

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



TRABAJO DIRIGIDO

FORMULACIÓN DE UNA CREMA DE ALMENDRA (*Bertholletia excelsa*) CON CHOCOLATE EN LA FÁBRICA DE CHOCOLATES Y DULCES CÓNDROR S.R.L.

Para optar al título de Ingeniero Químico

**POSTULANTE: UNIV. REYNALDO HUAÑAPACO MARCA
TUTOR: M. Sc. VIRGINIA JUDITH ROJAS MERCADO**

**LA PAZ – BOLIVIA
MAYO, 2024**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo primeramente a mi madre **Teresa Marca Sarsuri** por brindarme todo su apoyo, comprensión en el desarrollo del presente trabajo, por la fortaleza que me brinda para salir adelante y por el amor que me brinda día tras día. A mi padre **Reynaldo Huañapaco Catari(†)** que anhelaba mucho verme en esta etapa de mi vida, que ahora desde el cielo me guía y protege, que en vida me brindo su comprensión, apoyo, impulso para conseguir todas mi metas y sobre todo su amor. A ambos que son mi mayor fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme salud, guiar mi camino y bendecirme para llegar a culminar este sueño tan deseado.

A mis padres Teresa Marca Sarsuri y Reynaldo Huañapaco Catari(†) gracias por la vida que me han dado y siempre cuidar de mí, gracias por su apoyo incondicional, por mi crianza, por las enseñanzas, valores inculcados, por el sacrificio y deseo de verme cumplir todas mis metas. A ellos se los debo todo y gracias por ser los mejores padres que Dios me pudo haber dado.

A la Facultad de Ingeniería de la UMSA y a todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Química a los que les debo toda mi formación profesional.

Agradecer infinitamente a mi tutora la Ing. Virginia Judith Rojas Mercado por su dedicación, tiempo, colaboración; ayudarme y brindarme todos sus conocimientos para desarrollo del presente trabajo.

A los miembros del tribunal Dr. Erika Montaña Riveros e Ing. Rafael García Padilla Aguilar, por brindarme su dedicación, asesoramiento y acompañamiento para el desarrollo del presente trabajo.

Al Lic. Jaime Gonzales Cuentas Gerente General de la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L. por su colaboración y dedicación para el desarrollo el presente trabajo, así también por abrirme las puertas de la Fábrica para poder realizar mis pasantías y el presente trabajo.

A la Univ. Carminia Aracely Flores Yujra por su apoyo en buenos y malos momentos, porque ha compartido conmigo toda la etapa de la formación profesional.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es desarrollar la formulación de una crema de almendra (*Bertholletia excelsa*) con chocolate en la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.

En el desarrollo de la formulación del producto se determinó los insumos y cantidades en base a la NB 326006 “Chocolate y derivados” mediante a pruebas preliminares, diseño de mezclas y superficie de respuesta mediante el uso del programa Minitab 18 analizando las interacciones de los insumos con las variables dependientes (humedad, pH y capacidad de extensión) y un análisis de aceptación sensorial. Con el análisis descrito se obtuvo la formulación con mayor aceptación que contiene 24.48, 14.86 y 0.66 g/100g de almendra amazónica, cacao en polvo y grasa vegetal 2 respectivamente, además el restante 60 g/100g de la mezcla incluye cobertura de chocolate, grasa vegetal 1, leche en polvo descremada, azúcar, lecitina de soya, antioxidante entre otros.

Se realiza la caracterización fisicoquímica de las materias primas y la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto final, obteniendo valores descritos dentro de la NB 326006

Se determina el tiempo de vida útil de la crema untable mediante pruebas aceleradas, se obtiene el tiempo de vida útil de 4.70 meses. Además, se realiza un análisis de costos preliminares de producción para el producto

Se elabora una propuesta para un Plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), determinando que los puntos críticos de control son el contenido de aflatoxinas en la almendra y el proceso de esterilización en la elaboración del producto.

Palabras clave: Crema untable, almendra (*Bertholletia excelsa*), vida útil, chocolate, análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)

ABSTRACT

The objective of this work is to develop the formulation of an almond cream (*Bertholletia excelsa*) with chocolate at the Chocolates y Dulces Condor S.R.L. factory.

In the development of the product formulation, the inputs and quantities were determined based on the NB 326006 "Chocolate and derivatives" by means of preliminary tests, mixture design and response surface using the Minitab 18 program, analyzing the interactions of the inputs with the dependent variables (humidity, pH and extension capacity) and a sensory acceptance analysis. With the described analysis, the formulation with the highest acceptance was obtained, containing 24.48, 14.86 and 0.66 g/100g of Amazonian almond, cocoa powder and vegetable fat 2 respectively, and the remaining 60 g/100g of the mixture includes chocolate coating, vegetable fat 1, skim milk powder, sugar, soy lecithin, antioxidant, among others.

The physicochemical characterization of the raw materials and the physicochemical and microbiological characterization of the final product were carried out, obtaining values described in NB 326006.

The shelf life of the spreadable cream is determined through accelerated tests, obtaining a shelf life of 4.70 months. In addition, an analysis of preliminary production costs for the product is performed.

A proposal for a Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Plan is prepared, determining that the critical control points are the aflatoxin content in the almonds and the sterilization process in the production of the product.

Keywords: spreadable cream, sensory acceptance analysis, shelf life, Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP).

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
1.4.1 Justificación Académica	4
1.4.2 Justificación Técnica	4
1.4.3 Justificación Económica	4
1.4.4 Justificación Social	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 CHOCOLATES Y DULCES CÓNDOR S.R.L.	5
2.1.1 Historia de la Empresa.....	5
2.1.2 Ubicación de la empresa.....	5
2.1.2 Situación Actual	6
2.2 El Cacao.....	6
2.2.1 Beneficios del cacao	6
2.2.2 El Cacao en Bolivia	7
2.3 CHOCOLATE	8
2.3.1 Tipos de Chocolate	8
2.3.1.1 Chocolate Amargo o Negro	8
2.3.1.2 Chocolate con leche.....	9
2.3.1.3 Chocolate Blanco.....	9
2.3.1.4 Chocolate para mesa.....	9
2.3.2 Proceso de Elaboración del Chocolate	9
2.3.2.1 Mezclado o Amasado	10
2.3.2.2 Refinado.....	10
2.3.2.3 Conchado	11
2.3.3 Parámetros de control de calidad en el chocolate y productos derivados	11

2.3.3.1	Humedad.....	11
2.3.3.2	Tamaño de partículas.....	11
2.3.3.3	Índice de peróxidos.....	12
2.3.3.4	pH.....	12
2.4	Almendra amazónica (<i>Bertholletia excelsa</i>).....	12
2.4.1	Origen y distribución.....	12
2.4.2	Importancia Nutricional.....	13
2.4.3	Aflatoxinas en la almendra amazónica.....	15
2.4.3.1	Riesgo para la salud.....	16
2.5	Cremas Untables.....	16
2.5.1	Formulación.....	17
2.5.2	Materia Prima.....	17
2.5.2.1	Almendra Amazónica.....	17
2.5.2.2	Cacao en polvo.....	17
2.5.2.3	Cobertura de chocolate.....	18
2.5.2.4	Grasas Vegetales.....	18
2.5.2.4.1	Grasas Equivalente de la manteca de cacao (CBEs).....	19
2.5.2.4.2	Grasas láuricas sustitutas de la manteca de cacao (CBR láuricas)...	19
2.5.2.4.3	Grasas no láuricas sustitutas de la manteca de cacao (CBR no láuricas).....	19
2.5.2.5	Leche en polvo descremada.....	20
2.5.2.6	Azúcar.....	20
2.5.2.7	Emulsionante (Lecitina de Soya).....	21
2.6	Diseño Experimental.....	21
2.7	Tipos de Diseño Experimental.....	23
2.7.1	Metodología de la superficie de respuesta (MSR).....	23
2.7.2	Diseño de Mezclas.....	23
2.7.3	Análisis de varianza (ANOVA).....	24
2.8	Estudio de Vida útil.....	24
2.8.1	Método directo o en tiempo real.....	24
2.8.2	Método indirecto o pruebas de vida útil acelerada.....	25
2.8.3	Factores que influyen en el tiempo de vida útil de los alimentos.....	25
2.8.4	Deterioro de los lípidos.....	26
2.8.5	Antioxidantes.....	27
CAPITULO III	29

3.	MARCO EXPERIMENTAL.....	29
3.1	Lugar de Ejecución.....	29
3.2	Metodología de investigación.....	29
3.3	Descripción de Materiales, Equipos, Insumos y Reactivos.....	29
3.3.1	Materiales, Equipos y Reactivos empleados en laboratorio.....	29
3.3.2	Insumos, Materiales empleados en la elaboración de la crema de almendra con chocolate.....	31
3.4	Metodología Experimental.....	31
3.4.1	Caracterización de la Materia Prima.....	31
3.4.1.1	Cacao en polvo.....	31
3.4.1.2	Almendra amazónica.....	32
3.4.1.3	Leche en polvo descremada.....	33
3.4.1.4	Grasa vegetal.....	34
3.4.2	Formulación de la crema de almendra con chocolate.....	34
3.4.2.1	Pruebas preliminares.....	35
3.4.2.1.1	Descripción del proceso.....	36
3.4.2.2	Variables de estudio.....	39
3.4.2.2.1	Variables Independientes.....	39
3.4.2.2.2	Variables Dependientes.....	39
3.4.2.3	Diseño Experimental.....	39
3.4.2.4	Análisis de Aceptación Sensorial.....	40
3.5	Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final.....	41
3.6	Análisis de tiempo de vida útil.....	41
3.7	Estudio económico.....	42
	CAPÍTULO 4.....	43
4.	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	43
4.1.	Caracterización de la materia prima.....	43
4.1.1	Cacao en polvo.....	43
4.1.2	Almendra amazónica.....	43
4.1.3	Leche en polvo descremada.....	45
4.1.4	Grasa Vegetal.....	45
4.2	Determinación de la formulación del producto.....	46
4.2.1	Pruebas preliminares.....	46
4.2.2	Diseño Experimental.....	46
4.2.2.1	Análisis de variable respuesta - Humedad.....	49

4.2.2.2	Análisis de variable respuesta-pH	54
4.2.2.3	Análisis de variable respuesta-Capacidad de extensión	58
4.2.2.4	Conclusiones del diseño experimental	60
4.2.3	Análisis de Aceptación Sensorial	62
4.2.3.1	Textura.....	62
4.2.3.2	Sabor.....	63
4.2.3.3	Color.....	64
4.2.3.4	Olor.....	65
4.2.3.5	Conclusiones del análisis de aceptación sensorial.....	67
4.3	Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final	70
4.3.1	Análisis fisicoquímico del producto final.....	70
4.3.2	Análisis microbiológico del producto final	70
4.4	Análisis de tiempo de vida útil	71
4.5	Estudio Económico.....	74
4.5.1	Cálculo de costo de producción.....	74
CAPÍTULO V	76
5.	PROPUESTA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL ...	76
5.1	Formación del equipo HACCP.....	77
5.2	Descripción del producto.....	78
5.3	Elaboración del Diagrama de Flujo	79
5.4	Análisis de Peligros	82
5.4.1	Identificación de peligros	82
5.4.2	Evaluación de ocurrencia de peligros.....	84
5.4.3	Evaluación de gravedad de peligros	84
5.5	Determinación de puntos críticos de control (PCC).....	100
5.6	Establecimiento de limites críticos	104
5.7	Establecimiento de proceso de vigilancia.....	105
5.8	Determinación de acciones correctivas	105
CAPÍTULO VI	107
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
6.1	Conclusiones.....	107
6.2	Recomendaciones	110
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	111
8.	ANEXOS.....	114

ANEXO 1: Procedimientos para la caracterización de materia prima y producto terminado.....	114
ANEXO 2: Resultados de análisis realizados a la materia prima y el producto terminado.....	119
ANEXO 3: Pruebas preliminares en la formulación de la crema de almendra con chocolate.....	122
ANEXO 4: Fotografías del proceso de formulación, pruebas preliminares y de los análisis realizados.....	123
ANEXO 5: Resultados del análisis de aceptación sensorial	127

INDICE DE TABLAS

Tabla.1 Composición Química de la Almendra amazónica	14
Tabla.2 Reactivos, Materiales y Equipos empleados en el análisis de laboratorio	30
Tabla.3 Materiales, insumos y equipos utilizados en la formulación del producto	31
Tabla.4 Parámetro de cacao en polvo según normativa	32
Tabla.5 Parámetros organolépticos de almendra amazónica según normativa	32
Tabla.6 Parámetros fisicoquímicos de almendra amazónica según normativa	32
Tabla.7 Cantidad de aflatoxinas totales en la almendra amazónica según NB 320014 de Nuez Amazónica sin cascara	33
Tabla.8 Humedad de leche en polvo descremada según normativa.....	33
Tabla.9 Parámetros fisicoquímicos de grasas según la normativa	34
Tabla.10 Parámetros fisicoquímicos de Chocolates y derivados según la normativa.....	41
Tabla.11 Parámetros microbiológicos de Chocolates y derivados según la normativa	41
Tabla.12 Secuencia de muestreo para el análisis de tiempo de vida útil	42
Tabla.13 Resultados de la caracterización del cacao en polvo	43
Tabla.14 Resultados del análisis organoléptico de la almendra amazónica.....	43
Tabla.15 Resultados de los parámetros fisicoquímicos para la almendra amazónica.....	44
Tabla.16 Resultados del contenido de aflatoxinas totales.....	44
Tabla.17 Resultado de humedad para la leche descremada en polvo	45
Tabla.18 Parámetros fisicoquímicos para las grasas vegetales	45
Tabla.19 Factores y niveles del diseño experimental.....	47
Tabla.20 Combinaciones para el diseño experimental.....	47
Tabla.21 Resultados de las variables para cada combinación.....	48
Tabla.22 Parámetros obtenidos de la Nutella.....	49
Tabla.23 Análisis de varianza para la humedad.....	49
Tabla.24 Coeficientes de correlación para la variable Humedad.....	50
Tabla.25 Dato mínimo optimizado a la variable humedad	52
Tabla.26 Datos intermedios optimizados a la variable humedad.....	53
Tabla.27 Dato limite optimizado a la variable humedad	54
Tabla.28 Análisis de varianza para el pH.....	55
Tabla.29 Coeficientes de correlación para la variable pH	55
Tabla.30 Dato optimizado a la variable pH.....	57
Tabla.31 Análisis de varianza capacidad de extensión	58
Tabla.32 Coeficientes de correlación para la variable capacidad de extensión	58

Tabla.33 Resultado de pH pronosticado para las combinaciones	61
Tabla.34 Combinaciones obtenidas por el diseño de mezclas	61
Tabla.35 Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Textura	62
Tabla.36 Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Sabor	63
Tabla.37 Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Color.....	64
Tabla.38 Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Olor	65
Tabla.39 Formulación final del producto	68
Tabla.40 Resultado de Caracterización fisicoquímica del producto final.....	70
Tabla.41 Resultado de análisis microbiológico del producto final	70
Tabla.42 Datos Obtenidos del Índice de peróxidos en el tiempo.....	71
Tabla.43 Constante de velocidad de reacción a cada temperatura	73
Tabla.44 Costos de producción materia prima.....	74
Tabla.45 Costos indirectos y de suministros	75
Tabla.46 Descripción del producto	78
Tabla.47 Tipos de Peligro en la producción alimentaria.....	82
Tabla.48 Niveles de ocurrencia de peligros	84
Tabla.49 Clasificación de gravedad según el peligro.....	85
Tabla.50 Análisis de Peligros en la materia prima o insumos	87
Tabla.51 Análisis de Peligros en el proceso de elaboración de la crema de almendra con chocolate.....	93
Tabla.52 Identificación de PCC`s en la materia prima	102
Tabla.53 Identificación de PCC`s en la elaboración de la crema de almendra con chocolate	103
Tabla.54 Establecimiento de límites críticos.....	105
Tabla.55 Proceso de Vigilancia y Medidas Correctivas para el producto.	106
Tabla 56. Rango de los ácidos grasos libre, volumen de alcohol y fuerza del álcali	115
Tabla.57 Calificación por parámetros de las combinaciones	128
Tabla.58 Calificación Global de las combinaciones	128

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica.1 Gráfica de contorno de mezcla para la humedad	51
Gráfica.2 Gráfica de superficie de mezcla para la humedad.....	51
Gráfica.3 Gráfica de datos mínimos optimizados a la variable humedad.....	52
Gráfica.4 Gráfica de dato intermedio optimizado a la variable humedad.....	53
Gráfica.5 Gráfica de dato limite optimizados a la variable humedad	54
Gráfica.6 Gráfica de contorno de mezcla para el pH	56
Gráfica.7 Gráfica de superficie de mezcla para el pH.....	56
Gráfica.8 Gráfica de dato optimizados a la variable pH	57
Gráfica.9 Gráfica de contorno de mezcla para la capacidad de extensión	59
Gráfica.10 Gráfica de superficie de mezcla para la capacidad de extensión	60
Gráfica.11 Diferencia de media para evaluación sensorial - Textura	63
Gráfica.12 Diferencia de media para evaluación sensorial - Sabor	64
Gráfica.13 Diferencia de media para evaluación sensorial - Color.....	65
Gráfica.14 Diferencia de media para evaluación sensorial - Olor	66
Gráfica.15 Calificación por parámetros de las combinaciones	66
Gráfica 16 Calificación Global de las combinaciones	67
Gráfica.17 Comportamiento del Índice peróxidos en el tiempo bajo un orden cero	72
Gráfica.18 Ln k vs 1/T [K].....	73

INDICE DE FIGURAS

Figura.1 Ubicación de la empresa.....	5
Figura.2 Sitios con presencia de cacao (Theobroma cacao) en Bolivia.....	7
Figura.3 Esquema de una refinadora de cinco rodillos.....	10
Figura.4 Ubicación de las plantaciones de Castaña en Sudamérica.....	13
Figura.5 Almendra amazónica.....	17
Figura.6 Cacao en polvo.....	18
Figura.7 Cobertura de chocolate.....	18
Figura.8 Leche descremada en polvo.....	20
Figura.9 Azúcar.....	21
Figura.10 Lecitina de soya.....	21
Figura 11. Esquema de un proceso.....	22
Figura.12 Diagrama de flujo de las pruebas preliminares del producto.....	35
Figura.13 Almendra amazónica tostada.....	36
Figura.14 Pasta obtenida del triturado de almendra.....	37
Figura.15 Mezcla de ingredientes secos.....	37
Figura.16 Mezcla en las pruebas preliminares de la crema de almendra con chocolate.....	38
Figura.17 Envasado en las pruebas preliminares del producto.....	39
Figura 18. Proceso para determinar la capacidad de extensión del producto.....	48
Figura.19 Diagrama de Flujo para la formulación final.....	69
Figura.20 Secuencia para el Plan HACCP.....	77
Figura.21 Diagrama de flujo de la elaboración del producto.....	80
Figura.22 Árbol de decisiones para la determinación de PCC en las materias primas.....	100
Figura.23 Árbol de decisiones para la determinación de PCC en las etapas del proceso.....	101
Figura.24 Materia prima.....	123
Figura.25 Triturado de almendra.....	123
Figura.26 Obtención de la pasta de almendra.....	123
Figura.27 Mezcla de Ingredientes secos.....	124
Figura.28 Mezcla de Ingredientes secos y grasos.....	124
Figura.29 Envasado.....	124
Figura.30 Pruebas envasadas.....	124
Figura.31 Prueba a escala del producto.....	125
Figura.32 Análisis del tiempo de vida.....	125
Figura.33 Análisis Índice de peróxidos.....	125
Figura.34 Humedad.....	126

Figura.35 Medición del pH	126
Figura 36. Cuestionario para el análisis de aceptación sensorial del producto	127

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Bolivia tiene la característica de poseer uno de los granos de cacao finos y de buen aroma en el mundo en estado silvestre. El cacao de Bolivia se encuentra entre los 20 mejores del mundo, según el reconocimiento del Internacional Cocoa Awards, en 2009 y 2011 el país fue reconocido por su calidad por primera vez; el 2013 una de las muestras de Bolivia queda entre los mejores 15 granos de cacao finos y de mejor aroma del mundo; en 2015 queda en la posición 17 y el 2017 queda en el puesto 18. (FAO, 2019)

Además, en 2021 muestras de cacao de Bolivia a nivel Sudamérica en el concurso mundial del Cacao de Excelencia en Paris, Cocoa of Excellence (CoEx), obtuvieron el reconocimiento de medalla de oro y plata en dicho concurso. (Peralta Rivero, 2021)

El cacao es una fuente importante de ingresos económicos para las familias bolivianas en las regiones donde se genera la colecta y cultivo; además de aquellas que se encargan de su transformación y comercialización como chocolate en los diferentes mercados urbanos, aunque su importancia se limita a niveles locales. (Bazoberry Chali & Salazar Carrasco, 2008)

El chocolate es un producto alimenticio derivado principalmente del cacao, que se obtiene mediante la mezcla y procesamiento de ingredientes como los granos de cacao previamente tostados, manteca de cacao, azúcar entre otros. A temperatura ambiente se encuentra en estado sólido, pero se funde dentro de la boca, esto se produce por la presencia de manteca de cacao que en gran parte se encuentra en estado sólido a temperaturas menores de 25 °C que lo mantiene unido con el azúcar y cacao en estado sólido. (Beckett, 2008)

La Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor de Gonzáles Cuentas Hnos. S.R.L. fue creada el año 1960, una empresa reconocida a nivel nacional en la producción de chocolate, que actualmente cuenta con 7 líneas de producción, tuvo su apogeo en la década de 1990, los últimos años las utilidades fueron disminuyendo, esta situación se agravo con la emergencia sanitaria del Covid, por este motivo la fábrica ve la necesidad de innovar en la formulación de nuevos productos atractivos para el mercado.

Uno de los muchos productos derivados del cacao son las cremas untables con chocolate, que tienen como características de ser un producto que combina la untuosidad y suavidad de una crema, con el sabor y textura del chocolate. Este alimento ha demostrado tener una tendencia de éxito en el mercado internacional debido a ser un producto que tiene múltiples tipos de consumo; de forma untable, en repostería y confitería. Uno de los ingredientes principales en la preparación de cremas de chocolate son los frutos secos, se utiliza gran variedad de estos como ser nueces, avellana, almendras entre otros.

La almendra amazónica es la semilla del árbol de castaña, que proviene de las selvas tropicales de la amazonia, es un alimento con gran aporte nutricional, posee altos valores de selenio, un valor próximo al umbral de toxicidad; es un alimento rico en ácidos grasos insaturados, posee un elevado contenido de vitamina B1. (Domínguez Alba & Jimenez Gonzales, 2017)

Bolivia se es considerado líder en exportación de almendra amazónica por encima de Brasil y Perú, en el 2020 se tuvo una participación del 50% en las exportaciones mundiales de almendra amazónica, es el segundo producto no tradicional más exportado después de la soya, la producción de almendra se exporta principalmente como un producto sin valor agregado. (Chilo Crespo, 2022)

El presente trabajo tiene el fin de utilizar la almendra amazónica (*Bertholletia Excelsa*) en la elaboración de una crema untable de chocolate.

1.2 Planteamiento del Problema

Los antioxidantes de los alimentos protegen al organismo frente a sustancias que dañan al organismo, el cacao en su composición presenta flavonoides (catequinas y carotenoides) antioxidantes que según estudios reducen el riesgo de padecer enfermedades del corazón, a su vez otro ingrediente del chocolate es la manteca de cacao que debido a la estructura de sus triglicéridos muestra un efecto neutralizador con el contenido de colesterol en el organismo. (Gutierrez, 2021)

La almendra contiene vitaminas A, E, B1, B2, B6, C y minerales como el calcio, hierro, potasio, magnesio y selenio. Además, tiene la característica de que su aceite es rico en ácidos

grasos no saturados y que la almendra tiene gran presencia de metionina y cisteína.
(PROMUEVE BOLIVIA, 2010)

Los últimos años la sociedad es más exigente en los productos alimenticios tanto en el sabor, forma práctica de consumo y el aporte nutricional que brindan. La Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L. con la necesidad de tener mayor presencia en el mercado, pretende innovar en productos atractivos para la sociedad, basándose en las necesidades actuales de las personas. Se da como opción en el presente trabajo el desarrollo de una crema untable que cumple con los requisitos de ser un alimento atractivo, práctico, con aporte nutricional por el contenido de la almendra, cacao, etc. y de brindar un valor agregado a la producción nacional de almendras.

Para tal efecto se estudia la formulación del producto con la opción adecuada en proporciones, mejor perfil de aceptación sensorial. Las cremas untables con chocolate son alimentos que tienen la característica de tener gran presencia de grasas, por tal motivo existe la posibilidad de que el producto sufra un enranciamiento en el transcurso del tiempo. Dicho esto, se realiza un estudio de tiempo de vida útil en base al índice de peróxidos del producto tomando como parámetro la NB 34013 de Aceites y Grasas, con el fin de tener mayor información para una futura comercialización, además de una propuesta de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), para el proceso.

Por los motivos expuestos se propone el presente proyecto que lleva por título la **Formulación de una crema de almendra (*Bertholletia excelsa*) con Chocolate en la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.** como una alternativa de solución.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

- Desarrollar la formulación de una crema untable de almendra amazónica (*Bertholletia excelsa*) con chocolate en la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Caracterizar la materia prima.
- Establecer las mejores proporciones de mezcla para la preparación del producto. utilizando el diseño experimental.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial del producto obtenido.

- Realizar el estudio de vida útil de la crema untable.
- Caracterizar el producto obtenido.
- Realizar la evaluación de costos preliminares en la formulación del producto.

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Justificación Académica

Mediante el desarrollo del presente trabajo, se pretende obtener un nuevo producto para la empresa que sea atractivo para el mercado, desarrollando una crema untable con sabor a chocolate. Para ello se aplicará todos los conocimientos de diseño experimental, balance materia y otras operaciones, adquiridos durante la formación académica.

1.4.2 Justificación Técnica

El presente proyecto tiene el fin de desarrollar la formulación de una crema de almendras y productos derivados del cacao para la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor, para este fin se emplea como referencia la NB 326006 del Chocolate y derivados. Se aplica técnicas en el proceso de obtención del producto, el diseño experimental para la formulación, se evalúa el tiempo de vida útil y se determina los puntos críticos de control en el proceso en base a la elaboración de un Plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)

1.4.3 Justificación Económica

En Bolivia la mayor parte de la producción de almendra se va a su comercialización sin valor agregado, por lo que el presente trabajo pretende generar este valor, con la presentación de una crema untable. Además, el proyecto en función a sus resultados preliminares brindaría a la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor la opción de dar inicio a una nueva línea de producción, lo que le generaría mayores ingresos a esta.

1.4.4 Justificación Social

Desde el punto de vista social la formulación de una crema de almendra con chocolate podría brindar a la sociedad una alternativa en los productos derivados del cacao, con una crema untable con buenas características sensoriales y con aporte nutricional. Así también el uso de insumos locales (almendra, cacao) fortalecería la relación de productores locales con la Fábrica de Chocolates y dulces Cóndor. Así también, si el presente proyecto obtiene buenos resultados generaría la creación de empleos para la sociedad local.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CHOCOLATES Y DULCES CÓNDOR S.R.L.

2.1.1 *Historia de la Empresa*

La fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor de Gonzáles Cuentas Hnos. S.R.L. fue creada oficialmente el 22 de febrero de 1960 por el señor Francisco Gonzáles Suarez, este tuvo sus inicios en la industria chocolatera en los años 50's en el Perú.

De regreso a Bolivia, emprendió de manera artesanal, el primer producto que lanzó fue el mazapán de almendra; pasaron los años y optó por cambiar a los chocolates, utilizando azúcar molida y licor de cacao semiprocesado. Los primeros productos derivados del cacao que produjo son los cigarritos, traguitos y bollos.

La empresa chocolatera tuvo un crecimiento constante teniendo su mayor apogeo en la década de los años 90's, este crecimiento vio su fin el año 2010 debido a que la producción de cacao empezó a decaer.

2.1.2 *Ubicación de la empresa*

Actualmente la fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L. se encuentra en la calle 10 de la Zona Villa el Carmen N.º 35 en la ciudad de La Paz Bolivia.

Figura.1 Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

2.1.2 Situación Actual

La fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor actualmente cuenta con 7 líneas de producción, que son las líneas de bañado, instantáneos, figuras, grajeado, bollos, risoffiato y chips.

