida útil (Chen, 2010).

2.3.1. Proceso para la obtención de la manteca de cacao

Para la obtención de la manteca de cacao se debe seguir los siguientes pasos:

1. **Recolección:** los frutos maduros del árbol se cortan y se abren a golpes de machete. Luego con la mano se sacan todos los granos que contiene la fruta, separándolos de la pulpa.
2. Los granos de cacao se limpian eliminando los materiales extraños.
3. **Fermentación:** los granos se dejan fermentar dos o tres días en el mismo lugar donde se producen, cubiertos de hojas de platanero.
4. **Secado:** se recogen los granos y se transportan hacia unas eras donde se reparten bien y se dejan secar al sol.
5. Para liberar el sabor y el color del chocolate, los granos se tuestan. La temperatura, el tiempo y el grado de humedad involucrados en el tostado, dependen del tipo de grano usado y el tipo de chocolate o producto que se desee obtener.
6. Los granos se trituran y en un ciclón se eliminan las cáscaras.

7. El cacao ya sin cáscara sufre una alcalinización, usualmente con carbonato de potasio, para realzar el sabor y el color.
8. Los nibs (trozos de cacao triturado) se muelen para crear el licor de cacao (producto que se obtiene del molido del cacao tostado, descascarillado, prácticamente sin germen y sin eliminar o agregar ninguno de sus constituyentes). La temperatura y grado de molido varía acorde al tipo de grano usado y al producto requerido.
9. El licor de cacao se presiona para extraer la manteca de cacao la cual representa un 50 % del peso total, dejando una masa sólida llamada torta de cacao. La cantidad de manteca extraída del licor es controlada por los manufactureros para producir tortas de cacao de diferentes proporciones de grasa.
10. El proceso ahora toma dos caminos diferentes. La manteca de cacao se usa para la elaboración del chocolate. Por otro lado, la torta de cacao se desmenuza en pequeños gránulos que luego se pulverizan para obtener el polvo de cacao.
11. El licor de cacao se usa para elaborar chocolate con la adición de manteca de cacao. Se agregan otros ingredientes como azúcar, leche, agentes emulsificantes, las proporciones de éstos dependen del tipo de chocolate a elaborar (Martínez, Periago y Navarro, 2016).

2.3.2 Composición de la manteca de cacao

La manteca de cacao posee en su composición un 98% de triglicéridos, 1% de ácidos grasos libres, 0,3 a 0,5 % de diglicéridos y 0,1% de monoglicéridos. Además tiene alrededor de 0,2% de esteroides y 150 a 350 de ppm de tocoferoles (es especial el α -tocoferol). La cantidad de fosfolípidos varía entre 0,05 a 0,13%. Contiene además una gran cantidad de compuestos volátiles tales como pirazinas, piridinas, triazoles y cadena corta de ácidos grasos, los cuales son los responsables de su aroma (Ramos, 2021).

Los ácidos grasos que predominan en la composición de la manteca de cacao son el palmítico 24,4 a 26,7 %, el esteárico 34,4 a 35,4 %, el oleico 37,7 a 38,1% y el linoleico en una baja proporción de 2,1%. La mayoría de los triglicéridos (77%), están constituidos por ácido oleico en la posición media del glicerol, con los ácidos restantes que están saturados forman de forma alternativa tres triglicéridos simétricos POP, POSt, StOSt. Solamente el 2% de todos los ácidos están saturados. No existen triglicéridos totalmente insaturados (Martínez, Periago y Navarro, 2016)

El ácido oleico estructura un ángulo en enlace doble, mientras tanto el palmítico y esteracido se mantienen rectos, manteniéndose en la longitud de la cadena de átomos de carbono. Estos factores geométricos son los culpables de que los triglicéridos cristalicen en una cadena de cadena triple (Ramos, 2021).

2.4. Propiedades Físico-químicas que influyen en la elaboración de chocolate

2.4.1 Cristalización

Dada la estructura relativamente de la composición de los triglicéridos, la manteca cristaliza en una estructura altamente ordenada. Esta característica es la culpable de la dureza y el comportamiento durante el proceso de fusión. Sin embargo, las menores diferencias en la simetría de la cadena ocasionan un poliformismo complejo el cual contiene desde la estructura más inestable hasta la que puede mantenerse estable por un amplio periodo de tiempo. Se pudieron identificar seis formas de cristalización gracias a la calorimetría diferencial de barrido. En un siguiente análisis, por medio de la difracción de rayos X se pudieron aislar cuatro formas de cristalización diferentes (identificadas como g,a,b y b'). Cada una de las distintas formas de cristalización presentan puntos de fusión y calores diferentes los cuales son significativamente diferentes entre sí, siendo las formas g,a, b'

termodinámicamente inestables, frente a la forma estable b. El principal objetivo del atemperado del chocolate es producir un mayor número posibles de núcleos de cristalización b, ya que esta forma garantiza una rápida y adecuada cristalización. Aunque de todas maneras ya sea temprano o tarde todas las formas inestables inevitablemente se re cristalizaran en la forma estable b, la capacidad de recristalización depende mucho con la calidad de la manteca de cacao y la temperatura en el proceso de atemperado (Ramos, 2021).

2.4.2. Cristalización poliforme de la manteca de cacao

El proceso de elaboración de chocolate debe adaptarse al poliformismo de la manteca de cacao y conseguir un tipo de cristal denominado b(V). Esto se obtiene mediante un proceso térmico que se llama templado o atemperado, en el que se alcanza una distribución óptima de los cristales los mismos que producen brillo, dureza y estabilidad al chocolate (Tigselema, 2018).

Si este proceso se realiza de forma errónea, la vida útil del chocolate no será por mucho tiempo, ya que pasado un corto tiempo se puede apreciar en el chocolate la aparición de manchas sobre su superficie, cuyo fenómeno es conocido como "fat bloom" este origina que la grasa que contiene el chocolate en su interior migre hacia la superficie. En otros términos la estructura cristalina de la manteca, se refiere a la transformación de la forma b (V) a la forma b (VI). Las condiciones permanentes de la temperatura ambiente entre los 20 y 30 °C, mediante el almacenamiento del chocolate, facilita los procesos de migración y acelera la transformación generando la reducción de la vida útil del producto (Tigselema, 2018).

