

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**COMPORTAMIENTO DE LA FORMACIÓN DE
FLORACIÓN DE GRASA EN CHOCOLATES OSCUROS
CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE MANTECA DE
CACAO.**

Autor: Bach. Bruno Díaz Delgado

Asesor: Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo

Coasesor: Ms. César Rafael Balcázar Zumaeta

Registro:(.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Díaz Delgado Bruno
DNI N°: 79705400
Correo electrónico: 7820540052@untrm.edu.pe
Facultad: Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Comportamiento de la formación de floración de grasa en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Castro Alayo Elean Manuelito
DNI, Pasaporte, C.E N°: 18704816
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) <https://orcid.org/0000-0003-4322-8980>

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Ballester Zumaceta Cesar Rafael
DNI, Pasaporte, C.E N°: 46734559
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html 2.00.00. Ingeniería, Tecnología 2.11.00. Otras Ingenierías, Otras Tecnologías 2.11.01. Alimentos y bebidas

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 30, Noviembre, 2022

Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Dedico este gran logro principalmente a Dios ya que nunca me ha abandonado a pesar de las dificultades y a mis **padres Rossana Delgado Urupeque y Walter Díaz Mendoza**, por el apoyo brindado durante esta etapa de estudios y aprendizajes, brindarme tanto apoyo económico y emocional, para poder lograr esta meta.

Y también a mis abuelitos **Eudimira Mendoza Neyra y Vidal Díaz Torres**, a mi hermano **Henry Díaz Delgado**, a toda mi familia y amigos que siempre estuvieron apoyándome a pesar de las circunstancias para poder cumplir mis metas y objetivos trazados.

Bruno Díaz Delgado

AGRADECIMIENTO

- ✓ Agradezco en primer lugar a Dios por haber cuidado y protegido para aún conservar mi vida a pesar de diversos problemas y obstáculos en el trayecto de mi vida.
- ✓ Agradezco al Mg. Manuelito Castro Alayo y a mi co-asesor el Ms. Cesar Balcázar Zumaeta por confiar en mi persona y darme el aliento para poder cumplir esta meta tan larga y dura que me tocó pasar.
- ✓ Agradecer en todos los ámbitos al proyecto denominado comportamiento de la formación de floración de grasa en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites vegetales, por haberme brindado los equipos y materiales necesarios para concluir la investigación
- ✓ A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Facultad de Ingeniería y Ciencias agracias con su personal docente por todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de mi formación profesional.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

Rector

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Vicerrector Académico

Dr. Flor Teresa García Huamán

Vicerrectora de Investigación

Ing. Mg. Sc. Armstrong Barnard Fernández Jeri

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Comportamiento de la Formación de fibración de grasa en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao; del egresado Bruno Diaz Delgado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustriales de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 30 de Noviembre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor

Dr. Efrair Manuelito Castro Alayo

VISTO BUENO DEL COASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Comportamiento de la formación de flotación de grasa en chocolates osuros con sustitución parcial de manteca de cacao; del egresado Birno Díaz Delgado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 30 de Noviembre de 2022

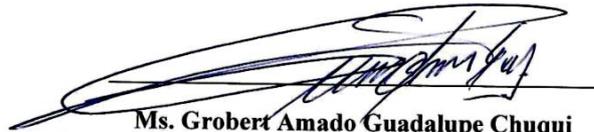

Firma y nombre completo del Asesor
Ms. César Rafael Balcazar Zumaeta.

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ms. Segundo Grimaldo Quintana Chávez

Presidente



Ms. Grobert Amado Guadalupe Chuqui

Secretario



Ing. Robert Javier Cruzalegui Fernández

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Comportamiento de la formación de floración de grasa en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites vegetales
presentada por el estudiante ()/egresado Bruno Díaz Delgado.

de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
con correo electrónico institucional 7270547052@untrm.edu.pe

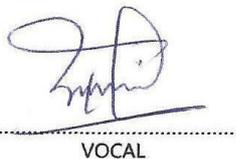
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor () / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 30 de Mayo del 2022



SECRETARIO



VOCAL



PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADEMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TITULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 22 de junio del año 2022, siendo las 9:00 horas, el aspirante: Bruno Díaz Delgado, defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Comportamiento de la formación de floración de grasa en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao, teniendo como asesor a Ms. Efraín M. Castro Alayo, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Mg. Segundo G. Chávez Quintana

Secretario: Mg. Roberto A. Guadalupe Chuqui

Vocal: Mg. Robert J. Cruzalequi Fernández



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 10:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ÍNDICE DEL CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
VISTO BUENO DEL COASESOR DE LA TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	ix
ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS	x
ÍNDICE DEL CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS	19
2.1.Lugar de ejecución.....	19
2.2.Materiales	19
2.3.Diseño	19
2.4.Preparación del chocolate.....	19
2.5.Color	20
2.6.Floración de grasa.....	21
2.7.Modelo Cinético de floración de grasa.....	21
2.7.1. Modelo Cuadrático	21
2.8.Análisis de datos.....	22
III. RESULTADOS.....	23
3.1.Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites vegetales (Aceite de coco).....	23

3.2.Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites de Palma.....	25
3.3.Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites de Sacha Inchi (SIO).....	27
3.4.Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites de Sacha Inchi (SIO).....	29
IV. DISCUSIÓN	31
V. CONCLUSIONES	33
VI. BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAFICAS.....	34
Anexo	40

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Formulación de chocolate oscuro 100 gr.</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Análisis de varianza, regresión factorial general: WI vs. Tiempo de conchado; Días; CBE; %CBE.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 3. Resumen del modelo.....</i>	<i>30</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Floración de grasa al 1% de coco en chocolates oscuros	23
Figura 2. Floración de grasa al 3% de coco en chocolates oscuros	24
Figura 3. Floración de grasa al 5% de coco en chocolates oscuros	24
Figura 4. Floración de grasa en chocolate oscuro al 1% CBE (Palma).....	25
Figura 5. Floración de grasa en chocolate oscuro al 3 % CBE (Palma)	26
Figura 6 . Floración de grasa en chocolate oscuro al 5 % CBE (Palma).....	26
Figura 7. <i>floración de grasa con sustitución parcial de SIO en sus tres porcentajes y tres tiempos.</i>	27
Figura 8. Floración de grasa con sustitución parcial al 3% de sachá inchi.	28
Figura 9. Floración de grasa con sustitución parcial al 5% de sachá inchi.	28
Figura 10. Comportamiento de los mejores tratamientos y muestra control.	29
Figura 11 Selección del cacao seco.....	40
Figura 12 Tostado del cacao.....	40
Figura 13, Descascarillado del cacao.	40
Figura 14. Molienda del snid de cacao	41
Figura 15. Mezcla de los ingredientes.	41
Figura 16. Conchado de la mezcla.....	41
Figura 17, Templado del chocolate	42
Figura 18. Pesado y Moldeado.....	42
Figura 19. Chocolates ya enfriados.	42
Figura 20. Chocolates almacenados a 20°C	43
Figura 21. Chocolate almacenado a 32°C	43
Figura 22. Evaluación y recolección de datos.....	43
Figura 23. Diagrama de Pareto de efecto estandarizados	44
Figura 24. Gráfica de residuos para tasa de floración.....	44

RESUMEN

El chocolate es considerado uno de los alimentos más consumidos y populares del mundo, esto se debe a sus características sensoriales que posee, sin embargo, este producto por acción del incremento de temperatura o estando en climas tropicales que van de 20 a 32°C sufre un ablandamiento y se forma un aspecto blanquecino en la superficie del chocolate debido a la floración de grasa. El objetivo de esta investigación fue determinar el comportamiento de la floración de grasa en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites vegetales llamados también CBE (Cocoa butter equivalents). Se evaluaron 3 tipos de aceites vegetales (coco, palma y sachá inchi) con sustitución parcial de manteca de cacao (1, 3 y 5 %) y 3 tiempos de conchado (16, 20 y 24 horas). Se midió el cambio de color cada 3 días en cada tratamiento, los cuales estuvieron almacenados en ciclos de temperaturas de 22 y 32°C cada 12 h. durante 60 días. Como resultado se obtuvo que mediante el método de color CIELAB a través de un colorímetro y ecuación de índice de blancura, los CBE (coco, palma y sachá inchi) con porcentaje del 5% con un tiempo de conchado de 20 horas dan mejor estabilidad frente a la floración de grasa. En conclusión, con sustitución parcial de los CBE al 5% y tiempo de conchado de 20 horas tienden a dar mayor estabilidad frente a la floración de grasa con un nivel de significancia ($p < 0,05$).