Actualmente la empresa es reconocida en toda Bolivia por la producción de chocolate, cuenta con más de 70 empleados repartidos en 2 turnos, la empresa procesa la pepa de cacao como materia prima en la elaboración del chocolate, en la actualidad la producción anual es aproximadamente de 75000 a 82800 Kg.

2.2 El Cacao

El cacao científicamente se conoce como *Theobroma cacao*, proviene del griego “Theos” que significa Dios y “broma” que significa alimento. El árbol de cacao es originario de América Central y del Sur, esta plantación se cultiva generalmente en terrenos con abundantes precipitaciones, a temperaturas mayores a 27 °C. Además, que el lugar debe presentar una altitud menor a 700 m.s.n.m. Los frutos del cacao son semillas o habas alargadas, que pasan de un color marrón rojizo a café oscuro debido a un proceso de fermentación para ser materia prima en la producción del chocolate. Existen tres tipos de cacao, el tipo Criollo que tiene semillas con cotiledones blanco a violeta con sabor agradable, sin embargo, este tipo de árbol de cacao presenta un rendimiento bajo. El tipo Forastero contiene semillas de color moradas con flavor amargo y el árbol presenta una mayor resistencia. Por último, está el tipo Trinitario que es un híbrido de los otros dos tipos de cacao ya mencionados. (Beckett, 2008)

2.2.1 Beneficios del cacao

- a) Alto contenido en antioxidantes: El cacao es un alimento que en su composición se evidencia que es una excelente fuente de antioxidantes fenólicos (catequinas y carotenoides), estos ayudan a proteger al organismo, combate el estrés oxidativo y reduce el riesgo de enfermedades del corazón. (Vinson, Proch, & Zubik, 1999)
- b) Mejora el estado de ánimo: En estudios se determinó que el consumo de cacao mejora la actividad cognitiva en personas con fatiga mental. Este efecto se debe a que el cacao presenta en su composición teobromina, feniletilamina y serotonina, que ayudan a liberación de endorfinas y serotonina en el cerebro, esto mejora los niveles de estrés. (Scholey et al.2010)

2.2.2 El Cacao en Bolivia

Bolivia posee diferentes tipos de cultivo de cacao (*Theobroma Cacao*) en la cuenca amazónica, se establece 3 tipos que son cacao silvestre, amazónico o silvestre boliviano cultivado e híbrido cultivado. Según estos Datos de estudio 2010-2013 se estima la existencia de 14.115 ha de tipo silvestre, 2.275 ha del tipo silvestre boliviano cultivado y 6,360 ha del tipo híbrido en el territorio boliviano. Además, entre 2012 a 2013 se estima una producción de 1.130 toneladas métricas de cacao, distribuidas en La Paz 80,7%, Santa Cruz 12,3%, Beni y Pando 3,8% y Cochabamba 3,2 %. En la Figura 2 se muestra la ubicación de la producción de cacao en Bolivia distribuida en sus diferentes tipos. (Espinoza et al.2014)

Figura.2 Sitios con presencia de cacao (*Theobroma cacao*) en Bolivia



Fuente: Bazoberry y Salazar (2008), Adaptado en Proyecto Parientes Silvestres del Cacao en Bolivia, Herbario Nacional de Bolivia, 2008; y datos de July et al. 2014

La producción de cacao genera un aporte económico a las familias productoras siendo de forma primaria y secundaria. La demanda de cacao en Bolivia está dada principalmente por la industria chocolatera, en productos como licor de cacao, cacao en polvo, manteca de cacao y coberturas de chocolate. Este cacao va al gran número de empresas chocolateras en Bolivia, una de ella es la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L., esta empresa generalmente consume el cacao proveniente de la localidad de Alto Beni y se encarga de la producción de las chocolateras de manera industrial. (Espinoza et al.2014)

2.3 CHOCOLATE

Chocolate es aquel alimento que se obtiene por un proceso adecuado de fabricación a partir de materias de cacao (manteca de cacao, licor de cacao, cacao en polvo) que pueden mezclarse con productos lácteos, azúcar, sustancias aromatizantes y/o edulcorantes. También se presenta las coberturas de chocolate que utilizan grasas vegetales combinadas con manteca de cacao para su elaboración. (Codex Alimentarius, 2016)

“El chocolate es una suspensión semisólida de partículas finas de azúcar, cacao y leche (según el tipo de chocolate) que representan el 70% en total, en una fase grasa continua. El chocolate es sólido a temperatura ambiente (20-25°C) y a temperatura corporal (37°C) se funde produciendo una suspensión de agradable sabor y textura”. (Afoakwa, 2010, pág. 35)

Los beneficios para la salud y el aporte nutricional del chocolate dependen de la cantidad de cacao que contenga el producto, además de la cantidad de leche y azúcar que contenga el tipo de chocolate. El chocolate es un alimento que se caracteriza por contener grasas en su composición como el ácido esteárico en 34% aproximadamente, contiene un ácido insaturado que es el ácido oleico en un 34 % aproximadamente, por último, presenta un ácido saturado como el ácido palmítico. (Beckett, 2008)

2.3.1 Tipos de Chocolate

En la industria chocolatera se tiene diferentes productos elaborados en base al cacao; bombones rellenos, tabletas, coberturas, grajeas entre otros. Por lo tanto, se presenta diferentes tipos de chocolate que tienen variación en los ingredientes utilizados y los porcentajes de cacao presentes en cada uno.

2.3.1.1 Chocolate Amargo o Negro

Este tipo de chocolate es el que posee menor cantidad de azúcar generalmente y además el que se considera de mejor calidad, porque es el que presenta mayor porcentaje de cacao. Según se ha establecido debe contener no menos de 35 % de extracto seco total de cacao, de los cuales mínimamente 18% debe ser manteca de cacao y 14% por lo menos debe ser extracto magro de cacao. (Codex Alimentarius, 2016)

2.3.1.2 Chocolate con leche

La principal característica de este chocolate es la combinación de sólidos derivados del cacao con sólidos derivados de la leche, el producto que se obtiene presenta un sabor característico y una textura suave. Según lo establecido debe contener mínimamente de 25% de extracto seco de cacao (como mínimo 2,5 % de extracto magro de cacao), además de contener entre 12% a 14% de extracto seco de leche (como mínimo de 2,5% a 3,5% de materia grasa de leche). (Codex Alimentarius, 2016)

2.3.1.3 Chocolate Blanco

Tiene las principales características de ser un chocolate procesado a partir de la manteca de cacao, posee un color crema, presentar sólidos derivados de la leche, poseer un sabor intenso y característico. Según lo establecido debe contener mínimamente 20% de manteca de cacao y un contenido mínimo de 14% de extracto seco de leche (como mínimo de 2,5% a 3,5% de materia grasa de leche). (Beckett, 2008)

2.3.1.4 Chocolate para mesa

Este chocolate generalmente se produce para que su consumo sea como infusiones, disolviendo en agua. Tiene la característica de no ser refinado, presenta partículas de azúcar porque el tamaño de partícula es mayor a 70 micras. Se establece que como mínimo posea 20% de extracto seco de cacao (11% de manteca de cacao y 9% de extracto magro de cacao). (Codex Alimentarius, 2016)

2.3.2 *Proceso de Elaboración del Chocolate*

Como se mencionó anteriormente el chocolate es un alimento que funde a la temperatura corporal. En su proceso de manufactura previamente se hace un tratamiento del cacao, que involucra el tostado, triturado, descascarillado, molturación y prensado. Del proceso descrito se obtiene los principales ingredientes para el desarrollo del chocolate que son el licor de cacao, cocoa y manteca de cacao, Los demás ingredientes empleados en el proceso son el azúcar molido, leche en polvo, manteca vegetal y lecitina de soya. Para obtener las características adecuadas de textura se debe asegurar que los ingredientes se mezclen de manera adecuada y que la materia grasa recubra a los sólidos.

2.3.2.1 Mezclado o Amasado

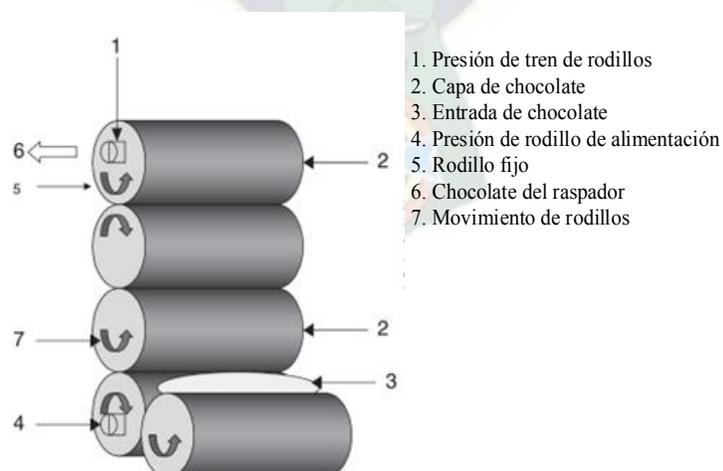
Este procedimiento se realiza previo al refinado con el fin de facilitar este, se obtiene una mezcla homogénea de los ingredientes sólidos con una pequeña parte de materia grasa para una adecuada homogeneización. Generalmente este proceso se realiza entre 5 a 25 minutos y la temperatura se mantiene entre 40 a 60 °C. (Ortiz Rojas, 2017)

2.3.2.2 Refinado

Las partículas sólidas del azúcar, leche en polvo y otros generan una consistencia arenosa, por lo que el proceso del refinado tiene por objetivo de reducir el tamaño de partículas, por lo general que no se presente partículas mayores a 30 micras, este paso beneficia a la obtención de una sensación agradable de cremosidad en el producto. (Beckett, 2008)

En la industria chocolatera se utiliza la refinadora de rodillos, actualmente la Fábrica de Chocolates y Dulces Cándor cuenta con una refinadora de cinco rodillos. En la Figura 3 se muestra una refinadora de cinco rodillos en forma horizontal, consigue una masa con partículas de un tamaño entre 15 y 35 micras. En la disposición se tiene 4 rodillos colocados en forma vertical y uno en la parte inferior que sirve para la alimentación del proceso, por último, el producto saldrá en la parte superior, los rodillos trabajan a temperaturas distintas para efectuar un proceso adecuado obteniendo el cizallamiento de las partículas. (Beckett, 2008)

Figura.3 Esquema de una refinadora de cinco rodillos



Fuente: Reproducida de *typical five-roll refiner*, Afoakwa, 2010, Chocolate Science and Technology

2.3.2.3 Conchado

El proceso de conchado se realiza en conchas, es un proceso de gran importancia en el desarrollo de textura, sabor del chocolate y sensación de fundir en la boca. Es una molturación de los pocos aglomerados restantes del refinado, además del recubrimiento de las partículas sólidas con la materia grasa, con esto se convierte la textura de un polvo laminado a una pasta espesa. En el transcurso de la elaboración se produce ciertos sabores astringentes y ácidos en el chocolate, debido a la presencia de ácido etanoico y en menor grado ácidos volátiles como el propanoico y el isobutírico, en el conchado se elimina hasta un 80% el sabor astringente y la presencia de los ácidos mencionados. (Beckett, 2008)

2.3.3 Parámetros de control de calidad en el chocolate y productos derivados

2.3.3.1 Humedad

La presencia de humedad en el chocolate es un parámetro de mucha importancia en el proceso, elevadas cantidades de humedad provocan alteraciones reológicas, como aglomerados del azúcar y esto desencadena en una mayor viscosidad del producto; si la masa de chocolate en la producción es más espesa necesita una mayor cantidad de grasa para equilibrar el flujo de chocolate lo que conlleva un gasto mayor en la producción. Si el chocolate sobrepasa los niveles establecidos de humedad por normativa puede tener el riesgo de sufrir separación de fases en el producto obtenido. (Beckett, 2008)

2.3.3.2 Tamaño de partículas

En los productos como el chocolate y sus derivados el tamaño de partículas tiene una gran influencia en la reología del chocolate como la viscosidad, capacidad de fluencia, extensión y textura del chocolate. La sensación en la boca que es una característica del chocolate se ve influenciada por el tamaño de partículas, a un tamaño mayor a 30 micras el paladar del ser humano puede detectar cambios en la arenosidad del producto. El tamaño de partículas tiene bastante relación con el proceso de refinado y conchado, debido a que en ellos se produce la molturación hasta el tamaño necesario de partícula y el recubrimiento de las nuevas partículas formadas con la grasa. Un tamaño de partículas muy pequeñas produciría una masa de chocolate muy espesa y un tamaño de partículas por encima del establecido produce una masa arenosa. (Beckett, 2008)

2.3.3.3 Índice de peróxidos

Los chocolates y productos derivados como pastas untables, coberturas con grasas añadidas, ganache de chocolate, relleno para bombones entre otros, tienen la característica de contener un alto nivel lipídico, lo que conlleva a que el producto sea sensible a sufrir reacciones de autooxidación de las grasas, produciendo alteraciones sensoriales como aromas y sabores rancios. El índice de peróxidos se utiliza para medir la cantidad de peróxidos formados en el deterioro de las grasas por el proceso de enranciamiento. (Rodríguez Pérez, 2022)

2.3.3.4 pH

El valor de pH del chocolate es aproximadamente 6, tiene influencia en la textura, variando de una textura suave, cremosa a quebradiza o menos uniforme, con una disminución y aumento de pH respectivamente. En el sabor influye si el sabor es más ácido o más suave y menos agudo, además un pH adecuado influye en la estabilidad del producto, previniendo la separación de fases y formación de aglomerados. (Rodríguez Pérez, 2022)

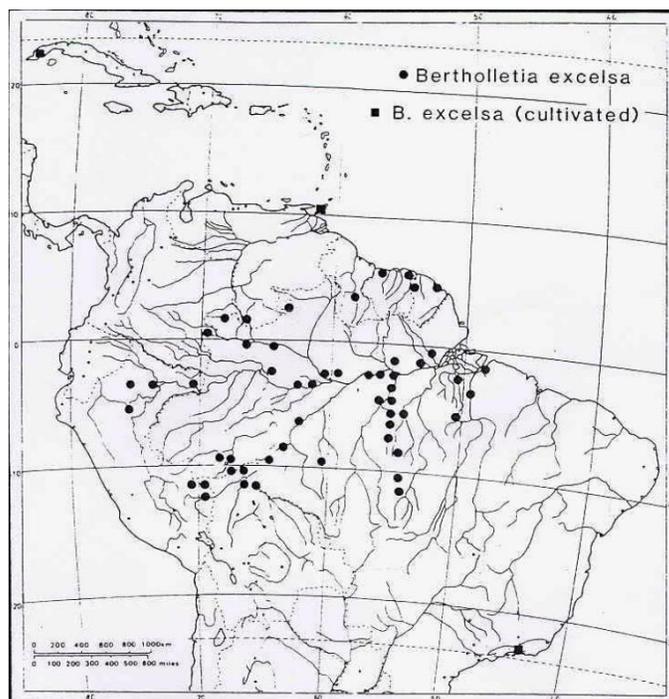
2.4 Almendra amazónica (*Bertholletia excelsa*)

El nombre técnico *Bertholletia excelsa* está dada por Humbolt, Bonpland (1808) y Kunth, la almendra amazónica en su taxonomía pertenece a la familia Lecythidaceae, este se subdivide en cuatro subfamilias entre ellas está la Lecythidoideae la cual tiene una única especie: *excelsa*. Este nombre viene dado por la belleza en la forma del árbol, el cual resalta sobre los otros árboles aledaños. (Arias Ninán & Rondón Rangel, 2010)

2.4.1 Origen y distribución

El árbol de la almendra amazónica habita en climas calurosos y húmedos, estos árboles abundan en los bosques de Sud América, presentes en la Amazonia occidental con mayor presencia en los países de Bolivia, Brasil y Perú, en menor presencia en los países de Colombia, Venezuela y Guyana, en la Figura 4 se muestran la distribución los países, cuyos cultivos tienen procedencia de los primeros países mencionados, debido a una dispersión natural o por la mano del hombre. En los diferentes países el fruto de la castaña recibe varios denominativos, en Bolivia, Brasil y Perú se conocen como Nuez de Brasil, Castaña de Maranhao, Almendra amazónica, Almendra, Taruti, Yuvia entre otros. (Arias Ninán & Rondón Rangel, 2010)

Figura.4 *Ubicación de las plantaciones de Castaña en Sudamérica*



Fuente: Reproducida de *Ubicación y extensión de los bosques de Bertholletia excelsa*, Arias Ninán y Rondón Rangel, 2010, Manejo Forestal de *Bertholletia excelsa* HBK (castaña o nuez de Brasil)

2.4.2 *Importancia Nutricional*

La almendra amazónica presenta un gran aporte en vitaminas A, B1, B2, en oligoelementos como calcio, hierro, potasio, magnesio. El fruto de la castaña tiene un gran aporte nutricional se estima que 450 [g] cubren los requerimientos del cuerpo humano en cuanto a calorías, minerales y vitaminas. (PROMUEVE BOLIVIA, 2010)

En la siguiente tabla se muestra el contenido bromatológico (por cada 100 g de almendra amazónica):

Tabla.1 Composición Química de la Almendra amazónica

Composición Química	Porcentaje
Agua	5%
Proteínas	13,2%
Grasas	59%
Carbohidratos	20,6%
Fibras	1,2%
Sales minerales	3,4%
Contenido ácidos grasos	Porcentaje
Ácido oleico	73,7%
Ácido linoleico	7,6%
Ácido palmítico	0,8%
Ácido esteárico	11,2%
Ácido lignocérico	0,1%
Materia no saponificable	0,4%
Energía	
Calorías	654
Minerales	Cantidad
Calcio	186 mg
Hierro	693 mg
Potasio	715 mg
Magnesio	225 mg
Fósforo	660 mg
Selenio	375 mg
Vitaminas y Colesterol	Cantidad
Vitamina A	850 UI
Vitamina B1	1,09 mg
Ácido ascórbico	10 mg
Riboflavina	0,12 mg
Colesterol	0,00 mg

Fuente: (PROMUEVE BOLIVIA, 2010)

El aceite de almendra amazónica es rico en ácidos grasos no saturados (oleico y linoleico). La almendra es altamente calórica debido a la alta concentración de lípidos y proteínas, con presencia de aminoácidos como la metionina y cisteína, aunque deficiente en lisina, isoleucina y treonina. Adicionalmente, el mayor beneficio de la almendra amazónica es su contenido en selenio conocido por sus capacidades antioxidantes, pero que se caracteriza por tener umbrales de ingesta permitidos que tienen relativa proximidad al umbral de toxicidad. (Quispe Pucho, 2016)

La almendra amazónica contiene cantidades altas de selenio (68 a 91 μg por unidad) y podría ser peligroso si alguien consume demasiadas. El consumo excesivo de selenio puede causar diarrea, náuseas, erupciones en la piel, problemas en el sistema nervioso entre otros. El consumo de altas cantidades puede causar dificultad para respirar, falla renal e insuficiencia cardíaca. El límite máximo recomendado por día de selenio depende de la edad. Las cantidades promedio diarias son: 90 μg para niños de 1 a 3 años, 150 μg para niños de 4 a 8 años, 280 μg para niños de 9 a 13 años, 400 μg para personas de 14 años en adelante. (NIH, 2019)

2.4.3 Aflatoxinas en la almendra amazónica

Las Aflatoxinas son micotoxinas producidas por los hongos *Aspergillus flavus* y el *Aspergillus parasiticus*, se presentan los tipos B1, B2, G1 y G2. Los hongos mencionados están considerados termo tolerantes y micro termofílicos. Aunque los niveles y frecuencias máxima se presentan en las regiones tropicales y semitropicales, en donde el clima favorece el crecimiento de los hongos productores de aflatoxinas, puede haber contaminación de los alimentos provenientes de zonas templadas, ya que el *Aspergillus flavus* está distribuido universalmente y la contaminación con aflatoxinas en los alimentos ha sido detectada en todo el mundo. Las temperaturas de crecimiento para el *Aspergillus flavus* son: mínima de 6 a 8 °C, óptima de 36 a 38 °C y máxima de 44 a 46 °C. Para que produzcan las aflatoxinas, se requieren las siguientes condiciones térmicas: mínima 12 °C, óptima 27 a 30 °C y máxima de 40 a 42 °C (Bogantes Ledezma et al.2004)

Se conoce que la cosecha y producción de la almendra amazónica se da en condiciones ambientales favorables para el crecimiento de los hongos productores de la micotoxina, por tal motivo la almendra es uno de los alimentos que presentan el peligro por la contaminación por estas micotoxinas.

2.4.3.1 Riesgo para la salud

Por más de 30 años se ha analizado los riesgos potenciales para la salud a causa de la presencia de aflatoxinas en la dieta, concluyendo que existen riesgos causados a la exposición por esta toxina. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer de la Organización Mundial de la Salud ha determinado que existe suficiente evidencia para clasificar las aflatoxinas B1 y Aflatoxina G1 como probables carcinogénicos para humanos. Además, no existe un nivel sin efecto, debido a que estos compuestos se producen naturalmente y no hay forma de evitarlos. También la Comisión del Codex Alimentarius de la FAO/OMS determinó una disposición similar. (Williams & Wilson, 1999)

El Gobierno de Bolivia expresó su preocupación a la Organización Mundial de Comercio, con respecto a las regulaciones de la UE y sus efectos sobre el comercio. Las conclusiones sobre los riesgos de cáncer que se presentan en el informe del Codex indican que la disminución del contenido permisible de aflatoxinas en alimentos de 20 a 10 ppb, no tendría un efecto mensurable en cuanto a la incidencia de riesgo de cáncer del hígado en Europa. Esta conclusión se basó en el bajo consumo de aflatoxinas de la dieta promedio europea, sin embargo, el riesgo de cáncer por influencia de las aflatoxinas, combinado con la hepatitis B en África y Asia podría ser significativo en poblaciones con alto consumo de estas toxinas; en vista del consumo limitado de castaña en la dieta de los países desarrollados y la índole única de esta nuez, se deberían crear regulaciones especiales para aflatoxinas, que se apliquen específicamente para este producto en dichos países. Es poco probable que, aún con concentraciones de 50 ppb, el consumo de castaña aumente el riesgo de cáncer, además de que los efectos benéficos del selenio que se encuentran en ésta contrarrestarían cualquier efecto adverso. (Williams & Wilson, 1999)

2.5 Cremas Untables

Las cremas untables son alimentos que en su reología se caracterizan por poseer textura suave, como su nombre indica presentan la capacidad de extensión en otros alimentos es decir untables, prácticos para el consumo, con aporte nutricional y energético. Se emplean en diferentes ámbitos como confitería, repostería, heladería entre otros. Las cremas untables tienen como ingredientes principales; pasta de frutos secos (nueces, almendras, avellanas entre otros), azúcar, emulsionantes (lecitina de soya), antioxidantes, aceites y grasas vegetales. (Ordoñez Segarra, 2021)

2.5.1 Formulación

La formulación de un producto untable depende de varios factores, como la textura, untuosidad, sabor y tiempo de vida en anaquel por el peligro de oxidación debido a su alto nivel lipídico. El presente proyecto pretende obtener la formulación de un nuevo producto para la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L. para este fin la manera correcta es establecer los procesos, variables y cantidades correctas.

2.5.2 Materia Prima

2.5.2.1 Almendra Amazónica

Como se describió anticipadamente el fruto de la castaña brinda un gran aporte nutricional a este producto, en las cremas de chocolate se debe obtener la pasta de almendra, para esto se selecciona frutos sin cáscara de apariencia sana y fresca sin coloración oscura como indica la normativa. La pasta de la almendra brinda sabor, textura, consistencia y untuosidad de la crema, para su obtención de la pasta se debe hacer un previo tostado y posterior molido.

Figura.5 Almendra amazónica



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.2 Cacao en polvo

El cacao magro en polvo o comúnmente llamado cocoa es el producto obtenido por el presando de la pasta de cacao, en este proceso se le quita la mayor cantidad posible de manteca de cacao. Este ingrediente brinda un gran aporte nutricional, además de la capacidad antioxidante del cacao, aporta a la crema unttable el sabor característico del chocolate.

Figura.6 Cacao en polvo



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.3 Cobertura de chocolate

La cobertura de chocolate se caracteriza por presentar una apariencia más oscura, con mayor cantidad de cacao y menor cantidad de grasas añadidas. Según la NB 326006 de Chocolates y productos de chocolate se establece que este tipo de coberturas contienen no menos del 35% de extracto seco total de cacao.

Figura.7 Cobertura de chocolate



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.4 Grasas Vegetales

En las cremas de chocolate la presencia de grasas vegetales influye en la textura, suavidad, cremosidad, consistencia y untabilidad. Es de gran importancia determinar la cantidad apropiada y los tipos de grasas presentes en el producto, esto determinara las propiedades finales

del producto. La manteca de cacao es usada en la industria chocolatera, aunque varias industrias buscan su sustitución por que esta representa un elevado costo como insumo.

A través de los años en la industria chocolatera se ha estudiado el uso de diferentes grasas vegetales para sustituir, mejorar la manteca de cacao con fines de reducción de costos. La diferencia principal en grasas vegetales con la manteca de cacao es la posición de los triglicéridos presentes, esta última presenta ácidos grasos palmítico (P), esteárico (S) y oleico (O) unidos en una molécula de glicerol, siendo las configuraciones POP, POSt, StOSt. Un inconveniente en la sustitución parcial o completa de la manteca de cacao es originar un efecto eutéctico, que consiste en la disminución del punto de fusión del chocolate y obtención de una mezcla ablandada. (Beckett, 2008)

2.5.2.4.1 Grasas Equivalente de la manteca de cacao (CBEs)

Se conocen como equivalente a la manteca de cacao debido a que son similares a esta, por lo cual se puede añadir en cualquier porcentaje sin causar efecto de ablandamiento ni originar un efecto eutéctico. Entre las grasas que se tiene esta el aceite de palma que cuenta con gran cantidad de grasas entre ellas la configuración POP y en menor proporción POSt, que se separa de las demás mediante un proceso de fraccionamiento. (Beckett, 2008)

2.5.2.4.2 Grasas láuricas sustitutas de la manteca de cacao (CBR láuricas)

Se conocen así porque para utilizarse debe sustituirse casi toda la manteca de cacao, estas grasas se caracterizan por fundir en el mismo rango de temperaturas de la manteca de cacao, además presentan una textura similar pero una formación de cristales en la solidificación distinta, por lo cual puede realizarse o no el proceso de atemperado. Entre estas grasas se presentan el aceite de nuez de palma y el aceite de coco, los productos elaborados con estas grasas se elaboran generalmente con cacao en polvo para garantizar la mínima cantidad de manteca de cacao. (Beckett, 2008)

2.5.2.4.3 Grasas no láuricas sustitutas de la manteca de cacao (CBR no láuricas)

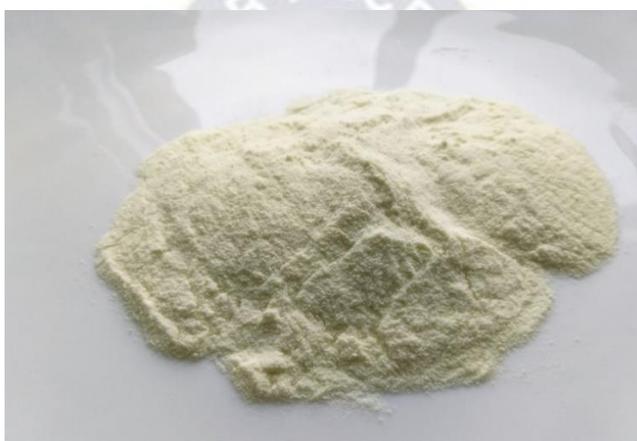
Entre las grasas presentes en este grupo está el aceite de soya, que pasa por un previo fraccionamiento para obtener los ácidos grasos de la manteca de cacao. Tienen la principal característica que puede sustituir parcialmente la manteca de cacao e incluir hasta 25 % de esta última sin tener inconvenientes. Las grasas no láuricas cristalizan de manera distinta a la manteca

de cacao por este motivo no necesitaría el atemperado, aunque sería adecuado realizarlo, además de realizar un enfriamiento lento. (Beckett, 2008)

2.5.2.5 Leche en polvo descremada

La leche en polvo descremada es un producto obtenido mediante la eliminación del agua de la leche, tiene una apariencia más polvosa que la leche entera en polvo, presenta un contenido máximo de agua de 5 % m/m, contenido máximo de materia grasa de la leche de 1,5 % m/m. (Codex Alimentarius, 2011)

Figura.8 Leche descremada en polvo



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.6 Azúcar

Edulcorante natural, disacárido en forma de sólido blanco cristalino se obtiene generalmente de la caña de azúcar, se utiliza como aditivo en la industria chocolatera; en la Fábrica de Chocolates y Dulces Cándor se realiza el molido del azúcar conocido internamente como “de tres pasadas”, tiene una granulometría que no afecta la textura en el proceso de elaboración del chocolate.