Si bien es cierto que las propiedades de cristalización de la manteca de cacao se pueden determinar mediante la curva de fusión obtenidas DSC, hoy en día se prefieren

métodos alternativos debido a los problemas de reducibilidad y costo que genera la DSC (Tigselema, 2018)

Un método alternativo es el de la curva de enfriamiento de Shukoff. Esta técnica consiste en enfriar la manteca de cacao en un baño de agua entre 0 y 10° C, en condiciones estáticas y registrando la variación de la temperatura con el tiempo. La manteca de cacao comienza a cristalizar a 20° C, temperatura ligeramente inferior al punto de fusión de la forma de cristalización, lo que se refleja en un aumento de temperatura, producida por el calor latente generado durante el proceso de cristalización. El punto crítico del proceso se produce en el mínimo de la curva de temperatura. En este punto la forma α comienza a recrystalizar a la forma β' y se genera una cantidad de calor tal que, a pesar del enfriamiento externo, la temperatura comienza a subir. La relación dT/dt en esta fase de incremento de temperatura se toma como indicador de las propiedades de cristalización de la manteca de cacao (Tigselema, 2018).

2.4.3. Dureza y resistencia térmica

En la manteca de cacao sus cualidades pueden ser descritas de acuerdo al contenido de grasas sólidas a diferentes temperaturas. El contenido de sólidos medidos en porcentaje, por debajo de los 25 °C da una indicación sobre la dureza del chocolate, en tanto que los valores entre 25 y 30 °C muestran su resistencia térmica. La fusión ocurre entre 27 y 33 °C, en conjunto con la liberación del sabor, dando esa sensación característica, en cambio que la existencia de sólidos a temperaturas de 36 °C da como gusto a cera en la boca (Tigselema, 2018)

La dureza depende del porcentaje de StOSt y la disponibilidad de la cadena de triglicéridos simétricos. Convirtiendo a la manteca de cacao en un alimento natural, existen

variantes cualitativas con respecto a su origen: desde la dureza y termorresistencia de la Malasia, pasando por África en su dureza media, hasta la blandura de Sudamérica, la cual es obtenida principalmente en Brasil (Martínez, Periago y Navarro, 2016)

2.4.4. Mejoradores de la manteca de cacao

Se encuentran varios aceites vegetales que contienen una composición similar de triglicéridos a la manteca de cacao, los mismos que se pueden aprovechar para mejorar la calidad de ciertas mantecas, por lo cual pueden ser mezclados en cualquier proporción, sin preocuparse por el riesgo que el chocolate se ablande debido a la aparición de eutéctico. Estos aceites se generan en árboles exóticos como el Ilipe en cual crece en regiones boscosas vegetales de Borneo. Además la manteca de cacao puede utilizarse para la elaboración de CBI (Tigselema, 2018).

El procedimiento para la elaboración consiste, básicamente, en el fraccionamiento de estos frutos para poder llegar a un producto con la proporción adecuada de triglicéridos. Así se obtiene una composición total de POP, POST, StOSt de alrededor de 83% se puede seleccionar la aparición relativa de los triglicéridos para formar un CBI específico que cuyas propiedades se adecuarán al tipo a la manteca utilizada y a la receta, además en el mercado de los que ya es el chocolate (García & Zambrano, 2021).

En el caso de CBI que brinda la termorresistencia al chocolate, es necesario que la curva de sólidos se encuentre por encima a lo que corresponde la manteca de cacao, en el rango de temperatura hasta los 30 °C para luego caer duramente y tener una fundición similar a la manteca, por debajo de los 36 °C. En estos casos se diseña un CBI para que su contenido de triglicéridos StOSt predominan fuertemente sobre los dos (Martínez, Periago y Navarro, 2016).

Como consecuencia del uso de CBI termo resistente será la obtención de un chocolate ya sea éste tableta o baño el cual tendrá las siguientes características:

- Se mantendrá sólido en los climas cálidos y templados, disolviéndose por completo en la boca.
- Aumenta la vida útil del chocolate.
- Mejora el sabor del chocolate.

2.5. Normativas y requisitos para la elaboración del chocolate

En el Ecuador existen normativas que se deben seguir para la elaboración de productos las mismas que dan parámetros de calidad, parámetros microbiológicos, requisitos y forma de elaborar y nombrar los productos (INEN, 2010).

2.5.1. Normativas para la elaboración de chocolate

La normativa usada para la elaboración de este chocolate es la (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 621:2010. CHOCOLATE. REQUISITOS)

Esta normativa técnica define al chocolate con leche como el producto homogéneo que se obtiene mediante un proceso adecuado de fabricación a partir de la manteca de cacao que pueden combinarse con productos lácteos, azúcares, edulcorantes, excepto aquellos que imitan el sabor natural del chocolate

2.6. Requisitos

2.6.1. Requisitos específicos

La NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 621:2010. plantea como requisitos específicos los siguientes.

Tabla 1.

Requisitos para el chocolate

REQUISITOS	chocolate	Chocolate dulce corriente	Chocolate sin edulcorar	Chocolate para cobertura	Chocolate con leche	Chocolate con leche para cobertura	Chocolate blanco	Método de ensayo
	Mi n Ma x	Mi n Ma x	Mi n Ma x	Mi n Ma x	Mi n Ma x	Mi n Ma x	Mi n Ma x	
Manteca de cacao	18	18	50 58	31			20	NTE INEN 535
Extracto seco desengrasado de cacao	14	12	14	2,5	2,5	2,5		NTE INEN 539
Total, de extracto seco de cacao	35	30		35	25	25	20	
Materia grasa de leche					3,5	3,5		

extracto seco magro de leche					10, 5	10, 5	10, 5	NTE INEN 539
materia grasa total					25	31	24, 5	NTE INEN 535

Nota. Esta tabla fue extraída de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0621 REQUISITOS PARA CHOCOLATES (p.4), donde especifica los requisitos según el tipo del chocolate por (INEN 2010).

2.6.2. Requisitos Microbiológicos

El producto analizado debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos:

- a) No debe contener sustancias originadas por microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.
- b) Debe estar exento de microorganismos patógenos.
- c) Además, el producto ensayado de acuerdo a las normas correspondientes debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos (INEN, 2010).