Palabras claves: Chocolate, sustitución, floración, grasa, conchado.

ABSTRACT

Chocolate is considered one of the most consumed and popular foods in the world, this is due to its sensory characteristics, however, due to the action of the increase in temperature or being in tropical climates that range from 20 to 32°C, this product suffers a softening and a whitish appearance is formed on the surface of the chocolate due to the bloom of fat. The objective of this research was to determine the behavior of fat bloom in dark chocolates with partial replacement of cocoa butter by vegetable oils also called CBE (Cocoa butter equivalents). Three types of vegetable oils (coconut, palm and sachu inchi) with partial substitution of cocoa butter (1, 3 and 5%) and 3 conching times (16, 20 and 24 hours) were evaluated. Color change was measured every 3 days in each treatment, which were stored in temperature cycles of 22 and 32°C every 12 h. for 60 days. As a result, it was obtained that by means of the CIELAB color method through a colorimeter and whiteness index equation, the CBE (coconut, palm and sachu inchi) with a percentage of 5% with a conching time of 20 hours give better stability against to fat bloom. In conclusion, with partial replacement of the CBE at 5% and conching time of 20 hours, they tend to give greater stability against fat bloom with a level of significance ($p < 0.05$).

Keywords: Chocolate, substitution, flowering, fat, shell.

I. INTRODUCCIÓN

El chocolate es considerado uno de los alimentos más consumidos y a la vez de los más populares debido a sus características sensoriales y propiedades antioxidantes, siendo los polifenoles los principales responsables de la formación del sabor y flavor del chocolate, el aroma, olor, color, sabor y textura se forma en diferentes etapas del proceso de elaboración del chocolate, involucrando el tipo de cacao, las condiciones climáticas, fermentación, secado, tostado y conchado (Braga et al., 2018; Gu et al., 2006; Kyi et al., 2005; Moreira et al., 2018; Yamagishi et al., 2001).

Dentro del proceso de elaboración de chocolate, según Aidoo et al. (2015) el conchado es el paso del procesamiento que se somete a tiempos, temperaturas constantes y adición de emulsionantes, en este proceso la mezcla de los diferentes ingredientes van dando forma al chocolate. Afoakwa et al. (2008); Aidoo et al. (2015); Dahlenborg et al. (2015^a), afirman que el proceso de conchado cumple un rol importante en el proceso de chocolate para preservar la calidad del chocolate, porque ayuda a darle mejor textura y brillo evitando la proliferación repentina de la grasa. A pesar de realizar la etapa de conchado con parámetros establecidos, el chocolate a temperaturas elevadas y en climas tropicales que varían de 20 a 37°C sufren un estado de ablandamiento conllevando al derretimiento y disminuyendo la vida útil del chocolate debido a la floración de grasa, dándole al producto un aspecto blanquecino y una neblina opaca bajando su calidad. Esta migración de grasa en el chocolate por acción del incremento de temperatura se puede explicar cómo una gradiente de concentración de triacilglicerol (TAG) entre la grasa de relleno líquida y la manteca de cacao líquida (CBL) dándose en superficie del chocolate, ya que ambos buscan dar un equilibrio térmico (Dahlenborg et al., 2015a; Ghosh et al., 2002; Lonchamp & Hartel, 2004; Smith et al., 2007; Ziegler, 2009).

Con la finalidad de evitar la floración de la grasa se sustituye la manteca de cacao con grasa vegetal llamada comúnmente CBE (Cocoa butter equivalents) siendo este tipo de grasa completamente miscible con la manteca de cacao, brindando mejor resistencia ante el calor y mejorando la textura del chocolate, usar este tipo de grasas vegetales mejora la calidad del chocolate, reduciendo la migración de la grasa del chocolate. (Bahari & Akoh, 2018; Glicerina et al., 2013, 2015; Svanberg et al., 2011a; Toker et al., 2018, 2019, 2020; Torres-Moreno et al., 2012). Existen ciertos

países que permiten la sustitución de grasa vegetal en el chocolate de manera total o parcial u otras grasas alternativas, como Brasil y la Unión Europea que solo permiten el 5% de grasa en el chocolate (Lonchamp & Hartel, 2004).

Las grasas vegetales adecuadas para disminuir la floración de la grasa son las que contienen grasa tipo láurico (perteneciente a las semillas de palma y aceite de coco) porque este tipo de grasas se fusionan de una manera casi homogénea con la manteca de cacao debido a las características similares que estas poseen (Abdul et al., 2019; Timms, 2012; Wang et al., 2010). El trabajo realizado por Abdul et al. (2019) reporta sustitución de manteca de cacao por sustitución parcial con diferentes CBE, obteniendo como resultado que a una sustitución parcial de 4,5% de aceite de coco por manteca de cacao el chocolate refleja mejor estabilidad frente a la floración de grasa.

La floración de grasa en el chocolate producida por las altas temperatura durante la etapa de almacenamiento del chocolate, se evidencia a través del ablandamiento conllevando al derretimiento, disminuyendo la vida útil y calidad del chocolate brindando al producto un aspecto blanquecino y una neblina opaca en su superficie (Dahlenborg et al., 2015a; Ghosh et al., 2002; Lonchamp & Hartel, 2004; Smith et al., 2007; Ziegler, 2009).

El objetivo fue determinar el efecto de la sustitución parcial de manteca de cacao en la formación de la floración de grasa en chocolates oscuros.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1.Lugar de ejecución

La elaboración de los chocolates oscuros se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA), de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Torio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Materiales

Los aceites de coco, sachá inchi y el azúcar fueron comprados en el mercado local de la ciudad de Chachapoyas, mientras que el aceite de palma fue pedido del mercado local de Tarapoto. La manteca de cacao se obtuvo de la Cooperativa CEPROAA ubicado en el distrito de Cajarujo, Amazonas, y el cacao seco se obtuvo de la Cooperativa de Servicios Múltiples APROCAM, Bagua, Amazonas.

2.3.Diseño

Para la investigación se utilizó un diseño factorial completo general, considerando los siguientes factores:

Factor A: Tipo de aceite

Factor B: Tiempo de conchado (16, 20 y 24 horas).

Factor C: Porcentaje de aceites vegetales (1, 3 y 5%).

2.4. Preparación del chocolate

Se elaboró un chocolate oscuro con los ingredientes de licor de cacao, azúcar, manteca de cacao y cocoa butter equivalents (aceite de sachá inchi, coco y palma). Durante la etapa de conchado, todos los ingredientes se agregaron a un refinador de dos rodillos (Premier, PG508, India) durante 16, 20 y 24 horas. Luego, se añadió el CBE (Cocoa Butter Equivalents) a la mezcla en diferentes porcentajes. Para el chocolate control no se hizo la adición de CBE y se puso 5% de manteca de cacao.

Tabla 1*Formulación de chocolate oscuro 100 gr.*

	Chocolate A			Chocolate B			Chocolate C		
Porcentaje	%	%	%	%	%	%	%	%	%
CB	4	2	0	4	2	0	4	2	0
Coco	1	3	5						
Palma				1	3	5			
SIO							1	3	5
Azúcar	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Licor	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

El cacao se obtuvo de la Cooperativa de Servicios Múltiples APROCAM teniendo una humedad de 7%, estas almendras de cacao se tostaron en un secador de bandeja (Fischer Agro), una vez tostado se llevó a un descascarillador (Imsa Perú, DC, C, Perú). Una vez descascarillado los nibs de cacao obtenidos se trasladaron a un molino de granos (Prosol Perú SAC, Tritur – 50, Perú) con la finalidad de obtener pasta de cacao. El siguiente paso que se realizó fue pasar la pasta de cacao a un refinador de dos rodillos o también llamado conchador (Premier, PG508, India), se agregó la manteca de cacao, el azúcar y CBE de acuerdo a la formulación. De la pasta en el conchador se sacó cada 16, 20 y 24 horas. El chocolate ya sacado del conchador se sometió a la etapa de templado, vertiendo en el molde de 4 espacios 45 gr. en cada espacio y continuamente se llevó a refrigeración a 5°C durante 1 hora. Luego las muestras fueron retiradas de los moldes siendo envueltos en papel aluminio y posteriormente rotulados según la descripción de formulación para su análisis.