Figura.9 Azúcar

Fuente: Elaboración propia

2.5.2.7 Emulsionante (Lecitina de Soya)

La lecitina de soya es un emulsionante, consiste de una mezcla de fosfolípidos con otras sustancias como el aceite de soya, es comúnmente utilizado en la industria alimenticia, en la fabricación del chocolate se utiliza desde los primeros años de producción, tiene incidencia en la fluencia del chocolate se utiliza generalmente entre 0,1% a 0,3 %, cantidades mayores resultarían en un chocolate muy fluido.

Figura.10 Lecitina de soya

Fuente: Elaboración propia

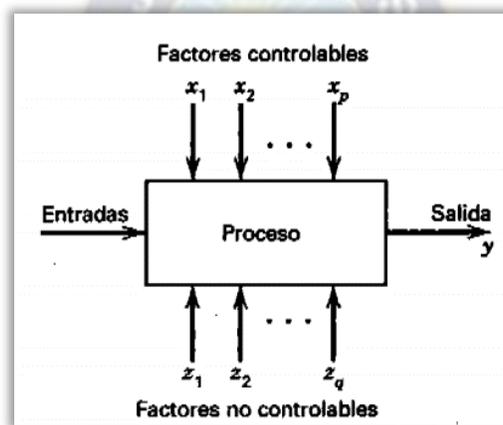
2.6 Diseño Experimental

En el desarrollo de una investigación o de un proyecto la parte experimental es de gran importancia, se establecen variables de estudio de entrada y salida que se pueden controlar o no,

se realizan una serie de pruebas o experimentos en las cuales se varía las variables de entrada y se estudia los cambios provocados en la variable de salida. Este procedimiento requiere una herramienta denominada diseño experimental que ayuda al estudio y comprensión de estos posibles cambios. (Montgomery, 2004)

En general un experimento se puede describir según la Figura 11, un proceso puede incluir máquinas, métodos o personas que transforman cierta entrada, se tiene una respuesta de salida, en el estudio se tiene variables del proceso x_1, x_2, \dots, x_p que son variables controlables, otras variables que no se pueden controlar son z_1, z_2, \dots, z_q .

Figura 11. Esquema de un proceso



Fuente: Reproducido de *Modelo general de un proceso*, Montgomery, 2004, Diseño y análisis de experimentos

El diseño experimental tiene por objetivo:

- Determinar cuáles son las variables que tiene mayor influencia sobre la respuesta y .
- Determinar cuál es el ajuste de las x que tiene mayor influencia para que y esté casi siempre cerca del valor nominal deseado.
- Determinar cuál es el ajuste de las x que tiene mayor influencia para que la variabilidad de y sea reducida.
- Determinar cuál es el ajuste de las x que tiene mayor influencia para que los efectos de las variables z_1, z_2, \dots, z_q sean mínimos. (Montgomery, 2004)

El diseño experimental es muy importante en la ingeniería para mejorar el desempeño de un proceso de manufactura, también tiene varias aplicaciones en el desarrollo de procesos nuevos. El diseño experimental tiene un papel fundamental en las actividades del diseño de ingeniería, algunas de las aplicaciones se describen a continuación:

- La evaluación y comparación de configuración de diseño básicos
- La selección de los parámetros en el diseño para que el producto obtenido tenga un correcto funcionamiento con una amplia variedad de condiciones de campo.
- La determinación de los parámetros clave del diseño del producto que afectan al desempeño del mismo. (Montgomery, 2004)

2.7 Tipos de Diseño Experimental

En el estudio de diseño de experimentos se tiene diferentes tipos, cada uno con una metodología de estudio y con diferentes aplicaciones. A continuación, se describe los tipos de diseño que son de utilidad para la formulación de la crema de almendra con chocolate.

2.7.1 Metodología de la superficie de respuesta (MSR)

Esta metodología es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas que tienen por objetivo optimizar la respuesta y obtener un modelo matemático que ajuste el experimento, para este efecto primeramente se selecciona los factores y niveles que se puedan tener influencia en la variable respuesta, seguidamente con el diseño experimental se obtiene las combinaciones de estos, se obtienen datos experimentales y se busca ajustar a un modelo matemático que represente el comportamiento de las combinaciones, con el estudio del comportamiento de la variable se llega al objetivo de la metodología que es optimizar la variable respuesta si se desea maximizarla o minimizarla. (Montgomery, 2004)

2.7.2 Diseño de Mezclas

El diseño de mezclas es una herramienta de gran utilidad en desarrollo de productos sigue una metodología similar a la de superficie de respuesta, con la diferencia que los factores son ingredientes de una mezcla o producto y los niveles no son independientes, tienen restricciones ya que deben estar dentro de 0 a 1, o algún otro valor que se establezca. Se evidencia que existe de diseños en estudio de mezclas, el diseño simplex reticular que establece niveles de 0 o 1, también se podría describir como al 100 por ciento. Diseño simplex centroide estudia los niveles en valores similares al anterior diseño con la diferencia de estudiar el efecto de un valor medio es

decir 0,5. Por último está el diseño de vértices en el cual se puede establecer un límite sin restricción, es decir 90%,50%, etc. Así también los niveles no tienen una restricción y pueden tomar cualquier punto dentro del rango establecido. (Montgomery, 2004)

2.7.3 Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de la varianza (ANOVA, Analysis of Variance, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas. Las técnicas iniciales del análisis de varianza fueron desarrolladas por el estadístico y genetista Fisher. El análisis de varianza ANOVA es conocido también como “ANOVA de Fisher” o “análisis de varianza de Fisher”, debido al uso de la distribución F de Fisher como parte del contraste de hipótesis. Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. (Montgomery, 2004)

2.8 Estudio de Vida útil

La vida útil es el tiempo que un producto alimenticio después de su producción se mantiene bajo condiciones sensoriales, inocuas y aptas para el consumo de las personas. El producto no deberá causar daño alguno a la salud del consumidor. La calidad de un producto engloba muchas características dependiendo al tipo de alimento que se estudie. Por este motivo en este tiempo de duración que se estudia el alimento no debería considerarse inaceptable por el consumidor, tampoco debería presentar pérdidas significativas en el valor nutricional. Para el estudio de vida útil en un producto se cuenta con diferentes metodologías, se tienen los métodos directos e indirectos, estos se desarrollarán en la siguiente sección. (Ministry for Primary Industries, 2016)

2.8.1 Método directo o en tiempo real

En este método se realiza el estudio a condiciones normales de almacenamiento, se estudia en el tiempo hasta observa cambios en las características del producto, tiene la ventaja de que se obtienen resultados exactos para el tiempo de vida útil, pero tiene la desventaja de que se requieren tiempos prolongados de análisis, lo cual no es óptimo ya que incurre en costos

elevados. Esta metodología se emplea en productos perecederos, sin el inconveniente del tiempo. (Ministry for Primary Industries, 2016)

2.8.2 Método indirecto o pruebas de vida útil acelerada

Este método permite el estudio de vida útil en un tiempo menor, sometiendo al producto a condiciones extremas de temperatura, humedad entre otros. De igual manera para el estudio se analiza los cambios en parámetros físicos o químicos periódicamente en el tiempo. Esta metodología se emplea en alimentos no perecederos. (Rodríguez Pérez, 2022)

Para el método de estudio de vida útil en condiciones aceleradas se realiza el análisis para encontrar el modelo que refleje el comportamiento en las reacciones de deterioro que se presenta en el alimento obteniendo la constante cinética a cada temperatura de estudio, para posteriormente predecir la estabilidad en el almacenamiento del producto. Uno de los modelos más utilizados en la determinación de tiempo de vida útil es el modelo de Arrhenius. La relación de Arrhenius, desarrollada teóricamente para reacciones químicas moleculares reversibles, ha sido experimentalmente aplicada a un número de reacciones químicas complejas y fenómenos físicos. Las reacciones de pérdida de calidad de los alimentos han mostrado que siguen un comportamiento de Arrhenius con la temperatura.

$$K = K_0 * e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Ecuación 1. Modelo de Arrhenius

Donde:

K₀= Constante de factor de frecuencia

E_a= Energía de activación

R= Constante universal de los gases (8,314 J/mol K)

T= Temperatura absoluta [K]

2.8.3 Factores que influyen en el tiempo de vida útil de los alimentos

Los alimentos sufren deterioro debido a una serie de factores físicos, químicos y microbiológicos, estos factores se dividen en intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos son propios de la producción del alimento como ingredientes, pH, actividad de agua, potencia

redox y microbiota competitiva. Los factores extrínsecos dependen de las condiciones del alimento como: temperatura de almacenamiento, humedad relativa y material de envase. (Díaz Quinaluisa, 2022)

Temperatura: Tanto temperaturas bajas como altas, pueden alterar los alimentos no solo por sus efectos sobre los microorganismos, sino que también incide sobre la velocidad de las reacciones químicas pues estas se duplican en cada aumento de 10°C. El calor excesivo desnaturaliza las proteínas y destruye las vitaminas. (Espriella Martínez, 2010)

Humedad: El incremento de humedad del ambiente, implica un problema para los productos secos, pues estos resultan ser sensibles a la presencia de agua en la superficie, la cual también se puede presentar por la condensación debido a cambios de temperatura. De aquí se deriva la importancia del material de empaque que debe impedir al máximo que las condiciones ambientales afecten el producto. La humedad superficial resultante de ligeros cambios en la humedad relativa puede causar agregados y apelmazamientos, así como defectos superficiales como cristalización y adhesividad. La cantidad más pequeña de condensación superficial es suficiente para permitir la proliferación de bacterias o el desarrollo de mohos. (Espriella Martínez, 2010)

Oxígeno: El aire y el oxígeno ejercen efectos destructores sobre las vitaminas, los colores, los sabores y otros componentes del alimento. (Espriella Martínez, 2010)

Luz: Es la responsable de la destrucción de algunas vitaminas, como la riboflavina, la vitamina A y la vitamina C. EL deterioro del color de los alimentos es otro efecto de este factor. Los alimentos sensibles a la luz pueden ser protegidos mediante empaques que eviten su efecto en el producto. (Espriella Martínez, 2010)

2.8.4 Deterioro de los lípidos

En el desarrollo de producto untables como la cremas con chocolate se debe analizar el posible enranciamiento del producto, esto debido a la gran presencia de grasas por parte de los ingredientes del producto.

Los productos altos en grasa sufren una transformación química que describe el estado del aceite conocido como rancidez. Esta transformación afecta su valor nutricional, produce aromas y

sabores desagradables. Uno de los tipos de rancidez es la oxidativa, que se analiza en el desarrollo de la crema de almendra con chocolate. (Badui Dergal, 2006)

La rancidez oxidativa ocurre con más frecuencia en productos que contiene ácidos grasos insaturados, vitamina A y carotenoides. La reacción ocurre a partir de la reducción de un átomo, este cede un electrón a un átomo diferente. Se producen sustancias de bajo peso molecular que brindan un olor rancio a las grasas. El mecanismo de oxidación de los lípidos a través de los radicales libres se divide en tres etapas: iniciación, propagación y terminación. En la iniciación se produce un radical ácido graso el cual en presencia de oxígeno se generan radicales hidroperóxidos. Como parte de la propagación, los radicales hidroperóxidos reaccionan con un ácido insaturado y se producen dos hidroperóxidos y un radical ácido graso para completar la reacción en cadena. (Badui Dergal, 2006)

2.8.5 Antioxidantes

Estos compuestos protegen a los alimentos de la oxidación de los lípidos, existen antioxidantes naturales que evitan la autooxidación como la lecitina, tocotrienoles, tocoferoles, ácido cafeico, clorogénico, cumárico, etc. Estos compuestos se encuentran en concentraciones bajas en alimentos y en algunos casos su capacidad antioxidante es reducida, por este motivo en la industria de alimentos se utilizan los antioxidantes sintéticos, estos son propiamente donadores de protones como el butilhidroxianisol BHA, el butilhidroxitolueno BHT y el (butilhidroquinona terciaria TBHQ); estos no detienen la formación de radicales sino que reaccionan con ellos, los estabilizan y producen radicales del antioxidante menos activos. Es decir, se consumen en la reacción y, por lo tanto, la estabilidad del lípido siempre va a depender de la cantidad residual. (Badui Dergal, 2006)

El BHA y BHT son lipófilos, insolubles en agua y contienen un solo grupo hidroxilo, pero ambos no son muy activos en aceites vegetales refinados, el BHT tiene mejor acción en grasas animales que en vegetales. Por otra parte, el TBHQ presenta dos hidroxilos, es un poco más soluble en agua que los anteriores y es el antioxidante más efectivo para los aceites insaturados (soya, canola, algodón, cártamo, etcétera) y los usados en la fritura. (Badui Dergal, 2006). Además, están presentes los agentes secuestrados que forman quelatos con el Cu, Fe y evitan su acción catalizadora, aunque no son propiamente antioxidantes, previenen la oxidación. Entre estos se encuentran los ácidos fosfórico, cítrico, tartárico y ascórbico y sus respectivas

sales; también se usa el palmitato de ascorbilo, la lecitina y el ácido tiodipropiónico y varios de sus ésteres. (Badui Dergal, 2006)



CAPITULO III

3. MARCO EXPERIMENTAL

3.1 Lugar de Ejecución

El presente proyecto se desarrolló en los siguientes lugares:

- Instalaciones de la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor. Zona Villa el Carmen Calle 10 N°35 La Paz, Bolivia.
- Laboratorios del Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPROQ), de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA).

3.2 Metodología de investigación

En el desarrollo de la formulación de una crema untada de almendra con chocolate se ha empleado la metodología experimental, se obtuvo diferentes formulaciones en base a la técnica de prueba y error, determinando las cantidades adecuadas en base a la normativa y el desarrollo de un diseño experimental basado en el diseño de mezclas y superficie de respuesta, realizando mediciones de las variables fisicoquímicas (pH, Humedad) y comparando con valores establecidos en la normativa NB: 326006 de Chocolate y derivados, además de una comparación con un producto similar en el mercado como es la Nutella. Otra variable de importancia en el desarrollo de una crema de almendra con chocolate es la característica reológica de la untabilidad, para el análisis se establece la capacidad de extensión como otra variable de análisis entre las formulaciones estudiadas.

Además, se realiza la caracterización fisicoquímica de la materia prima y producto terminado, se realiza una propuesta de un Plan de Análisis de Peligros y Puntos de control (HACCP) para las etapas del proceso de la formulación.

3.3 Descripción de Materiales, Equipos, Insumos y Reactivos

3.3.1 *Materiales, Equipos y Reactivos empleados en laboratorio*

En la Tabla 2 se describe los materiales, equipos y reactivos empleados en los análisis en laboratorio

Tabla.2 Reactivos, Materiales y Equipos empleados en el análisis de laboratorio

Reactivos	Materiales	Equipos
Hidróxido de Sodio	Vasos de precipitado de 25, 50, 100,250 y 500 ml	Balanza digital portátil
Cloroformo	Bureta de 25 ml	Balanza Analítica Precisa Serie 360 - 0,1 mg
Ácido acético glacial	Matraz Erlenmeyer de 100, 250 ml	Termómetro digital
Yoduro de potasio	Matraz Erlenmeyer con tapa de 100, 250 ml	Estufa de secado
Tiosulfato de Sodio	Pipeta graduada de 1, 10 ml	Hornilla eléctrica
Almidón soluble	Pipeta volumétrica de 1, 10 ml	Centrifugadora
Éter de petróleo	Matraz aforado 100, 250 ml	Estufa bacteriológica y de cultivo MEMMERT INB 500
Fenolftaleína	Probeta de 100 ml	Balanza determinadora de humedad
Alcohol etílico	Vidrio Reloj	Medidor de pH Checker con resolución de 0.1 pH
Agua destilada	Embudo	
	Cajas Petri	
	Tubos de ensayo	
	Tubos Falcón	
	Gradilla	
	Varilla de vidrio	
	Espátula	
	Vidrio reloj	
	Envases de plástico	

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Insumos, Materiales empleados en la elaboración de la crema de almendra con chocolate

Tabla.3 Materiales, insumos y equipos utilizados en la formulación del producto

Materiales	Insumos		Equipos
	Materia prima	Proveedor	
Ollas de acero inoxidable	Cacao en polvo	Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.	Procesador de Alimentos de 600 watts
Recipientes de vidrio	Almendras peladas	Procesadora de Alimentos Selva Norte S.R.L.	Batidora de mano de 200 watts
Recipientes de plástico	Cobertura de Chocolate Negro	Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.	Mortero
Recipientes de acero inoxidable	Grasa vegetal	Alicorp	Licuadaora
Cucharas plásticas y de acero	Leche en polvo descremada	Maprial S.R.L.	Horno
Cuchillos	Lecitina de Soya	Maprial S.R.L.	Balanza digital portátil
Envases de plástico con tapa	Sorbato de Potasio	Maprial S.R.L.	
Envases de vidrio con tapa	Ácido Ascórbico	Maprial S.R.L.	

Fuente: Elaboración propia

3.4 Metodología Experimental

3.4.1 Caracterización de la Materia Prima

El procedimiento de los análisis realizados en base a las diferentes normativas se establece con mayor detalle en la parte de anexos. (Véase ANEXO I)

3.4.1.1 Cacao en polvo

La NB 326012 establece los métodos para la determinación de humedad para el chocolate y la NB 326006 establece los requisitos que se muestran a continuación en la Tabla 4.

Tabla.4 Parámetro de cacao en polvo según normativa

Análisis		Límite establecido	
Parámetro	Método de Ensayo	Valor permitido	Referencia
Humedad	NB326012	≤ 7% (m/m)	NB 326006

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.2 Almendra amazónica

La NB 320013 de Nuez amazónica sin cáscara establece los requisitos organolépticos fisicoquímicos para el producto, así también las normas de referencia para análisis que se describe a continuación.

- Análisis Organoléptico

Tabla.5 Parámetros organolépticos de almendra amazónica según normativa

Parámetro	Descripción	Referencia
Apariencia	Apariencia sana, fresca, limpia (libre de tierra, partes de cascara o material oscuro) sin decoloración oscura y sin presencia de manchas blancas	NB 320013:2019
Textura	Firme y crujiente	NB 320013:2019
Color	Color característico (blanco cremoso), pudiendo tener restos de la 2da piel	NB 320013:2019
Olor	Característico	NB 320013:2019
Sabor	Característico, sin presencia de sabores extraños, ni presencia de rancidez	NB 320013:2019

Fuente: Elaboración propia

- Parámetros Fisicoquímicos

Tabla.6 Parámetros fisicoquímicos de almendra amazónica según normativa

Análisis		Límite establecido	
Parámetro	Método de Ensayo	Valor permitido	Referencia
Humedad	A.O.A.C. 936.06	2 a 4% (m/m)	NB 320013

Acidez expresada como ácido oleico	NB 34004	< 0,5	NB 320013
Índice de Peróxidos	NB 34008	<5 mEq O ₂ /Kg	NB 320013

Fuente: Elaboración propia

- Aflatoxinas

Tabla.7 Cantidad de aflatoxinas totales en la almendra amazónica según NB 320013 de Nuez Amazónica sin cascara

Descripción	Europa		Otros países	
	B ₁ [µg/kg]	B ₁ +B ₂ +G ₂ +G ₁ [µg/kg]	B ₁ [µg/kg]	B ₁ +B ₂ +G ₂ +G ₁ [µg/kg]
Almendra y los productos derivados de su transformación destinados a consumo humano, directo o como ingrediente	5	10	5	20
Almendra destinada a ser sometidas a un tratamiento de selección u otros métodos físicos antes de su consumo o su utilización como ingrediente	8	15	8	20

Fuente: NB 320013 – 2019 Nuez amazónica sin cascara, IBNORCA

3.4.1.3 Leche en polvo descremada

La NB 33010 de Productos lácteos: Leche en polvo, establece parámetros fisicoquímicos y organolépticos para estos productos, en la Tabla 8 el parámetro a considerar para el análisis.

Tabla.8 Humedad de leche en polvo descremada según normativa

Análisis		Límite establecido	
Parámetro	Método de Ensayo	Valor permitido	Referencia
Humedad	NB 367	≤5 % (m/m)	NB 33010

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.4 Grasa vegetal

La NB 34013 de Aceites y grasas establece parámetros fisicoquímicos y organolépticos para grasas, con esto en la Tabla 9 se describe los parámetros a considerar y la normativa de referencia.

Tabla.9 Parámetros fisicoquímicos de grasas según la normativa

Análisis		Límite establecido	
Parámetro	Método de Ensayo	Valor permitido	Referencia
Humedad	NB 34010	<0,5% (m/m)	NB 34013
Acidez expresada como ácido oleico	NB 34004	<0,06	NB 34013
Índice de peróxidos	NB34008	< 5mEq O ₂ /Kg	NB 34013

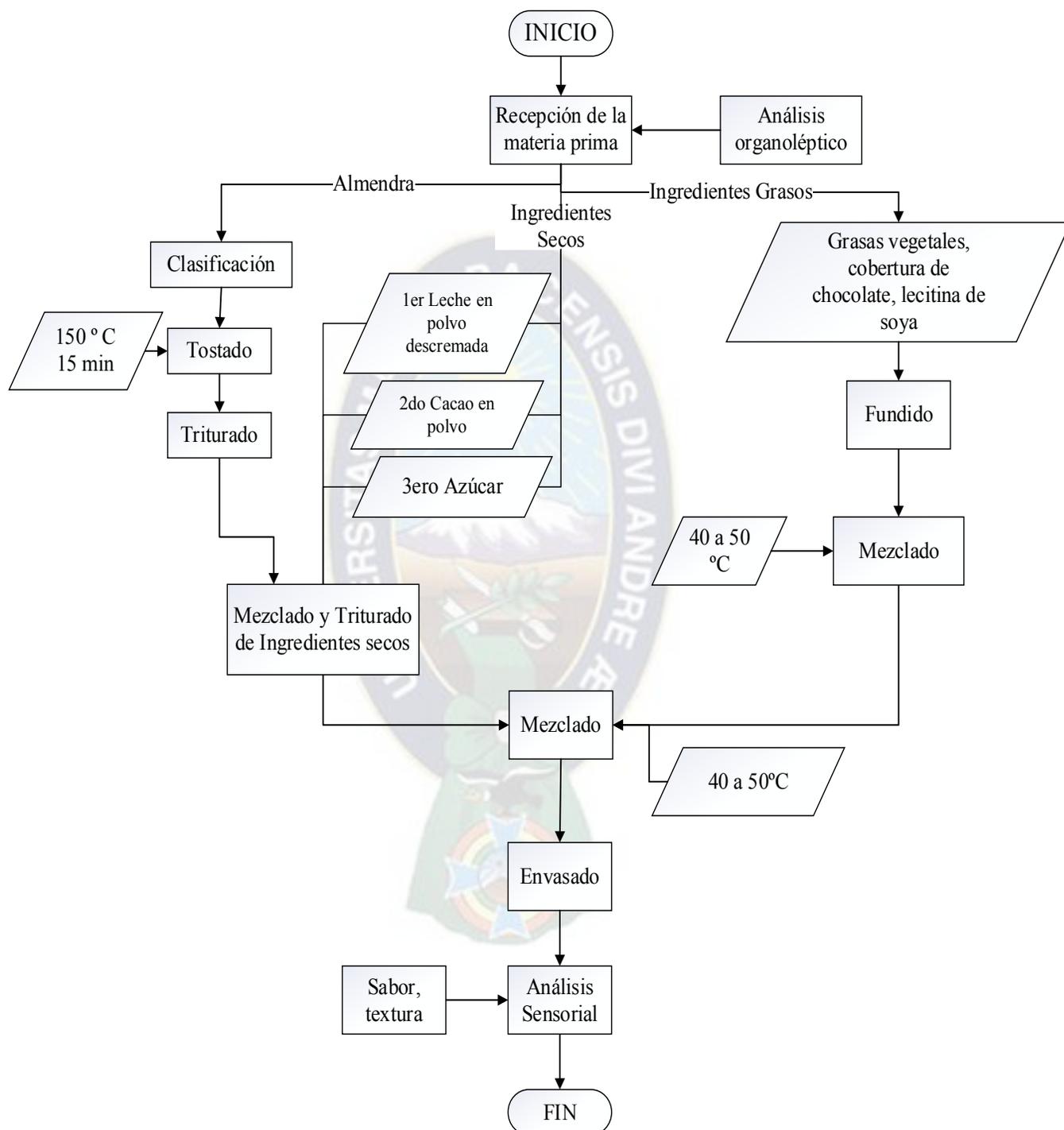
Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Formulación de la crema de almendra con chocolate

El proceso de formulación del producto se realiza en las siguientes etapas; primeramente, se desarrolla pruebas preliminares en base a la técnica de prueba y error, se establece los insumos para el producto, cantidades empleadas y condiciones para el proceso. Además, que ingredientes tienen influencia en las variables, posteriormente se realiza el diseño experimental y prueba de aceptación sensorial para la obtención de la formulación final.

3.4.2.1 Pruebas preliminares

Figura.12 Diagrama de flujo de las pruebas preliminares del producto



Fuente: Elaboración propia

3.4.2.1.1 Descripción del proceso

- a) Recepción de materia prima: Se especifico anteriormente la procedencia de la materia prima, en este punto se realiza la revisión de las fechas de vencimiento, análisis organoléptico y pesado.
- b) Clasificación de almendra: Se realiza un proceso de selección manual en base a los parámetros descritos en la Tabla 5.
- c) Tostado de almendras: El proceso adecuado a realizar es un tostado 150 °C por 15 min, tiene el fin de dar un color oscuro o pardo y un sabor más apetecible. Se debe evitar a que se llegue a quemar la almendra o tostar demasiado a temperaturas más elevadas, debido a que presenta sabores no deseados.

Figura.13 Almendra amazónica tostada



Fuente: Elaboración propia

- d) Triturado de almendras: Se realiza el procedimiento hasta obtener una pasta homogénea con la ayuda de un mortero de piedra o licuadora, el paso anterior ayuda que en este punto se liberen los aceites del fruto seco.

Figura.14 Pasta obtenida del triturado de almendra



Fuente: Elaboración propia

- e) Mezclado de ingredientes secos: Una vez obtenida la pasta de almendras se procede a la mezcla y triturado con los ingredientes secos, se añade de manera separada, primeramente, la leche en polvo descremada, seguido del cacao en polvo y por último el azúcar. En cada adición se realiza la trituration este proceso en las pruebas a escala se realizó en un mortero de piedra, el resultado obtenido se muestra en la Figura 15

Figura.15 Mezcla de ingredientes secos



Fuente: Elaboración propia

- f) Fundido: Este procedimiento se efectúa en recipientes de acero inoxidable o vidrio, se realiza un calentamiento en baño maría con el fin de fundir los insumos, para ayudar al posterior mezclado.
- g) Mezclado de ingredientes grasos: El proceso consiste en mezclar los ingredientes que son las grasas vegetales, cobertura de chocolate y lecitina de soya, el mezclado se realiza en recipientes de acero inoxidable o vidrio a una temperatura entre 40 a 50 °C en baño maría, hasta obtener una mezcla homogénea.
- h) Mezclado: Se realiza el mezclado de 40 °C a 50 °C, se mezcla ambos tipos de ingredientes para obtener la crema, se realiza hasta obtener una mezcla homogénea que se muestra en la Figura 16.

Figura.16 Mezcla en las pruebas preliminares de la crema de almendra con chocolate



Fuente: Elaboración propia

- i) Envasado: Se realiza en caliente a la temperatura de 40 a 50 °C, esto se hace en envases plásticos o de vidrio con tapa de 200 g, posteriormente se deja enfriar a temperatura ambiente por 1 a 2 horas.

Figura.17 Envasado en las pruebas preliminares del producto



Fuente: Elaboración propia

- j) Análisis sensorial: Se realiza una prueba de aceptación sensorial de manera verbal en la Fábrica de Chocolate y Dulces Cándor y se escoge si la muestra presenta aceptación en los parámetros de sabor, color y textura.