Tabla 2*Requisitos microbiológicos para el chocolate*

	n	m	M	c	Método de ensayo NTE INEN
Aerobios mesófilos	5	2,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ⁴	2	1529-5
Aerobios mesófilos	5	2,0 x 10 ⁴	5,0 x 10 ⁴	2	1529-5
Coliformes totales	5	0	1,0 x 10 ⁴	2	1529-7
Mohos y levaduras	5	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ⁴	2	1529-10
Salmonella	10	0	—	0	1529-15

*Solo para chocolate con leche

En donde:

n = Número de unidades de muestra

m = Nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

c = número de unidades defectuosas

ufc = unidades formadoras de colonias

UP = unidades propagadoras

Nota. Los datos presentados en la tabla son específicamente para chocolate con leche, obtenida de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0621 REQUISITOS PARA CHOCOLATES (p.4), por (INEN 2010).

Contaminantes, los límites máximos permitidos de metales tóxicos en chocolates son los especificados a continuación:

Tabla 3*Límites máximos permitidos para metales tóxicos*

Metales tóxicos	Límites máximos
Arsénico (As)	0,5 mg/kg
Cobre (Cu)	15mg/kg
Plomo (Pb)	1mg/kg

Nota. Esta tabla fue obtenida de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0621 REQUISITOS PARA CHOCOLATES (p.5), nos indica los límites máximos, por (INEN 2010).

Aditivos alimentarios, para la elaboración de los chocolates podrán adicionarse las cantidades indicadas a continuación, calculadas sobre la masa de chocolate o chocolate para cobertura.

Emulsionantes, la cantidad máxima de emulsionantes permitidos se indican. (INEN, 2010)

Tabla 4*Emulsionantes*

Emulsionante	Dosis
- Monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos comestibles	15 g/kg
- Lecitina	5 g/kg*
- Sales amónicas de ácidos fosfatídicos	7 g/kg
- Polirrecenolato de poliglicerol	5 g/kg
- Monoestearato de sorbitán	10 g/kg
- Monoestearato de poli-oxietilén (20) sorbitán	10 g/kg
- Triestearato de sorbitán	10 g/kg
- Total de emulsionantes	15g/kg (solos o mezclados)
* del componente de lecitina insoluble en acetona	

Nota.. Esta tabla fue obtenida de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0621 REQUISITOS PARA CHOCOLATES (p.5), por (INEN 2010).

2.7. Templado del chocolate

2.7.1. Templado

El templado o atemperado en el chocolate es un proceso en el cual se deshace o funde el chocolate y como consecuencia también los cristales de grasa del mismo, luego se enfría para que pueda generar nuevas redes de cristales de grasa, y al finalizar se calienta el chocolate levemente para así eliminar los cristales inestables de las nuevas redes y dejar cristalizar por completo. Este procedimiento nos da como resultado una red estable de grasa y por consiguiente un chocolate crujiente y brillante (García & Zambrano, 2021).

Para realizar el templado completamente de manera artesanal se necesitan pocos utensilios siempre y cuando siguiendo los pasos adecuadamente siguiendo la indicación y aplicando las temperaturas adecuadas para no cometer errores y salgo un producto de calidad. (García & Zambrano, 2021)

Cada tipo de chocolate (con leche, negro y blanco) tiene una temperatura de templado diferente: En el chocolate negro se calienta el chocolate hasta los 45-50 °C, chocolate con leche 40-45 °C y chocolate blanco 40 °C, se enfría el chocolate hasta los 28-29 °C, chocolate con leche 27 °C y chocolate blanco 24 °C y se aumenta la temperatura hasta 31-33 °C, chocolate con leche 30-31 °C y chocolate blanco 27-28 °C. Existen demasiadas maneras de atemperar el chocolate pero la más utilizada es el temperado sobre mármol (Martínez, Periago y Navarro, 2016)

2.7.2. Temperaturas de templado de chocolate

Tabla 5

Temperatura de templado del chocolate

	Temperatura de fundición	de	Temperatura descenso	de	Temperatura atemperada
Chocolate negro	44° - 48°C		28° - 29°C		31° - 33°C
Chocolate con leche	42° - 44°C		26° - 27°C		28° - 30°C
Chocolate blanco	38° - 40°C		24° - 25°C		28° - 29°C

Nota. Esta tabla está adaptada de acuerdo a los datos del Trabajo de titulación (p.28), por León A, y Salas R, 2020, Universidad de Guayaquil.

2.8. Etapas de temperado de chocolate

2.8.1. Etapa de fundido

En esta etapa se transforma el chocolate de sólido a líquido, por lo tanto, si el chocolate es en barra o en tableta este se lo trocea, en trozos pequeños para facilitar el proceso de fundido.

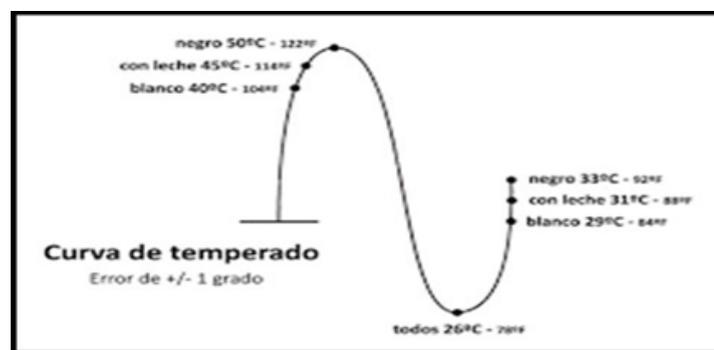
Existen dos procesamiento de fundición que se puede aplicar uno es someterlo en el microondas durante un intervalo de 30 a 40 segundos. En cada intervalo se debe revolver hasta que el chocolate esté totalmente fundido (García & Zambrano, 2021).

Como segunda opción es realizar el proceso de fundición de chocolate a baño de maría asegurando que el agua no hierva ni esté en contacto directo con el chocolate.

Es de suma importancia tener en cuenta los tipos de chocolate ya que la temperatura de fundición varía en cada uno, esto se ve en las curvas o tablas de templado de chocolate (Martínez, Periago y Navarro, 2016).

Figura 1

Curva de templado del chocolate



Nota. Adaptada de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ATEMPERADOR DE CHOCOLATE (Hernandez & Caballero, 2018)

2.8.2. Etapa de descenso

En esta etapa se baja rápidamente la temperatura del chocolate que este recién fundido, para lo cual existen tres tipos de templado de chocolate, en cuanto a su descenso

- **Temperado sobre mármol:** Esta es una de las técnicas más comunes de atemperado de chocolate y consiste en extender 2/3 partes del chocolate fundido sobre una superficie de mármol y a través de una espátula ir recogiendo. Este procedimiento se repite en varias ocasiones hasta que el chocolate disminuye su temperatura y llegue a temperatura ideal según sea el tipo de chocolate que se esté utilizando, guiándose mediante la tabla y curva las cuales muestran la temperatura que le corresponde a cada tipo (García & Zambrano, 2021).