2.5.Color

Para realizar la determinación de la superficie de color tomaremos las actividades realizadas por Youn y Lee (2012), de cada muestra se midió 3 veces usando un colorímetro (CM-5, Konica Minolta, Tokio, Japón) el cual fue ajustado a $\Phi = 8$ mm. En la determinación de espacio de color se marcó como valor promedio del sistema de color de Hunter. Además de ello se utilizó el iluminante a una D65, teniendo y

ajustándolo a un ángulo de observación de 10°. Previamente se calibrará el colorímetro con los siguientes estándares ($L = 82.2$, $a = 0.32$, $b = 0.3268$)

2.6. Floración de grasa

Se siguió la metodología de Dahlenborg et al. (2015b) y Jin et al. (2019), donde los chocolates oscuros se sometieron a ciclos de temperatura, alternando a 22 ° C durante 12 h y a 32 ° C durante 12 h por un periodo de 60 días, realizando las mediciones cada 3 días. El espacio de color L^* , a^* y b^* utilizando Colorímetro Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta, Tokio, Japón). El índice de blancura (WI) de los chocolates se medirá utilizando la siguiente ecuación mencionada por (Buscato et al., 2018a):

$$WI = 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{0.5} \quad (1)$$

Donde WI = índice de blancura; L^* = valor de luminosidad. A^* = valor de color verde-rojo b^* = color azul-amarillo valor.

El índice de blancura determinará el crecimiento de la floración de la grasa dada por las acciones de la temperatura en el chocolate, esta ecuación basándose en el método de CIELAB ayudará a determinar el parámetro de blancura, utilizando las variables (a^* , b^* y L^*) en la ecuación n° 1.

2.7. Modelo Cinético de floración de grasa

Se tomó como referencia la cinética de cambio de color utilizado por Salehi y Kashaninejad (2018), teniendo en cuenta que el principal atributo para determinar si un alimento tiene las características apropiadas de calidad, reflejado mediante la vida útil del producto, dado mediante el color en su deterioro, se analizó el índice de blancura el cual expresa el crecimiento de floración de grasa con respecto al tiempo, se utilizó el modelo cuadrático o llamado también modelo polinomial de segundo orden.

2.7.1. Modelo Cuadrático

$$\Delta E = a + bt + ct^2 \quad (2)$$

Donde t es el tiempo (min), ΔE es la intensidad del índice de blancura, a , b y c son las constantes del modelo.

2.8. Análisis de datos

Para el tratamiento de los datos se empleó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar los efectos de los factores y sus interacciones, utilizándose con un nivel de confianza del 95% ($p=0,05$), posteriormente se realizó una prueba de comparaciones múltiples (Tukey) el cual sirve para diferenciar significativos. Además, se demostrará la eficiencia de los modelos cinéticos a través del R^2 .

III. RESULTADOS

3.1. Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites vegetales (Aceite de coco).

La curva de comportamiento del índice de blancura (WI) hasta el día 3 en los tiempos de conchados empleados tendieron a crecer, mostrando diferencias en el patrón de las curvas cómo se observa en la figura 1 con una sustitución parcial al 1% de coco, mientras que en la figura 2 y 3 a sustitución parcial de 3% y 5 % el índice de blancura tiende a crecer de manera exponencial hasta el 6 día. Además, las curvas reflejan que con un tiempo de conchado de 20 y 24 h la floración de grasa se comporta de manera homogénea, y tiende a tener mayor estabilidad en los porcentajes 1% y 5% de sustitución parcial, mientras que en la figura 2 las curvas homogéneas y más estables son las de 16 y 20 horas de conchado. El comportamiento de floración de grasa en las 3 tipos de porcentajes se visualizó que a 20 horas de conchado la floración de grasa es más estable.