3.4.2.2 Variables de estudio

3.4.2.2.1 Variables Independientes

- Porcentaje de mezcla (%Almendra, %Grasa vegetal, %Cacao en polvo)

3.4.2.2.2 Variables Dependientes

- Humedad
- pH
- Capacidad de extensión

3.4.2.3 Diseño Experimental

Se utiliza el programa Minitab, se maneja 3 variables independientes (%Almendra, %Cocoa y % Grasa vegetal 2), utilizando el diseño de mezclas para tener las interacciones de todas las variables, se estableció como variables de respuesta la humedad, pH y capacidad de extensión del producto.

El contenido de humedad se mide según la NB 326012 y la medición del pH se realiza con un pH metro.

Se estudia la capacidad de extensión de la crema; una de las principales características del producto es su untuosidad, es decir la capacidad de extenderse en diferentes superficies de alimentos (pan, helado, postres, galletas entre otros). Para este fin el análisis ideal que se debería realizar es un análisis de textura, untabilidad y extensibilidad en un texturómetro, que es un equipo especializado para el análisis de textura de los alimentos, estudia la deformación de un producto alimenticio exponiéndolos a una fuerza constante. El inconveniente es que es un equipo costoso y no se cuenta con este para el análisis.

Sin embargo, se puede estudiar la capacidad de extender el producto de manera empírica, para este fin se propone la siguiente fórmula para el análisis:

$$\text{Capacidad de extensión del producto} = \frac{\text{Distancia de extensión [cm]}}{\text{masa del producto [g]}}$$

Ecuación 2. Capacidad de extensión del producto

Donde se relaciona de distancia de extensión en una superficie plana de una masa determinada de crema untada a temperatura constante. Se trabaja con el diseño de mezclas en el software mencionado, obteniendo los efectos de cada factor, sus interacciones. Seguidamente se aplica el método de superficie de respuesta, en función de las variables dependientes para poder obtener condiciones óptimas de las variables independientes según sus efectos.

3.4.2.4 Análisis de Aceptación Sensorial

El análisis de grado de aceptación se realiza de las formulaciones obtenidas del diseño experimental, se estableció el análisis de los parámetros de textura, color, olor y sabor. Se utiliza una escala hedónica con opciones del 1 al 5, que va desde me disgusta mucho, me disgusta, no me gusta ni disgusta, me gusta y me gusta mucho. La encuesta de aceptación sensorial se muestra en la sección de anexos (Véase ANEXO 5)

Además, se realiza el estudio de los datos obtenidos mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey con un nivel de probabilidad del 95%, ambos análisis se realizan en el programa Minitab.

3.5 Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final

Los parámetros de la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto final se basan en la Norma Boliviana 326006 Chocolates y productos de chocolate. Los rangos establecidos se muestran en la Tabla 10 y 11.

Tabla.10 Parámetros fisicoquímicos de Chocolates y derivados según la normativa

		Requisito		
Parámetro	Unidad	Min	Max	Método de Ensayo
Humedad	% m/m	-	2	NB 326012
Grasas	%	100	-	NB 992

Fuente: NB 326006 Chocolates y productos de chocolate, IBNORCA

Tabla.11 Parámetros microbiológicos de Chocolates y derivados según la normativa

		Requisito				
Parámetro	Unidad	n	C	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	UFC/g	5	2	20000	30000	NB 32003 NB 32106
Coliformes Totales	UFC/g	5	0	10	100	NB32005
Mohos	UFC/g	5	2	100	1000	NB 326006 NB32015
Levaduras	UFC/g	5	2	100	1000	NB 326006 NB32015

Fuente: NB 326006 Chocolates y productos de chocolate, IBNORCA

3.6 Análisis de tiempo de vida útil

El proceso de elaboración y envasado de las diferentes pruebas se realiza en instalaciones de la fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor, el envasado se realiza en frascos de polietileno con cierre hermético, como se explica previamente en la parte teórica, el producto por contener ingredientes con un alto contenido en lípidos puede verse afectado por un proceso de oxidación de grasas y presentar características de un alimento rancio, para este efecto se plantea la medición el índice de peróxidos según la NB 34008, el desarrollo experimental del análisis se muestra en la sección de anexos (Véase ANEXOS 1)

La formulación final encontrada mediante análisis de variables de estudio y mayor aceptación sensorial se somete al estudio de vida útil, se toma 3 parámetros de temperaturas y diferentes tiempos de análisis, que se especifican en la Tabla 12.

Tabla.12 Secuencia de muestreo para el análisis de tiempo de vida útil

Temperatura 20 [°C]	Periodo de prueba [días]	Cantidad de pruebas muestreadas
20	12	10
25	10	6
30	7	8

Fuente: Elaboración Propia

Todas las muestras expuestas a 20, 25 y 30 °C, se elaboran y se exponen a la temperatura indicada, se retiran una por una cada prueba en el periodo establecido y se realiza el análisis de índice de peróxidos.

Para el análisis, predicción del comportamiento y determinación del tiempo de vida útil del producto se utiliza la ecuación de Arrhenius.

3.7 Estudio económico

Obtenida la formulación seleccionada con todos los análisis realizados se obtiene los costos de producción para las pruebas de la crema de almendra con chocolate.

CAPÍTULO 4

4. CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1. Caracterización de la materia prima

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos de los diferentes análisis de la caracterización de la materia prima.

4.1.1 *Cacao en polvo*

Se determina según la NB 326012, se obtiene el resultado promedio mostrado en la Tabla 13.

Tabla.13 Resultados de la caracterización del cacao en polvo

Cacao en polvo		
Parámetro	Método de Ensayo	Valor obtenido
Humedad	NB326012	2,89% (m/m)

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un muestreo aleatorio, el valor promedio de humedad es de 2,89%, se encuentra dentro de los límites de la normativa ($\leq 7\%$ m/m). El dato obtenido refleja la calidad del grano de cacao procesado en la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.

4.1.2 *Almendra amazónica*

- Análisis Organoléptico

Tabla.14 Resultados del análisis organoléptico de la almendra amazónica

Almendra amazónica	
Parámetro	Descripción
Apariencia	Limpia, libre de tierra o materiales extraños.
Textura	Firme y crujiente
Color	Crema (con algunos restos de piel)
Olor	Característico
Sabor	Característico

Fuente: Elaboración propia

- Parámetros Físicoquímicos

Tabla.15 Resultados de los parámetros físicoquímicos para la almendra amazónica

Almendra amazónica		
Parámetro	Método de Ensayo	Valor obtenido
Humedad	A.O.A.C. 936.06	2,19% (m/m)
Acidez expresada como ácido oleico	NB 34004	0,217
Índice de peróxidos	NB 34008	0,75 mEq O ₂ /Kg

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15, se muestran los resultados de la caracterización físicoquímica de la almendra amazónica, estos se encuentran dentro de los valores establecidos por la Norma Boliviana, por lo cual esta materia prima es apta para la preparación de la crema.

- Aflatoxinas totales de la Almendra amazónica

Tabla.16 Resultados del contenido de aflatoxinas totales

Descripción	
Parámetro	B1+B2+G2+G1 [$\mu\text{g}/\text{kg}$]
Aflatoxinas totales	No se detecta

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 16, se describe el resultado del análisis obtenido por Cromatografía en capa fina realizado en laboratorios de INLASA, (véase ANEXO 2) el cual no detecta presencia de Aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. Por este motivo la almendra amazónica cumple con los límites establecidos por la normativa, por tal motivo es apta para su procesamiento.

4.1.3 Leche en polvo descremada

Tabla.17 Resultado de humedad para la leche descremada en polvo

Leche en polvo descremada		
Parámetro	Método de Ensayo	Valor obtenido
Humedad	NB 367	4,25 % (m/m)

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 17 presenta el resultado del análisis del parámetro de humedad promedio, se obtiene 4,25 % m/m de humedad, el cual está dentro de los límites establecidos en la normativa de Leche en polvo.

4.1.4 Grasa Vegetal

Tabla.18 Parámetros fisicoquímicos para las grasas vegetales

*Grasa Vegetal 1			*Grasa Vegetal 2		
Parámetro	Método de Ensayo	Valor obtenido	Parámetro	Método de Ensayo	Valor obtenido
Humedad	NB 34010	0,17% (m/m)	Humedad	NB 34010	24,62% (m/m)
Acidez expresada como ácido oleico	NB 34004	0,054	Índice de peróxidos	NB 34008	0,69mEq O ₂ /Kg
Índice de peróxidos	NB 34008	1,26mEqO ₂ /Kg			

*No se especifica los ingredientes de algunos insumos por políticas de la Fábrica de Chocolates y dulces Cándor

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18, se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos para las grasas vegetales, se obtiene los valores promedio para el análisis, los valores de humedad, acidez expresada como ácido oleico e índice de peróxidos están dentro de los límites establecidos según la normativa.

4.2 Determinación de la formulación del producto

4.2.1 Pruebas preliminares

Se desarrolló la metodología de prueba y error para las pruebas preliminares, con este método se desarrollaron formulaciones preliminares, esto debido a que se cambió insumos y cantidades en la elaboración de la crema untable y se ha variado condiciones en el proceso, hasta obtener una aceptabilidad en las propiedades organolépticas del producto, esta aceptación sensorial se ha realizado de manera verbal en conjunto con el gerente general de la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L. y algunos trabajadores capacitados.

En la parte de anexos (Véase ANEXO 3) se describe estas formulaciones preliminares desarrolladas, también se obtuvo las formulaciones con mayor aceptación de las cuales se determinó que los ingredientes, Cacao en polvo, Almendra amazónica y Grasa vegetal 2 variaban entre formulaciones y se estudia su efecto con las variables de respuesta en el diseño experimental.

También, se fijó que en 100 g crema existen insumos con cantidades definidas cuya suma se fijó en 60 g (leche en polvo descremada, Grasa vegetal 1, azúcar, cobertura de chocolate, emulsionante, antioxidantes entre otros), además se estableció a la Grasa Vegetal 2 como insumo de ajuste para obtener 100% y que también genera gran influencia en las variables de respuesta.

4.2.2 Diseño Experimental

Se tiene los porcentajes de mezcla como variable independiente, con el desarrollo de las pruebas preliminares se establecen los niveles de cada ingrediente, estos se determinaron según la NB 326006 Chocolates y productos de chocolate que dictan cantidades mínimas o máximas según el tipo de chocolate. El contenido de almendras se asoció al contenido de avellanas indicado en la norma, también se tomó en consideración el contenido de extracto seco de cacao presente en la norma. Los niveles establecidos para el estudio del diseño experimental son:

Tabla.19 Factores y niveles del diseño experimental

INSUMO	Niveles g/100g
Cacao en polvo	9
	12
	15
Almendra amazónica	21
	23
	25

Fuente Elaboración propia

En el diseño de mezclas se obtuvo las combinaciones para el análisis con el programa Minitab, como se describió se utiliza la Grasa vegetal 2 como insumo de ajuste, esta grasa vegetal es uno de los insumos utilizados que no pueden describirse por políticas de la empresa, la suma total es 40 g, las combinaciones obtenidas son las siguientes:

Tabla.20 Combinaciones para el diseño experimental

N.º Tratamiento	INSUMOS g/100g		
	Almendra	Cocoa	Grasa Vegetal 2
1	21	9	10
2	25	9	6
3	21	15	4
4	25	15	0
5	21	12	7
6	23	9	8
7	25	12	3
8	23	15	2
9	23	12	5

Fuente: Elaboración Propia

Los productos establecidos se sometieron al análisis de contenido de Humedad (según NB 326012), medición del pH mediante un pH metro. La capacidad de extensión se calcula con la Ecuación 2 descrita en la sección 3.4.2.3 extendiendo una masa determinada de crema de

almendra con chocolate en una superficie plana con la ayuda de una espátula, tratando de extender el producto la mayor distancia posible, posteriormente medir esta distancia máxima, como se muestra en la Figura 18. Las pruebas y mediciones correspondientes se realizaron a temperatura ambiente de 15°C.

Figura 18. Proceso para determinar la capacidad de extensión del producto



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 21 se muestra los resultados de las variables estudiadas para cada combinación

Tabla.21 Resultados de las variables para cada combinación

N.º Tratamiento	Humedad % m/m	pH	Capacidad de extensión [cm/g]
1	3,55	5,03	10,94
2	2,69	5,55	5,33
3	2,20	5,27	4,40
4	1,12	5,94	5,11
5	2,89	5,05	6,40
6	3,06	5,11	6,93
7	2,19	5,78	5,64
8	1,83	5,66	4,89
9	2,50	5,50	5,17

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 21 se puede determinar que a mayor porcentaje de Grasa vegetal se presenta mayor contenido de humedad y mayor capacidad de extensión.

Se tiene el dato según la NB 326006 de Chocolates y productos de chocolate, que el contenido de humedad no debe sobrepasar 2 g/100g o %m/m. Además se encontraron datos teóricos en la Tabla 22 se observa el valor de humedad promedio de la Nutella, contiene 0,62 % m/m. Según (Rodríguez Pérez, 2022) el pH de productos derivados del chocolate se encuentra entre 5 a 6. Según (Castillo Santacruz & Torrico Ochoa, 2015) obtiene valores de pH para la nutella de 5,8 a 6,2 que se presenta en la Tabla 22. Estos valores son de referencia y teóricos.

Tabla.22 Parámetros obtenidos de la Nutella

Parámetro	Valor
Contenido de Humedad % m/m	0,62
pH	5,8 – 6,2

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1 Análisis de variable respuesta - Humedad

Se realiza el análisis de mezcla para cada parámetro por separado, es decir el análisis de varianza, los ajustes realizados se obtuvieron con valores significativos a la variable de respuesta con un 95% de nivel de confianza. La Tabla 23 describe en resumen los valores que representan la interacción entre variables dependientes e independientes

Tabla.23 Análisis de varianza para la humedad

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	6	3,79201	3,79201	0,632002	1177,27	0,001
Lineal	2	3,68393	0,07069	0,035346	65,84	0,015
Cuadrático	3	0,04215	0,07097	0,023657	44,07	0,022
Almendra*Cacao en polvo	1	0,01334	0,01069	0,010686	19,91	0,047
Almendra*Grasa vegetal 2	1	0,01525	0,03933	0,039329	73,26	0,013
Cacao en polvo*Grasa vegetal 2	1	0,01356	0,06048	0,060485	112,67	0,009
Cúbico especial	1	0,06593	0,06593	0,065929	122,81	0,008
Almendra*Cacao en polvo*Grasa vegetal 2	1	0,06593	0,06593	0,065929	122,81	0,008
Error residual	2	0,00107	0,00107	0,000537		
Total	8	3,79308				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se presenta los resultados del análisis de varianza de mezclas en el programa Minitab, se observa que el modelo cubico especial posee significancia debido a que $p < 0,05$ ($0,008 < 0,05$), el efecto de las mezclas Almendra*Cacao en polvo, Almendra *Grasa vegetal 2, Cacao en polvo*Grasa vegetal 2 y la interacción de los 3 ingredientes generan significancia en la variable respuesta humedad, debido a que los valores de p son $< 0,05$.

Tabla.24 Coeficientes de correlación para la variable Humedad

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0,0231698	99,97%	99,89%	0,0606150	98,40%

Fuente: Elaboración propia

En La Tabla 24 se muestra los coeficientes de correlación para el modelo cúbico especial, se observa que los valores obtenidos del coeficiente de correlación son cercanos a 1. La ecuación de los valores ajustados es la siguiente:

Contenido de humedad

$$= 0,19150 A + 0,50675 B + 2,28923 C - 0,03004 AB - 0,10151 AC - 0,22727 BC + 0,01018 ABC$$

Ecuación 3 Modelo del contenido de humedad con los factores ajustados

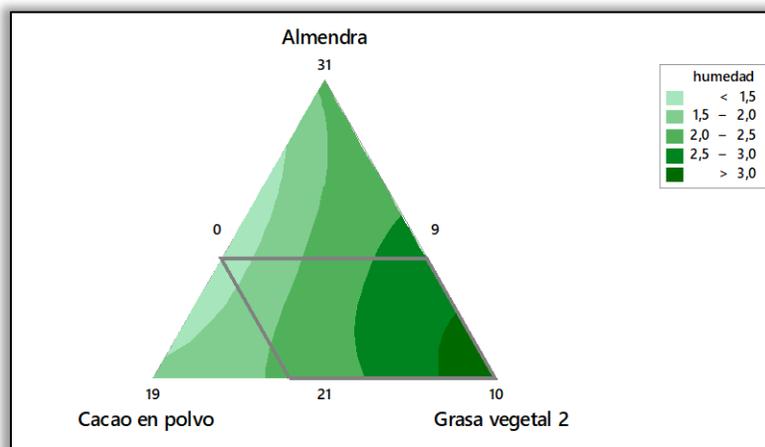
Donde:

A= Contenido de Almendras

B= Contenido de Cacao en polvo

C= Contenido de Grasa vegetal 2

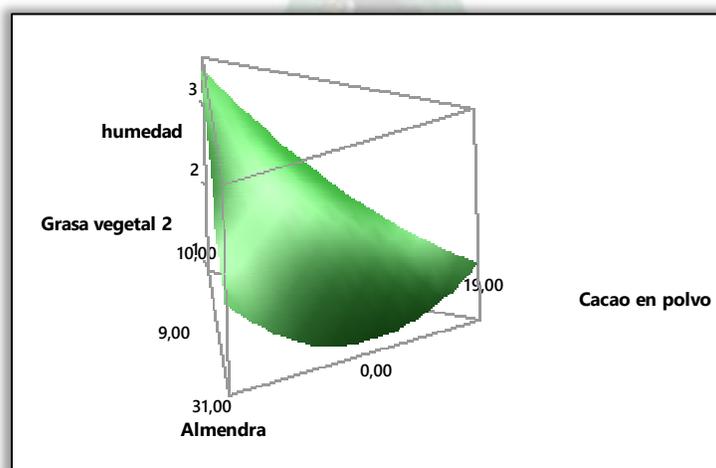
Gráfica.1 Gráfica de contorno de mezcla para la humedad



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 1 de contorno obtenida, muestra la influencia de los 3 componentes con el contenido de humedad. Se observa que la superficie delimitada con línea ploma contiene los datos estudiados, las áreas de color verde más claro presentan los valores de humedad $< 2\%$ m/m, que es el buscado para la formulación de la crema, a su vez en la gráfica se evidencia un efecto en el contenido de humedad que sobrepasa los límites aceptables cuando se utiliza los límites máximos de la Grasa vegetal 2, esto se da en el área de color verde oscuro, la cantidad de almendra y cacao en polvo tiene un efecto menor en la cantidad de humedad del producto.

Gráfica.2 Gráfica de superficie de mezcla para la humedad



Fuente: Elaboración Propia

La Gráfica 2 muestra la superficie de mezcla que evidencia el efecto de las proporciones de ingredientes establecidos sobre el contenido de humedad. En la gráfica se puede concluir que el contenido de la grasa vegetal 2 tiene mayor incidencia en el incremento del contenido de humedad, a su vez el contenido de la almendra y cacao en polvo tienen la similitud que tienen una menor incidencia en el incremento del contenido de humedad.

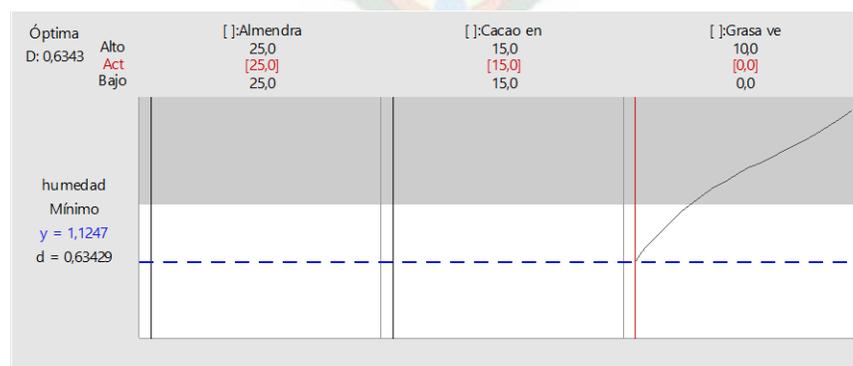
Para el contenido de humedad como respuesta válida para la elección de una formulación, se obtiene valores de las variables independientes que optimizan la variable respuesta en el diseño de mezclas, para este efecto se plantea que el contenido de humedad debería estar entre el rango del dato del producto similar (Nutella) y el valor establecido como límite en la normativa, es decir $0,62 < \text{Humedad} < 2$, con lo explicado se tiene un gran número de formulaciones que están dentro de los rangos por este motivo se optimiza a 3 valores objetivos dentro del rango establecido, obteniendo así 3 formulaciones para su posterior análisis de aceptación sensorial. Se establecieron un valor mínimo, intermedio y uno al límite del rango establecido.

Tabla.25 Dato mínimo optimizado a la variable humedad

Optimización de respuesta				Componentes			Repuesta pronosticada
Parámetros	Meta	Inferior	Objetivo	Almendra	Cacao en polvo	Grasa Vegetal 2	Humedad % m/m
Humedad % m/m	Mínimo	0,62	0,62	25	15	0	1,12

Fuente: Elaboración propia

Gráfica.3 Gráfica de datos mínimos optimizados a la variable humedad



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25 se muestra valores optimizados para el menor contenido de humedad, el valor obtenido es 1,12, la Gráfica 3 muestra el valor mínimo de humedad obtenido y el comportamiento de cada porcentaje de ingredientes, se muestra en la gráfica que para minimizar una de las variables de respuesta (humedad), el contenido de grasa vegetal 2 debe ser nulo y como comportamiento compensatorio el contenido de almendra y cacao en polvo es el máximo,

Tabla.26 Datos intermedios optimizados a la variable humedad

Optimización de respuesta				Componentes			Repuesta pronosticada
Parámetros	Meta	Inferior	Objetivo	Almendra	Cacao en polvo	Grasa vegetal 2	Humedad % m/m
Humedad % m/m	Objetivo	1,12	1,40	24,48	14,86	0,66	1,4

Fuente: Elaboración propia

Gráfica.4 Gráfica de dato intermedio optimizado a la variable humedad



Fuente: Elaboración propia

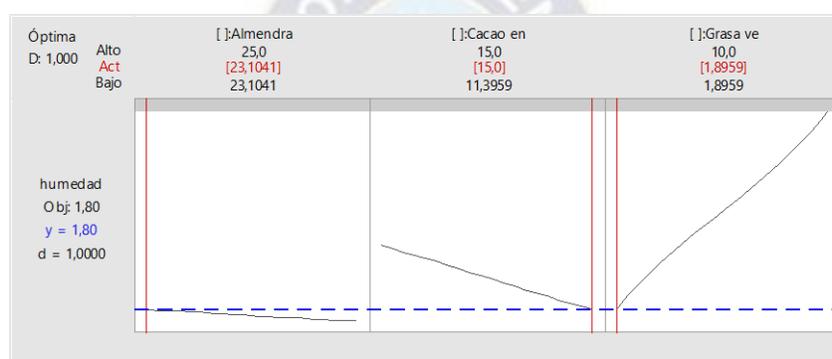
La Tabla 26 muestra un valor intermedio entre el rango establecido para el contenido de humedad, el valor determinado del contenido de humedad es de 1,4 %m/m.

En la Gráfica 4 se muestra de igual manera que un aumento en la cantidad de grasa vegetal 2 influye significativamente en el contenido de humedad.

Tabla.27 Dato limite optimizado a la variable humedad

Optimización de respuesta				Componentes			Respuesta pronosticada
Parámetros	Meta	Inferior	Objetivo	Almendra	Cacao en polvo	Grasa vegetal 2	Humedad % m/m
Humedad % m/m	Objetivo	1,12	1,80	23,10	15	1,90	1,80

Fuente: Elaboración propia

Gráfica.5 Gráfica de dato limite optimizados a la variable humedad

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 27 se muestra un valor límite entre el rango establecido para el contenido de humedad, el valor determinado del contenido de humedad es de 1,8 %m/m.

En la Gráfica 5 se muestra lo siguiente, al disminuir el contenido de Almendra y cacao en polvo disminuye ligeramente el contenido de humedad, pero al aumentar el contenido de Grasa vegetal 2 la humedad aumenta en mayor proporción. Con este análisis se obtiene 3 posibles formulaciones que cumplen con la normativa. Para su posterior evaluación de capacidad de extensión (untabilidad) y aceptación sensorial.

4.2.2.2 Análisis de variable respuesta-pH

Se realiza el análisis de mezcla para la variable dependiente pH, el análisis de varianza brinda las variables ajustadas de las combinaciones, se obtuvo la ecuación que representa el comportamiento del pH, con un 95% de nivel de confianza. La Tabla 28 describe en resumen los valores obtenidos.

Tabla.28 Análisis de varianza para el pH

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	0,84647	0,84647	0,423233	62,41	0,0000965
Lineal	2	0,84647	0,84647	0,423233	62,41	0,0000965
Error residual	6	0,04069	0,04069	0,006781		
Total	8	0,88716				

Fuente: Elaboración propia

Se observa que los valores ajustados que poseen significancia, debido a que $p < 0,05$. El modelo que ajusto la ecuación en el diseño de mezclas es el lineal porque $0,0000965 < 0,05$. Las interacciones entre los ingredientes no generan significancia en el diseño.

Tabla.29 Coeficientes de correlación para la variable pH

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0,0823498	95,41%	93,88%	0,0944859	89,35%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 29 se presenta los coeficientes de correlación para el modelo lineal, La ecuación que describe el comportamiento del pH es la siguiente:

$$pH = 0,184 a + 0,089 b + 0,024 c$$

Ecuación 4 Modelo del pH con los factores ajustados

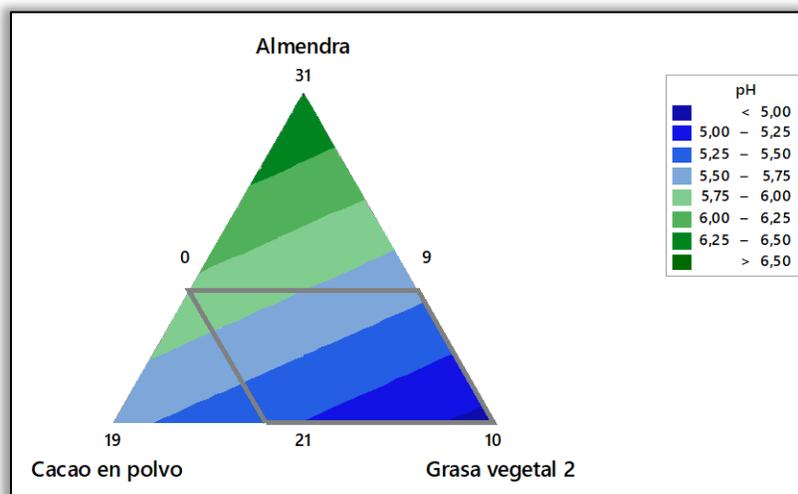
Donde:

a= Contenido de Almendras

b= Contenido de cacao en polvo

c= Contenido de grasa vegetal

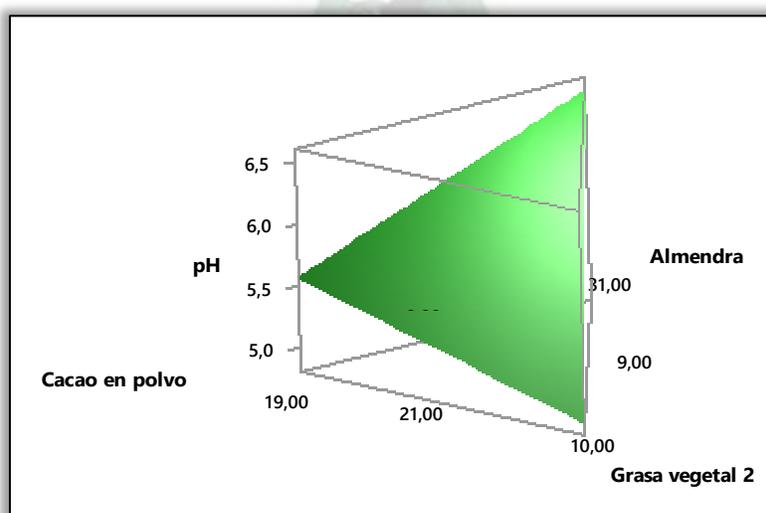
Gráfica.6 Gráfica de contorno de mezcla para el pH



Fuente: Elaboración propia

La gráfica de contorno obtenida, muestra la influencia de los 3 componentes en el valor del pH. Según el dato bibliográfico y el obtenido de referencia el valor de pH debe estar entre 5,8 a 6,2. También se puede utilizar el dato de pH entre 5 a 6 para productos derivados del chocolate. En el área de estudio la zonas de color verde y azul más claro presentan el valor de pH ligeramente ácido deseado. Entre las áreas mencionadas se encuentra los porcentajes de mezcla indicados.