- **Temperado a baño María Invertido:** En este proceso en vez de poner el recipiente con el chocolate fundido sobre el otro con agua caliente, se hace este proceso con agua sumamente fría, e incluso con hielo. Se remueve el chocolate fundido hasta llegar a la temperatura adecuada según la tabla una vez llegada esa temperatura retirar rápidamente del recipiente con agua fría.

- **Temperado con la Técnica de Sembrado:** Este proceso consiste en agregar trozos del mismo tipo de chocolate que se ha fundido y remover consecutivamente hasta lograr que la temperatura disminuya hasta donde lo indica la tabla (L. Cevallos, 2007)

2.8.3. Etapa de atemperado

En esta etapa final es donde tomaremos el chocolate extendido sobre el mármol para disminuir su temperatura y mediante la espátula llevar el chocolate a recipientes y remover hasta lograr la temperatura adecuada (L. Cevallos, 2007)

2.8.4. Cristales en el chocolate

La composición del chocolate está constituida en su mayoría de pasta de cacao, manteca de cacao, azúcar y algunos aditivos. La pasta de cacao es un producto obtenido mediante la molienda, tostado y refinado de los granos de cacao, y está constituida por cacao en polvo y con manteca de cacao que se obtiene mediante la extracción de los fragmentos de grasa del cacao (García & Zambrano, 2021).

Si el etiquetado de una tableta de chocolate indica que esta contiene un 70% de cacao esto se refiere al porcentaje de cacao que esta tiene, en otras palabras es la suma de pasta y de manteca de cacao que esta posee. De esa manera un chocolate de estas características contiene un aproximado de 60% de pasta de cacao y un 10% de manteca de cacao

añadida, que constituyen el 70% que se especifica en el envase. El 30% restante será azúcar. Así mismo, un chocolate con leche de un 40% de cacao, contendrá un 12% de pasta de cacao, un 28% de manteca de cacao añadida (que constituyen el 40%), y el resto será azúcar (40%) y leche en polvo (20%). Se entiende, pues, que un chocolate con leche contenga menos sólidos de cacao que un chocolate negro. En cambio, en un chocolate blanco no encontraremos sólidos de cacao y su composición aproximada será de un 30% de manteca de cacao, un 25% de leche en polvo y un 45% de azúcar (L. Cevallos, 2007).

De todos estos ingredientes, la manteca de cacao es la clave del enigma ya que es la que aporta muchas de las propiedades sensoriales como el aspecto y textura del chocolate. La manteca de cacao está formada por unas sustancias químicas, triacilgliceroles para los especialistas, constituyentes principales también de otros alimentos grasos como la leche, la manteca, el jamón (García & Zambrano, 2021).

2.8.5. Características Polimórficas

La manteca de cacao y sus propiedades de poliformismo han venido siendo investigadas desde el comienzo del siglo XX. Inicia de la forma en cómo se empaquetan los ácidos grasos. La manteca de cacao contiene seis estructuras de cristalización las mismas que son enumeradas con números romanos de I a VI, los cuales tienen punto de fusión de 17°, 23°, 26° y 35-37° respectivamente. La cantidad de estructura de cristalización de la manteca de cacao es una discusión científica desde el año 2010, esto se debe a que algunos autores mantienen la teoría de que son menos fases. La industria chocolatera trabaja con seis fases. (León & Salas, 2020)

Tabla 6

Tabla de fusión de las seis fases de cristalización del chocolate.

Cristal	Temp. fusión	Notas
I	17 °C (62,6 °F)	Ligero, granuloso, funde fácilmente.
II	21 °C (69,8 °F)	Ligero, granuloso, funde fácilmente.
III	26 °C (78,8 °F)	Firme, frágil, funde fácilmente.
IV	28 °C (82,4 °F)	Firme, frágil, funde fácilmente.
V	34 °C (93,2 °F)	Lustroso, firme, funde a temperaturas cercanas a las corporales
VI	36 °C (96,8 °F)	Duro, toma semanas en formarse

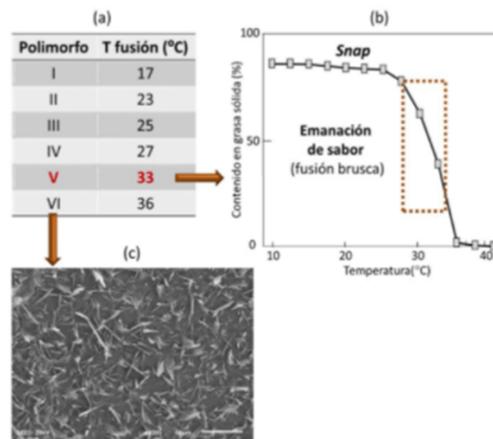
Nota. Esta tabla está adaptada de acuerdo a los datos del Trabajo de titulación (p.34), por León A, y Salas R, 2020, Universidad de Guayaquil.

Cuando los triacilgliceroles POP, POS y SOS se encuentran mezclados en la manteca de cacao, ésta exhibe un comportamiento polimórfico basado en la presencia de seis formas: formas I a VI, en orden creciente de estabilidad. La característica principal que permite definir el polimorfo deseado para que el chocolate presente las propiedades esperadas por el consumidor es su punto de fusión. En el proceso de elaboración del chocolate, la manteca de cacao debe estar presente en su forma V, puesto que funde a una temperatura de 32-33°C, que coincide con la temperatura de nuestra boca. De este modo, al insertar una pieza de chocolate en nuestra boca, ésta se derretirá enseguida, dando una sensación refrescante. Esta

temperatura de fusión también es adecuada por ser superior a la temperatura de nuestros dedos (de unos 28°C aproximadamente), de modo que podemos coger la pieza de chocolate

Figura 2

(a) Temperatura de fusión de los seis polimorfos de la manteca de cacao. (b) Perfil de fusión de la forma V. (c) Morfología de los cristales de forma VI



Nota. Adaptada de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ATEMPERADOR DE CHOCOLATE (Hernandez & Caballero, 2018)

Además, esta forma V presenta un perfil de fusión muy especial y característico. En la Figura 2b se muestra la correspondiente evolución de su contenido de grasa sólida en función de la temperatura. Se observa que el contenido en grasa sólida prácticamente no disminuye hasta la temperatura de fusión, manteniendo su carácter crujiente y su snap. Al aumentar la temperatura hasta su temperatura de fusión, el contenido en grasa sólida disminuye de manera brusca, momento en que tiene lugar la potente emanación del sabor (García & Zambrano, 2021).