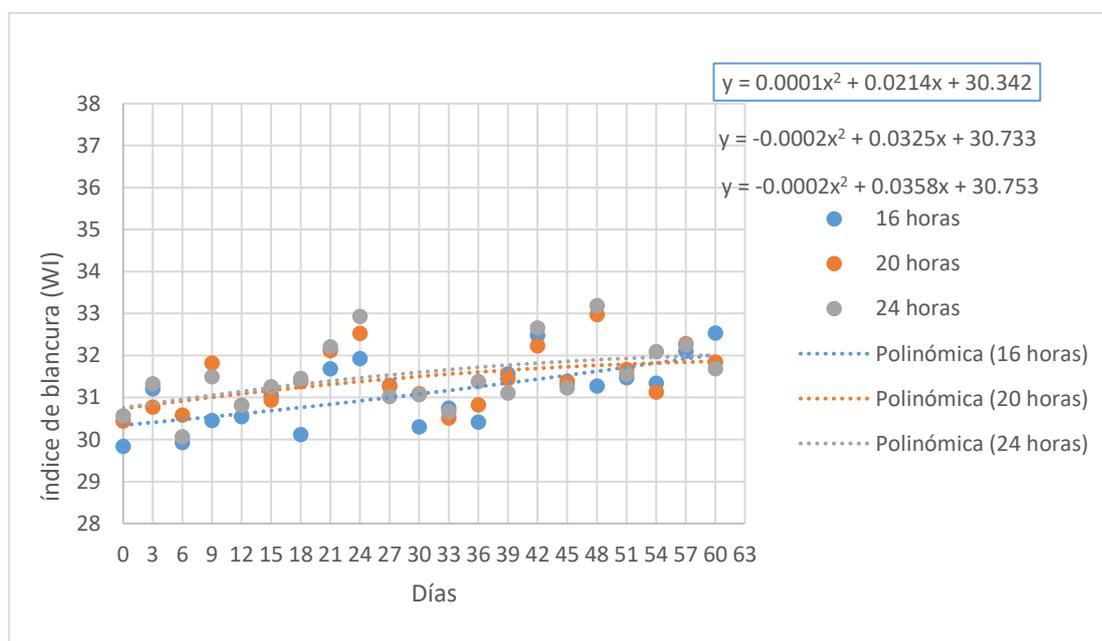


Figura 1

Floración de grasa al 1% de coco en chocolates oscuros

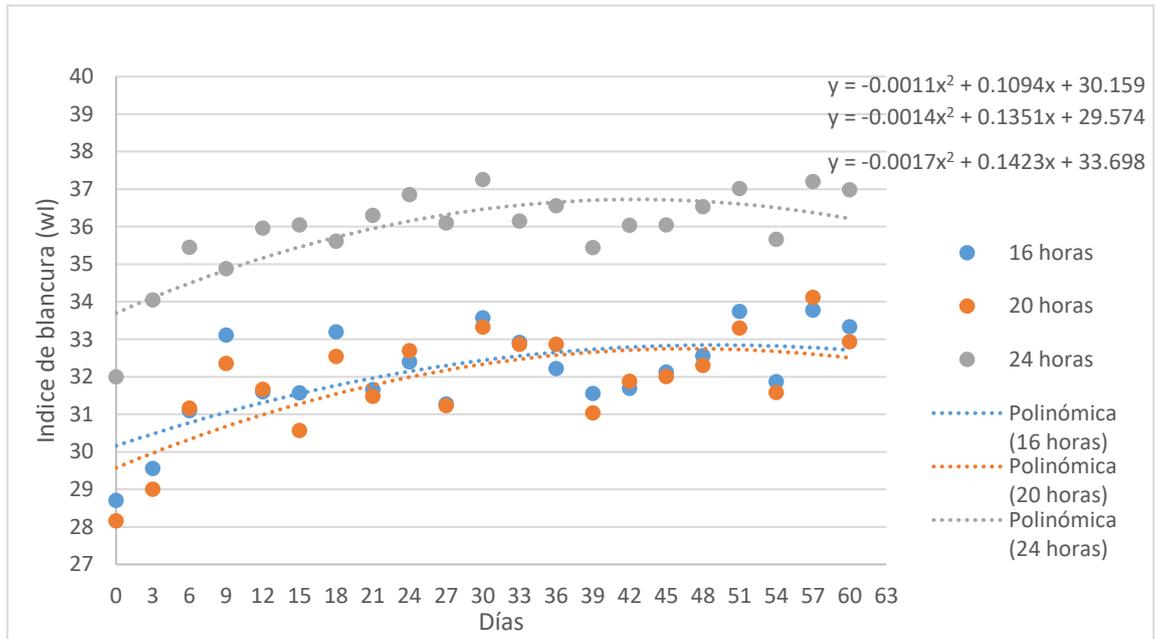


Figura 2

Floración de grasa al 3% de coco en chocolates oscuros

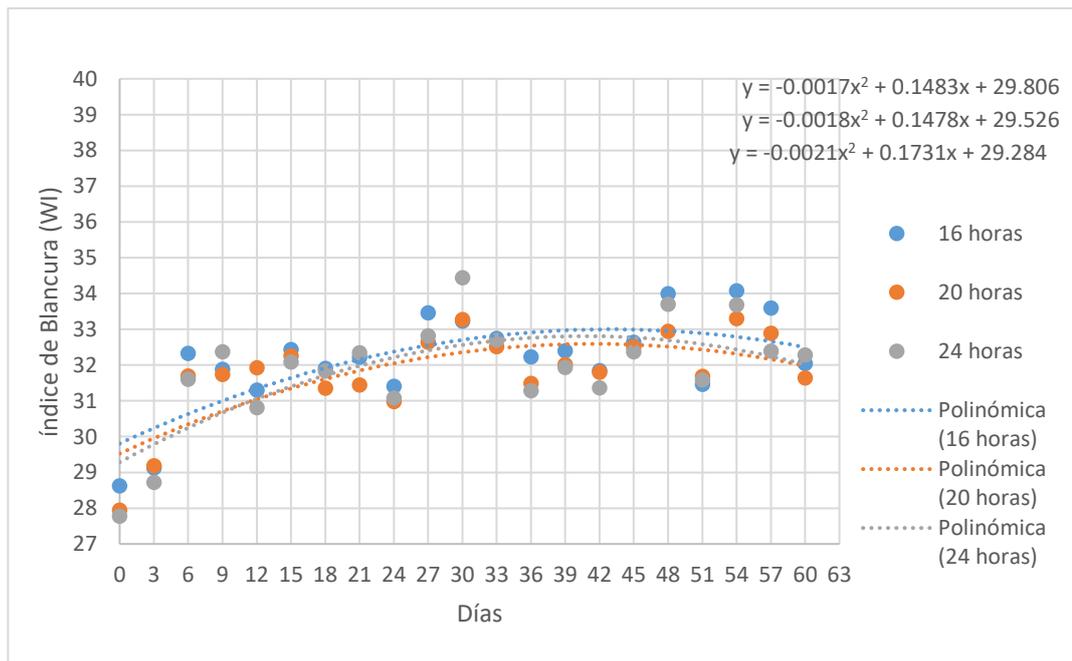


Figura 3

Floración de grasa al 5% de coco en chocolates oscuros

3.2. Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites de Palma.

De acuerdo a las curvas de índice de blancura (WI) demostrada en la figura 4, se refleja que la curva a 16 h de conchado tiende a crecer con variabilidad de los datos hasta el último día sin mostrar estabilidad, sin embargo en la figura 5 y 6 se evidencia que los 3 tipos de conchado son casi homogéneos y estables en el crecimiento de floración de grasa, teniendo un crecimiento avanzado en los 3 primeros días, mientras que resto de los días evaluados tienen similitud en sus puntos de variabilidad en la floración de grasa, donde en el último día el tratamiento de 20 horas tuvo mayor estabilidad en los 3 variaciones de sustitución parcial de manteca de cacao (1% , 3% y 5%).

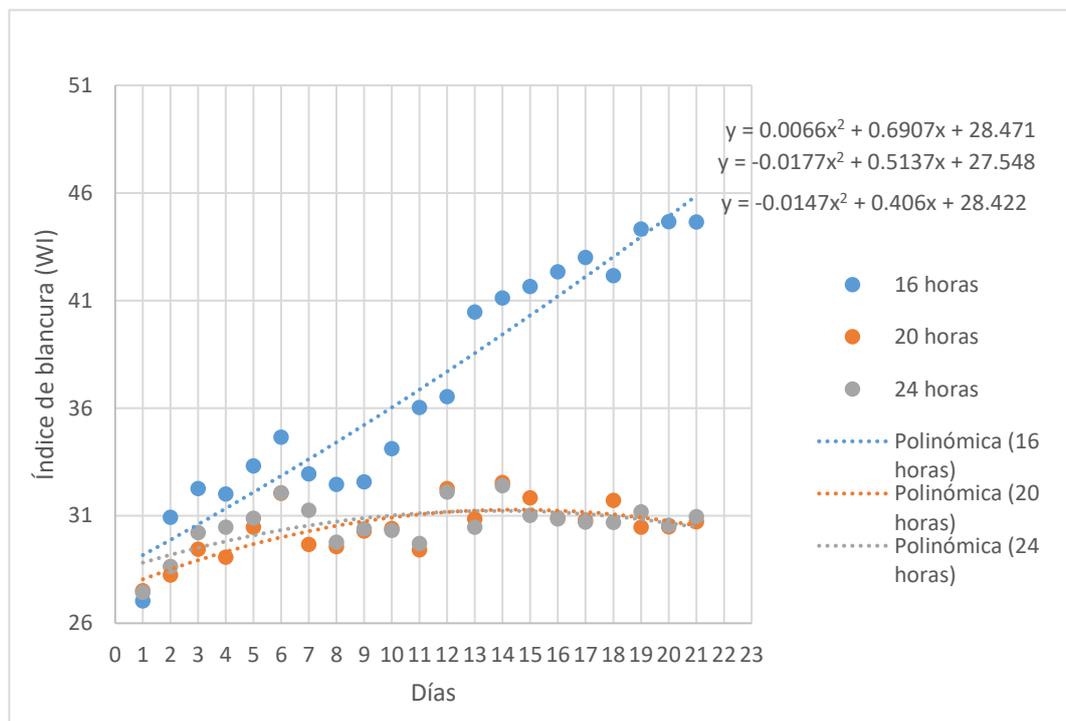


Figura 4

Floración de grasa en chocolate oscuro al 1% CBE (Palma)

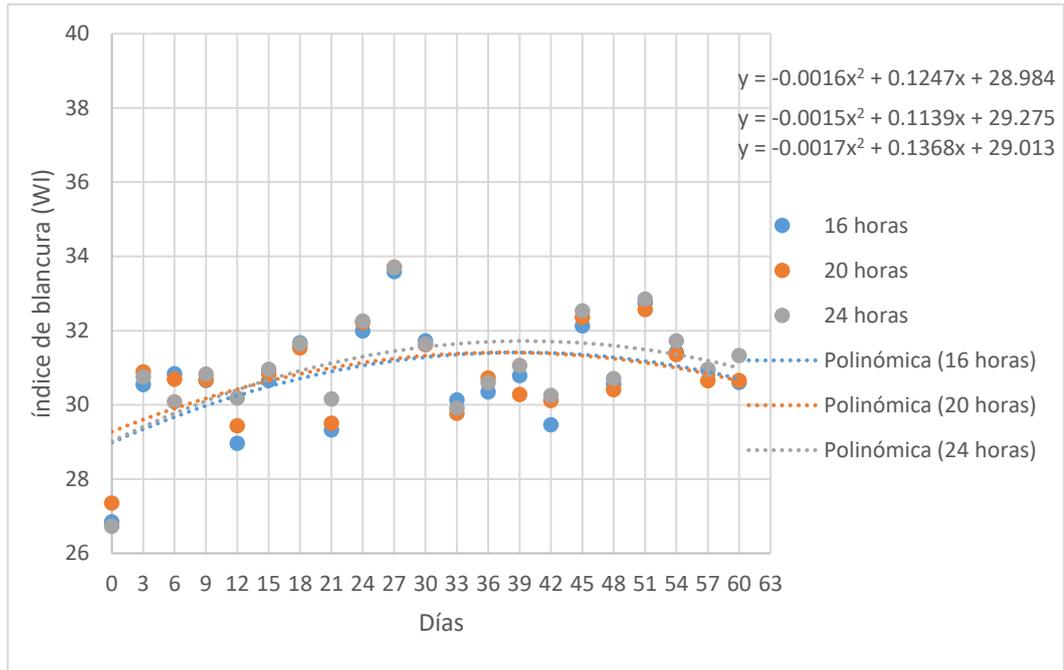


Figura 5

Floración de grasa en chocolate oscuro al 3 % CBE (Palma)