Gráfica.7 Gráfica de superficie de mezcla para el pH



Fuente: Elaboración Propia

En la Gráfica 7, se puede observar la superficie de mezcla que evidencia el efecto de las proporciones de ingredientes establecidos sobre el valor de pH, se puede concluir que un mayor contenido de la grasa vegetal 2 tiene mayor incidencia en la disminución del pH, así también se observa que el pH incrementa ligeramente con un aumento en el porcentaje de cacao en polvo y aumenta en mayor proporción con un incremento en el porcentaje de almendra.

Para encontrar proporciones de mezcla que optimicen a la otra variable respuesta (pH), se toma en cuenta el valor teórico descrito, obtenido teniendo un rango en el cual debería estar el pH

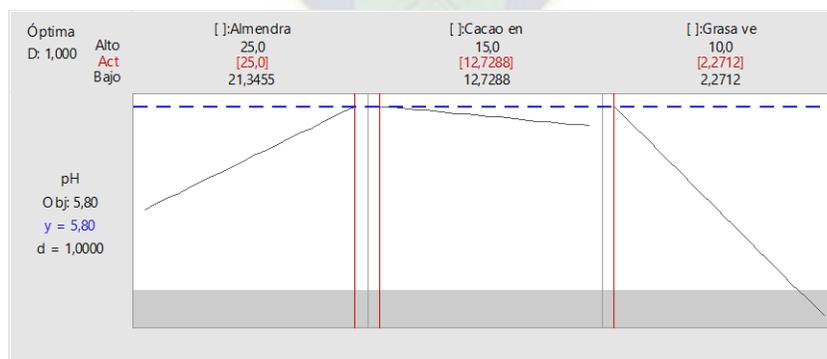
Tabla.30 Dato optimizado a la variable pH

Optimización de respuesta				Componentes			Respuesta pronosticada
Parámetros	Meta	Inferior	Objetivo	Almendra	Cacao en polvo	Grasa vegetal 2	pH
pH	Objetivo	5,03	5,8	25	12,73	2,27	5,8

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 30 se presenta la cantidad de Almendra, Cacao en polvo y Grasa vegetal 2, que se requieren obtener el valor mínimo de pH=5,8 establecido.

Gráfica.8 Gráfica de dato optimizados a la variable pH



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 8 muestra el comportamiento de cada variable independiente para obtener el pH indicado, el contenido de grasa tiene un gran efecto en la disminución del pH, por otro lado, el aumento del contenido de almendras genera un ligero aumento en el pH.

4.2.2.3 Análisis de variable respuesta-Capacidad de extensión

Se realiza el análisis de mezcla para la variable dependiente capacidad de extensión, el análisis de varianza brinda las variables ajustadas de las combinaciones, se obtuvo la ecuación que representa el comportamiento de la variable, con un 95% de nivel de confianza. La Tabla 31 describe en resumen los valores obtenidos.

Tabla.31 Análisis de varianza capacidad de extensión

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	6	31,1854	31,1854	5,19757	192,57	0,005
Lineal	2	18,2636	4,3213	2,16064	80,05	0,012
Cuadrático	3	11,3658	4,1930	1,39766	51,78	0,019
Almendra*Cacao en polvo	1	9,9845	0,4988	0,49881	18,48	0,050
Almendra*Grasa vegetal 2	1	0,8183	2,1994	2,19943	81,49	0,012
Cacao en polvo*Grasa vegetal 2	1	0,5629	1,7074	1,70738	63,26	0,015
Cúbico especial	1	1,5560	1,5560	1,55599	57,65	0,017
Almendra*Cacao en polvo*Grasa vegetal 2	1	1,5560	1,5560	1,55599	57,65	0,017
Error residual	2	0,0540	0,0540	0,02699		
Total	8	31,2394				

Fuente: Elaboración propia

En Tabla 31 se observa que el modelo que genera significancia para el comportamiento de la capacidad de extensión es el cúbico especial debido a que el valor p $0,017 < 0,05$. Las combinaciones de Almendra*Grasa vegetal 2, Cacao en polvo*Grasa vegetal 2 y la combinación de los tres ingredientes generan significancia en la variable respuesta debido a que los valores $p < 0,05$. La combinación de Almendra*Cacao en polvo no genera significancia porque $p = 0,05 = 0,05$.

Tabla.32 Coeficientes de correlación para la variable capacidad de extensión

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
0,164289	99.83%	99.31%	2,83	90.82%

Fuente: Elaboración propia

En La Tabla 32 se muestra los coeficientes de correlación para el modelo cúbico especial, se observa que los valores obtenidos del coeficiente de correlación son próximos a 1. La ecuación de los valores ajustados es la siguiente:

Capacidad de extensión

$$= 1,4645 A + 3.033 B + 16.5419 C - 0,7591 AC - 1.2075 BC + 0.050 ABC$$

Ecuación 4 Modelo de la capacidad de extensión con los factores ajustados

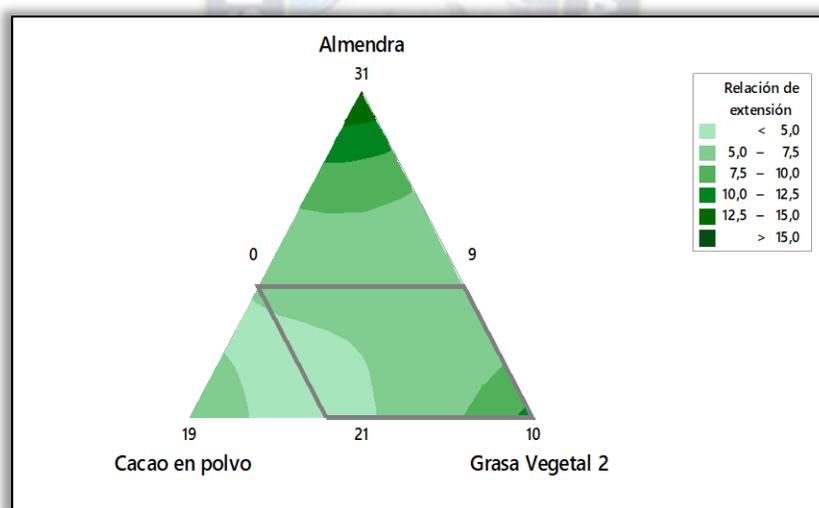
Donde:

A= Contenido de Almendras

B= Contenido de Cacao en polvo

C= Contenido de Grasa vegetal 2

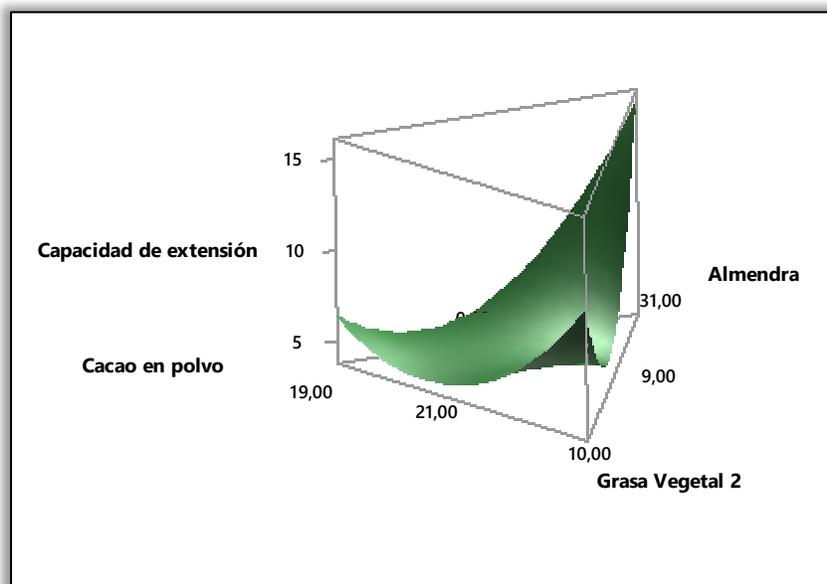
Gráfica.9 Gráfica de contorno de mezcla para la capacidad de extensión



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 9 contorno obtenida, las áreas de color verde más claro presentan los valores de extensión menores, las áreas de color verde oscuro a mayor cantidad de almendra y Grasa Vegetal 2 presentan mayor extensión que es el buscado.

Gráfica.10 *Gráfica de superficie de mezcla para la capacidad de extensión*



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 10 se presenta la superficie de mezcla para la variable capacidad de extensión de la crema, se evidencia que un mayor contenido de almendra y grasa vegetal 2 genera los valores con mayor extensión, también se observa que el cacao en polvo es el ingrediente que influye en menor proporción en la extensión del producto

4.2.2.4 Conclusiones del diseño experimental

Para el diseño experimental se estudió 3 variables dependientes (humedad, pH y capacidad de extensión), en este punto se realiza la optimización de la respuesta del diseño de mezcla para las proporciones de ingredientes descritas como variables independientes, con el fin de obtener valores que cumplan con los rangos establecidos de humedad y pH. Por tal efecto se obtuvieron 3 formulaciones (mínimo, intermedio y uno al límite) que cumplen con el contenido de humedad, para el pH se encuentra una formulación en la Tabla 30 que brinda datos optimizados para un pH 5,8. Además en la Tabla 21 dentro del mismo análisis se cuenta con un valor de pH mayor de 5,94 que se obtiene de la formulación 4 con ausencia de Grasa vegetal 2.

En el análisis de variables se evidencio que el valor de la humedad es aquel que presenta mayor variación en el estudio, obteniendo valores incluso muy por encima del rango establecido por normativa, mientras que la variable pH mantiene una leve variación, con un valor ligeramente

ácido pero que está dentro del valor de referencia y teórico de un producto derivado de chocolate. Por este motivo se tomará en cuenta por mayor importancia a las combinaciones encontradas con el análisis de humedad, así también con ayuda de la Ecuación 3 que describe el comportamiento del pH con la variación de ingredientes se obtendrán valores aproximados del pH para cada formulación derivada del estudio con la humedad, que se describen a continuación:

Tabla.33 Resultado de pH pronosticado para las combinaciones

Combinación	Componentes			Respuesta pronosticada	
	Almendra	Cacao en polvo	Grasa Vegetal 2	Humedad % m/m	pH de la Ec. 4
1	25	15	0	1,12	5,95
2	24,48	14,86	0,66	1,4	5,86
3	23,10	15	1,90	1,80	5,65

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los valores estimados de pH se encuentran dentro de lo establecido por referencia, existiendo poca variación entre cada combinación, además que cumplen con el rango establecido por normativa <2 %m/m del contenido de humedad.

Además, con la capacidad de extensión se evaluó la extensibilidad del producto, se presenta un producto con mayor capacidad de extenderse con valores límites de almendra y grasa vegetal 2, aunque este último ingrediente genera un efecto negativo con el aumento de humedad. Las formulaciones establecidas por los parámetros fisicoquímicos si bien presentan un contenido de grasa vegetal 2 bajo, presentan alto contenido de almendra que aumentan la extensibilidad del producto. Por lo tanto, las 3 formulaciones obtenidas mediante el diseño experimental son:

Tabla.34 Combinaciones obtenidas por el diseño de mezclas

Insumo	Combinación 1	Combinación 2	Combinación 3
Almendras g/100 g	25	24,48	23,10
Cacao en polvo g/100 g	15	14,86	15
Grasa vegetal 2 g/100 g	0	0,66	1,90

Fuente Elaboración propia

4.2.3 *Análisis de Aceptación Sensorial*

Para la evaluación de aceptación sensorial se analizó las 3 combinaciones halladas en el diseño experimental, la evaluación fue de los parámetros; textura, sabor, color, olor. Se empleó 25 panelistas no entrenados, la degustación se hizo de manera simultánea. La encuesta, resultados de cada panelista se muestra en los anexos (Véase ANEXO 5).

Para cada parámetro con los resultados obtenidos se realizó una prueba de varianza para obtener la comparación entre combinaciones por la prueba de tukey al 5% de probabilidad, con las medias encontradas, porcentajes de evaluación promediados se analizó y determino la combinación con mayor aceptación.

4.2.3.1 Textura

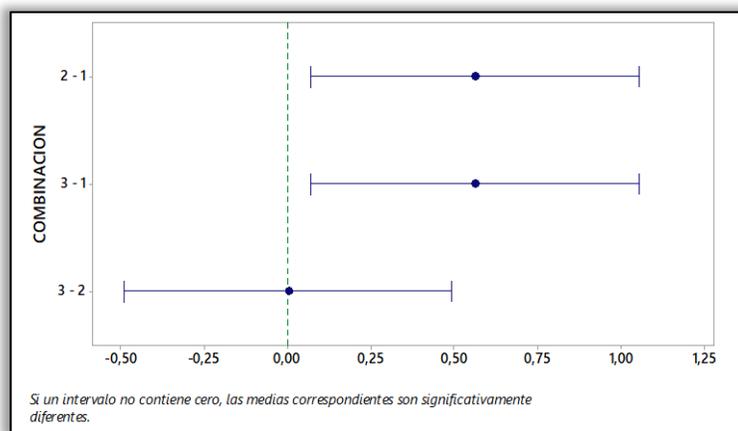
Tabla.35 *Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Textura*

COMBINACION	N	Media	Agrupación	
3	25	3,80	A	
2	25	3,80	A	
1	25	3,24		B
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35 se obtuvo las medias mediante el análisis estadístico realizado a los resultados del análisis de aceptación sensorial, donde N es el número total de evaluaciones de aceptación sensorial. Se observa que la combinación 2 y 3 obtuvieron igual aceptación con un promedio igual entre ambos de 3,80, la combinación 1 obtuvo la menor aceptación.

Gráfica.11 Diferencia de media para evaluación sensorial - Textura



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 11 se observa que mediante la prueba de tukey, las pruebas 2 y 3 son iguales estadísticamente, también se observa diferencia significativa entre las combinaciones 1-2 y 1-3.

4.2.3.2 Sabor

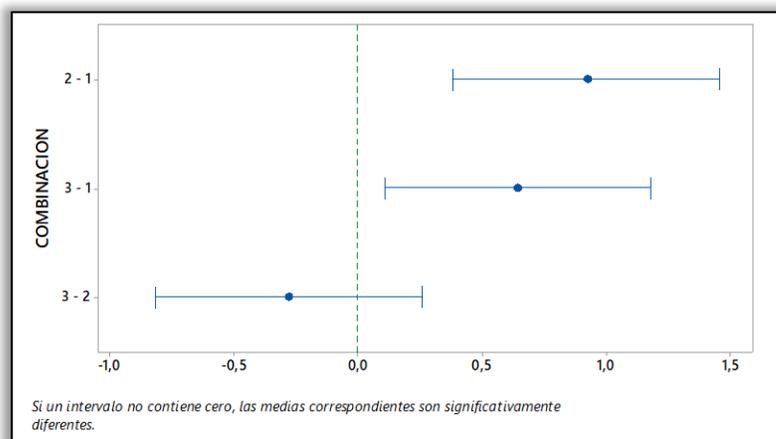
Tabla.36 Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Sabor

COMBINACION	N	Media	Agrupación	
2	25	3,96	A	
3	25	3,80	A	
1	25	3,04		B
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 36 se obtuvo las medias mediante el análisis estadístico realizado a los resultados del análisis de aceptación sensorial. Se observa que la combinación 2 obtuvo la mayor aceptación con un promedio 3,96, la combinación 3 obtuvo una aceptación menor pero similar a la anterior con un promedio de 3,80, la combinación 1 obtuvo la menor aceptación.

Gráfica.12 Diferencia de media para evaluación sensorial - Sabor



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 12 se observa que mediante la prueba de tukey, las pruebas 2 y 3 son iguales estadísticamente, también se observa diferencia significativa entre las combinaciones 1-2 y 1-3.

4.2.3.3 Color

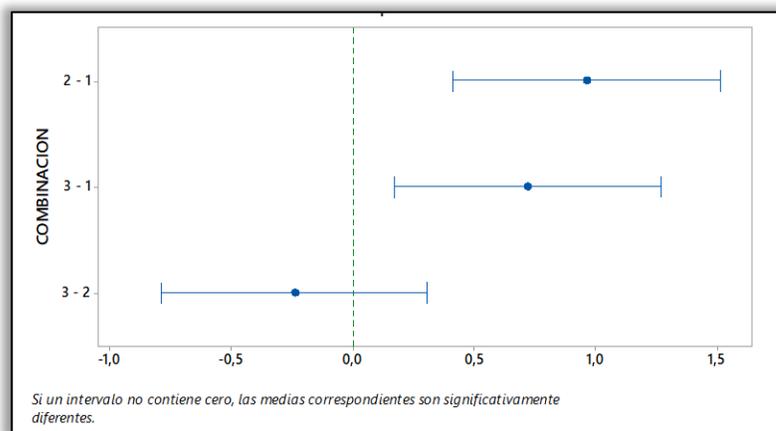
Tabla.37 Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Color

COMBINACION	N	Media	Agrupación	
2	25	3,96	A	
3	25	3,72	A	
1	25	3,00		B
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.				

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 37 se obtuvo las medias mediante el análisis estadístico realizado a los resultados del análisis de aceptación sensorial. Se observa que la combinación 2 obtuvo la mayor aceptación en el parámetro del color con un promedio 3,96, la combinación 3 obtuvo una aceptación menor pero similar a la anterior con un promedio de 3,72, la combinación 1 obtuvo la menor aceptación.

Gráfica.13 Diferencia de media para evaluación sensorial - Color



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 13 se observa que mediante la prueba de tukey, las pruebas 2 y 3 son iguales estadísticamente, también se observa diferencia significativa entre las combinaciones 1-2 y 1-3.

4.2.3.4 Olor

Tabla.38 Análisis de comparación con la prueba de Tukey – Olor

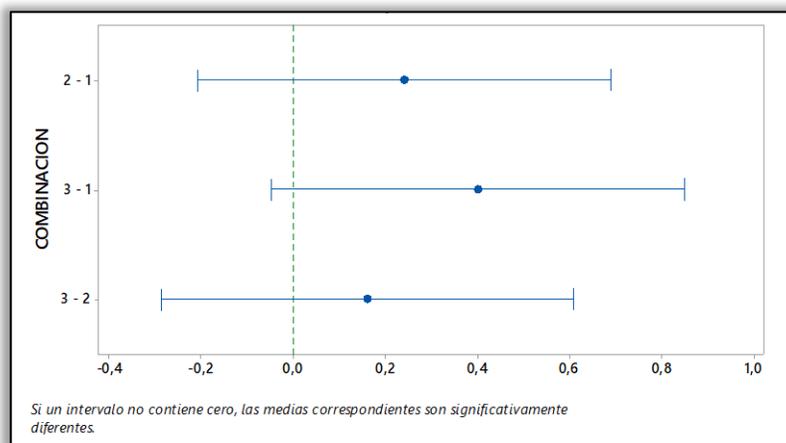
COMBINACION	N	Media	Agrupación
3	25	3,96	A
2	25	3,80	A
1	25	3,56	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 38 se obtuvo las medias mediante el análisis estadístico realizado a los resultados del análisis de aceptación sensorial. Se observa que la combinación 3 obtuvo la mayor aceptación en el parámetro del olor con un promedio 3,96, las combinaciones 1 y 2 obtuvieron una aceptación menor pero similar a la anterior con un promedio de 3,80 y 3,56 respectivamente.

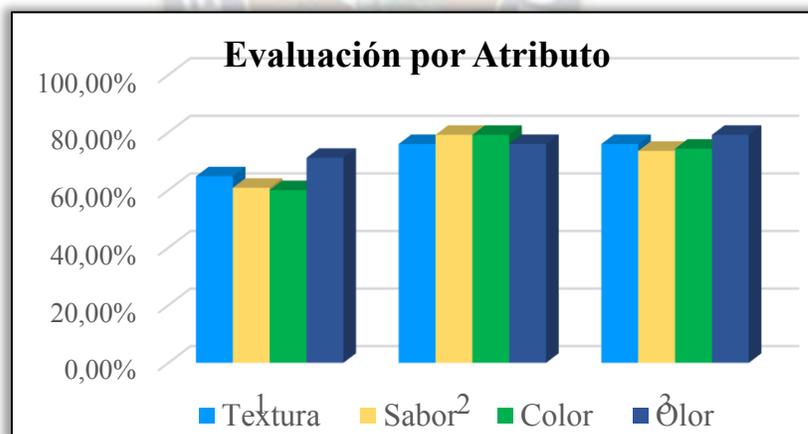
Gráfica.14 Diferencia de media para evaluación sensorial - Olor



Fuente: Elaboración propia

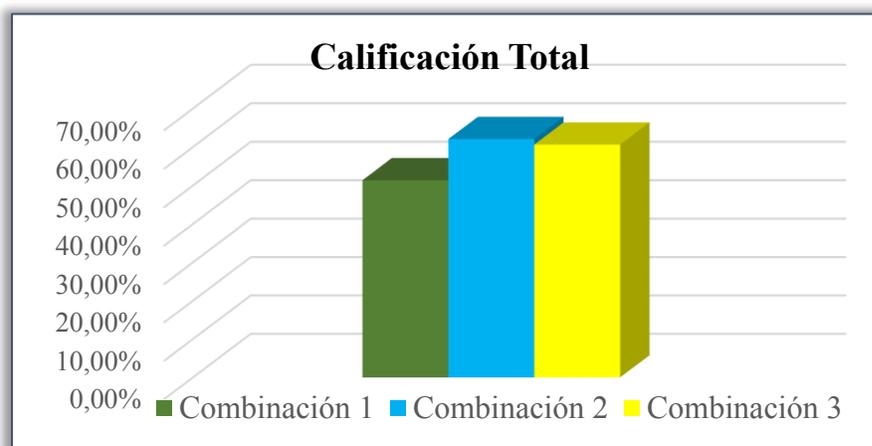
En la Gráfica 14 se observa que mediante la prueba de tukey, que las combinaciones 1,2 y 3 no presentan diferencias estadísticas en el parámetro de olor

Gráfica.15 Calificación por parámetros de las combinaciones



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 16 Calificación Global de las combinaciones



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 15 muestra la evaluación por atributos de las combinaciones, observando una mayor aceptabilidad de la formulación 2 y 3.

En la Gráfica 16 se observa la calificación del total de los parámetros para cada combinación estableciendo una mayor calificación para la formulación número 2.

4.2.3.5 Conclusiones del análisis de aceptación sensorial

Con lo realizado en la prueba de tukey se observa que en los parámetros de sabor y color la combinación 2 presenta una mayor aceptabilidad, en la textura las combinaciones 2 y 3 presentan la misma aceptación y el parámetro de olor se evidencia que estadísticamente no existe diferencia significativa entre las 3 combinaciones, pero la combinación 2 presenta un mejor promedio de calificación. La combinación 1 aunque posee la menor cantidad de humedad y valor pH entre el rango establecido, presenta la menor aceptación sensorial

En la calificación global de cada combinación se observa que la número 2 presenta mejor porcentaje, aunque la combinación 3 tiene un porcentaje menor, la diferencia entre ambas es pequeña. Por todo lo explicado se evidencia que existe similitudes entre las combinaciones 2 y 3, con diferencias en favor a la segunda.

Por todo lo expuesto se escogió la combinación 2 como la formulación final, por que presenta un valor de humedad intermedio dentro del rango, valor de pH aceptable y en general presenta una mayor aceptación sensorial que su similar. En la Tabla 39 se muestra la formulación

final de la crema de almendra con chocolate; por políticas de la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor ciertas cantidades varían con respecto a la receta original y no se especifica detalladamente algunos insumos por lo explicado.

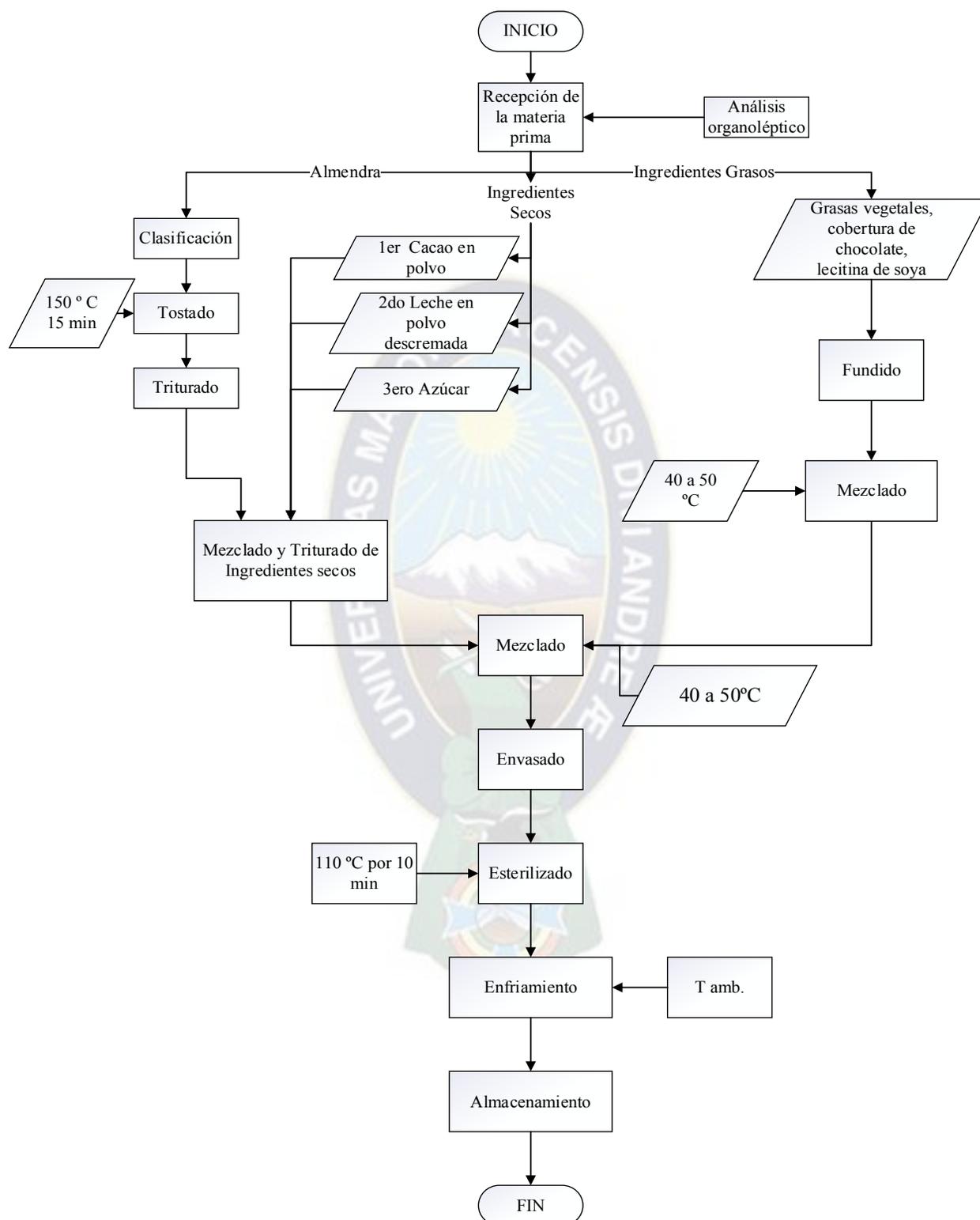
Tabla.39 Formulación final del producto

Ingrediente	Cantidad [g] /100g
Cobertura de Chocolate	14,5
Grasa Vegetal 1	13
Grasa vegetal 2	0,66
A*	0,3
B*	3
Leche en polvo descremada	5
Cacao en polvo	14,86
Almendra amazónica	24,48
Azúcar	25
Lecitina de soya	0,2
Acido ascórbico	0,001

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las formulaciones que son presentadas en el presente trabajo tienen variaciones en los ingredientes debido a la confidencialidad y políticas de propiedad de la Fábrica de Chocolates y Dulces Condor S.R.L. Además, se reserva los nombres de los ingredientes Grasa vegetal 1 y 2, además de los marcados con el símbolo *

Figura.19 Diagrama de Flujo para la formulación final



Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis fisicoquímico y microbiológico del producto final

4.3.1 Análisis fisicoquímico del producto final

Tabla.40 Resultado de Caracterización fisicoquímica del producto final

Parámetro	Unidad	Valor Obtenido	Método de Ensayo
Humedad	% m/m	1,48	NB 326012
Grasa	%	15,61	NB 992
Índice de peróxidos	meq O ₂ /Kg	0,97	NB 34009
Cenizas (b.s.)	%	1,75	NB 312053
Proteínas (b.s.)	%	7,01	NB 312053
pH	-	5,91	pH metro

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros fisicoquímicos grasa, índice de peróxidos se encuentra en los rangos establecidos por la normativa. Según la ley N° 775 de promoción de alimentos saludable de Bolivia establece las concentraciones baja, media o muy alta de grasas, azúcares añadidos y sodio; la crema de almendra con chocolate corresponde como un alimento con alto contenido en grasas y alto en azúcares añadidos, cuya especificación debería estar en el empaque de producto. Aunque comparadas con productos similares en el mercado (como ejemplo la Nutella), el producto obtenido contiene una menor cantidad de azúcares añadidos y grasas. A su vez el producto demuestra un aporte en el contenido de proteínas, lo cual es beneficioso para la salud. Los parámetros de Humedad y pH se hallaron de acuerdo al diseño de mezcla realizado.