2.9. Defectos en el chocolate

En el Ecuador la elaboración de chocolate artesanal es una de las tradiciones más comunes que existen, los productores de chocolate en el Ecuador cada día van aumentando, los errores o defecto más comunes en el chocolate artesanal se lo puede identificar de cuatro maneras como

A la vista: El conocido como fab bloom, es cuando en el chocolate aparecen partes blancas debido a que no fue temperado correctamente, o los cambios de temperatura se separa la grasa, además en la aparición de gotas cristalinas de azúcar quiere decir que se separó la azúcar, mediante la vista también se puede identificar cuando tiene grietas, no brilla, y con burbujas (Hernandez & Caballero, 2018).

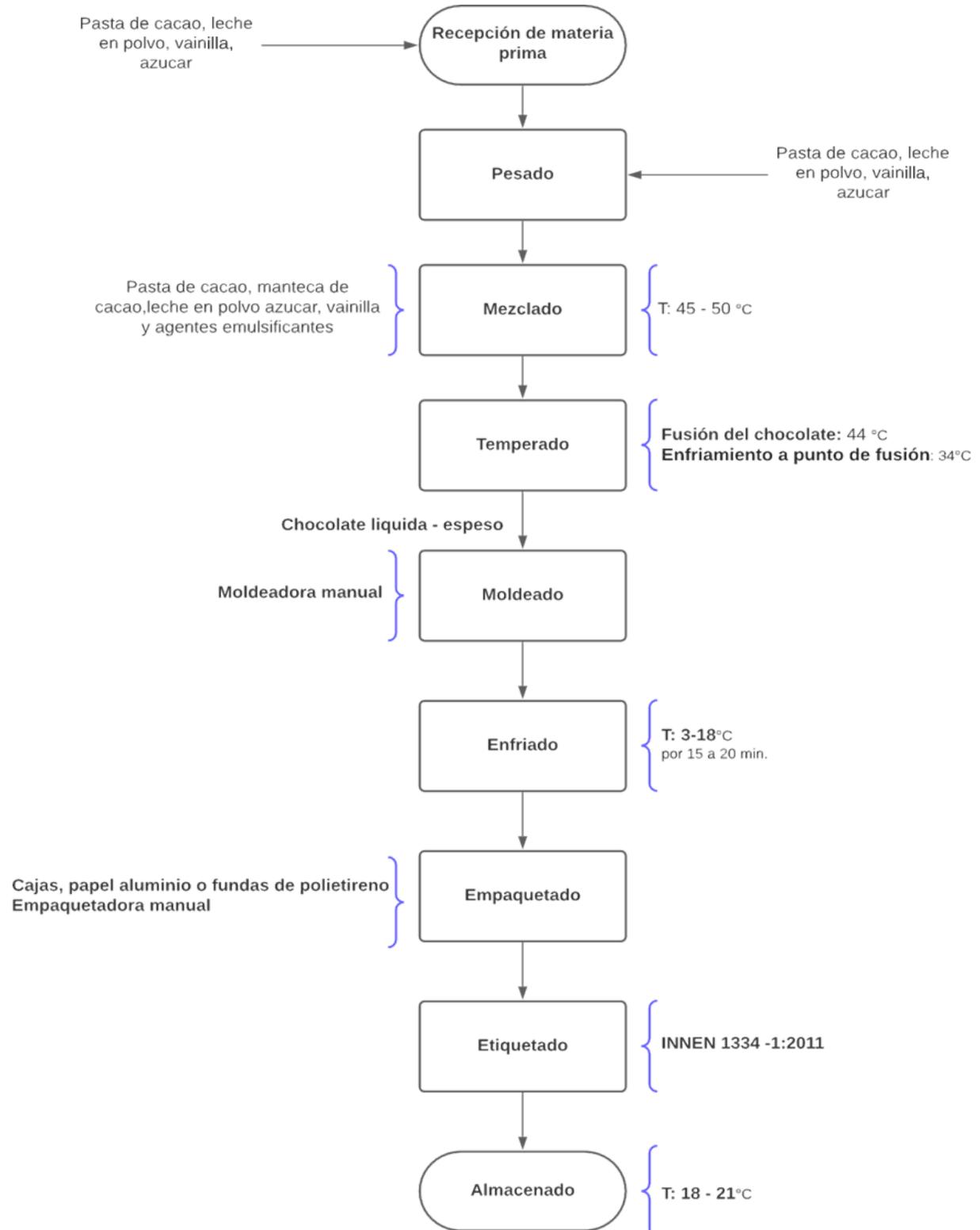
Al partirlo: Tiene que sonar al momento de partirlo, hacer clap o crack, en especial los chocolates oscuros, si estos no suenan es señal de un chocolate mal elaborado en especial en especial en el templado o cuando poseen en exceso aceite de palma. (Hernandez & Caballero, 2018)

Al olfato: El chocolate en sí debe oler a chocolate, se debe tener en cuenta y cuidado con los olores a ácido acético, azufre, moho y rancio. (Hernandez & Caballero, 2018)

En la boca: No tiene que tener sabor a vainilla, a leche agria, tabaco y humo.

2.10. Elaboración de chocolate

2.10.1. Diagrama de flujo



Recepción de materia prima: Se recibió la materia prima en este caso pasta de cacao, leche en polvo, azúcar pulverizada y vainillina.

Pesado: Se pesaron todos los ingredientes en una balanza analítica para asegurar las cantidades precisas que se necesitan para la formulación.

Mezclado: Se procede a mezclar los ingredientes a una temperatura de 45°C obteniendo así una consistencia homogénea.

Temperado: Luego de obtener un chocolate homogenizado se procede a colocar en agua con hielo a una temperatura de 27°C y luego en agua caliente a una temperatura de 33°C en un tiempo de 2 minutos, se debe tener en cuenta que la temperatura sea la indicada para no tener errores en el producto final.

Moldeado: Se procede a colocar en moldes base para su posterior proceso.

Enfriado: Finalmente se coloca en refrigeración por un tiempo de 2 horas a una temperatura de 4°C y luego se procede a empacar.

Empaquetado: Se procede a empaquetar en caja, papel aluminio o en fundas de polietileno, este procedimiento puede ser manual o en máquina.