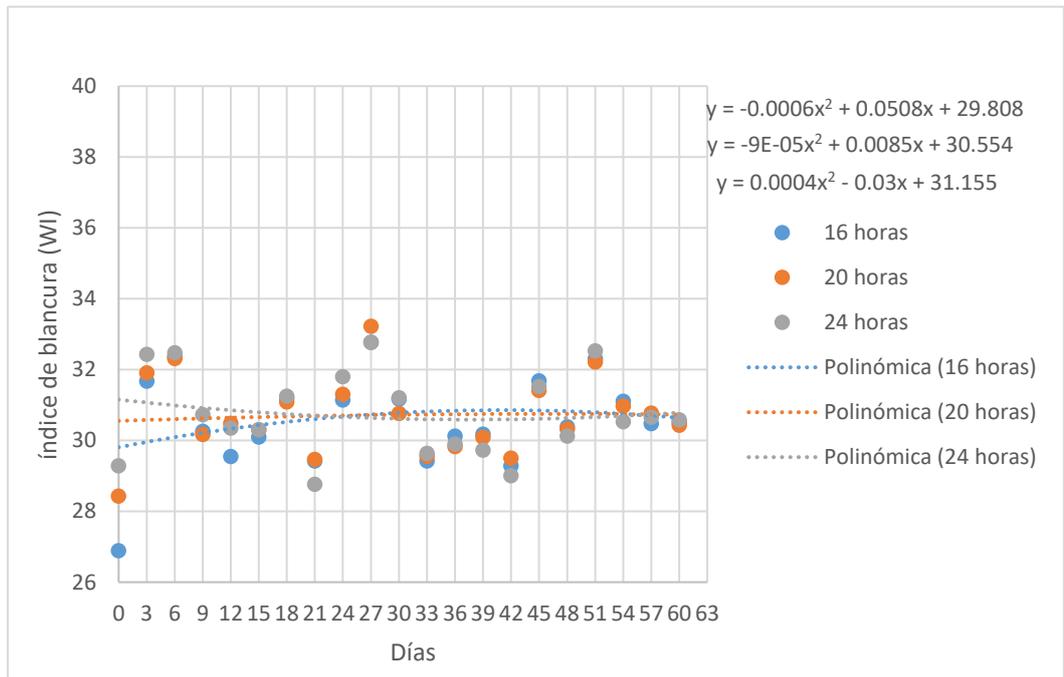


Figura 6

Floración de grasa en chocolate oscuro al 5 % CBE (Palma)

3.3. Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites de Sacha Inchi (SIO).

Según la curva de comportamiento de floración de grasa teniendo en cuenta las variables de sustitución parcial de 1%, 3% y 5% de aceite de sacha inchi, los diferentes tiempos de conchado reportan que los valores de floración de grasa en los 3 tratamientos en los 3 primeros días tienden a crecer rápidamente, mientras que a partir de estos días los valores de crecimiento tienden a tener variabilidad en los valores como se muestra en la figura 7, 8 y 9, además de ello también se evidencia en la figura 9, que del día 6 al día 9 la floración de grasa tiende a crecer de manera exponencial y después se estabiliza los valores teniendo variaciones en cada día. También se evidencia que la floración de grasa en los tratamientos de sustitución parcial de SIO al 1%, 3% y 5% en los diferentes tiempos de conchado hasta el día 60 de almacenamiento son casi homogéneos en sus resultados finales.

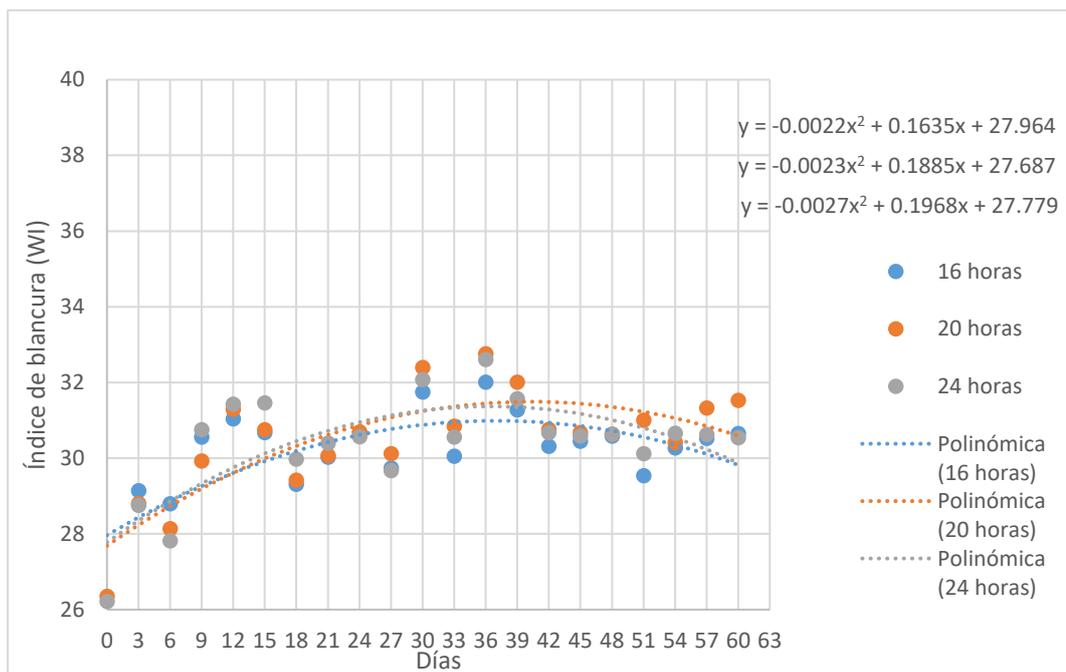


Figura 7

floración de grasa con sustitución parcial de SIO en sus tres porcentajes y tres tiempos.

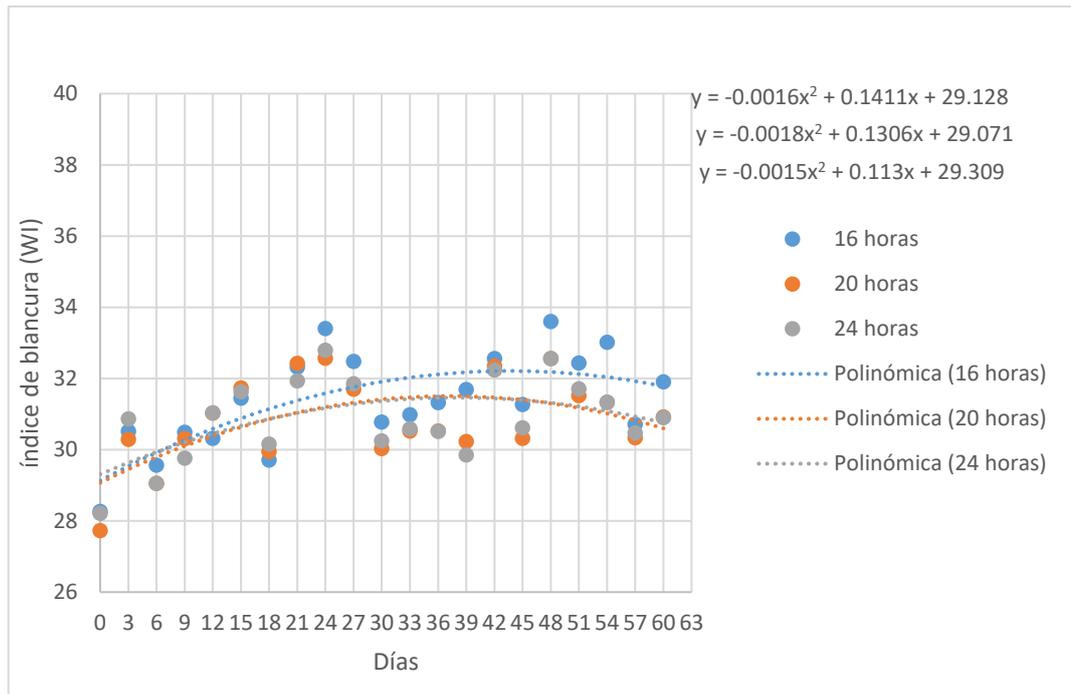


Figura 8

Floración de grasa con sustitución parcial al 3% de sachu inchi.