4.3.2 Análisis microbiológico del producto final

Tabla.41 Resultado de análisis microbiológico del producto final

Parámetro	Unidad	Valor Obtenido	Método de Ensayo
Aerobios mesófilos	UFC/g	$2,5 \times 10^2$	NB 32003
Mohos y levaduras	UFC/g	$1,9 \times 10^1$	NB 32006
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$	NB 32005

Fuente: Elaboración propia

El chocolate en general, debido a su bajo contenido de agua, alto contenido en azúcar y presencia de grasa, es un alimento que presenta un ambiente menos favorable para el crecimiento microbiano en comparación con otros alimentos. Para el desarrollo de la crema de almendra con chocolate en la Tabla 41 se muestra los resultados del análisis microbiológico, con lo cual se determina que el producto muestra resultados dentro de los límites microbiológicos que no representan riesgo para la salud

4.4 Análisis de tiempo de vida útil

Con la metodología de tiempo de vida mediante pruebas aceleradas, en las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos de los análisis realizados promediados para el parámetro de Índice de peróxidos, se desarrolló el análisis en las temperaturas establecidas y los tiempos de análisis determinados.

Tabla.42 Datos Obtenidos del Índice de peróxidos en el tiempo

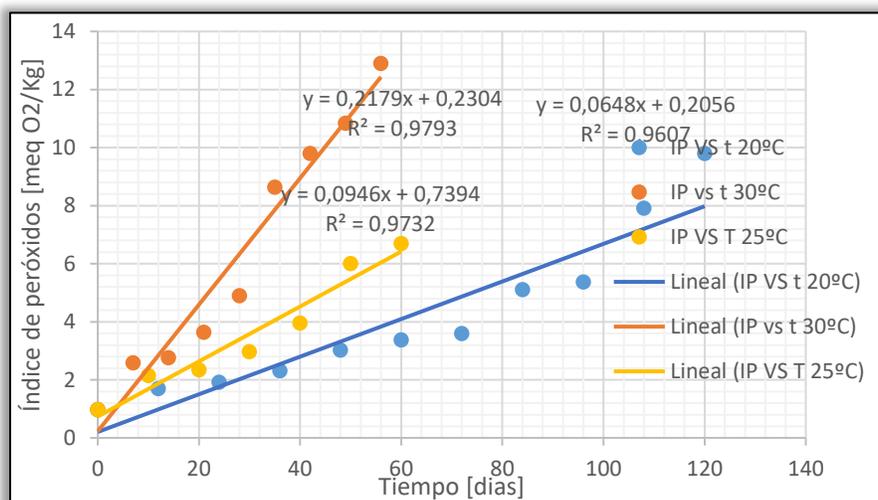
T= 20°C			T=25°C			T= 30°C		
Prueba	Días	IP promedio	Prueba	Día	IP	Prueba	Días	IP promedio
P0	0	0,97	P0	0	0,97	P0	0	0,97
P1	12	1,69	P1	10	2,14	P1	7	2,59
P2	24	1,92	P2	20	2,34	P2	14	2,75
P3	36	2,30	P3	30	3,00	P3	21	3,63
P4	48	3,02	P4	40	3,95	P4	28	4,89
P5	60	3,37	P5	50	5,99	P5	35	8,63
P6	72	3,59	P6	60	6,69	P6	42	9,79
P7	84	5,10				P7	49	10,83
P8	96	5,37				P8	56	12,89
P9	108	7,91						
P10	120	9,80						

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 42 se muestra que en las 3 temperaturas de estudio la autooxidación de las grasas se comporta de manera lineal en las primeras pruebas, incrementando ligeramente el índice de peróxidos entre ellas, cuando la rancidez llega a los límites establecidos por la normativa, la oxidación aumenta de manera repentina en el tiempo con un comportamiento distinto a las primeras pruebas. También se ha determinado que a un índice de peróxidos de 9 meq O₂/Kg se presenta un cambio notorio en las características sensoriales del producto, detectando características de un alimento rancio.

Según (Labuza, 1984;Pozo, 1992; Casp Vanaclocha & Abril Requena, 1999) establecen que en los alimentos con alto contenido de lípidos, las reacciones de oxidación obedecen a un comportamiento de orden cero.

Gráfica.17 Comportamiento del Índice peróxidos en el tiempo bajo un orden cero



Fuente: Elaboración Propia

En la Gráfica 17, se muestra el comportamiento de la rancidez en el tiempo, en el estudio a 30°C se evidencia a partir del día 28 se presenta un incremento acelerado en la oxidación de las grasas del producto, en el estudio a 25°C se evidencia el comportamiento expuesto a partir del día 50 y en el estudio a 20°C se evidencia el comportamiento expuesto a partir del día 96. Se ha evidenciado por el análisis de regresión lineal que efectivamente el comportamiento de las reacciones de oxidación de lípidos obedece a un comportamiento de orden cero, obteniendo los valores de coeficiente de correlación más cercanos a 1.

La ecuación que describe el índice de peróxidos en el tiempo es la siguiente:

$$\frac{d[IP]}{dt} = k[IP]^n$$

Donde: IP = valor del índice de peróxidos; t= tiempo; k= Constante de velocidad de reacción; n=orden de reacción

A n=0 la ecuación se desarrolla de la forma siguiente: $IP = IP_0 + kt$

Además, con el ajuste se ajuste se tiene:

$$IP_{20^{\circ}\text{C}} = 0,2056 + 0,0648t$$

$$IP_{25^{\circ}\text{C}} = 0,7394 + 0,0946t$$

$$IP_{30^{\circ}\text{C}} = 0,2304 + 0,2179t$$

Mediante el análisis estadístico se obtuvo los valores de constante de velocidad de reacción para cada temperatura de almacenamiento, esto se muestra en la Tabla 43:

Tabla.43 Constante de velocidad de reacción a cada temperatura

Temperatura [°C]	Constante de velocidad de reacción [k]
20	0,0648
25	0,0946
30	0,2179

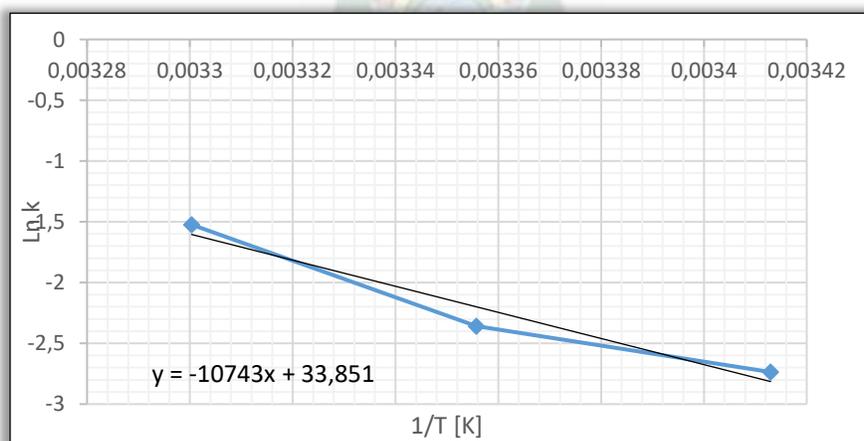
Fuente: Elaboración propia

La ecuación de Arrhenius se vuelve lineal de la siguiente forma:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{Ea}{RT}$$

Con los datos hallados de la constante de velocidad de reacción k a diferentes temperaturas se obtiene la siguiente gráfica

Gráfica.18 $\ln k$ vs $1/T$ [K]



Fuente: Elaboración propia

De la Gráfica 18 se obtiene la ecuación:

$$\ln k = 33,851 - 10743 * \frac{1}{T}$$

Según normativa establece que el chocolate y subproductos deben almacenarse a una temperatura de 15 °C o 288 K, para esta temperatura con la ecuación anterior el valor de k sería:

$$k_{15\text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,0317$$

Se reemplaza estos datos obtenidos en la ecuación de índice de peróxidos en función del tiempo a 15 °C:

$$IP_{15\text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,5408 + 0,0317t_{VUT}$$

Según la NB 34013 de Aceites y Grasas, establece que el valor máximo permitido de índice de peróxidos es de 5 meq O₂/Kg, por lo tanto, se encuentra en tiempo de vida útil a la temperatura de 15 °C

$$t_{\text{vida útil}} = 140,67 \text{ días} \cong 4,70 \text{ meses}$$

4.5 Estudio Económico

4.5.1 Cálculo de costo de producción

Para el análisis de costos de producción se analizan los costos de las materias primas, suministros e indirectos (mano de obra). En las siguientes tablas se muestran los costos mencionados.

Tabla.44 Costos de producción materia prima

Ingrediente	Costo/ 200g
Cobertura de Chocolate	0,74
Grasa Vegetal 1	0,61
Grasa vegetal 2	0,05
A*	0,01
B*	0,15
Leche en polvo descremada	0,257
Cacao en polvo	0,89
Almendra amazónica	2,32
Azúcar	0,42

Lecitina de soya	0,01
Acido ascórbico	-
TOTAL	5,490

Fuente: Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.

Tabla.45 Costos indirectos y de suministros

Suministro	Unidades	Costo	Precio/200g
Gas	Bs/m ³	0,51	0,038
Electricidad	Bs/Kwh	0,81	0,044
Agua	Bs/m ³	27	0,022
Envase	Bs/unidad	1	1
Costos indirectos Bs/200g		9,51	

Fuente: Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor S.R.L.

El costo para la elaboración de un envase de 200 g de crema de almendra con chocolate, es la suma de los costos de materia prima, suministro y costos indirectos (mano de obra).

$$\text{Costo total} = 16,3 \frac{\text{Bs}}{\text{envase de 200 g}}$$

El costo obtenido en comparación con otros productos similares en el mercado es justificado, considerando que el producto cuenta con mayor contenido de cacao y frutos secos(almendra).

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control comúnmente conocido por sus siglas en inglés (HACCP), es un sistema preventivo que asegura la inocuidad alimentaria. Tiene aplicación en la producción de alimentos, manipulación de materia primas entre otros. Detecta etapas del proceso que presentan peligros físicos, químicos y biológicos, también evalúa y detalla medidas correctivas como también de control. El Plan HACCP es un sistema que se basa en los siguientes siete principios:

Principio 1 - Realizar un Análisis de Peligros: Conlleva identificar y evaluar los peligros biológicos, químicos y físicos que se pueden presentar en cada etapa de producción del alimento.

Principio 2 - Determinar Puntos Críticos de Control (PCC): identificar las etapas en el proceso en los cuales se pueden realizar controles para prevenir, eliminar o reducir peligros.

Principio 3 - Establecer Límites Críticos (LC): Establecer límites que deben cumplirse en cada PCC con el fin de garantizar la seguridad alimentaria.

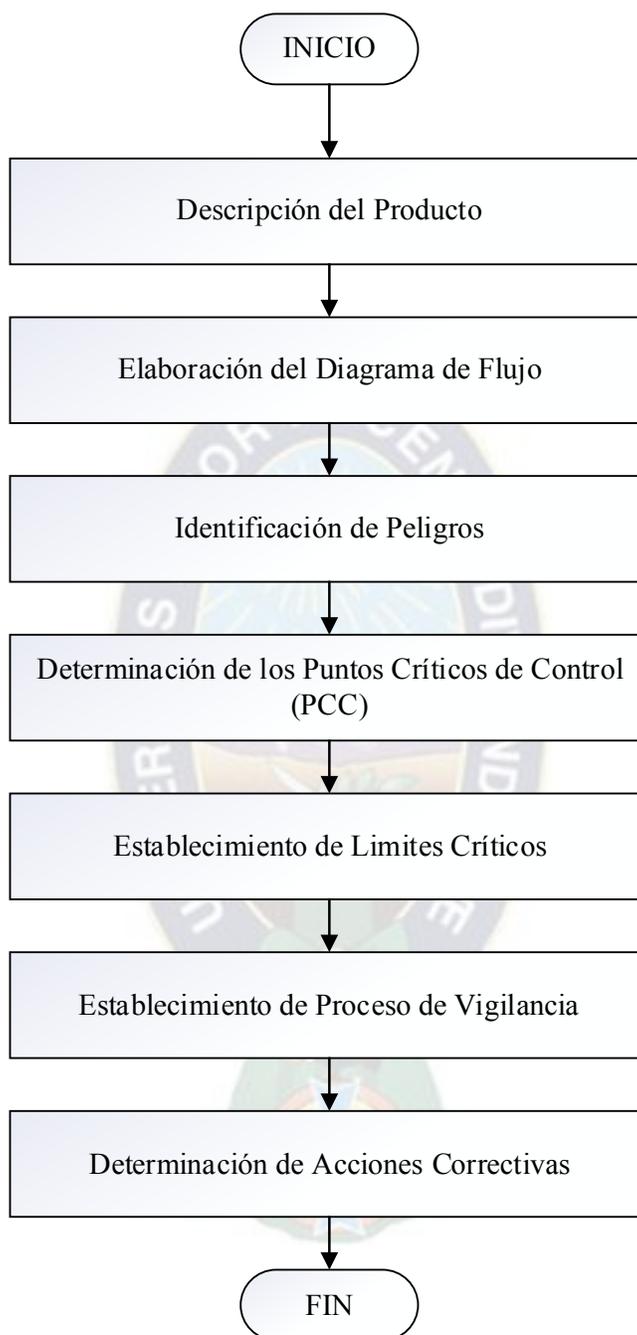
Principio 4 - Establecer un Sistema de Vigilancia: Determinar cómo se vigilará para asegurar el control del PCC.

Principio 5 - Establecer Medidas Correctivas: Detallar que acciones que deberán tomarse si un PCC no cumple con los límites críticos descritos.

Principio 6 – Establecer Procedimientos de Comprobación: Confirmar que el sistema empleado está funcionando de manera eficaz.

Principio 7 – Establecer Documentación y Registros: Establecer registros detallados de las verificaciones, límites críticos, acciones correctivas entre otros, para cada etapa del proceso.

Para las etapas del proceso de la formulación de la crema untable de almendra con chocolate se establece la secuencia para un Análisis de Peligros y Puntos Críticos en la en la Figura. 20.

Figura.20 Secuencia para el Plan HACCP

Fuente: Elaboración propia

5.1 Formación del equipo HACCP

El equipo HACCP estará conformado por el gerente general, encargado de producción, encargado de turno y los auxiliares de cada área.

5.2 Descripción del producto

El objetivo en esta etapa es describir de manera detallada al producto, características sensoriales, fisicoquímicas, microbiológicas, tiempo de vida, uso entre otros.

En la Tabla 46 se presenta todos los aspectos mencionados:

Tabla.46 Descripción del producto

NOMBRE DEL PRODUCTO	CREMA UNTABLE DE ALMENDRA CON CHOCOLATE	
DESCRIPCIÓN	Crema de almendra amazónica con chocolate. Con características untables y de color marrón oscuro.	
INGREDIENTES	Elaborada a base de almendra amazónica, cacao en polvo y cobertura de chocolate, combinada con distintas grasas vegetales, azúcar, leche en polvo descremada y emulsificante.	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS		
CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS		
Color	Marrón oscuro	
Olor	Característico a chocolates y almendra amazónica	
Textura	Pastosa	
Sabor	Característico a chocolates y almendra amazónica	
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS		
Humedad	1,48 %m/m	
Grasa	15,61 %	
Índice de peróxidos	0,97 meq O ₂ /Kg	
Cenizas	1,75 %	
Proteínas	7,01 %	
pH	5,91	
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS		
REQUISITO	UNIDAD	VALOR
Aerobios mesófilos	UFC/g	$2,5 \times 10^2$
Mohos y levaduras	UFC/g	$1,9 \times 10^1$
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$
USO PREVISTO	Consumo directo, público en general No se recomienda su consumo por personas alérgicas a los frutos secos.	

	No se recomienda su consumo por personas diabéticas. No se recomienda el consumo por menores de 4 años
ENVASE	Frasco de polipropileno con tapa
PRESENTACIÓN	200 g
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	Temperatura de almacenamiento: 15°C Humedad Relativa menor a: 60% Lugar de almacenamiento: Seco y fresco
VIDA ÚTIL	4,70 meses

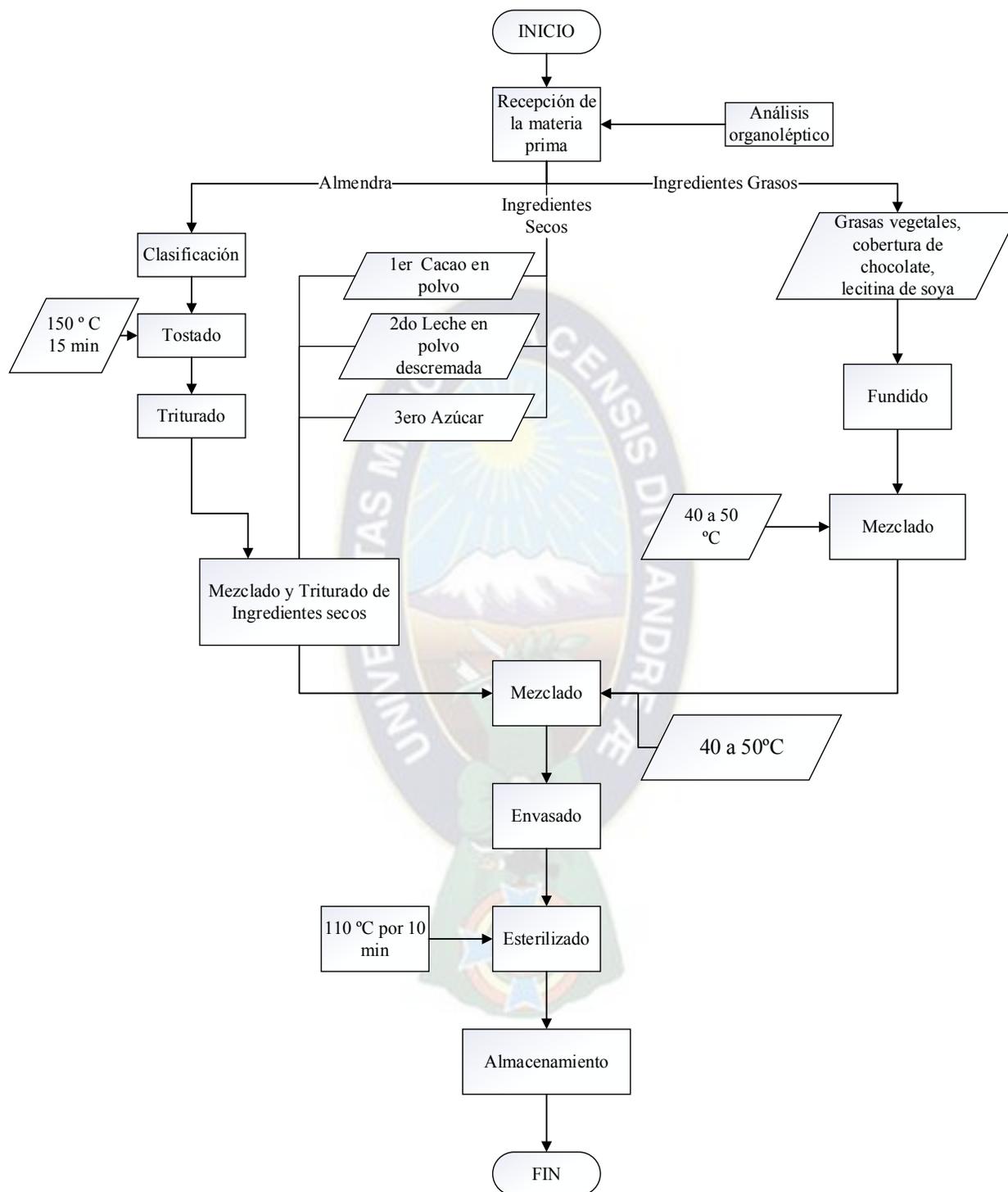
Fuente: Elaboración propia

5.3 Elaboración del Diagrama de Flujo

Esta etapa tiene el objetivo de describir de manera detallada el proceso de elaboración de la crema de almendra con chocolate, realizando el flujograma de proceso y la descripción de cada etapa del proceso.



Figura.21 Diagrama de flujo de la elaboración del producto



Fuente: Elaboración propia

Descripción de las Etapas del Proceso

- a) Recepción de materia prima: Se realiza la inspección de la materia prima, inspección de fechas de vencimiento, análisis organoléptico (color, olor y apariencia) y estas materias primas no debe presentar daño mecánico o algún agente externo.
- b) Clasificación de almendra: Se realiza un proceso de selección manual en base a los parámetros descritos en la Tabla 5.
- c) Tostado de almendras: El proceso adecuado a realizar es un tostado a 150 °C por 15 min, tiene el fin de dar un color oscuro o pardo y un sabor más apetecible. Se debe evitar a que se llegue a quemar la almendra o tostar demasiado debido a que presenta sabores no deseados.
- d) Triturado de almendras: Se realiza el procedimiento hasta obtener una pasta homogénea con la ayuda de un mortero de piedra o licuadora, se debe apreciar que las almendras liberen cierta cantidad de aceite.
- e) Mezclado de ingredientes secos: Una vez obtenida la pasta de almendras se procede a la mezcla y triturado con los ingredientes secos, se añade de manera separada, primeramente, la leche en polvo descremada, seguido del cacao en polvo y por último el azúcar. En cada adición se realiza el proceso de trituración con ayuda de un mortero, licuadora o procesadora.
- f) Fundido: Este procedimiento se efectúa en recipientes de acero inoxidable o vidrio, se realiza un calentamiento en baño maría con el fin de fundir los insumos y ayudar al posterior mezclado.
- g) Mezclado de ingredientes grasos: El proceso consiste en mezclar los ingredientes que son las grasas vegetales, cobertura de chocolate y lecitina de soya, el mezclado se realiza en recipientes de acero inoxidable o vidrio a una temperatura entre 40 a 50 °C en baño maría, hasta obtener una mezcla homogénea.
- h) Mezclado: Se realiza el mezclado en recipientes de vidrio o acero inoxidable, de ambos tipos de ingredientes a una temperatura de 40 °C para obtener la crema, se realiza hasta obtener una mezcla homogénea.
- i) Envasado: Se realiza en caliente a la temperatura de 40 a 50 °C, vidrio con tapa previamente esterilizado, de 200 g.

*En caso de que se tenga envases de plástico (estéril) primeramente se esterilizada la preparación de la crema en un envase de vidrio que se describe en el siguiente paso, luego se realiza el envasado previo enfriado de la crema hasta 40° C

j) Esterilizado: El procedimiento a realizar es un tratamiento térmico 110 °C por 10 minutos, esta etapa se realiza en una olla con rejilla, en este se sumergen en agua en ebullición los envases de vidrio con crema.

* En caso de ser envase plástico, primeramente, someter al mismo procedimiento el recipiente de vidrio con toda la crema untable, posteriormente enfriar a temperatura ambiente y envasar.

k) Enfriado: Se realiza el enfriado a temperatura ambiente, aproximadamente 1 a 2 horas.

l) Almacenamiento: se debe realizar en un ambiente limpio, seco a temperatura ambiente.

5.4 Análisis de Peligros

El objetivo del análisis de peligros es el de identificar, evaluar riesgos, ocurrencia de los peligros posibles en las etapas de la producción de un alimento. También justificar los puntos mencionados y describir posibles medidas preventivas para los peligros identificados.

En los siguientes puntos se detalla la metodología de cada etapa del análisis de peligros

5.4.1 Identificación de peligros

Este punto tiene el fin de identificar los peligros presentes en cada etapa del proceso del alimento, este proceso de evaluación va desde la recepción de insumos hasta el almacenamiento del producto obtenido. En la producción alimentaria se considera que el peligro conlleva agentes físicos, químicos y biológicos. Se considera estos 3 mencionados como los tipos de peligros que pueden presentar en las etapas de producción de la crema untable de almendra con chocolate, en la Tabla 47 se detalla la descripción y ejemplos de cada uno de estos.

Tabla.47 Tipos de Peligro en la producción alimentaria

Tipo de peligro	Descripción	Ejemplos
Peligro Químico	- Sustancias químicas indeseables que podrían convertirlo en un producto separado para el consumo.	Sustancias y productos no deseados: - Residuos de pesticidas, insecticidas, rodenticidas.

	<ul style="list-style-type: none"> - Estos tendrían que estar presentes en los componentes o contaminar el producto durante la producción, por ejemplo, debido al desplazamiento de soluciones químicas. - Concentraciones más altas de sustancias indeseadas también pueden convertirse en un peligro, haciendo que el producto se vuelva no seguro para el consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hormonas, antibióticas, residuos de aditivos y medicina veterinarias. - Metales pesados (arsénico, mercurio, plomo, cadmio), contaminación ambiental. - Micotoxinas - PCB's, dioxinas, productos de limpieza, residuos de minerales y ácidos. - Lubricantes, aceites minerales, sustancias auxiliares de producción. - Productos de degradación biológica - Criterios de la facción de la grasa.
Peligro biológico	<ul style="list-style-type: none"> - Relativo a la presencia de microorganismos indeseados. - Los microorganismos podrían causar contaminación o crecimiento debido a su presencia (natural), haciendo que el producto se vuelva no seguro para el consumo. - El consumo de estos productos podría en algunos casos, ocasionar infecciones por alimentos o envenenamiento por alimentos. - Nosotros podríamos distinguir los microorganismos vegetales, los microorganismos tóxicos (que producen toxinas) y los microorganismos que producen esporas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo veterinario (enfermedades de animales) - Organismos patógenos - Salmonella - Enterobacterias - Shiguella - Hongos
Peligro físico	<p>Cuerpos extraños que podrían estar presentes en los componentes o que podrían ingresar en los productos. Esto hace que el producto se vuelva no seguro para el consumo de los animales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vidrio - Plástico - Piezas de metales - Piedras - Pedazos de madera - Huesos

		- Elementos del empaque
--	--	-------------------------

Fuente: (GMP+ International, 2013)

En este punto es de suma importancia detallar y describir el peligro existente. En el análisis de peligros se especifica que tipo de peligro se presenta en cada etapa. Esto se realiza con el fin de ver las opciones de seguimiento y control para este peligro.

5.4.2 Evaluación de ocurrencia de peligros

Esta etapa en el análisis de peligros se evalúa la probabilidad de ocurrencia de que exista el peligro analizado en el insumo, proceso y producto terminado.

En la Tabla 48 se muestra la clasificación de la probabilidad de ocurrencia:

Tabla.48 Niveles de ocurrencia de peligros

Probabilidad de ocurrencia	Explicación
Bajo	Teóricamente posible, pero difícilmente ocurre en la práctica
Medio	Puede ocurrir, se sabe que ocurre con cierta frecuencia
Alto	Ocurre con frecuencia

Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Evaluación de gravedad de peligros

Es de gran importancia detallar el riesgo para la salud de cada peligro en caso de su existencia, por tal motivo en la Tabla 49 se establece criterios para de la clasificación de cada peligro posible.