Etiquetado: Se procede a etiquetar siguiendo la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1334-1:2011 la cual habla sobre ROTULADO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA EL CONSUMO HUMANO. REQUISITOS.

Almacenado: Se almacena a una temperatura entre 18-21°C

2.11. Optimización del proceso de templado en la elaboración de chocolate.

En el Ecuador existen múltiples empresas artesanales de chocolate estas empresas productoras de chocolate artesanal deben conocer y analizar los problemas que se puedan dar en su departamento de producción, y basados en esto, elegir la mejor alternativa de solución para ellos; asegurarse de que las medidas preventivas y correctivas, la mayoría de estos artesano tienen problemas en la calidad de producto esto se debe a que muchos desconocen las temperaturas y tiempos adecuados del templado del chocolate, el temperado en el chocolate ayuda a que este sea de mejor calidad y prolonga la vida de anaquel del mismo (Mancilla, 2021).

En la manteca de cacao, existen sustancias que pueden cristalizar en seis formas diferentes, es decir, se pueden ordenar en seis estructuras cristalinas diferentes, que son nombradas de I hasta VI. Este es un fenómeno que se denomina polimorfismo, varias formas con la misma composición química, muy frecuentadas en minerales, fármacos, y sustancias químicas muy variadas (Nkwocha Chinelo C., 2014).

De esas seis formas cristalinas, la forma V es la buscada y deseada por todos los chocolateros, artesanos como el de la pastelería de nuestro barrio o industriales como las multinacionales que todos conocemos. Es la forma que brinda al chocolate una fusión adecuada y una textura y un placer al paladar. Por ejemplo, es la que tiene una temperatura de fusión ligeramente inferior ($32-33^{\circ}\text{C}$) a nuestra temperatura corporal (recordemos que es de $36-37^{\circ}\text{C}$). El proceso se denomina “temperado”. Consiste en calentar el chocolate como mínimo hasta unos 45°C para que funda, enfriar hasta 27°C , temperatura a la que cristalizará la forma inestable IV, calentar hasta los 32°C para conseguir que los cristales de la forma IV se transformen en la forma estable V, y finalmente enfriar a 20°C para que estos nuevos núcleos cristalinos induzcan la cristalización del líquido restante en forma V. Cada

chocolatero introduce su saber hacer, pero básicamente este es el camino térmico a seguir (Nkwocha Chinelo C., 2014).

El procesamiento del chocolate debe entonces adaptarse a este polimorfismo de la manteca, y obtener un tipo de cristal estable denominado b (V). Esto se logra mediante un tratamiento térmico específico llamado templado o atemperado, en el que se alcanza una distribución óptima de los cristales que produce un chocolate con brillo, estabilidad y dureza adecuada, para conseguir que la manteca de cacao esté cristalizada en forma V, los chocolateros llevan a cabo el conocido proceso de temperado. El objetivo de atemperar el chocolate es precristalizar la manteca que el cacao contiene, lo cual es importante para dejar el chocolate listo para procesarlo. Durante el atemperado, la manteca de cacao que contiene el chocolate adopta una forma cristalina estable. Esto garantiza un producto perfectamente terminado con un brillo satinado y una textura firme al partirlo (Mancilla, 2021).

Además, hace que el chocolate se contraiga al enfriarse, lo cual facilita el desmoldado. Si el chocolate se funde sin más (entre 40 y 45 °C) y después se deja enfriar a una temperatura de trabajo adecuada, el producto final no será brillante. Por ende el procedimiento de temperado es de Temperado Sobre Mármol ya que esta es una de las técnicas de atemperado de chocolate más comunes y consiste en extender 2/3 del chocolate fundido sobre una superficie de mármol y con la misma espátula ir recogiendo. Este proceso consiste en aplicar, mediante agitación constante, un programa térmico muy concreto al chocolate antes de su moldeado. Siguiendo la tradición, el chocolatero artesanal sigue realizando el temperado del chocolate ayudándose de una pieza de mármol, mientras que a escala industrial se lleva a cabo en máquinas atemperadoras. Dicho tratamiento térmico se constituye de diferentes etapas

- **La forma (I)** Calentamiento del chocolate hasta una temperatura de 45°C o superior: fusión de la manteca de cacao)
- **La forma (II)** Enfriamiento hasta unos 27°C: formación de núcleos de forma IV
- **La forma (III)** Calentamiento hasta 32°C: transformación polimórfica de la forma IV a forma V
- **La forma (IV)** Etapas de retención y maduración: nucleación completa de la
- **La forma (V)** Etapa de estabilidad del producto

2.11.1. Proceso de templado

Mediante el proceso de templado de chocolate es de suma importancia atender las temperaturas, por lo cual es fundamental utilizar un termómetro para así verificar que las temperaturas sean las correctas en cada paso, a consecuencia de que la temperatura baje de manera pareja es necesario cortar el chocolate de manera homogénea, así se lo procede a meterlos en una olla a baño maria, es importante que la temperatura no supere a los 45°C durante este proceso, por ello es de vital importancia que llegue a los 45°C si es cobertura oscura y a los 43°C si es cobertura con leche ya que a estas temperaturas se obtiene la plena seguridad que todos los cristales de manteca de cacao se disuelvan. Es importante asegurarse que no entre agua o vapor a la cobertura durante este proceso, por ello se recomienda utilizar ollas especiales para baño maria que sean lo suficientemente grandes y una pequeña asegurándose que una contenga una cantidad de agua más pequeña que la otra, moviendo la espátula para mezclar bien todos los componentes de la cobertura, al comprobar que el chocolate esté completamente disuelto, se debe disminuir la temperatura a 26-27°C , para luego llevarlo a temperatura exacta de TEMPLE 30-34°C . Mediante el proceso de temperado, se consigue estabilizar la forma V de la manteca de cacao, que confiere al

chocolate una textura fina y crujiente, aspecto brillante, y temperatura y perfil de fusión adecuados (Nkwocha Chinelo C., 2014).

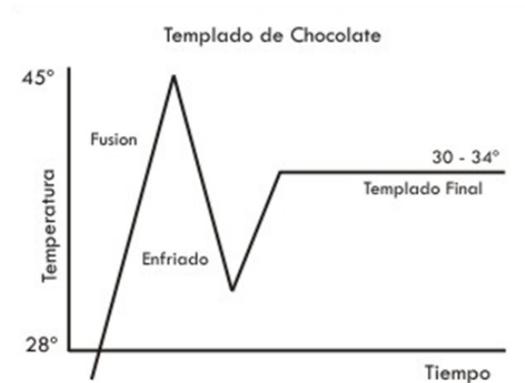
2.11.2. Temperatura de TEMPLE.