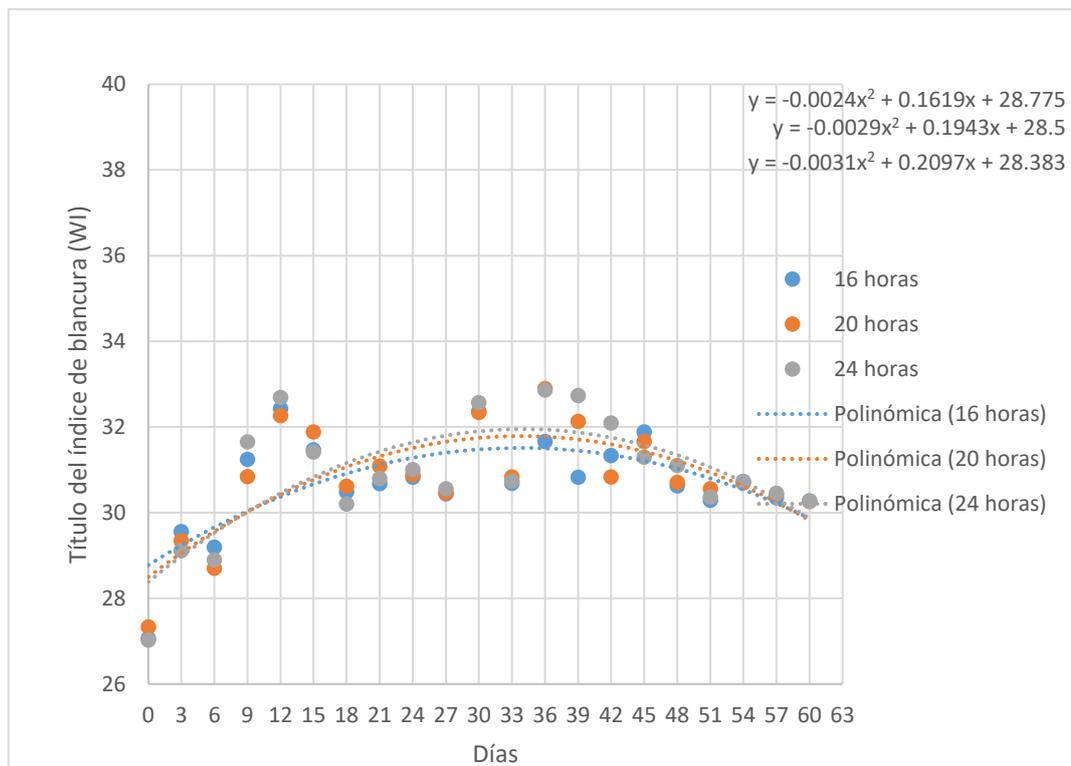


Figura 9

Floración de grasa con sustitución parcial al 5% de sachu inchi.

3.4. Comportamiento de floración de grasa (índice de blancura) en chocolates oscuros con sustitución parcial de manteca de cacao por aceites de Sacha Inchi (SIO).

Se analizaron las diferentes muestras y tratamientos, teniendo en cuenta el tipo de CBE (coco, palma y sachá inchi), el porcentaje (1, 3 y 5%) y tiempo de conchado (16, 20 y 24) de mayor eficiencia frente al crecimiento de floración de grasa mostrándose los resultados a través de curvas de comportamiento de crecimiento de floración de grasa de los tratamientos con sustitución parcial de CBE y muestra control, reportando que en los primeros 3 días los tratamientos a 20 h de conchado con 5% de sustitución parcial de aceite de coco, sachá inchi y palma mostraron un leve crecimiento y que después del 3 días tendieron a estabilizarse los valores, mientras que en la muestra control, el crecimiento de floración de grasa es continuo alcanzando su pico de crecimiento a los 30 días con un índice de blancura de 53%, además se refleja en las curvas de comportamiento que los tratamientos de coco, sachá inchi y palma reportan una mayor estabilidad frente a la floración de grasa hasta el día 60.

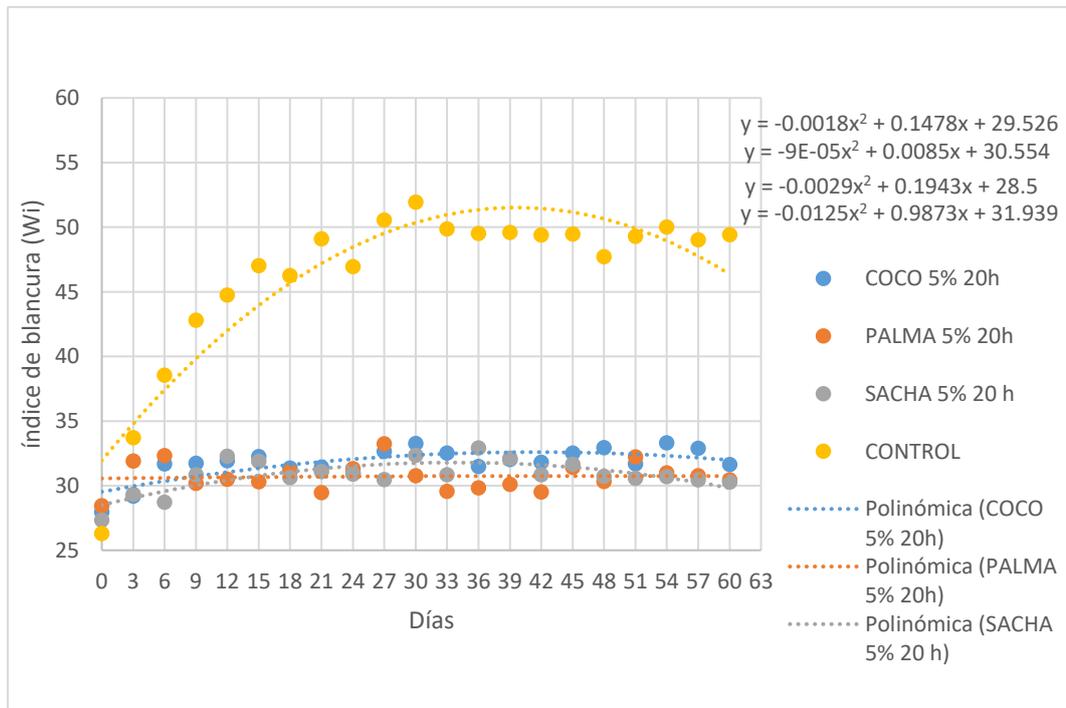


Figura 10

Comportamiento de los mejores tratamientos y muestra control.

De acuerdo al análisis de varianza dado por el WI vs Tiempo de conchado, días, CBE y %CBE reflejan que, en todas las variantes entre las iteraciones de 1, 2 y 3 términos, se tiene diferencia significativa porque se encuentran dentro del rango de significancia $P < 0.05$, con la cual se puede afirmar que existe efecto de las variables tiempo de conchado, días, CBE y % CBE en relación al crecimiento de floración de grasa, cómo también se puede evidenciar en las ilustraciones 11 y 12 que se encuentran en anexos.

Tabla 2

Análisis de varianza, regresión factorial general: WI vs. Tiempo de conchado; Días; CBE; %CBE.

Fuente	Valor p
Modelo	0.000
Lineal	0.000
Tipo de aceite	0.000
Porcentaje de aceite	0.000
Tiempo de conchado	0.000
Interacciones de 2 términos	0.000
Tipo de aceite*Porcentaje de aceite	0.000
Tipo de aceite*Tiempo de conchado	0.000
Porcentaje de aceite*Tiempo de conchado	0.000
Interacciones de 3 términos	0.000
Tipo de aceite*Porcentaje de aceite*Tiempo de conchado	0.000
Error	
Total	

Teniendo en cuenta el resumen de modelo y basándonos en el R^2 para su interpretación de acuerdo a su rango cercano a 1 el cual es 98.85%, se afirma que el modelo y la relación de datos son confiables, con un $P < 0.05$.