Tabla.49 Clasificación de gravedad según el peligro

Peligro	Microorganismos SIN RIESGO directo para la salud	Microorganismos con RIESGO BAJO para la salud	Microorganismos con RIESGO MODERADO para la salud	Microorganismos con RIESGO ALTO para la salud
Biológico	<ul style="list-style-type: none"> - Aerobios mesófilos - Bacterias Heterotróficas - Mohos y levaduras - Levaduras osmófilas - Bacterias ácido lácticas - Microorganismos lipolíticos 	<ul style="list-style-type: none"> - Anaerobios sulfitos reductores - Enterobacterias 	<ul style="list-style-type: none"> - Staphylococcus aureus - Bacillus cereus - Clostridium perfringes - Coliformes totales - Escherichia coli 	<ul style="list-style-type: none"> - Salmonella spp - Listeria monocytogenes* - Escherichia coli 0157:H7 - Vibrio cholerae - Vibrio parahaemolyticus - Vibrio vulgificus - Pseudomonas aeruginosa - Clostridium botulinum - Salmonella typhi
Químico		<ul style="list-style-type: none"> - Químicos orgánicos - Desgrasantes orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Micotoxinas - Metales pesados - Aditivos químicos - Residuos de pesticidas y plaguicidas - Químicos veterinarios - Nitrosaminas - Químicos de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> - Toxina paralizante y amnésica de moluscos - Toxinas letales - Alérgenos
Físico	<ul style="list-style-type: none"> - Cabellos - Pelos - Resto de uñas - Fragmento de insectos - Cáscaras 	<ul style="list-style-type: none"> - Material extraño con tamaño <7 mm - Polvo - Tierra 	<ul style="list-style-type: none"> - Material extraño con tamaño <7 mm - Restos de: pabilos, telas y plásticos flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Material extraño con tamaño <7 mm - Restos de: Vidrios, madera, metales, huesos y plásticos duros

Fuente: (Palga Mejía, 2022)

El análisis de peligros para la formulación de la crema untable de almendra con chocolate se divide en 2 secciones, una parte dedicada a los insumos utilizados en la elaboración y otra que evalúa las etapas de la elaboración de la crema.

La Tabla 50 y 51 muestra la metodología de análisis de peligros con los puntos mencionados anteriormente además posibles medidas correctivas que se podrían emplear.



Tabla.50 Análisis de Peligros en la materia prima o insumos

PRODUCTO	PELIGRO	OCURENCIA	GRAVEDAD PARA LA SALUD	SIGNIFICANCIA	JUSTIFICACIÓN	MEDIDAS PREVENTIVAS
Cacao en polvo	F: Presencia de materiales extraños; que pueden incluir polvo, cabellos pedazos de plástico.	BAJA	Riesgo bajo	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, primeramente, porque el proveedor garantiza la calidad de los granos de cacao, segundo en los procedimientos previo para la obtención del producto, se realiza una selección en caso de presencia de partículas extrañas y en la obtención de cacao en polvo se realiza un tamizado para evitar partículas extrañas. A su vez por todo lo expuesto el peligro no se considera significativo	- Buenas prácticas de manufactura (BPM)
	Q: Presencia de metales pesados como: Plomo, cadmio	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja por que el proveedor garantiza la calidad de los granos de cacao. Tiene significancia ya que al ser un riesgo para la salud moderado por que puede causar dolores de cabeza,	- Control de calidad en la recepción de materia prima - Evaluación de proveedores y

					fatiga, presión arterial, problemas digestivos entre otros.	exigencia de certificados que aseguren la inocuidad.
	B: Presencia de salmonella spp	BAJA	Riesgo alto	Si	La probabilidad de ocurrencia es baja, debido a que en procedimientos previos para la obtención del producto se realiza el tostado en un área aislada de los demás procesos productivos, para evitar la presencia de este peligro. El peligro genera significancia en la inocuidad del alimento ya que no se puede eliminar en el producto obtenido, el riesgo en la salud es alto por que causa dolores de cabeza, cólicos, diarrea, vómitos, nauseas entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Control en la temperatura y tiempo de tostado de cacao - El área de tostado los operadores deben usar vestimenta exclusiva para el área, debiendo dejar la vestimenta en el área al salir de esta. - Capacitación al personal
Almendra amazónica	F: Presencia de material extraño: cascaras, tierra, fragmentos de insectos, plásticos.	BAJA	Riesgo bajo	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto, además se presenta un riesgo bajo por que se realiza una selección antes del procesamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de proveedores. - Control de calidad y selección en la recepción de materia prima

	Q: Presencia de aflatoxinas por encima de límites establecidos	MEDIA	Riesgo moderado	Si	La probabilidad de ocurrencia es media ya que el proveedor no certifica con análisis la presencia de la micotoxina. El peligro genera significancia en la inocuidad del alimento ya que no se puede eliminar por completo si existe la presencia. Se tiene un riesgo moderado en la salud por que puede producir toxicidad crónica por el consumo en tiempos prolongados, aunque sean pequeñas cantidades, genera enfermedad renal progresiva. Posible formación de tumores en el tracto digestivo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Exigir certificación al proveedor - Realizar análisis periódicos para evaluar la presencia del peligro.
	B: Presencia de E. coli Presencia de mohos y levaduras	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto. Además, que el producto obtenido pasa por un proceso de esterilización. El riesgo a la salud puede producir, cólicos, diarreas, fiebre, vómitos entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Exigir certificación al proveedor
Grasa Vegetal 1	F: Presencia de material extraño: plásticos, fibras.	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto	<ul style="list-style-type: none"> - Control de calidad en la recepción de materia prima.

	Q: Posibles residuos de solvente. Contaminación por metales pesados.	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto. Tiene significancia ya que al ser un riesgo para la salud moderado por que puede causar dolores de cabeza, fatiga, presión arterial, problemas digestivos entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Exigir certificación al proveedor
	B: Presencia de mohos y levaduras	BAJA	Sin riesgo	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto. Además, que el producto obtenido pasa por un proceso de esterilización.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Exigir certificación al proveedor
Grasa Vegetal 2	F: Presencia de material extraño: plásticos, fibras	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto	- Control de calidad en la recepción de materia prima.
	Q: Posibles residuos de solvente. Contaminación por metales pesados.	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto. Tiene significancia ya que al ser un riesgo para la salud moderado por que puede causar dolores de cabeza, fatiga, presión arterial, problemas digestivos entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Exigir certificación al proveedor

	B: Presencia de mohos y levaduras	BAJA	Sin riesgo	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto. Además, que el producto obtenido pasa por un proceso de esterilización.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Exigir certificación al proveedor
Azúcar	F: Presencia de material extraño: plásticos o restos de envase	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del producto	<ul style="list-style-type: none"> - Control de calidad en la recepción de materia prima
	Q: Presencia de dióxido de azufre	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, ya que no se presenta con frecuencia, de igual manera es por ese motivo que presenta significancia. En caso de presentarse presenta riesgos para salud y produce dolor de cabeza, vómitos, náuseas entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Exigir certificación al proveedor - Control de calidad en la recepción de materia prima
	B: No se encontró peligros					
Leche en polvo descremada	F: Presencia de materiales extraños; que pueden incluir polvo, cabellos pedazos de plástico.	BAJA	Riesgo bajo	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, primeramente, porque el proveedor garantiza la calidad del insumo, A su vez por todo lo expuesto el peligro no se considera significativo	<ul style="list-style-type: none"> - Buenas prácticas de manufactura (BPM)

	Q: Presencia de antibióticos provenientes del ganado	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, primeramente, porque el proveedor garantiza la calidad del insumo. El riesgo en la salud es moderado por que puede producir alergias, alteración en la flora intestinal.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Solicitud de certificación de inocuidad al proveedor
	B: Presencia de E. coli Presencia de mohos y levaduras	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que el proveedor garantiza la calidad del insumo. Además, que el producto obtenido pasa por un proceso de esterilización. El riesgo a la salud puede producir, cólicos, diarreas, fiebre, vómitos entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Solicitud de certificación de inocuidad al proveedor
	F: No se encontró peligros					
Lecitina de soya	Q: Presencia de Alérgenos	BAJA	Riesgo alto	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que el producto contiene una mínima cantidad de soja y se incorpora en pequeña cantidad al producto final. La gravedad es alta debido a que causa rinitis, secreción nasal, diarrea, vómitos, náuseas, calambres estomacales.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación y selección de proveedores. - Solicitud de certificación de inocuidad al proveedor
	B: No se encontró peligros					

Fuente Elaboración Propia

Tabla.51 Análisis de Peligros en el proceso de elaboración de la crema de almendra con chocolate

ETAPA DEL PROCESO	PELIGRO	OCURRENCIA	GRAVEDAD PARA LA SALUD	SIGNIFICANCIA	JUSTIFICACIÓN	MEDIDAS PREVENTIVAS
Tostado	F: Presencia de materiales extraños; que pueden incluir restos de metal	BAJA	Riesgo alto	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, debido a que el proceso no es abrasivo para el material donde se realiza el tostado. Tiene riesgo alto para la salud ya que podría generar intoxicación, problemas digestivos, vómitos entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de la maquina antes de empezar el proceso. - Programación periódica de mantenimiento.
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que se trata de realizar un correcto procedimiento de limpieza. Esta etapa es de riesgo moderado para la salud ya que produciría náuseas, vómitos, diarreas, dolor estomacal, irritación	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de la maquina antes de empezar el proceso.

					en el tracto intestinal entre otros.	
	B: Presencia de E. coli	BAJA	Riesgo moderado	Si	La probabilidad de ocurrencia es baja porque se alcanza temperaturas altas en la etapa. En la salud genera riesgos moderados porque produciría infecciones estomacales, vómitos, diarrea entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Control en la temperatura y tiempo de tostado. - Control de limpieza en la máquina
Triturado de almendras	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos	BAJA	Riesgo bajo	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, además se presenta un riesgo bajo por que se realiza la revisión en el procesamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Buenas prácticas de manufactura (BPM)
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que se trata de realizar un correcto procedimiento de limpieza. Esta etapa es de riesgo moderado para la salud ya que produciría náuseas, vómitos, diarreas, dolor estomacal, irritación en el tracto intestinal entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación antes de empezar el proceso.

	B: Presencia de E. coli	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que no la manipulación es mínima. Además, que el producto obtenido pasa por un proceso de esterilización. El riesgo a la salud puede producir, cólicos, diarreas, fiebre, vómitos entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Control de limpieza en la máquina. - Adecuado uso de BPM
Mezclado y triturado de ingredientes secos	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos.	BAJA	Riesgo bajo	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, además se presenta un riesgo bajo por que se realiza la revisión en el procesamiento.	Buenas prácticas de manufactura (BPM)
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que se trata de realizar un correcto procedimiento de limpieza. Esta etapa es de riesgo moderado para la salud ya que produciría náuseas, vómitos, diarreas, dolor estomacal, irritación en el tracto intestinal entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación antes de empezar el proceso.

	B: Presencia de E. coli	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que la manipulación es mínima. El riesgo a la salud puede producir, cólicos, diarreas, fiebre, vómitos entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Control de limpieza en la máquina. - Adecuado uso de BPM
Mezclado de ingredientes Grasos	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos, restos de metal	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, además se presenta un riesgo bajo por que se realiza la revisión en el procesamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Control de limpieza y desinfección. - Buenas prácticas de manufactura (BPM)
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que se trata de realizar un correcto procedimiento de limpieza. Esta etapa es de riesgo moderado para la salud ya que produciría náuseas, vómitos, diarreas, dolor estomacal, irritación en el tracto intestinal entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación antes de empezar el proceso.
	B: Presencia de E. coli	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que la manipulación es mínima.	<ul style="list-style-type: none"> - Control de limpieza en la máquina. - Adecuado uso de BPM

					El riesgo a la salud puede producir, cólicos, diarreas, fiebre, vómitos entre otros	
Mezclado	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos, restos de metal	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, además se presenta un riesgo bajo por que se realiza la revisión en el procesamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Control de limpieza y desinfección. - Buenas prácticas de manufactura (BPM).
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que se trata de realizar un correcto procedimiento de limpieza. Esta etapa es de riesgo moderado para la salud ya que produciría náuseas, vómitos, diarreas, dolor estomacal, irritación en el tracto intestinal entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación antes de empezar el proceso.
	B: Presencia de E. coli	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja ya que la manipulación es mínima. El riesgo a la salud puede producir, cólicos, diarreas, fiebre, vómitos entre otros	<ul style="list-style-type: none"> - Control de limpieza en la máquina. - Adecuado uso de BPM

Envasado	F: Presencia de material extraño: plásticos, vidrio	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja, además se presenta un riesgo bajo por que se realiza la revisión en el procesamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Control y selección de frascos. - Control en la desinfección de envases
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que se trata de realizar un correcto procedimiento de limpieza. Esta etapa es de riesgo moderado para la salud ya que produciría náuseas, vómitos, diarreas, dolor estomacal, irritación en el tracto intestinal entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación antes de empezar el proceso.
Esterilizado	F: no se presentó peligro					
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	BAJA	Riesgo moderado	No	La probabilidad de ocurrencia es baja debido a que se trata de realizar un correcto procedimiento de limpieza. Esta etapa es de riesgo moderado para la salud ya que produciría náuseas, vómitos, diarreas,	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación antes de empezar el proceso.

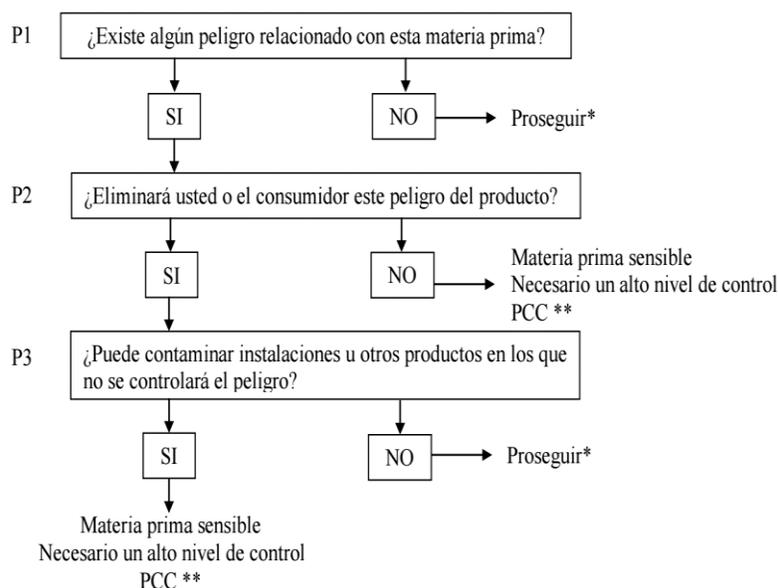
					dolor estomacal, irritación en el tracto intestinal entre otros.	
	B: Supervivencia de E. coli, clostridium botulidium, mohos y levaduras	MEDIA	Riesgo moderado	Si	La probabilidad de ocurrencia es media por qué sino se cumple la temperatura y tiempo puede existir crecimiento microbiano. El riesgo a la salud puede producir, cólicos, diarreas, fiebre, vómitos entre otros	- Control en la temperatura y tiempo de esterilizado. Control de limpieza
Almacenamiento	F: No se presentan peligros					
	Q: No se presentan peligros					
	B: Crecimiento microbiano, por aumento de la temperatura	BAJA	Riesgo bajo	Si	La probabilidad es baja debido a que al almacenamiento es en un lugar fresco, a temperatura ambiente	- Control en la temperatura en el área de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

5.5 Determinación de puntos críticos de control (PCC)

Una vez determinados los posibles peligros en la materia prima y etapas del proceso, se establece cuáles de los peligros determinados se consideran puntos críticos de control (PCC). La evaluación de cada peligro se realiza a través de un árbol de decisiones para materias primas y etapas del proceso, esta metodología se muestra en la Figura 22 y Figura 23, con las preguntas mostradas se determina los PCC.

Figura.22 *Árbol de decisiones para la determinación de PCC en las materias primas*

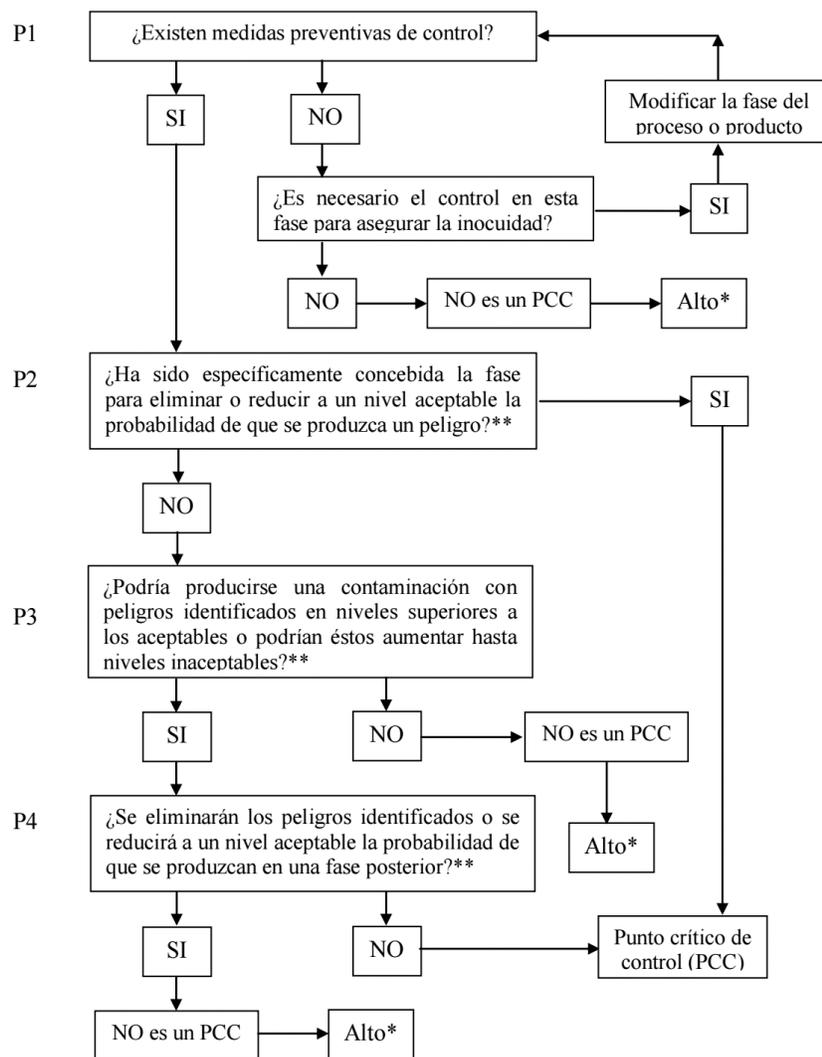


Fuente: (Mortimore & Wallace, 2001)

* Proseguir con la siguiente materia prima.

** Una vez realizado el análisis de peligro, probablemente se determina que esta materia prima se debe considerar como un PCC.

Figura.23 *Árbol de decisiones para la determinación de PCC en las etapas del proceso*



Fuente: (Mortimore & Wallace, 2001)

* Proseguir al siguiente

** Es necesario definir los niveles aceptables

Tabla.52 Identificación de PCC's en la materia prima

INSUMO	PELIGROS	IDENTIFICACIÓN DE PCC				N° DE PCC
		P1	P2	P3	PCC	
Cacao en polvo	F: Presencia de materiales extraños; que pueden incluir polvo, cabellos pedazos de plástico.	SI	SI	NO	-	-
	Q: Presencia de metales pesados como: Plomo, cadmio	SI	SI	NO	-	-
	B: Presencia de salmonella spp	NO	-	-	-	-
Almendra amazónica	F: Presencia de material extraño: cascara, tierra, fragmentos de insectos, plásticos.	SI	SI	NO	-	-
	Q: Presencia de aflatoxinas por encima de límites establecidos	SI	NO	-	-	PC1
	B: Presencia de E. coli Presencia de mohos y levaduras	SI	SI	NO	-	-
Grasa Vegetal 1	F: Presencia de material extraño: plásticos, fibras.	SI	SI	NO	-	-
	Q: Posibles residuos de solvente. Contaminación por metales pesados.	SI	SI	NO	-	-
	B: Presencia de mohos y levaduras	SI	SI	NO	-	-
Grasa Vegetal 2	F: Presencia de material extraño: plásticos, fibras	SI	SI	NO	-	-
	Q: Posibles residuos de solvente. Contaminación por metales pesados.	SI	SI	NO	-	-
	B: Presencia de mohos y levaduras	SI	SI	NO	-	-
Azúcar	F: Presencia de material extraño: plásticos o restos de envase	SI	SI	NO	-	-
	Q: Presencia de dióxido de azufre	SI	SI	NO	-	-

Leche en polvo descremada	F: Presencia de materiales extraños; que pueden incluir polvo, cabellos pedazos de plástico.	SI	SI	NO	-	-
	Q: Presencia de antibióticos provenientes del ganado	SI	SI	NO	-	-
	B: Presencia de E. coli Presencia de mohos y levaduras	SI	SI	NO	-	-
Lecitina de soya	Q: Presencia de Alérgenos	SI	SI	NO	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla.53 Identificación de PCC's en la elaboración de la crema de almendra con chocolate

PROCESO	PELIGRO	IDENTIFICACIÓN DE PCC					Nº DE PCC
		P1	P2	P3	P4	PCC	
Tostado	F: Presencia de materiales extraños; que pueden incluir restos de metal	SI	NO	NO	-	-	-
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	SI	NO	NO	-	-	-
	B: Presencia de E. coli	SI	NO	SI	SI	-	-
Triturado de almendras	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos	SI	NO	NO	-	-	-
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	SI	NO	NO	-	-	-
	B: Presencia de E. coli	SI	NO	SI	SI	-	-
Mezclado y triturado de ingredientes secos	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos.	SI	NO	NO	-	-	-
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	SI	NO	NO	-	-	-
	B: Presencia de E. coli	SI	NO	SI	SI	-	-

Mezclado de ingredientes Grasos	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos, restos de metal	SI	NO	NO	-	-	-
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	SI	NO	NO	-	-	-
	B: Presencia de E. coli	SI	NO	SI	SI	-	-
Mezclado	F: Presencia de material extraño: polvo, plásticos, restos de metal	SI	NO	NO	-	-	-
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	SI	NO	NO	-	-	-
	B: Presencia de E. coli	SI	NO	SI	SI	-	-
Envasado	F: Presencia de material extraño: plásticos, vidrio	SI	NO	NO	-	-	-
	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	SI	NO	NO	-	-	-
Esterilizado	Q: Presencia de restos de agentes de limpieza o desinfectantes	SI	NO	NO	-	-	-
	B: Supervivencia de E. coli, mohos y levaduras	SI	SI	-	-	-	PCC2
Almacenamiento	B: Crecimiento microbiano E. coli., por aumento de la temperatura	SI	NO	SI	SI	-	-

Fuente: Elaboración propia

5.6 Establecimiento de límites críticos

Una vez establecidos los puntos críticos de control a través del árbol de decisión, la siguiente etapa es de establecer límites críticos de rechazo, que determina la aceptabilidad o no del producto. Además, en esta sección se establece medidas de control en la materia prima y la etapa del proceso

Para el caso de la crema de almendra de chocolate se determinarán estos límites en base a la Norma boliviana y parámetros especificados teóricamente.

Tabla.54 Establecimiento de límites críticos

INSUMO	PELIGRO	LIMITE CRITICO	MEDIDAS DE CONTROL
Almendra amazónica	Q: Presencia de aflatoxinas por encima de límites establecidos	Aflatoxina B1 \leq 5ppb Aflatoxinas totales \leq 20ppb	- Solicitud de certificación que garantice inocuidad del insumo. -Análisis de aflatoxinas totales NB320023
PROCESO	PELIGRO	LIMITE CRITICO	MEDIDAS DE CONTROL
Esterilización	B: Supervivencia de E. coli, mohos y levaduras	Variables del proceso T=110 °C; t= 10 min	- Control de temperatura y tiempo. -Análisis microbiológico

Fuente: Elaboración propia

5.7 Establecimiento de proceso de vigilancia

Determinados los PCC y límites críticos para el proceso de elaboración de la crema de almendra con chocolate, es correcto en esta etapa elabora un programa de vigilancia con los peligros considerados.

5.8 Determinación de acciones correctivas

Establecidos los límites críticos se debe determinar acciones que corrijan en caso de que se superan los valores críticos. Estas acciones deben presentar medidas para el lote o unidad que incumpla los valores establecidos.

Tabla.55 Proceso de Vigilancia y Medidas Correctivas para el producto.

INSUMO	LIMITE CRITICO	QUÉ	DÓNDE	CÓMO	CUANDO	QUIÉN	MEDIDAS CORRECTIVAS
Almendra amazónica	Aflatoxinas: B1 \leq 5ppb Totales \leq 20ppb	Control de cantidad de aflatoxinas	Almacén	Certificación del parámetro por parte del proveedor. De no ser el caso realizar el análisis de aflatoxinas totales	Recepción del insumo	Encargado de recepción de materia prima	En caso de que el nivel de aflatoxinas sea superior al establecido, se debe: - Separar el lote de materia prima, hablar con el proveedor para acordar un posible cambio. - En caso de no obtener el cambio, se debe evaluar la opción de otro proveedor.
PROCESO	LIMITE CRITICO	QUÉ	DÓNDE	CÓMO	CUANDO	QUIÉN	MEDIDAS CORRECTIVAS
Esterilización	T=110 °C	Temperatura	Sala de proceso	Verificar la temperatura con un termómetro digital.	Cada lote producido	Encargado del proceso	En caso de que no se controle el tiempo y temperatura se debe: - Separar el lote de producto obtenido, volver a realizar la etapa de esterilizado. - En caso de que ya se envaso el producto, realizar un análisis microbiológico, si incumple la normativa desechar el lote
	t= 10 min	Tiempo		Verificar el tiempo con el uso de un cronometro			
Fuente: Elaboración propia							

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Culminada la presente investigación para la “FORMULACIÓN DE UNA CREMA DE ALMENDRA (*Bertholletia excelsa*) CON CHOCOLATE EN LA FÁBRICA DE CHOCOLATES Y DULCES CÓNDOR S.R.L, se ha cumplido el estudio obteniendo la fórmula del producto y se llega a las siguientes conclusiones:

- Caracterización de la materia prima

En la sección 4.1 se logra obtener la caracterización fisicoquímica y organolépticas de la materia prima empleada en la formulación del producto, se ha empleado de referencia las Normas Bolivianas para cada uno de las materias primas en el estudio de la formulación del producto. Se caracterizo los ingredientes: Cacao en polvo, Almendra amazónica, Grasas vegetales, Leche descremada en polvo.

Los insumos Cacao en polvo, Almendra, Grasas vegetales y Leche descremada cumplen el contenido de humedad, siendo materias primas aptas para la elaboración del producto.

La almendra amazónica o castaña fue analizada organolépticamente, fisicoquímicamente mediante los parámetros de Humedad, acidez, índice de peróxidos y contenido de aflatoxinas totales. Cumpliendo parámetros de apariencia, textura, color y olor del fruto seco. Los parámetros fisicoquímicos están dentro de los rangos teóricos. El contenido de aflatoxinas totales en la almendra que es un parámetro importante en la inocuidad del producto debido a sus afecciones en la salud humana, cumple con los estándares marcados según la Norma Boliviana.

- Establecer las mejores proporciones de mezcla para preparación del producto utilizando el diseño experimental.

En la sección 4.2 en base a las formulaciones preliminares se determinó condiciones adecuadas para el proceso, se obtuvo mediante la metodología de prueba y error formulaciones con mayor aceptación sensorial dentro de la Fábrica de chocolates y dulces Cóndor, además se determinó los insumos que se mantenían constantes y aquellos que variaban entre formulaciones y que podrían afectar en las variables de estudio (humedad, pH y capacidad de extensión), siendo

ellos la grasa vegetal 2, contenido de almendra y cacao en polvo. Teniendo estos 2 últimos rangos establecidos en la Norma Boliviana. Con todo lo explicado se fijó a 60 g/100g la suma de cantidades de Leche en polvo descremada, azúcar, lecitina de soya, grasa vegetal 1, cobertura de chocolate y a 40 % la suma de cantidades de almendras, cacao en polvo y Grasa vegetal 2, obteniendo niveles para el diseño experimental estos últimos ingredientes y utilizando la grasa vegetal 2 como insumo de ajuste.

Se obtuvo 9 combinaciones a través del programa Minitab para el estudio de las 3 variables ya descritas. El contenido de humedad tenía mayor incremento con el aumento de la cantidad de grasa vegetal 2, el valor del pH se mantiene sin mucha variabilidad en los tratamientos, para la capacidad de extensión, a través del diseño experimental se establece que ha mayor cantidad de Grasa vegetal 2 y contenido de almendras presenta un aumento en la capacidad de extender el producto en una superficie. Mediante el diseño de mezcla y metodología de superficie de respuesta se obtuvo 3 combinaciones adecuadas de estos 3 ingredientes que cumplen con los rangos de las variables de estudio.