En la mayoría de los casos la temperatura se redujo más de la necesaria para el punto de TEMPLE, para ello se vuelve a calentar a baño María 10 segundos pasado ese tiempo retirar, homogenizar, mezclar la muestra y probar la temperatura. Si no se llega al punto exacto repetir este proceso las veces que sea necesario a baño maría hasta obtener la temperatura de TEMPLE (Camacho, 2017).

En el caso de la cobertura de chocolate con leche, las temperaturas antes mencionadas deben reducir dos grados. Si el proceso no salió a la primera, en este chocolate se puede volver a trabajar ya que la cobertura aun sirve, solamente se disuelve nuevamente la pieza que salió mal, se enfría la cobertura para luego ser disuelta de la manera correcta, lo único que no se puede dar vuelta atrás es si se pasa de la temperatura de fusión (Camacho, 2017).

Figura 3

Temperatura de *TEMPLE* de chocolate



Nota. Adaptado de ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA MÁQUINA DE TEMPERADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESAMIENTO DE CHOCOLATE (Rodríguez, 2020).

2.11.3. Efectos producidos por los errores del *TEMPLE*.

Los errores más comunes producidos por una mala temperatura de temple en el producto final son:

- Consistencia grumosa: Esto pasa cuando se mezcla mal la cobertura en el proceso de templeado.
- No endurece: Esto pasa cuando la temperatura fue demasiado alta.
- Falta de brillo: Esto sucede cuando la temperatura fue inferior a la temperatura del temple
- Puntos blanquecinos: Esto sucede cuando la temperatura fue superior a la temperatura del temple (Camacho, 2017)

2.12. Parámetros de calidad en el proceso de templeado

Para obtener un temperado óptimo es necesario conocer estos parámetros:

En el chocolate negro, fundir de 50 a 55°C, bajar a temperatura de 27 a 28°C, y subir la temperatura de 30-32°C. En el chocolate con leche, fundir de 45 a 50°C, bajar a temperatura de 26 a 28°C, y subir la temperatura de 29-30°C. (León & Salas, 2020)

Además para que sea un óptimo templado se debe seguir los siguientes pasos:

- No calentar a fuego directo.
- En época de calor, llevar la bandeja con los productos bañados a la heladera por unos minutos hasta que se endurezcan.
- Utilizar productos de marca reconocida que no contengan sustitutos de la manteca de cacao
- Verificar que en lugar de trabajo la temperatura ambiente no sea mayor de 25° C, la óptima oscila alrededor de los 20° C, con una humedad relativa de 40/50 %.
- No bañar en lugares cuya temperatura supere los 30° C, ya que el exceso de calor destempera el chocolate.
- El chocolate no debe trabajarse con un batidor, pues podría tomar aire y espesarse.
- Aunque se necesite usar poco chocolate, es mejor templar siempre una buena cantidad, pues el tiempo de operación no variará mucho, y, en cambio, se evitará que se bloquee con rapidez (León & Salas, 2020).

Lo que queda claro es que la ejecución de un buen proceso de temperado del chocolate, que le otorgue una microestructura robusta y compacta y el cuidado de la temperatura de almacenamiento son aspectos cruciales para evitar la aparición de Fat Bloom. De todos

modos, no hay que olvidar que la forma polimórfica VI es termodinámicamente más estable que la V, de modo que, con el tiempo, el sistema tenderá inevitablemente a transformarse en forma VI.

3. Conclusión

Existen diferentes tipos de templado en el proceso de elaboración del chocolate, siendo el más utilizado el temperado sobre mármol ya que esta es una de las técnicas más comunes de atemperado de chocolate y consiste en extender $\frac{2}{3}$ partes del chocolate fundido sobre una superficie de mármol y a través de una espátula. Este procedimiento se repite en varias ocasiones hasta que el chocolate disminuye su temperatura y llegue a la temperatura ideal según sea el tipo de chocolate que se esté utilizando.

Cabe recalcar que la calidad de un chocolate depende de su correcta temperatura de templado ya que de todos estos ingredientes, la manteca de cacao es la clave del enigma ya que es la que aporta muchas de las propiedades sensoriales como el aspecto y textura del chocolate. sin embargo otros parametros de calidad son: el sabor, características físicas, potencial de color, estos aspectos son validos si se cumple con la cadena de valor en cosecha y poscosecha. Esto garantizará la calidad del producto final.

Los parámetros de calidad que se evalúan en un correcto templado son las temperaturas, estas varían según el tipo de chocolate con el que se trabaje, atemperado consiste en verificar la recristalización de la manteca de cacao, derritiendo el chocolate hasta una temperatura adecuada, con un leve enfriamiento posterior, para culminar con otro leve calentamiento. Se deben respetar las temperaturas, así mismo se deben cumplir ciertos criterios que ayudarán a mantener la calidad del producto.

4. Bibliografía

Vera, J., Vallejo, C., & Párraga, D. (2014). Atributos físicos-químicos y sensoriales de las almendras de quince clones de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) en el Ecuador Alonso, J. R. (2010). Edulcorantes naturales. *La Granja*, 12(2), 3-12.

Quintero, M., & Díaz, K. (2004). El mercado mundial del cacao. *Agroalimentaria*, v.9 n.18(Enero), 2-4.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542004000100004

Valenzuela B, A. (2007). EL CHOCOLATE, UN PLACER SALUDABLE. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(3), 180-190. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182007000300001>

Sancho, A. (2020). Formulación de Chocolate con fruta milagrosa (*synsepalum dulcificum*). <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12140/1/UDLA-EC-TIAG-2020-14.pdf>

Coello, M. (2011). EL CHOCOLATE. <https://caumas.org/wp-content/uploads/2015/03/09-el-chocolate1.pdf>

Gómez-Juaristi, M., González-Torres, L., Bravo, L., Vaquero, M. P., Bastida, S., y Sánchez-Muniz, F. J. (2011). Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. *Nutricion hospitalaria*, 26(2), 289-292.
https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n2/07_revision_05.pdf

Ramos, J. (2021). El chocolate artesanal en el Turismo vivencial en el cantón Tisaleo. 1-57.
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33615>

Tigselema, S. (2018). “ELABORACIÓN DE CHOCOLATE DE SIETE CRUCES INTERCLONALES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) SELECCIONADOS EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA REPRESA” [UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4716>