Tabla 3

	R- S	R-cuad. cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0001718	98.85%	98.30%	97.42%

Resumen del modelo

IV. DISCUSIÓN

Cómo se muestra en la figura 10 la muestra del índice de blancura (WI) del chocolate oscuro, que se encontró almacenado durante 60 días a variantes de temperaturas de 22°C y 32°C cada 12 horas, en periodos cíclicos, teniendo en cuenta sustituciones parciales con CBE cómo muestra la tabla 1. En los primeros días la diferencia en el índice de blancura de todos los chocolates es evidente debido a la variación de temperatura, esto se evidenció en los chocolates cambiando ligeramente el color de la superficie de los chocolates oscuros. Sin embargo, pasado la primera semana los chocolates oscuros formulados con diferentes CBE (Coco, Palma y SIO) a un conchado de 20 h y sustitución parcial del 5%, no mostraron más crecimiento de floración de grasa estabilizándose y manteniendo el control del índice de blancura teniendo la calidad del chocolate oscuro. Sin embargo, con la muestra control de chocolate oscuro con 20 h de conchado el índice de blancura (WI) no mostró estabilidad y siguió creciendo hasta el día 60 de almacenamiento. Esto se daría debido a la sustitución parcial de CBE. Dado un estudio realizado por Abdul Halim et al., (2019b), encontraron que la adición de aceite de coco en la formulación de chocolate a un porcentaje de 4.5% ayudo a mejorar la calidad del chocolate oscuro y además mostró un crecimiento de floración de grasa controlado y estable, en comparación con la muestra control del chocolate. Según otro estudio realizado por Buscato et al., (2018b) menciona que desarrollaron chocolates amargos agregando esterina de manteca de cacao (CBS_t) y monoestearato de sorbitán (SMS) dando cómo resultado que los chocolates amargos con sustitución parcial mostraron mayor estabilidad y control frente a la floración de grasa retrasando en al menos 45 y 15 días, frente a la muestra estándar.

Cómo se puede evidenciar en la tabla 2, los días, el tipo de CBE y el porcentaje de sustitución parcial por CBE tuvieron efecto significativo frente al índice de blancura (WI), dándonos un efecto significativo ($p < 0,00$) mostrándonos que las variables días, tipo de CBE y %CBE influyen en el crecimiento de floración de grasa. Además, se puede decir que de acuerdo al R^2 mostrado en tabla 3, afirma que la confiabilidad de los datos es segura debido a que su rango es cercano a 1 con un (98.81%). Jin et al., (2019b) en su investigación realizada hizo el uso de R^2 para comprobar y tener la seguridad de sus datos y la acoplación de los mismo en la

ecuación de cristalización de la grasa del chocolate, con la finalidad de ver la confiabilidad de sus resultados, teniendo como resultado un ($R^2 >0,9699$) evidenciando un resultado final que sus evaluaciones son acertadas y confiables. Además se puede apreciar que Zhao et al., (2018) hizo uso en su investigación el nivel de significancia ($P < 0.05$) para evidenciar el comportamiento y la existencia efecto de las variables frente a la floración de grasa en el chocolate.

V. CONCLUSIONES

La ecuación que mejor se acopló a los datos mejor describió el comportamiento de los datos frente a la floración de grasa es el modelo cuadrático el cual nos arrojó un R^2 más cercano a 1, reflejándonos que existe relación y efecto entre el tipo de CBE, el porcentaje de CBE y el tiempo de conchado.

Los chocolates formulados con CBE de coco, palma y sachá inchi a un porcentaje de sustitución del 5% con un tiempo de conchado de 20 h. arrojan mejores resultados frente al crecimiento de la floración de grasa, ayudando a mantener la calidad del producto.

VI. BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAFICAS

- Abdul Halim, H. S., Selamat, J., Mirhosseini, S. H., & Hussain, N. (2019a). Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4), 443-448. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.005>
- Abdul Halim, H. S., Selamat, J., Mirhosseini, S. H., & Hussain, N. (2019b). Sensory preference and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4), 443-448. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.005>
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008). Flavor Formation and Character in Cocoa and Chocolate: A Critical Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 840-857. <https://doi.org/10.1080/10408390701719272>
- Aidoo, R. P., Afoakwa, E. O., & Dewettinck, K. (2015). Rheological properties, melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin/polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 592-597. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.043>
- Bahari, A., & Akoh, C. C. (2018). Texture, rheology and fat bloom study of 'chocolates' made from cocoa butter equivalent synthesized from illipe butter and palm mid-fraction. *LWT*, 97, 349-354. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.013>
- Braga, S. C. G. N., Oliveira, L. F., Hashimoto, J. C., Gama, M. R., Efraim, P., Poppi, R. J., & Augusto, F. (2018). Study of volatile profile in cocoa nibs, cocoa liquor and chocolate on production process using GC × GC-QMS.

Microchemical Journal, 141, 353-361.

<https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.05.042>

Buscato, M. H. M., Hara, L. M., Bonomi, É. C., Calligaris, G. de A., Cardoso, L. P., Grimaldi, R., & Kieckbusch, T. G. (2018a). Delaying fat bloom formation in dark chocolate by adding sorbitan monostearate or cocoa butter stearin. *Food Chemistry*, 256, 390-396. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.127>

Buscato, M. H. M., Hara, L. M., Bonomi, É. C., Calligaris, G. de A., Cardoso, L. P., Grimaldi, R., & Kieckbusch, T. G. (2018b). Delaying fat bloom formation in dark chocolate by adding sorbitan monostearate or cocoa butter stearin. *Food Chemistry*, 256, 390-396. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.127>

Counet, C., Ouwerx, C., Rosoux, D., & Collin, S. (2004). Relationship between Procyanidin and Flavor Contents of Cocoa Liquors from Different Origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(20), 6243-6249. <https://doi.org/10.1021/jf040105b>

Dahlenborg, H., Millqvist-Fureby, A., & Bergenståhl, B. (2015a). Effect of particle size in chocolate shell on oil migration and fat bloom development. *Journal of Food Engineering*, 146, 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.008>

Dahlenborg, H., Millqvist-Fureby, A., & Bergenståhl, B. (2015b). Effect of particle size in chocolate shell on oil migration and fat bloom development. *Journal of Food Engineering*, 146, 172-181. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.008>

Ghosh, V., Ziegler, G. R., & Ananteswaran, R. C. (2002). Fat, Moisture, and Ethanol Migration through Chocolates and Confectionary Coatings. *Critical Reviews*

in Food Science and Nutrition, 42(6), 583-626.
<https://doi.org/10.1080/20024091054265>

Glicerina, V., Balestra, F., Dalla Rosa, M., & Romani, S. (2015). Effect of manufacturing process on the microstructural and rheological properties of milk chocolate. *Journal of Food Engineering*, 145, 45-50.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.039>

Glicerina, V., Balestra, F., Rosa, M. D., & Romani, S. (2013). Rheological, textural and calorimetric modifications of dark chocolate during process. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 173-179.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.012>

Jin, J., Jin, Q., Wang, X., & Akoh, C. C. (2019a). Improving heat and fat bloom stabilities of “dark chocolates” by addition of mango kernel fat-based chocolate fats. *Journal of Food Engineering*, 246, 33-41.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.027>

Jin, J., Jin, Q., Wang, X., & Akoh, C. C. (2019b). Improving heat and fat bloom stabilities of “dark chocolates” by addition of mango kernel fat-based chocolate fats. *Journal of Food Engineering*, 246, 33-41.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.027>

Kyi, T. M., Daud, W. R. W., Mohammad, A. B., Wahid Samsudin, Mohd., Kadhum, A. A. H., & Talib, M. Z. M. (2005). The kinetics of polyphenol degradation during the drying of Malaysian cocoa beans. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(3), 323-331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00959.x>

- Lonchamp, P., & Hartel, R. W. (2004). Fat bloom in chocolate and compound coatings. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *106*(4), 241-274. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200400938>
- Moreira, I. M. da V., Vilela, L. de F., Santos, C., Lima, N., & Schwan, R. F. (2018). Volatile compounds and protein profiles analyses of fermented cocoa beans and chocolates from different hybrids cultivated in Brazil. *Food Research International*, *109*, 196-203. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.012>
- Pérez-Martínez, D., Alvarez-Salas, C., Charó-Alonso, M., Dibildox-Alvarado, E., & Toro-Vazquez, J. F. (2007). The cooling rate effect on the microstructure and rheological properties of blends of cocoa butter with vegetable oils. *Food Research International*, *40*(1), 47-62. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.07.016>
- Salehi, F., & Kashaninejad, M. (2018). Modeling of moisture loss kinetics and color changes in the surface of lemon slice during the combined infrared-vacuum drying. *Information Processing in Agriculture*, *5*(4), 516-523. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.05.006>
- Smith, K., Cain, F., & Talbot, G. (2007). Effect of nut oil migration on polymorphic transformation in a model system. *Food Chemistry*, *102*(3), 656-663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.045>
- Svanberg, L., Ahrné, L., Lorén, N., & Windhab, E. (2011a). Effect of Pre-Crystallization Process and Solid Particle Addition on Cocoa Butter Crystallization and Resulting Microstructure in Chocolate Model Systems. *Procedia Food Science*, *1*, 1910-1917. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.281>