- Evaluación de aceptación sensorial del producto

En la sección 4.2.3 con un análisis de aceptación sensorial se estudió las 3 formulaciones encontradas con el diseño experimental, mediante 25 panelistas no calificados, se obtuvo la formulación con mayor aceptación siendo esta la formulación final del producto que se describe en la Tabla 39.

- Caracterización del producto final.

Se ha realizado la caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto final obteniendo resultados en la sección 4.3, los valores hallados están dentro de los rangos establecidos teóricamente por la Norma Boliviana 326006 Chocolate y productos del chocolate. El producto tiene un contenido en azúcares añadidos de 25%, un aporte de proteínas del 7,01% y un porcentaje de grasa es del 15,61%, siendo relativamente mayor el contenido de proteínas respecto a productos similares en el mercado. Aun así, Según la ley N° 775 de promoción de alimentos saludable en Bolivia, el producto es alto en azúcares añadidos y grasas.

- Estudio de tiempo de vida útil

En la sección 4.4 se determinó el tiempo de vida de anaquel del producto en base al enranciamiento del producto mediante la medición del índice de peróxidos exponiendo la muestra a las temperaturas de 20, 25 y 30°C, se empleó del antioxidante (ácido ascórbico) en el producto, el resultado es que el producto tiene una vida útil de 4,70 meses hasta alcanzar el valor de 5mEq O₂/Kg descrito en la NB 34013 de Aceites y grasas. Además, se observó que el producto presenta características sensoriales de un producto rancio hasta alcanzar aproximadamente los 9 mEq O₂/Kg, aunque esta variable es muy subjetiva a cada persona.

- Determinación de costos preliminares de producción

En la sección 4.5 se muestra los costos preliminares para la producción de la crema de almendra con chocolate. Obteniendo un costo de 16,3 Bs/ envase de 200 g.

- Análisis de peligro y puntos críticos de control.

En el Capítulo V se realizó un Plan HACCP, obteniendo los puntos críticos de control que son el contenido de aflatoxinas en la materia prima almendra amazónica y el esterilizado en el proceso de elaboración de la crema untada de almendra con chocolate, que deberían ser controlados de manera estricta si se da una posible producción industrial en la Fábrica de Chocolates y Dulces Cóndor

La formulación determinada no debería tener cambios significativos en los parámetros físicoquímicos, cuando se realice la repetición a escala industrial en la Fábrica de Chocolates y Dulces Condor.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de la combinación TBHQ como antioxidante y ácido ascórbico como agente secuestrante, el TBHQ es un antioxidante de uso adecuado para la oxidación de grasas y aceite. No se pudo emplear este en la presente investigación debido a que no se disponía de manera local.
- Se recomienda que en la empresa de Chocolates y dulces Cóndor el proveedor de almendra o castaña brinde un certificado de calidad del contenido de aflatoxinas, para evitar análisis constantes de este parámetro ya que no se cuenta con estos equipos en la empresa.
- Se recomienda en la producción industrial el proceso de refinado para disminuir aún más el tamaño de partículas presentes en el producto.
- Se recomienda procesar el producto con almendras con menores restos de cáscara.
- Se recomienda desarrollar la formulación con grasas vegetales anhidras.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Afoakwa, E. (2010). *Chocolate Science and Technology*. Legon - Accra: John Wiley & Sons Ltd.
- Arias Ninán, E. S., & Rondón Rangel, J. A. (2010). *Manejo Forestal de Bertholletia excelsa HBK (castaña o nuez de Brasil)*. Revista Forestal Latinoamericana.
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta edición ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
- Bazoberry Chali, O., & Salazar Carrasco, C. (2008). *El cacao en Bolivia Una alternativa económica a base campesina indígena*. La Paz, Bolivia: CIPCA.
- Beckett, S. T. (2008). *La Ciencia del Chocolate*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Bogantes Ledezma, P., Bogante Ledezma, D., & Bogante Ledezma, S. (2004). Aflatoxinas. *SciELO Analytics*, 4. Obtenido de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022004000400004&lng=en&tlng=es.
- Casp Vanaclocha, A., & Abril Requena, J. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: Mundi Prensa Libros.
- Castillo Santacruz, V. E., & Torrico Ochoa, L. A. (2015). *Utilización de cacao (Theobroma cacao) magro en polvo y Quinoa (Chenopodium quinoa) tostada en la elaboración de crema untable*. Quito: Universidad San Francisco de Quito USFQ.
- Chilo Crespo, C. (30 de Agosto de 2022). Castaña, el fruto amazónico más expertado de Bolivia. (Economy, Ed.) Santa Cruz, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Codex Alimentarius. (2011). Norma para las Leches en polvo y la nata (crema) en polvo. *FAO, OMS*, 265.
- Codex Alimentarius. (2016). Norma para el chocolate y los productos del chocolate-CODEX STAN-1981. *FAO, OMS*, 8.
- Díaz Quinaluisa, D. A. (2022). *Análisis de las metodologías más utilizadas para la determinación de la vida útil de alimentos*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Espinoza, S., Olivera, M., & Ledezma, J. (2014). *Producción del cacao y del chocolate en Bolivia. Datos 2010-2013 en base a encuestas a productores y empresarios chocolateros*. La Paz: Conservatorio Internacional Bolivia y Conservation Strategy Fund.

- Espriella Martínez, I. J. (2010). *Determinación de la vida útil de spaguetti y fideos doria (elaborados en Barranquilla) bajo condiciones aceleradas*. Barranquilla, Colombia: Universidad de La Salle.
- GMP+ International. (2013). *Guidelines HACCP GMP+, GMP+ D2.1*.
- Gutierrez, M. (2021). La Ciencia y el Proceso de Produccion del Chocolate. *Marcelo Gutierrez*, 9.
- Labuza, T. P. (1984). Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Chemical Education*, 11.
- Ministry for Primary Industries. (2016). *Guidance Document: How to Determine the Shelf Life of Food*. New Zealand Government.
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y Análisis de Experimentos* (Segunda Edición ed.). México D.F.: Limusa S.A.
- Mortimore, S., & Wallace, C. (2001). *HACCP: Enfoque práctico*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- NIH. (17 de Diciembre de 2019). *National Institutes of Health*. Obtenido de Selenium.
- Ordoñez Segarra, D. V. (2021). *Influencia de la Almendra, Avellana y Avena sobre la viscosidad y características sensoriales de una crema de untar a base de café*. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.
- Ortiz Rojas, V. J. (2017). *Elaboración de un Plan HACCP para la línea de chocolate para taza de la empresa Chocodulce S.C.R.L*. Lima, Perú: Universidad Nacioanl Agraria la Molina.
- Palga Mejía, S. (2022). *Propuesta del manual de inocuidad y control estadístico para el proceso de elaboración de chocolates en barra*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pozo, R. M. (1992). Proceso de la rancidez oxidativa de los aceites y grasas. *Motodologia Anuales de la Real Academia de Farmacia*, 58.
- PROMUEVE BOLIVIA. (2010). *Perfil Prodcuto Almendra Amaaónica y Derivados*. Bolivia: Ministerio de Desarrollo productivo y Economía Plural.
- Quispe Pucho, F. (2016). *Análisis Fisicoquímico, organoléptico y de antioxidantes totales en una bebida a base de almendra amazónica (Bertholletia excelsa)*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Rodríguez Pérez, L. (2022). *Desarrollo de Metodología para estudio de vida útil acelerada en chocolates*. Valladolid: E.T.S. Ingenierías Agraras, Campus de la Yutera (Palencia).

- Scholey, A., French, S., Morris, P., Kennedy, D., Milne, A., & Haskell, C. (2010). Consumption of cocoa flavanols results in acute improvements in mood and cognitive performance during sustained mental effort. *Journal of Psychopharmacology*, 1505-1514.
- Vinson, J., Proch, J., & Zubik, L. (1999). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: cocoa, dark chocolate, and milk chocolate. (A. C. Society, Ed.) *Journal of agricultural and food chemistry*, 42821- 4824.
- Williams, J., & Wilson, D. (1999). *Informe sobre el problema de Aflatoxinas de la Castaña (Bertholletia excelsa) en Bolivia*. USAID. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR.

8.ANEXOS

ANEXO 1: Procedimientos para la caracterización de materia prima y producto terminado Cacao Determinación de la humedad (método de rutina y la termobalanza (REFERENCIA NB 326012)

Método de Rutina

Procedimiento

- Tarar la capsula vacía previamente secada, colocar la porción molida de cacao (10 g), cubra la cápsula con la tapa y pesar con una precisión de 1mg.
- Colocar la capsula que contenga la porción de ensayo en la estufa a 103 ± 2 °C, durante 16 ± 1 h, no abrir la estufa, la tapa debe colocarse dentro de la estufa. Al cabo del tiempo saque la cápsula, cubra inmediatamente con una tapa y colocar al desecador.
- Dejar enfriar a temperatura ambiente por un tiempo de 30 a 40 min. Pesar la capsula tapada con una precisión de 1 mg por duplicado.

Expresión de resultados

$$\%humedad = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} * 100\%$$

Donde:

P_0 = masa de capsula vacía con su tapa [g]

P_1 = masa de capsula con tapa y con la muestra antes de desecarla en la estufa [g]

P_2 = masa de capsula con tapa y con la muestra después de desecarla en la estufa [g]

Método de Termobalanza

El método consiste en la pérdida de humedad de la muestra sometida a la acción de calor de los rayos infrarrojos en la balanza de determinación de humedad.

La muestra de análisis igual que en el anterior método es de 10 g. Se realiza el procedimiento hasta presentar diferencia entre muestra no mayor a 0,3 g de pérdida de peso por 100 g

Almendra amazónica Determinación acidez expresada como ácido oleico (REFERENCIA NB 34004)

Preparación de Reactivos

- Preparar solución Na OH 0,1 N.
- Alcohol etílico al 95 % neutralizado con solución de fenolftaleína al 1% agitando hasta aparición de color rosa leve permanente.

Determinación de peso de la muestra

Se determina el peso de las muestras según la siguiente tabla:

Tabla 56. Rango de los ácidos grasos libre, volumen de alcohol y fuerza del álcali

Rango AGL %	Muestra [g]	Volumen de alcohol [ml]	N álcali
0-0,2	56,4±0,5	50	0,1 N
0,2-3	28,2±0,5	50	0,1 N
3-30	7,05±0,2	75	0,25 N
30-50	7,05±0,2	100	0,25 a 0,1 N
50-100	3,525±0,2	100	1 N
AGL=Ácidos grasos libres			

Fuente: NB 34004:2007 Aceite y gradas, Determinación de acidez

Procedimiento

- Titular con el Hidróxido de sodio 0,1 N hasta aparición de color rosa permanente con la misma intensidad que la del alcohol neutralizado andes de añadir a la muestra. La coloración debe persistir 30 segundos.
- **Expresión de resultados**

$$\%acidez\ expresada\ como\ ácido\ oleico = \frac{ml\ alcali * N * 28,2}{M}$$

$$\%acidez\ expresada\ como\ \acute{a}cido\ laurico = \frac{ml\ alcali * N * 20}{M}$$

$$\%acidos\ grasos\ libre\ palmitico = \frac{ml\ alcali * N * 25,6}{M}$$

Donde:

N= Normalidad del titulante

M= masa de la muestra en gramos

Determinación de índice de peróxidos (REFERENCIA NB 34008)

Reactivos

- Solución de ácido acético cloroformo, se mezclan 3 volúmenes de ácido glacial con 2 volúmenes de cloroformo.
- Solución saturada de yoduro de potasio, se prepara con yoduro de potasio y agua destilada recién hervida.
- Solución de 0,01 N de Tiosulfato de sodio
- Solución de almidón al 1%

Procedimiento.

- En un Erlenmeyer se pesa $5g \pm 0,05$ de la muestra, se le añade 30 ml de la solución ácido acético y cloroformo y se agita hasta completar la disolución.
- Agregar 0,5 ml de solución de yoduro de potasio recién preparada.
- Agitar la solución durante 1 min y añadir 60 ml de agua destilada.
- Agregar 0,5 ml de solución indicadora de almidón y se continua la con la valoración, se agrega gota a gota el titulante tiosulfato de sodio hasta desaparición de color azul de la muestra.
- **Expresión de resultados**

$$IP = \frac{1000 * N * (V_1 - V_2)}{M} = meq\ de\ \frac{O_2}{Kg}$$

Donde:

IP= Índice de peróxidos

V_1 = volumen de la solución de tiosulfato empleado en la valoración de la muestra en ml

V_2 = volumen de la solución de tiosulfato empleado en la prueba en blanco en ml

N= Normalidad de la solución Tiosulfato de Sodio

M= masa de la muestra en gramos

Determinación de Humedad Leche en polvo (REFERENCIA NB 367)

Método de Referencia

Procedimiento

- En la pesa filtro, previamente tarado y desecado se pesa con exactitud de 1 mg de 1 a 5 g de muestra y se coloca en el horno directamente sobre las planchas de metal.
- Colocar la porción de ensayo en la estufa a 105 ± 2 °C, durante 2 h, se enfría a temperatura ambiente en el desecador y luego se pesa, se vuelve a secar durante 2 h, se enfría y se pesa según lo indicado anteriormente.
- Se repite el secado, el enfriado y pesado hasta que los resultados de 2 pesadas sucesivas no difieran más del 0,1 %

Expresión de resultados

$$\%humedad = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100\%$$

Donde:

m_1 = masa del pesa filtro con su tapa [g]

P_1 = masa del pesa filtro con su tapa y con la muestra antes de desecarla en la estufa [g]

P_2 = masa del pesa filtro con su tapa y con la muestra de desecarla en la estufa [g]

Método de Termobalanza

El método consiste en la pérdida de humedad de la muestra sometida a la acción de calor de los rayos infrarrojos en la balanza de determinación de humedad. La muestra de análisis igual que en el anterior método es de 1 a 5 g.

- Calibración de la balanza
- Disponer del porta muestras, previamente desecado y colocar en la balanza
- Pesar la muestra
- Graduar la temperatura a 105 ± 2 °C
- Lectura
- Repetir 2 muestra que no difieran 0,1 mg

Determinación de Humedad Aceite y grasas (REFERENCIA NB 367)

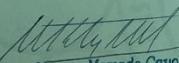
Procedimiento

- Pesar 5 g de la muestra en un plato de humedad con el que se ha hecho el tare y que haya sido secado, enfriado previamente en el desecador.
- Colocar en un horno y secar 30 min a una temperatura 130 ± 1 °C. Sacar del horno y enfriar a temperatura ambiente en un desecador y pesar.
- Repetir el paso anterior hasta que la pérdida de peso no exceda 0,05% por periodo de secador de 30 min

Expresión de resultados

$$\%humedad = \frac{\textit{pérdida de peso}}{\textit{peso de la muestra}} * 100\%$$

ANEXO 2: Resultados de análisis realizados a la materia prima y el producto terminado
Resultado del contenido de aflatoxinas totales de la almendra amazónica

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES		INLASA INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN		RELOAA COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA	
LCA-P18-F01		INFORME DE ENSAYO		Página: 1 de 1	
Versión: 02					
Emisión: 2018-05-11					
Código: 23 - 1693	Muestra: ALMENDRA				
Nombre de Cliente:	CHOCOLATES CONDOR SRL				
Dirección del cliente:	Calle 10 de Villa El Carmen				
Procedencia: Almacen					
Envase: Polietileno	Cantidad: 700 g				
Número de Orden: 633/23	Tarjeta de muestra: 2218				
Fecha de muestreo:	2023-07-04	Hora:	11h00		
Fecha de ingreso a laboratorio:	2023-07-04	Hora:	12h30		
Fecha de análisis:	2023-07-05	Hora:	08h30		
RESULTADOS					
ANÁLISIS TOXICOLÓGICO					
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	METODO	LIMITE: NB 320013-2019	
Aflatoxinas totales (B1, B2, G1 y G2)	No se detecta	µg/Kg	Ref.	max 20	
Analista (s): Dra. E. Montaña.					
La Paz, 14 de Julio de 2023					
 Dra. Mavren Mercado Cayo JEFE DE LABORATORIO a.i. LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS INLASA			 M.Sc. Mónica Alderstein COORDINADORA a.i. DE LA DIVISION DE CONTROL INLASA		
<small>Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio. Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.</small>					

Resultado de análisis fisicoquímico del producto obtenido- Crema de almendra con chocolate

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad Nº 013615

REG.-PRO-TLQ-04-01

INFORME DE ENSAYOS

FECHA: 2023-10-10 PÁGINA 1 DE 1

PRODUCTO: **CREMA DE ALMENDRAS CON CHOCOLATE**

MARCA: ---

FECHA DE FABRICACIÓN: --- FECHA DE VENCIMIENTO: ---

SOLICITANTE: **REYNALDO HUAÑAPACO MARCA** DIRECCIÓN: Calle 4 de Mayo Nº936 Alto San Pedro, La Paz.

NOTA IMPORTANTE: LOS RESULTADOS TIENEN SIGNIFICADO RESTRINGIDO APLICABLE SOLO A LA MUESTRA.

INFORMACION GENERAL	
Código del laboratorio: CHO - 01/23 (7744)	Código del cliente: CREMA DE ALMENDRAS CON CHOCOLATE
Fecha de recepción de muestra	2023-09-27
Fecha de realización de ensayos	2023-09-27 al 2023-10-10

1. RESULTADOS ANALITICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	METODO DE ENSAYO
Cenizas (b.s.)	%	1,75	NB 075
Proteínas (b.s.) f=5,18	%	7,01	NB 312053
Grasa	%	15,61	NB 992
Valor energético	Kcal / 100g	456,7	NB 312031

OBSERVACIONES

- La muestra fue proporcionada por el solicitante.
- Métodos de ensayos:
 - NB 074 Cereales - Método para determinar el contenido de humedad.
 - NB 075 Cereales - Método para determinar cenizas.
 - NB 312053 - Determinación de proteínas totales en cereales - Método Micro-kjeldahl.
 - NB 312031 Cereales - Quinoa en grano - Determinación de hidratos de carbono.
 - NB 312031 Cereales - Quinoa en grano - Determinación del valor energético
 - NB 992 Cacao y productos derivados - Determinación grasa cruda (soxhlet).

Fabrizio Noriega S.
JEFE DE LABORATORIO

IBNORCA

"ESTE INFORME ES NULO SI PRESENTA TACHADURAS O ENMIENDAS, NO PUDIENDO SER REPRODUCIDO TOTAL O PARCIALMENTE NI SER UTILIZADO EN NINGÚN MEDIO DE COMUNICACIÓN"

koffn
Form. 7744 (CHO-01/23)
/Copia: Archivo TLQ

"Los resultados de las pruebas contenidas en este informe se limitan a la muestra proporcionada por el cliente y no son necesariamente indicativos o representativos de las cualidades del lote del que se tomó la muestra o de todos los productos. Los resultados contenidos en este informe no se basan en la certificación de calidad de la muestra por parte del programa de certificación de calidad de IBNORCA a menos que el cliente lo solicite específicamente."

Resultado de análisis microbiológico del producto obtenido- Crema de almendra con chocolate

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad Nº 013613

REG.-PRO-TLQ-04-01

INFORME DE ENSAYOS



FECHA: 2023-10-10 PÁGINA 1 DE 1

PRODUCTO: CREMA DE ALMENDRAS CON CHOCOLATE

MARCA: _____

FECHA DE FABRICACIÓN: _____ FECHA DE VENCIMIENTO: _____

SOLICITANTE: REYNALDO HUAÑAPACO MARCA DIRECCIÓN: Calle 4 de Mayo N°936 Alto San Pedro, La Paz.

NOTA IMPORTANTE: LOS RESULTADOS TIENEN SIGNIFICADO RESTRINGIDO APLICABLE SOLO A LA MUESTRA.

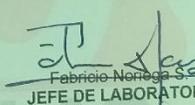
INFORMACION GENERAL	
Código del laboratorio: CHO – 01/23 (7744)	Código del cliente: CREMA DE ALMENDRAS CON CHOCOLATE
Fecha de recepción de muestra	2023-09-27
Fecha de realización de ensayos	2023-09-27 al 2023-10-10

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	METODO DE ENSAYO
Recuento Total de Bacterias Mesófilas viables	UFC/g	2,5x10 ²	NB 32003-05
Recuento de Mohos y Levaduras	UFC/g	1,9x10 ²	NB 32006-03
Recuento de coliformes Totales	UFC/g	<1,0x10 ¹	NB 32005-02

OBSERVACIONES

1. La muestra fue proporcionada por el solicitante.
2. Métodos de ensayos:
 - i. NB 32003 Ensayos microbiológicos - Recuento total de bacterias mesófilas viables.
 - ii. NB 32006 Ensayos microbiológicos - Recuento de mohos y levaduras.
 - iii. NB 32005 Ensayos microbiológicos - Recuento de bacterias coliformes.
 - iv. <1,0x10¹ significa que no existe desarrollo de colonias en una dilución 1/10


Fabricio Noriega S.
JEFE DE LABORATORIO



***ESTE INFORME ES NULO SI PRESENTA TACHADURAS O ENMIENDAS, NO PUDIENDO SER REPRODUCIDO TOTAL O PARCIALMENTE NI SER UTILIZADO EN NINGÚN MEDIO DE COMUNICACIÓN ***

ko/ffn
Form. 7744 (CHO-01/23)
/Copia: Archivo TLQ

Los resultados de las pruebas contenidas en este informe se limitan a la muestra proporcionada por el cliente y no son necesariamente indicativos o representativos de las cualidades del lote del que se tomó la muestra o de todos los productos. Los resultados contenidos en este informe no se basan en la certificación de calidad de la muestra por parte del programa de certificación de calidad de IBNORCA a menos que el cliente lo solicite específicamente.

La Paz: Calle 7 N° 545 Zona Obreros - Telfs.: (591-2) 2783628 - 2788368 - 2788609 • 72002736 - 72002742 • E-mail: info@ibnorca.org • Casilla 5034
Zona Villa Bolívar "D" Telfs.: (591-2) 2823234 - 2823457 - 2823602 • 72085400 - 72031123
E-mail: info@ibnorca.org

ANEXO 3: Pruebas preliminares en la formulación de la crema de almendra con chocolate

INGREDIENTES	Cobertura chocolate	Grasa vegetal 2	Almendra	Cacao en polvo
1	12%	-	24%	15%
2	11%	-	29%	11%
3	12%	3%	29%	8%
4	7%	-	26%	12%
5	10%	5%	25%	8%
6	9%	-	27%	14%
7	10%	-	15%	9%
8	11%	-	17%	13%
9	11%	-	16%	13%
10	-	-	16%	13%
11		16%	19%	13%
12	13%	18%	18%	10%
13	12%	14%	19%	8%
14	14%		20%	8%
15	13%	12%	20%	12%
16	12%	9%	21%	15%
17	6%	9%	21%	14%
18	-	8%	22%	10%
19	13%		24%	13%
20	13%	7%	20%	10%
21	14%	7%	16%	13%
22	12%	7%	21%	10%
23	13%	5%	25%	10%
24	13%	3%	22%	9%
25	13%	5 %	20%	11%

Nota: Las formulaciones que son presentadas en el presente trabajo tienen variaciones en los ingredientes debido a la confidencialidad y políticas de propiedad de la Fábrica de Chocolates y Dulces Condor S.R.L. Además, se reserva las cantidades de los demás los ingredientes

ANEXO 4: Fotografías del proceso de formulación, pruebas preliminares y de los análisis realizados

Figura.24 Materia prima



Fuente: Elaboración propia

Figura.25 Triturado de almendra



Fuente: Elaboración propia

Figura.26 Obtención de la pasta de almendra



Fuente: Elaboración propia

Figura.27 Mezcla de Ingredientes secos



Fuente: Elaboración propia

Figura.28 Mezcla de Ingredientes secos y grasos



Fuente: Elaboración propia

Figura.29 Envasado



Fuente: Elaboración propia

Figura.30 Pruebas envasadas



Fuente: Elaboración propia

Figura.31 Prueba a escala del producto

Fuente: Elaboración propia

Figura.32 Análisis del tiempo de vida

Fuente: Elaboración propia

Figura.33 Análisis Índice de peróxidos

Fuente: Elaboración propia

Figura.34 Humedad

Fuente: Elaboración propia

Figura.35 Medición del pH

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: Resultados del análisis de aceptación sensorial

Figura 36. Cuestionario para el análisis de aceptación sensorial del producto

EVALUACIÓN DE ACEPTACIÓN SENSORIAL DE UNA “CREMA UNTABLE DE ALMENDRA CON CHOCOLATE”

Datos Personales

Sexo: Femenino Masculino

Edad:.....

En frente suyo tiene 3 diferentes formulaciones de la crema unttable de almendras con chocolate, las cuales debe probar y evaluar las siguientes características, Textura, sabor, olor, color de cada una.

Califique marcando una **X** según la siguiente escala:

CALIFICACIÓN	
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

PARÁMETRO	Muestra 1				
	1	2	3	4	5
Textura					
Sabor					
Olor					
Color					

PARÁMETRO	Muestra 2				
	1	2	3	4	5
Textura					
Sabor					
Olor					
Color					

PARÁMETRO	Muestra 3				
	1	2	3	4	5
Textura					
Sabor					
Olor					
Color					

;;;Muchas Gracias!!!

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron las siguientes calificaciones globales por parámetro y totales:

Tabla.57 Calificación por parámetros de las combinaciones

Parámetro	Combinación		
	1	2	3
Textura	64,80%	76,00%	76,00%
Sabor	60,80%	79,20%	73,60%
Color	60,00%	79,20%	74,40%
Olor	71,20%	76,00%	79,20%

Fuente: Elaboración propia

Tabla.58 Calificación Global de las combinaciones

Combinación	Calificación Total	%Aceptabilidad
1	321	51,36%
2	388	62,08%
3	379	60,64%

Fuente: Elaboración propia

Autor: Univ. Reynaldo Huañapaco Marca

Correo: huanhapaco.9107326@gmail.com

Celular: 69710498



MINISTERIO DE DESARROLLO
PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL



**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-1381/2024
La Paz, 06 de mayo de 2024**

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **29 de abril de 2024**, por **REYNALDO HUAÑAPACO MARCA** con **C.I. N° 9107326 LP**, con número de trámite **DA 751/2024**, señala la pretensión de inscripción del Trabajo Dirigido titulado: **"FORMULACIÓN DE UNA CREMA DE ALMENDRA (Bertholletia excelsa) CON CHOCOLATE EN LA FÁBRICA DE CHOCOLATES Y DULCES CÓNDOR S.R.L."**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO:

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el *"Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración"*.

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece *"Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad y los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión"*. En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: *"la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"*

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: *"...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"*

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: *"... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los*



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Teléfono: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Teléfono: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Teléfono: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Teléfono: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urriolagotía,
Zona Parque Bolívar.
Teléfono: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calles Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Teléfono: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14.
Teléfono: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Teléfono: 72018160



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIAMINISTERIO DE DESARROLLO
PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

POR TANTO:

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Trabajo Dirigido titulado: **"FORMULACIÓN DE UNA CREMA DE ALMENDRA (*Bertholletia excelsa*) CON CHOCOLATE EN LA FÁBRICA DE CHOCOLATES Y DULCES CÓNDOR S.R.L."** a favor del autor y titular: **REYNALDO HUAÑAPACO MARCA** con **C.I. N° 9107326 LP**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CASA/Im

Firmado Digitalmente por:

Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI
CARLOS ALBERTO SORUCO ARROYO
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS
LA PAZ - BOLIVIA

Firma:



AERor4Yr3Qs52F

PARA LA VALIDACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO INGRESAR A LA PÁGINA WEB www.senapi.gob.bo/verificacion Y COLOCAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN O ESCANEAR CÓDIGO QR.



Oficina Central - La Paz
Av. Montes, N° 515,
entre Esq. Uruguay y
C. Batallón Illimani.
Telfs: 2115700
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Telfs: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Bolívar, N° 737,
entre 16 de Julio y Antezana.
Telfs: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Ltda. Piso 2, Of. 5B,
Zona 16 de Julio.
Telfs: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urmilagoitia,
Zona Parque Bolívar.
Telf: 72005873

Oficina - Tarija
Av. La Paz, entre
Calle Ciro Trigo y Avaroa
Edif. Santa Clara, N° 243.
Telf: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre, N° 5837,
entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14.
Telf: 67201288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.
Telf: 72018160

www.senapi.gob.bo

