

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“MEJORA EN LA TEXTURA DEL BIZCOCHO DE UN
PRODUCTO DE PANADERÍA FINA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PAOLA STEFANY YANCÁN HUAYNA




LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	Monografía TSP-YANCAN HUAYNA, PAOLA STEFANY 29.12.21.pdf (D151962432)
Submitted	12/4/2022 11:15:00 AM
Submitted by	CHRISTIAN R. ENCINA ZELADA
Submitter email	cencina@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	cencina.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / Trabajo de Suficiencia Profesional . María Lidia Ríos León.pdf Document Trabajo de Suficiencia Profesional . María Lidia Ríos León.pdf (D151802658) Submitted by: cencina@lamolina.edu.pe Receiver: cencina.unalm@analysis.arkund.com		18
SA	Materias primas Prod Cárnic_PA2_AB-2021B.pdf Document Materias primas Prod Cárnic_PA2_AB-2021B.pdf (D129379482)		3
W	URL: https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LI... Fetched: 12/4/2022 11:15:00 AM		2

Entire Document

62%
MATCHING BLOCK 1/23
SA Trabajo de Suficiencia Profesional . María Lid ... (D151802658)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS "MEJORA EN LA TEXTURA DEL BIZCOCHO DE UN PRODUCTO DE PANADERÍA FINA" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS PAOLA STEFANY YANCAN HUAYNA LIMA - PERÚ 2021 La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)

Dedico este trabajo a mis padres Josefina y Luis, a mis hermanos Lorena y César y a mi sobrino Lucas que son las mayores bendiciones en mi vida. A mis amigas Melinda y Giuliana que me alentaron y ayudaron en todo este proceso. Y, también al Dr. Christian Encina por la orientación y soporte para hacer realidad este trabajo.

ÍNDICE GENERAL I. INTRODUCCIÓN	1 II. REVISIÓN DE LITERATURA
..... 3 2.1. PANADERÍA FINA	3 2.2.
BIZCOCHO	3 2.2.1. PROCESAMIENTO
..... 3 2.2.2. CLASIFICACIÓN	4 2.3.
MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES	4 2.3.1. HARINA
..... 4 2.3.2. HUEVO	
..... 8 2.3.3. LÁCTEOS Y DERIVADOS LÁCTEOS	
..... 9 2.3.4. LEUDANTE QUÍMICO	11 2.3.5. OTROS
INGREDIENTES	13 2.4. TEXTURA
..... 16 2.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL	
..... 16 2.4.2. PRUEBA DESCRIPTIVA POR MEDIO DE ESCALAS DE INTERVALO	17 2.4.3.
METODOLOGÍA TEXTURE PROFILE	17 III. METODOLOGÍA
..... 19 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	19

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“MEJORA EN LA TEXTURA DEL BIZCOCHO DE UN
PRODUCTO DE PANADERÍA FINA”**

Presentado por:

PAOLA STEFANY YANCÁN HUAYNA

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Ritva A.M. Repo de Carrasco, PhD.

PRESIDENTE

Mg.Sc. Silvia V. Melgarejo Cabello

MIEMBRO

Julio M. Vidaurre Ruiz, PhD.

MIEMBRO

Dr. Christian R. Encina Zelada

ASESOR

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Josefina y Luis, a mis hermanos Lorena y César y a mi sobrino Lucas que son las mayores bendiciones en mi vida.

A mis amigas Melinda y Giuliana que me alentaron y ayudaron en todo este proceso. Y, también al Dr. Christian Encina por la orientación y soporte para hacer realidad este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	PANADERÍA FINA.....	3
2.2.	BIZCOCHO.....	3
2.2.1.	PROCESAMIENTO	3
2.2.2.	CLASIFICACIÓN.....	4
2.3.	MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES	4
2.3.1.	HARINA	4
2.3.2.	HUEVO	8
2.3.3.	LÁCTEOS Y DERIVADOS LÁCTEOS	9
2.3.4.	LEUDANTE QUÍMICO	11
2.3.5.	OTROS INGREDIENTES	14
2.4.	TEXTURA	17
2.4.1.	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	17
2.4.2.	PRUEBA DESCRIPTIVA POR MEDIO DE ESCALAS DE INTERVALO	17
2.4.3.	METODOLOGÍA <i>TEXTURE PROFILE</i>	18
III.	METODOLOGÍA	20
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	20
3.2.	MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES	20
3.2.1.	MATERIAS PRIMAS.....	20
3.2.2.	INGREDIENTES	20
3.3.	MATERIALES Y EQUIPOS	21
3.3.1.	MATERIALES.....	21
3.3.2.	EQUIPOS	21
3.4.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	21
3.4.1.	ANÁLISIS FÍSICO	21
3.4.2.	ANÁLISIS SENSORIAL.....	22
3.5.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	24