- Svanberg, L., Ahrné, L., Lorén, N., & Windhab, E. (2011b). Effect of sugar, cocoa particles and lecithin on cocoa butter crystallisation in seeded and non-seeded chocolate model systems. *Journal of Food Engineering*, 104(1), 70-80. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.09.023>
- Tabouret, T. (2007). Technical note: Detection of fat migration in a confectionery product. *International Journal of Food Science & Technology*, 22(2), 163-167. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb00472.x>
- Timms, R. E. (2012). Interactions between fats, bloom and rancidity. En *Confectionery Fats Handbook* (pp. 255-294). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857097958.255>
- Toker, O. S., Konar, N., Palabiyik, I., Rasouli Pirouzian, H., Oba, S., Polat, D. G., Poyrazoglu, E. S., & Sagdic, O. (2018). Formulation of dark chocolate as a carrier to deliver eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids: Effects on product quality. *Food Chemistry*, 254, 224-231. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.02.019>
- Toker, O. S., Palabiyik, I., & Konar, N. (2019). Chocolate quality and conching. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 446-453. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.047>
- Toker, O. S., Palabiyik, I., Pirouzian, H. R., Aktar, T., & Konar, N. (2020). Chocolate aroma: Factors, importance and analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 580-592. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.035>
- Torres-Moreno, M., Tarrega, A., Costell, E., & Blanch, C. (2012). Dark chocolate acceptability: Influence of cocoa origin and processing conditions: Dark chocolate acceptability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(2), 404-411. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4592>

- Walter, P., & Cornillon, P. (2001). Influence of thermal conditions and presence of additives on fat bloom in chocolate. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(9), 927-932. <https://doi.org/10.1007/s11746-001-0365-1>
- Wang, F., Liu, Y., Shan, L., Jin, Q., Wang, X., & Li, L. (2010). Blooming in Cocoa Butter Substitutes Based Compound Chocolate: Investigations on Composition, Morphology and Melting Behavior. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(10), 1137-1143. <https://doi.org/10.1007/s11746-010-1604-z>
- Youn, H.-Y., & Lee, S. (2012). *Quality Characteristics of Chocolate Ganache Influenced by the level of Vegetable Creams*. Undefined. /paper/Quality-Characteristics-of-Chocolate-Ganache-by-the-%EC%9C%A4%ED%9D%AC%EC%98%81-Lee/85aad3000906121f6586665b7bbcf87a0157a3d8
- Zhao, H., Bingol, G., & James, B. J. (2018). Influence of non-fat particulate network on fat bloom development in a model chocolate. *Journal of Food Engineering*, 225, 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.01.006>
- Ziegler, G. (2009). Product design and shelf-life issues: Oil migration and fat bloom. *En Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products* (pp. 185-210). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845696436.2.185>

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de chocolate oscuro



Figura 11

Selección del cacao seco.



Figura 12

Tostado del cacao



Figura 13

Descascarillado del cacao.



Figura 14
Molienda del snid de cacao



Figura 15
Mezcla de los ingredientes.



Figura 16
Conchado de la mezcla.



Figura 17
Templado del chocolate



Figura 18
Pesado y Moldeado



Figura 19
Chocolates ya enfriados.

Anexo 2. Evaluación de floración de grasa (WI)



Figura 20
Chocolates almacenados a 20°C



Figura 21
Chocolate almacenado a 32°C



Figura 22
Evaluación y recolección de datos

Anexo 3: Análisis estadístico

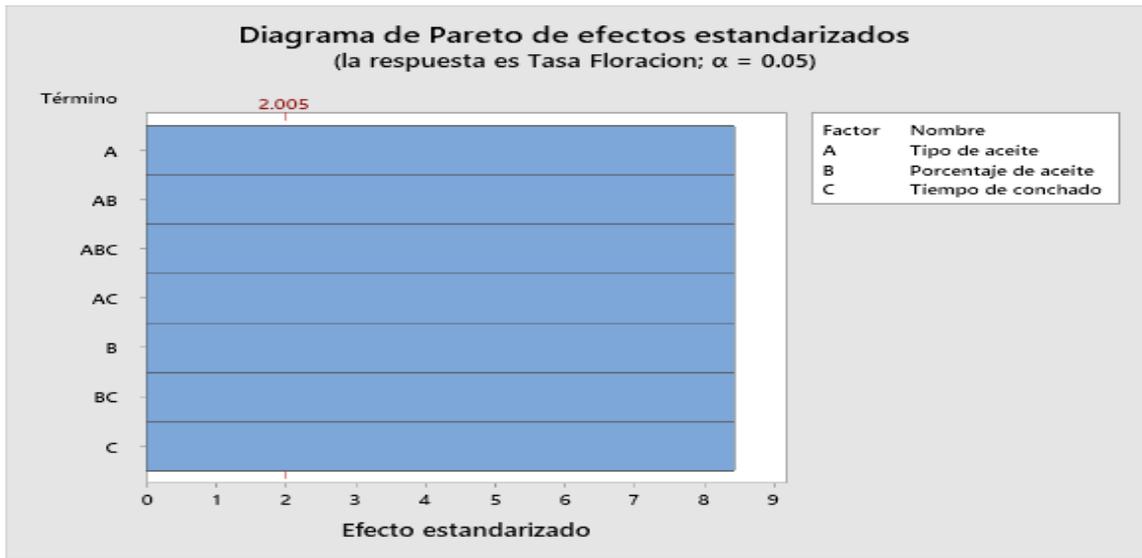


Figura 23

Diagrama de Pareto de efecto estandarizados

De acuerdo al diagrama de Pareto nos refleja que los factores A, B Y C en todas sus combinaciones influyen en el crecimiento de floración de grasa, siendo de vital importancia para prevalecer la calidad del chocolate.

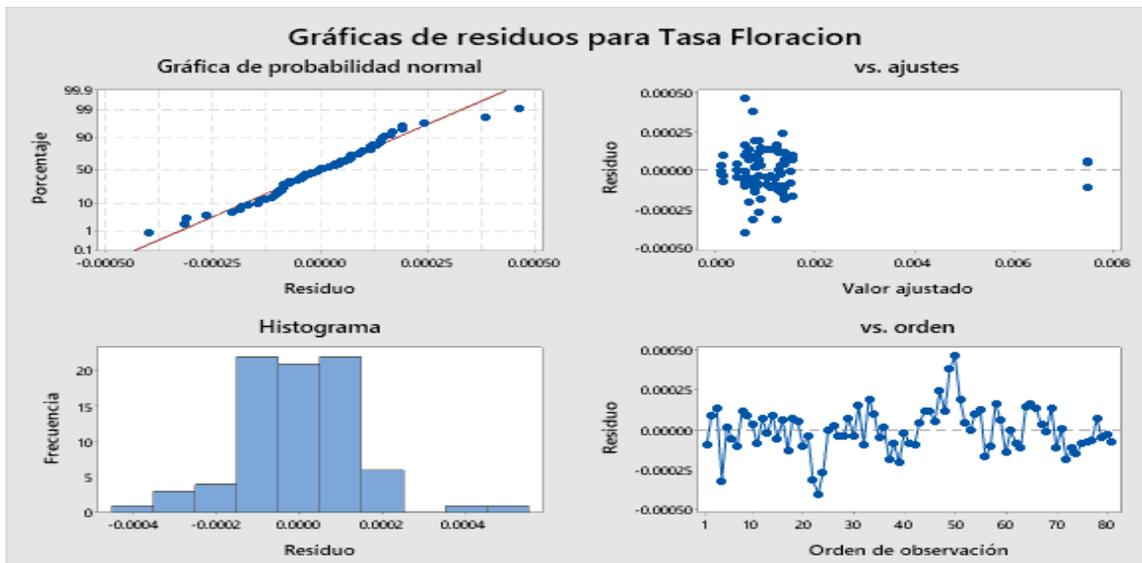


Figura 24

Gráfica de residuos para tasa de floración.

La gráfica de residuos nos da cómo resultados que los valores obtenidos se ajustan, con una ligera variación de algunos valores, siendo confiable su evaluación en todos los factores analizados.