Hernandez, A., & Caballero, L. (2018). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ATEMPERADOR DE CHOCOLATE. (Vol. 1, Número 2) [Universidad de Pamplona]. <http://infometrica.org/index.php/syh/article/view/30>

García, J., & Zambrano, M. (2021). EVALUACIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA CHOCOLATE EN LA MICROEMPRESA “SEVA” DE TOSAGUA [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ]. <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1555>

Camacho, M. (2017). Chocolate, Historia, arte, cultura y marketing: Tendencias mundiales. Laberinto Ediciones, 914-918. <http://ru.iiec.unam.mx/3910/1/5-Chocolate.pdf>

León, Á., & Salas, R. (2020). TUTOR (A): [UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52140>

Navas Espín, G. R., Peña Suárez, D., Silva Álvarez, N. D., & Mayorga Díaz, M. P. (2021). Production costs and pricing of chocolate from the association “Delights of Triumph”. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores, 9(spe1). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i.3027>

Zohreh, D. (2020). Propriedades de chocolate amargo enriquecido com ácidos clorogênicos livres e encapsulados extraído do café verde. Brazilian Journal of Food Technology, 23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11819>

Córdova Lázaro, C. E., Jaramillo Villanueva, J. L., Córdova Ávalos, V., Carranza Cerda, I., & Morales Jiménez, J. (2018). Traditional homemade chocolate in the Chontalpa region of Tabasco, Mexico: Local actors and knowledge. Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional, 28(52), 0-0. <https://doi.org/10.24836/es.v28i52.577>

Cardona-Ocampo, M. C., Giraldo-Restrepo, M. L., Angarita-Fuentes, L. Á., Jaramillo-Gómez, C. J., Patiño-Grajales, P. J., & García-García, H. I. (2019). Adherencia declarada y calculada al consumo de chocolate en los participantes de un ensayo clínico que mide el efecto del cacao en la hipertensión arterial con diagnóstico reciente. Medellín, Colombia. Iatreia, 32(4), 354-357. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.17>

Delgado, J. D., Mandujano, J. I., Reátegui, D., & Ordoñez, E. S. (2018). Desarrollo de chocolate oscuro con nibs de cacao fermentado y no fermentado: polifenoles totales,

antocianinas, capacidad antioxidante y evaluación sensorial. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 543-550. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.10>

SEÇUK, B., & SEÇİM, Y. (2021). Development of chili pepper ganache filled chocolate in artisan chocolate production, determination of sensory and physicochemical characteristics. *Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1590/fst.01721>

Samaniego, J., Huerta, J., Inocente, M., Obregón, J., & López, M. (2021). Validación de un método por cromatografía líquida de alta resolución para la cuantificación de senósidos en tabletas de chocolate. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(2), 180-191. <http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v87i2.338>

Plata, D. L., Chire-Fajardo, G. C., & Ureña-Peralta, M. O. (2020). Cinética de eflorescencia grasa en muestras de chocolate oscuro comercial en Perú. *Acta Agronómica*, 69(2), 81-88. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n2.79782>

Santander Ruiz, W., Garay Montes, R., Verde Girbau, C., & Mendieta Taboada, O. (2021). Determinación del contenido de cadmio en suelos, frutos, granos fermentados y secos, licor de cacao y chocolate en zonas productoras de la región San Martín. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(1), 39-49. <http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.321>

SM, G. T., & RW, H. (2019). Optimization of the dark chocolate formulation from the mixture of cocoa beans and cocoa content by applying surface response method. *Enfoque UTE*, 10(3), 42-54. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n3.432>

Mancilla, J. (2021). ELABORACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA DE CHOCOLATE ARTESANAL, EN LA EMPRESA CHOCOLATE ANTIGUA. [Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16399/>

Rodríguez, N. (2020). ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA MÁQUINA DE TEMPERADO PARA OPTIMIZAR EL PROCESAMIENTO DE CHOCOLATE [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31321>

Velasco, J. (2017). Evaluación in vitro del efecto inhibitorio del chocolate de dos genotipos (nacional y CCN-51) edulcorado con eritritol frente a *Streptococcus mutans* (ATCC 25175). [UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10748>

Cabezas, C., Hernández, B., & Zárate, M. (2015). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura Sugars Added in Food: Health Effects and Global Regulation. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>

Condor, Y. (2019). CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS, FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL FRUTO MILAGROSO (*Synsepalum Dulcificum*) PARA APLICACIONES AGROINDUSTRIALES. Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Ingenierí.

He, Z., Tan, J., Abbasiliasi, S., Lai, O. M., Tam, Y. J., & Ariff, A. B. (2016). Phytochemicals, nutritional and antioxidant properties of miracle fruit *Synsepalum dulcificum*. *Industrial Crops and Products*, 86, 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.032>

Mondino, M. (2009). ANÁLISIS SENSORIAL, UNA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DESDE EL CONSUMIDOR. [http://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/554/El análisis sensorial una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor.pdf?sequence=1](http://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/554/El%20an%C3%A1lisis%20sensorial%20una%20herramienta%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20desde%20el%20consumidor.pdf?sequence=1)

Moreno, M. T. (2012). Influencia de las características y procesado del grano de cacao en la composición físico-química y propiedades sensoriales del chocolate negro. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=102863>

Chica Cardona, B. A., y Osorio Saldarriaga, S. L. Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3100>

Anzaldúa Morales, A. (1994). La Evaluación Sensorial de los Alimentos en teoría y la práctica.

ARCSA. (2013). Contenido de componentes y concentraciones de alimentos procesados. Quito, Ecuador.

Bartlett, M. (2014). Edulcorantes naturales y artificiales: Una bendición o una maldición. Universidad latinoamericana deficiencia y tecnología. <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/Edulcorantes.pdf>

Cabezas-Zabala, C. C., Hernández-Torres, B. C., y Vargas-Zárate, M. (2016). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. Revista de la Facultad de Medicina, 64(2), 319-329

Cannon, P. (1994). El árbol al servicio del agricultor. Costa Rica: CATIE, 349804.

Castillo Golles, D. M., y Silva Sánchez, C. N. (2015). Determinación de la vida de Anaquel del chocolate de taza elaborado por Asdeme, mediante pruebas aceleradas (ASLT) en dos tipos de empaque.

INEN INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 0621 REQUISITOS PARA CHOCOLATES. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/621.pdf>