3.5.1.	ETAPA 1: DETERMINACIÓN DE PROBLEMÁTICA PRESENTE EN EL PRODUCTO	25
3.5.2.	ETAPA 2: ANÁLISIS DE FORMULACIÓN Y PARÁMETROS DE CONTROL A NIVEL INDUSTRIAL	25
3.5.3.	ETAPA 3: REFORMULACIÓN DE INGREDIENTES A NIVEL LABORATORIO	27
3.5.4.	ETAPA 4: VALIDACIÓN DE REFORMULACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL	31
3.5.5.	ETAPA 5: VALIDACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO	32
3.5.6.	ETAPA 6: ELABORACIÓN DE COSTOS.....	32
3.5.7.	ETAPA 7: IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA.....	33
3.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
3.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1.	DETERMINACIÓN DE PROBLEMÁTICA PRESENTE EN EL PRODUCTO	35
4.2.	ANÁLISIS DE FORMULACIÓN Y PARÁMETROS DE CONTROL A NIVEL INDUSTRIAL	35
4.3.	REFORMULACIÓN DE INGREDIENTES A NIVEL LABORATORIO.....	38
4.4.	VALIDACIÓN DE REFORMULACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL	42
4.5.	VALIDACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO.....	44
4.6.	ELABORACIÓN DE COSTOS.....	46
4.7.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA.....	46
4.8.	APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES	47
V.	CONCLUSIONES	50
VI.	RECOMENDACIONES	51
VII.	BIBLIOGRAFÍA	52
VIII.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Clases de trigo, características y usos generales.....	7
Tabla 2:	Composición de la leche en polvo entera y leche en polvo descremada	10
Tabla 3:	Rangos de reacción y valores de neutralización de acidulantes	12
Tabla 4:	Relación entre parámetros textuales y nomenclatura popular	19
Tabla 5:	Componentes del producto de panadería fina.....	25
Tabla 6:	Parámetros de control y/o evaluación del proceso de elaboración de bizcocho a nivel industrial	25
Tabla 7:	Diseño experimental para validar el tipo de harina y leudante químico a emplear	28
Tabla 8:	Diseño experimental para validar la eliminación del ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado.....	28
Tabla 9:	Propuesta de formulación final P7 para validación a nivel industrial	32
Tabla 10:	Textura perfilada de Patrón a nivel industrial para las filas F6, F16 y F26.....	37
Tabla 11:	Densidad (g/mL) y Espesor (mm) obtenidos del diseño experimental para validar el tipo de harina y leudante químico a emplear	38
Tabla 12:	Textura perfilada del diseño experimental para validar el tipo de harina y leudante químico a emplear	39
Tabla 13:	Densidad (g/mL) y Espesor (mm) obtenidos del diseño experimental para validar la eliminación del ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado.....	40
Tabla 14:	Textura perfilada del diseño experimental para validar la eliminación del ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado	41
Tabla 15:	Textura perfilada de P7 a nivel industrial para las filas F6, F16 y F26.....	44
Tabla 16:	Ahorro estimado (S/) del producto panadería fina con P7	46
Tabla 17:	Implementación de fórmula P7 en línea de producción	47
Tabla 18:	Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral	48
Tabla 19:	Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la mejora del bizcocho de un producto de panadería fina.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Metodología de trabajo empleada en la mejora de la textura del bizcocho.....	24
Figura 2:	Flujograma del proceso de elaboración del bizcocho a nivel laboratorio	29
Figura 3:	Control estadístico de espesor (mm) para la formulación principal del Patrón a nivel industrial	36
Figura 4:	Control estadístico de peso (g) de la formulación principal del Patrón a nivel industrial	36
Figura 5:	Control estadístico de espesor (mm) para la formulación P7 a nivel industrial	43
Figura 6:	Control estadístico de peso (g) de la formulación P7 a nivel industrial	43
Figura 7:	Ficha de estudio de estabilidad para el producto de panadería fina con formulación de bizcocho Patrón y P7	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	PARÁMETROS DE ESPECIFICACIÓN PARA LAS HARINAS DE TRIGO SEGÚN LA EMPRESA	56
ANEXO 2:	MOSAICO DE DISTRIBUCIÓN DE FILAS DEL BIZCOCHO HORNEADO A NIVEL INDUSTRIAL	56
ANEXO 3:	FICHA DE PERFILAMIENTO DE PRODUCTO.....	57
ANEXO 4:	FICHA DE ESTUDIO DE ESTABILIDAD	58
ANEXO 5:	FÓRMULA PRINCIPAL DEL BIZCOCHO DENOMINADA PATRÓN	59
ANEXO 6:	VALORES OBTENIDOS DE LOS PARÁMETROS DENSIDAD (G/ML), ESPESOR (MM) Y PESO (G) PARA LA FORMULACIÓN PRINCIPAL DEL PATRÓN A NIVEL INDUSTRIAL.....	60
ANEXO 8:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARAMÉTRICO DE ANOVA (A = 0.1) DEL PARÁMETRO ESPESOR (MM) Y NO PARAMÉTRICO FRIEDMAN (A = 0.1) Y WILCOXON (A = 0.1) DEL PARÁMETRO TEXTURA PARA FORMULACIONES PATRÓN, P1, P2 Y P3 A NIVEL LABORATORIO	63
ANEXO 9:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARAMÉTRICO DE ANOVA (A = 0.1) DEL PARÁMETRO ESPESOR (MM) Y NO PARAMÉTRICO FRIEDMAN (A = 0.1) Y WILCOXON (A = 0.1) DEL PARÁMETRO TEXTURA PARA FORMULACIONES PATRÓN, P4, P5 Y P6 A NIVEL LABORATORIO	65
ANEXO 10:	VALORES OBTENIDOS DE LOS PARÁMETROS DENSIDAD (G/ML), ESPESOR (MM) Y PESO (G) PARA LA FORMULACIÓN P7 A NIVEL INDUSTRIAL.....	67
ANEXO 11:	PARÁMETROS QUÍMICOS PARA EL INGREDIENTE CPL SEGÚN PROVEEDOR.....	68
ANEXO 12:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO NO PARAMÉTRICO DE FRIEDMAN (A = 0.1) Y WILCOXON (A = 0.1) PARA PARÁMETRO TEXTURA DE FORMULACIÓN P7 A NIVEL INDUSTRIAL	68

RESUMEN

Con la finalidad de mejorar la textura del componente bizcocho de un producto de panadería fina optimizando la percepción de esponjosidad, se realizó la sustitución de la harina de trigo “intermedia” por harina de trigo “débil”, del leudante químico fosfato monocálcico anhidro por el pirofosfato ácido de sodio (SAPP) y la eliminación del ingrediente concentrado de proteína láctea (CPL) por huevo líquido pasteurizado obteniéndose un total de 7 tratamientos a validar. Para conseguir el objetivo se determinó inicialmente la problemática presente en el producto, posteriormente el análisis de la formulación y parámetros de control a nivel industrial; se propuso la reformulación de ingredientes a nivel laboratorio y la validación de reformulación pre aprobada a nivel industrial, finalizando con la validación del producto terminado, la elaboración de costos y la implementación del proyecto de mejora. Se analizaron los tratamientos por medio de evaluaciones sensoriales realizadas por un panel semientrenado de la Empresa y el cumplimiento de las especificaciones de densidad (g/mL), espesor (mm) y peso (g) a nivel laboratorio e industrial. Se concluyó aprobar la formulación P7 del componente bizcocho con harina de trigo “débil” al 30%, SAPP al 0.09%, CPL al 0% y huevo líquido pasteurizado al 11.30%, validando el cumplimiento de la especificación del rango de pesos (g) con un valor promedio de $12.08 \text{ g} \pm 0.165$, además del incremento en la calificación sensorial de 6 para la sensación de esponjosidad con un bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequeza o aspereza con moderada sensación aterciopelada) y un ahorro de 5.7% respecto a la formulación Patrón.

Palabras clave: Harina de trigo, pirofosfato ácido de sodio, huevo líquido pasteurizado

ABSTRACT

In order to improve the texture of the sponge cake component of a fine bakery product by optimizing the perception of sponginess, the substitution of the "intermediate" wheat flour for "soft" wheat flour, of the chemical leavening monocalcium phosphate anhydrous by sodium acid pyrophosphate (SAPP) and the elimination of the concentrated milk protein ingredient (CPL) by pasteurized liquid egg, obtaining a total of 7 treatments to be validated. To get the objective, the problem present in the product was initially determined, later the analysis of the formulation and control parameters at an industrial level; the reformulation of ingredients at the laboratory level and the validation of pre-approved reformulation at the industrial level were proposed, ending with the validation of the finished product, the elaboration of costs and the implementation of the improvement project. The treatments were analyzed through sensory evaluations carried out by a semi-trained panel of the Company and compliance with the specifications of density (g/mL), thickness (mm) and weight (g) at the laboratory and industrial level. It was concluded to approve the formulation P7 of the sponge cake component with "soft" wheat flour at 30%, SAPP at 0.09%, CPL at 0% and pasteurized liquid egg at 11.30%, validating compliance with the specification of the weight range (g) with an average value of $12.08 \text{ g} \pm 0.165$, in addition to the increase in the sensory score of 6 for the feeling of sponginess with a very sponge cake (no perception of dryness or roughness with moderate velvety sensation) and a saving of 5.7% compared to the formulation Standard.

Keywords: Wheat flour, sodium acid pyrophosphate, pasteurized liquid egg

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y OMS (Organización Mundial de la Salud), la clasificación de los productos de panadería abarca productos listos para consumo como las tortas, galletas y pasteles y de bizcochos sencillos, bizcochos, pastelitos, pasteles rellenos de frutas, entre otros (FAO/OMS, 1995). La Norma Técnica Peruana (NTP) 206.002 define al bizcocho como el producto que presenta consistencia blanda con sabor dulce obtenido por el amasado y el horneado de masas fermentadas, preparadas con harina y con uno o más de los siguientes ingredientes: levadura, leudantes, leche, huevos, sal, azúcar, grasas comestibles y otros aditivos permitidos (INACAL, 2018).

En el Perú, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), los productos de panadería (galletas, pan, pasteles y tortas, principalmente) son alimentos básicos por encontrarse en la dieta tradicional y cultura gastronómica, siendo el consumo promedio anual del peruano de 1.8 kg de pasteles y tortas (INEI, 2012). Estos niveles de consumo pueden variar por la calidad de los productos ofertados; y, el sector industrial ofrece productos de calidad constante a costos competitivos, sin embargo, el surtido de opciones locales se puede ver afectado por el ingreso de productos extranjeros de atractivos *packaging* pero con balance calidad-costo no requerida.

Zhou (2014) afirma que la formulación de estos productos horneados (originalmente asociados a fechas festivas por presentar una formulación enriquecida con azúcar, mantequilla y huevo) es importante para garantizar las propiedades sensoriales más apreciadas como: el aroma, el sabor y la palatabilidad, y es una de las variables que puede influir en la textura de estos alimentos; adicionalmente, Subramaniam (2016) indica que uno de los mecanismos de deterioro que presenta el producto bizcocho es la pérdida de humedad provocada por el secado y endurecimiento del producto.

Para conocer las decisiones que una organización requiere seguir para llegar a su público alcanzando los objetivos planteados; Fernández (2015) menciona que debe empezarse el análisis por el elemento producto, requiriendo conceptualizar y estructurar la oferta del servicio de información a ofrecer. Por lo tanto, la Empresa en estudio, líder de una marca en el sector de consumo masivo de la categoría bizcochos, tiene como enfoque estratégico: fidelizar al consumidor satisfaciendo las necesidades del segmento y reforzando su producto con la mejora de la textura del bizcocho, principal atributo valorado por su público objetivo de mujeres y hombres jóvenes entre edades de 12 a 25 años y distribuido a nivel nacional dentro de los canales de autoservicios (supermercados, tiendas de conveniencia) y tradicional (mayoristas, bodegas, mercados).

Además, la Empresa al ejecutar el comparativo del producto de panadería fina con sus principales competidores en el mercado y contando con la participación de un equipo multifuncional, obtuvieron variaciones en el atributo textura con una percepción menos favorable que el resto de muestras evaluadas; además, estos hallazgos se encontraron relacionados con la variación de pesos presentes en la producción de bizcocho.

Los objetivos del presente trabajo fueron mejorar la textura del componente bizcocho de un producto de panadería fina optimizando la sensación de esponjosidad con nuevas formulaciones, reemplazando la harina de trigo “intermedia” por harina de trigo “débil”, el leudante químico fosfato monocálcico anhidro por el pirofosfato ácido de sodio (SAPP) y eliminando el ingrediente concentrado de proteína láctea (CPL) por huevo líquido pasteurizado, validando el cumplimiento de las especificaciones de peso, de evaluaciones sensoriales y ahorro en formulación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PANADERÍA FINA

Los productos de panadería fina, según LA FAO/OMS (1995), están incluidos dentro de la *categoría 07 de Productos de Panadería*, categoría que comprende las subcategorías de productos listos para el consumo como tortas, galletas y pasteles (bizcocho sencillo, bizcochos), otros productos como donuts, panecillos dulces y muffins (incluyen a productos que pueden consumirse como postre o desayuno) y de mezclas para panadería fina que contienen ingredientes secos a los que se añaden ingredientes húmedos para preparar la masa del producto de panadería fina como mezclas para pan, mezclas para tortas, mezcla para pasteles entre otros.

2.2. BIZCOCHO

La NTP 206.002 define al bizcocho como el producto que presenta consistencia blanda con sabor dulce obtenido por el amasado y el horneado de masas fermentadas, preparadas con harina y con uno o más de los siguientes ingredientes: levadura, leudantes, leche, féculas, huevos, sal, azúcar, agua potable, mantequilla, grasas comestibles y otros aditivos permitidos (INACAL, 2018).

2.2.1. PROCESAMIENTO

De acuerdo a Zhou (2014), el proceso de fabricación de pasteles se puede dividir en tres etapas según: la preparación de la masa de pastel, el desarrollo intermedio y el desarrollo estructural de etapas. Además, Atwell (2001) indica que los equipos para el procesamiento de bizcochos de capa continua incluyen el mezclador, tanque de retención, batidor continuo,

sistema de depositado y horno, donde el mezclador realiza la combinación de ingredientes con la hidratación de la mezcla a una baja velocidad y sin aireación, luego la masa es bombeada al tanque de retención el cual es un depósito para el mezclador continuo, posteriormente se realiza la aireación en un mezclador continuo a alta velocidad haciendo que aumente la temperatura por la fricción generada , y finalmente la masa se bombea a una baja presión y se deposita en los moldes para el bizcocho llevadas al horno para el desarrollo del producto.

2.2.2. CLASIFICACIÓN

Las dos categorías básicas de pasteles son: espuma y abreviados diferenciados por su preparación, ya que el pastel de estilo abreviado (bizcocho, bizcocho amarillo, bizcocho de chocolate, etc.) tiene una estructura de miga derivada de un líquido graso en emulsión que se crea durante el procesamiento de la masa y el pastel de estilo espuma (comida de ángel, bizcocho, gasa) dependen de las propiedades espumantes y aireadoras del huevo que dan estructura y volumen del producto (Zhou, 2014).

Por su parte, la NTP 206.002 (INACAL, 2018) clasifica a los bizcochos por su forma o preparación considerando a los sin agregados cuando no presenta ningún agregado especial en su masa como el chancay y el pan de dulce, los rellenos o agregados cuando tienen un relleno o agregado añadido durante el proceso de elaboración como chocolate, manjar, dulce de frutas, cremas, frutas secas, frutas confitadas entre otros como el pan de pasas y los enrollados; y, los revestidos o con cobertura, cuando los bizcochos con o sin agregados se les da un revestimiento o cobertura especial a base de miel, jarabe, azúcar en polvo, chocolate y cremas o revestimientos como coberturas posterior al cocido.

2.3. MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES

2.3.1. HARINA

La NTP 205.064 define a la harina de trigo como el producto destinado para el consumo humano, el cual se obtiene de la molienda gradual y metódica de granos limpios de trigo de

las especies *Triticum estivum* o *Triticum durum*, realizando la separación y retiro del salvado y germen y quedándose principalmente con el endospermo, variando los grados de extracción y puede tener agentes de tratamiento u otros micronutrientes (INACAL, 2020).

La harina es el producto final proveniente de trigos limpios, acondicionados y mezclados que luego de la molienda darán una harina adecuada según los diversos requisitos y dependerá de la calidad del trigo, del método de molienda, proceso de extracción y el nivel de tratamiento químico para que pueda proporcionar la estructura, textura y sabor en el producto horneado (Zhou, 2014).

Edwards (2007) complementa que durante el proceso de molienda, el grano de trigo primero libera el salvado (compuesto por fibra, minerales, enzimas, vitaminas y globulinas), y el germen (comprendido por lípidos, enzimas lipasa y lipoxigenasa, vitaminas y globulinas); luego, se muele el endospermo en un polvo fino que es la harina y su composición varía según la extracción, la concentración de almidón, de proteína, la calidad y el color.

a. COMPOSICIÓN

- Almidón

Según la NTP 205.064 el almidón es una sustancia hidrocarbonada que es parte de la harina y que se encuentra compuesta por pequeños gránulos (INACAL, 2020). Es el principal polisacárido de almacenamiento en el trigo y representa el 60% aproximadamente en la harina de trigo, se sintetiza en el endospermo y está compuesto por dos polímeros: amilosa y amilopectina, donde la amilosa es un polímero lineal de unidades D-glucosa conectadas por enlaces α -1-4 y muy pocos enlaces α -1-6, y la amilopectina es un polímero de unidades D-glucosa con estructura altamente ramificada por la presencia de varios enlaces α -1-6 (Koehler & Herbert, 2013).

Torres (2018) define al almidón como uno de los componentes de la harina que fortalece el producto horneado a través de la gelificación (cambio que sufre el almidón cuando se somete a calor húmedo). Además, cuando se calienta el almidón en presencia de agua, los gránulos

de almidón pierden su cristalinidad, empiezan a hincharse y finalmente se rompen, logrando que la amilosa se disuelva y forme una red que aumenta la viscosidad, siendo denominado este fenómeno como la gelatinización del almidón, transformación esencial durante la cocción del producto (Zhou, 2014).

- Proteínas

De acuerdo a Torres (2018), las proteínas representan alrededor del 10 - 15% en la harina de trigo, siendo la gliadina y la glutenina el 80% aproximadamente. Edwards (2007) afirma que una de las diferencias que presentan las proteínas de la harina es que las gliadinas contribuyen a la viscosidad y la extensibilidad del gluten con cadenas polipeptídicas simples (proteínas monomérica) mientras que las gluteninas contribuyen con la fuerza con cadenas polipeptídicas unidas por enlaces disulfuro.

La NTP 205.064 define al gluten como la sustancia de naturaleza proteica que se forma por la hidratación de la harina de trigo y que presenta la característica particular de ligar los otros componentes de la harina (INACAL, 2020). Es decir, la harina cuando se mezcla con el agua, la proteína de la harina forma una red elástica conocida como gluten, donde la gliadina es responsable de la extensibilidad de la masa y la glutenina es responsable de la elasticidad (Zhou, 2014). Confiriendo estas propiedades viscoelásticas que otorgan la gliadina y glutenina la capacidad de uso de la harina de trigo para la producción de pan, galletas y pastas alimenticias (Torres, 2018).

b. CLASIFICACIÓN

La NTP 205.064 (INACAL, 2020) clasifica a la harina de trigo según el contenido de cenizas que presentan, clasificándose en: especial (15% máx. de humedad, 0.75% máx. de cenizas, 0.10% máx. de acidez), extra (15% máx. de humedad, 0.76 - 1.17% máx. de cenizas, 0.15% máx. de acidez) y morena (15% máx. de humedad, 1.18 - 1.4% máx. de cenizas, 0.18% máx. de acidez).

Por otro lado, Honesey & Rogers (1990) mencionan que los trigos se pueden diferenciar por el contenido de proteínas, siendo *soft* o débil los que presentan la menor cantidad de proteínas

y mayor cantidad de almidón, ideales en productos suaves y finos como las tortas y pasteles de migas mientras que los duros presentan alto contenido de proteínas, preferibles para la elaboración de pan. Además, Badui (2006) indica que la tenacidad de las harinas se debe a la composición del gluten, las fuertes producen masas cohesivas requiriendo tiempos de mezclado largos y las débiles no desarrollan una estructura adecuada y colapsan al amasarse.

Por su parte, Atwell (2001) menciona que la harina de trigo varía según la clasificación moderna del trigo, los cuales se diferencian por el uso de 3 letras: el primer término se refiere a la dureza del grano (*Hard* o *Soft*) y el trigo duro requiere más energía para moler respecto al trigo blando; el segundo término (*Red* o *White*) se refiere a la presencia o ausencia del pigmento rojizo en las capas externas del grano de trigo; y, el tercer término (*Winter* o *Spring*) generalmente describe las condiciones de crecimiento del trigo. La Tabla 1 presenta las características generales de los trigos y la aplicación de su harina en algunos productos.

Tabla 1: Clases de trigo, características y usos generales

Clase	Características generales	Usos generales
<i>Hard red winter</i> (HRW)	Proteína alta Gluten fuerte Alta absorción de agua	Pan y productos relacionados
<i>Soft red winter</i> (SRW)	Proteína baja Gluten débil Baja absorción de agua	Bizcochos, galletas dulces, pasteles, cortezas de pastel, galletas saladas
<i>Hard red spring</i> (HRS)	Proteína muy alta Gluten fuerte Alta absorción de agua	Pan, <i>bagels</i> , <i>pretzels</i> , gluten
<i>Hard white</i>	Proteína alta Gluten fuerte Alta absorción de agua Salvado con carencia de pigmentos	Pan y productos relacionados

«continuación»

	Proteína baja	
	Gluten débil	Fideos, galletas saladas, obleas y
<i>Soft white</i>	Baja absorción de agua	otros productos donde no se
	Salvado con carencia de pigmentos	requiere presentar manchas
	Proteína alta	
<i>Durum</i>	Gluten fuerte	Pasta
	Alta absorción de agua	

FUENTE: Atwell (2001)

2.3.2. HUEVO

El huevo entero consta de 9 - 11% de cáscara de huevo, 60 - 63% de albúmina o clara y 28 - 29% de yema, encontrándose principalmente las proteínas en la yema y clara de huevo con una composición aproximada de 12.6%, mientras que los lípidos se encuentran casi exclusivamente en la yema con 9.9% (Li-Chan & Kim, 2008).

Badui (2006) afirma que la ovoalbúmina es la proteína más abundante del albumen o clara, la cual presenta la función de formar espumas y está compuesta por una fase continua acuosa y una fase dispersa gaseosa (aire), otorgando la propiedad única en la textura por la dispersión de numerosas burbujas de aire pequeño y las lipoproteínas presentes en la yema pueden contener hasta un 89% de lípidos (fosfolípidos y lípidos neutros) que dan soporte a la función emulsificante por la presencia de la lecitina. En los productos de panadería, los fosfolípidos se aplican generalmente como agentes emulsionantes, humectantes o lubricantes (Hatta *et al.*, 2008).

La incorporación de huevos en alimentos horneados sea en forma líquida, deshidratada o congelada, presenta como objetivo mejorar las propiedades funcionales de los ingredientes para obtener un alimento con óptimas características de calidad y vida útil prolongada, permitiendo en las galletas, bizcochos y pasteles modificar ciertas propiedades como la textura, sabor y color (Zhou, 2014). Además, de acuerdo a Froning (2008), la función de los

huevos es multifuncional, incluye la formación de espuma, coagulación, emulsificación y propiedades aglutinantes en muchas aplicaciones alimentarias como productos de panadería sin presentar sustitución que pueda superar su función.

El huevo líquido entero puede presentar mezcla de los componentes, sin embargo, las proteínas de la albúmina no bloquean a las proteínas de la yema en el sistema de emulsificación, otorgando exclusivamente la yema de huevo la estabilidad necesaria en la emulsión (Zhou, 2014).

2.3.3. LÁCTEOS Y DERIVADOS LÁCTEOS

De acuerdo a Badui (2006), en general la leche se encuentra constituida según por agua, grasas, proteínas, azúcares, vitaminas y minerales, siendo sus sólidos totales (grasa y sólidos no grasos) un aproximado del 11 al 15%, la grasa representa el 3.4 - 5.1%, las proteínas con un 3.1 - 3.7% y la lactosa con 4.4 - 4.7%, clasificándose las proteínas en dos grupos: las caseínas con un 80% y las proteínas de suero o seroproteínas con un 20%.

Los productos lácteos se pueden obtener mediante la eliminación parcial o total del agua como concentrados de leche y leche en polvo o también por la separación de los componentes de la leche como los concretados de proteínas y crema o lactosa (Zhou, 2014).

Las leches se pueden clasificar en:

a. LECHE EN POLVO ENTERA

La leche en polvo se produce mediante la eliminación total del agua en la leche líquida, la que permite aumentar la vida útil del producto, facilitar su manipulación y disminuir costos de almacenamiento y transporte (Zhou, 2014). Se obtiene por medio del secado por aspersion después de haber eliminado el agua por proceso de evaporación tanto la entera como la descremada. Posterior a este proceso, se forma grumos difíciles de separar, por lo que se aplica la aglomeración en seco aplicando vapor y logrando obtener partículas más porosas que fácilmente permitan su hidratación, permitiendo que la lactosa se recristalice en formas más solubles (Badui, 2006).

b. LECHE EN POLVO DESCREMADA

La leche en polvo desnatada, sin grasa o descremada es el producto lácteo más empleado en la industria debido a sus características funcionales, con menor costos y mayor vida útil, el cual se encuentra formado principalmente por proteínas en su composición, cuyo procesamiento es similar al descrito para la leche en polvo entera (Zhou, 2014). En la Tabla 2 se observa la composición de la leche en polvo entera y leche en polvo descremada:

Tabla 2: Composición de la leche en polvo entera y leche en polvo descremada

Componente	Leche en polvo entera (%)	Leche en polvo descremada (%)
Agua	3	3
Proteínas	24.6	35.8
Grasa	26.5	1
Hidratos de Carbono	38.8	52.3
Cenizas	7.1	7.9

FUENTE: Badui (2006)

c. SUERO DE LECHE

Es la solución acuosa obtenida después que la leche se coagula, siendo su composición y características determinadas por el tipo de queso obtenido, además, el suero es el ingrediente de mayor bajo costo en comparación con los otros ingredientes lácteos, ya que es un subproducto de la industria láctea, del cual se puede obtener suero de leche en polvo, suero dulce y suero ácido (Zhou, 2014).

d. PERMEADO DE LECHE

Según la FAO/OMS (2017), se conoce a los permeados lácteos en polvo por su contenido elevado de lactosa obtenidos a partir de la filtración con membranas u otra técnica de elaboración que permiten separar la materia grasa y las proteínas lácteas y dejando presente a la lactosa provenientes del suero no ácido, la nata o crema y/o del suero de la mantequilla

dulce u otra materia prima similar, presentando un 76% como mínimo de lactosa anhidra y un 1.5% de grasa láctea como máximo.

e. CONCENTRADOS DE PROTEÍNA LÁCTEA

Los concentrados de proteína láctea (CPL) pueden ser por caseínas o por proteínas de suero, presentando los concentrados por proteína de suero un 50 - 80% de proteína que pueden emplearse en un amplio rango de pH y son aplicados como sustitutos económicos del huevo (Chandan, 1997). Estos concentrados de proteínas de suero se obtienen por la eliminación de minerales y la lactosa presente en el suero mediante la concentración y posterior secados, los que presentan diversas propiedades funcionales en los productos alimenticios pero que se ven afectadas por los tratamientos térmicos a los cuales son expuestos (Zhou, 2014).

2.3.4. LEUDANTE QUÍMICO

Los leudantes químicos o llamados también polvos para hornear, son aquellas mezclas de distintos compuestos que tienen la prioridad de generar CO₂ al contacto con agua a temperatura adecuada y se usan en la panificación cuando la fermentación no se llega a efectuar por medio de levaduras, ejerciendo la presión en el interior de la red tridimensional conformada por las proteínas del gluten por la producción de gas, del vapor de agua y del aire atrapado, permitiendo que la masa se expanda y se esponje, produciendo la textura porosa (Badui, 2006).

Zhou (2014) menciona que los leudantes químicos (comúnmente llamados “polvo de hornear”) que se incorporan a los productos como pasteles y galletas, están compuestos por una mezcla de bicarbonato de sodio y un ácido o sal que se disocia al dar una reacción ácida en la solución, cuya selección en la fórmula dependerá del valor de neutralización y la velocidad de reacción en la masa y calculándose según la proporción correcta del ácido y la base para obtener el pH neutro.

Los leudantes químicos son usados en la mayoría de productos que emplean trigo suave (Atwell, 2001); y varían por la rapidez de reacción de producir dióxido de carbono

(relacionando al punto o puntos de reacción durante el procesamiento) y las sales residuales que producen luego de la reacción, además, los sistemas de fermentación química contienen una parte básica que es el bicarbonato de sodio como principal fuente de dióxido de carbono en el gas leudante y, por lo general, un ácido que en conjunto con el bicarbonato de sodio reducen el pH del sistema provocando la evolución del dióxido de carbono gaseoso.

El desarrollo de la masa se realiza en diferentes pasos, iniciando según Zhou (2014) en el proceso de mezclado y termina en el horneado, presentando dos clases de velocidades de reacción: la directa que se da a temperatura ambiente (velocidad de reacción de la masa) y durante el proceso de horneado (tasa de reacción) donde ambos dependen directamente de la solubilidad de ácido.

Badui (2006) asegura que cada uno de los compuestos del leudante químico presentan una distinta solubilidad en el agua, provocando que tengan diferente velocidad (baja, media y rápida) para poder reaccionar y liberar así el gas cuya mayor proporción se produce durante el proceso de horneado. La velocidad de reacción se controla seleccionando el acidulante apropiado para combinar con el bicarbonato de sodio libre, los que se describen en la Tabla 3.

Tabla 3: Rangos de reacción y valores de neutralización de acidulantes

Ácido	Valor de neutralización	Rango relativo de reacción*
Cremer tartaro (monopotasio tartrato)	45	1
Fosfato monocalcico monohidrato	80	1
Fosfato monocalcico anhidro	83.5	2
Pirofosfato ácido de sodio	72	3
Fosfato de sodio y aluminio	100	4
Sulfato de sodio y aluminio	100	4
Fosfato dicalcico dihidrato	33	5
Glucono- δ -lactona	50	**

* Velocidad relativa: 1= reactivo a temperatura ambiente, 5= requiere temperatura del horno para la reacción.

** La velocidad de reacción depende de varios factores además de la temperatura

FUENTE: Atwell (2001)

a. COMPONENTE BÁSICO

El bicarbonato de sodio se descompone bajo la influencia del calor en carbonato de sodio, agua y dióxido de carbono, siendo el dióxido de carbono menos soluble en agua permitiendo que pueda escaparse como gas, además, la elección del ácido determina la reacción y el comportamiento durante la cocción (Zhou, 2014).

b. COMPONENTE ÁCIDO

Edwards (2007) menciona que los ácidos reaccionan inmediatamente al mezclarse con el dióxido de carbono, por lo que es necesario hornear el producto de forma inmediata antes que se pueda escapar durante la elaboración de la masa o del producto, sin embargo, solo empieza a actuar cuando el producto es calentado. La velocidad de acción de los ácidos los clasifica en acción rápida (aquellos que se disuelven rápidamente a bajas temperaturas en el agua), acción lenta (aquellos que se disuelven cuando la temperatura sube y sólo entonces permiten liberar el dióxido de carbono) y una mezcla de ambas (siendo la mayoría de los dióxido se libera entre 45 - 70°C) (Zhou, 2014).

- Fosfato Monocálcico Anhidro

Según Heidolph (1996), el fosfato monocálcico anhidro presenta un recubrimiento a base de fosfato que permite retrasar la acción leudante a fin de retardar su disolución y brindar mayor estabilidad al sistema durante el almacenamiento del ingrediente en estado seco.

- Pirofosfato Ácido de Sodio (SAPP)

Ampliamente usado y fabricado en diferentes velocidades de reacción, siendo el de grado medio SAPP 28 el más empleado y adecuado por presentar un grado de liberación lento, puede usarse en una masa continua de producción ya que minimiza el cambio en la densidad relativa de la masa en reposo, es estable, no higroscópico y se solubiliza difícilmente en agua fría pero es altamente soluble en agua caliente, además, la reacción con el bicarbonato se realiza en el horno y es lenta (Zhou, 2014).

2.3.5. OTROS INGREDIENTES

a. AGUA

Stanley & Joven (2000) comentan que los niveles de agua en conjunto con la harina e ingredientes “adicionales” que presentan los productos de pastelería (tortas, bizcochos entre otros), permiten ajustar los cambios en las propiedades reológicas de sus masas, presentando como principales funciones:

- Dispersión uniforme de los ingredientes presentes en formulación
- Fomentar la disolución e hidratación de los ingredientes
- Incorporación de burbujas de aire en la masa, que permiten actuar con los núcleos del gas de bicarbonato de sodio generado por la acción de los leudantes químicos; proceso importante para proceder con el mecanismo de expansión en los pasteles.
- Proporcionar una masa con propiedades reológicas adecuadas para su posterior procesamiento
- No influye en la formación de gluten debido a la alta proporción de agua respecto a los sólidos de harina y en combinación con otros ingredientes de estos productos de pastelería ralentizan la hidratación de las proteínas de la harina presentes.

b. AZÚCAR

Zhou (2014) indica que algunas de las funciones que presenta la sacarosa son:

- Edulcorante o dulzor por estándar
- Influye en la textura de la masa, durante el proceso de mezclado del azúcar retiene el agua y compite con las proteínas de la harina de trigo, evitando la hidratación para la formación de gluten y retardando su desarrollo.
- Estabiliza las espumas que se produce con las claras de huevo o huevos enteros que se baten durante el proceso de preparación de tortas tipo espuma.
- Permite ablandar la matriz al absorber líquidos y retrasar la gelatinización del almidón, permitiendo que esta gelatinización se logre a temperaturas más altas y la expansión de la masa de pastel.

- Coloración del producto horneado debido a la participación del azúcar en las reacciones de Maillard y de caramelización llevando a la superficie un dorado que permite mejorar la retención de humedad, además de influir en el sabor.

c. GRASAS Y ACEITES

La propiedad de acortamiento que presentan las grasas y aceites en los productos de panificación (manteca, aceite vegetal entre otros) se refieren a la capacidad de influir lubricando, debilitando o acortando la estructura de los componentes en los alimentos y permitiendo proporcionar texturas deseables; además, el agua y la proporción grasa compiten por ocupar la superficie de la harina durante la mezcla de la masa y de no encontrarse presente la materia grasa en un sistema de masa, las proteínas de la harina se hidratarían con el agua fácilmente permitiendo el desarrollo de una red extensible de gluten (Zhou, 2014).

d. ADITIVOS ALIMENTARIOS

- Humectantes

Badui (2006) define a los humectantes como aquellos compuestos destinados a prevenir la pérdida de humedad en los alimentos mediante la retención del agua, destacando distintos polímeros como gomas, dextrinas y gelatinas e interactuando en los productos de panificación en la amilosa impidiendo la retrogradación de almidón y su posterior pérdida de agua.

- Emulsionantes

Los emulsionantes son una clase de sustancias que ayudan a formar o estabilizar una emulsión, las que tienden a presentar una parte de la molécula que presenta una adaptación al entorno aceitoso o a la parte lipofílico mientras que el otro extremo de la molécula se adapta a un entorno acuoso o a la parte hidrófila, siendo la función de los emulsionantes de ablandar la miga de los productos horneados, permitiendo retardar el envejecimiento del

producto e impidiendo la retrogradación del almidón; además, los emulsionantes pueden ser naturales como la lecitina u otros producidos a partir de fuentes naturales además de emplear materias primas con ácidos orgánicos como ácidos grasos además de sorbitol y propilenglicol (Edwards, 2007).

- Conservantes

Aditivos que presentan la finalidad de prevenir el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias, los que podrán ser elegidos dependiendo del tipo de alimento a aplicar, los que se pueden seleccionar según la especificidad de acción, composición del alimento, nivel inicial de contaminación y manejo y distribución del producto terminado, destacando los ácidos sórbico, propiónico, y sus sales, actuando fundamentalmente como inhibidores del crecimiento microbiano (Badui, 2006).

- Espesantes

Edwards (2007) afirma que los espesantes, también llamados estabilizadores, interfieren en la formación de redes tridimensionales como la carragenina, la cual proviene de algas y se obtiene un producto almíbar claro produciendo geles que tienden a la sinéresis y a ser frágiles pero según el tipo de carragenina reaccionan para producir un gel elástico con las proteínas de la leche que no permiten su sinéresis; otro espesante como la goma xantan es un polisacárido que forma una red para producir un gel elástico con cohesión y que permite obtener panes sin gluten.

- Saborizantes

Los saborizantes o aromas son aquellas sustancias complejas que pueden dividirse en tres grupos: natural, idéntico al natural y sintético; los naturales pueden provenir directamente de la fuente natural o de la extracción los que funcionan muy bien en la aplicación presentando inconvenientes del tipo financiero (como vainilla y fruta cítrica), los idénticos a los naturales son materiales sintéticos que presentan el mismo compuesto que del aromatizante natural, y los sintéticos están elaborados de una mezcla de sustancias aromatizantes que expresan una “nota” de sabor determinada (Edwards, 2007).

2.4. TEXTURA

Witting de Penna (2001) define la textura como el conjunto de percepciones que permiten evaluar las características físicas del alimento mediante la piel y músculos sensitivos de la cavidad bucal y excluyendo las sensaciones de temperatura o dolor. También, Stone & Sidel (2004) mencionan que el perfil de textura es el análisis sensorial del complejo de texturas que presenta un alimento en términos de estructura mecánica, geométrica, grasa y características de humedad en el grado que presenta cada estructura y el orden según aparecen desde el primer bocado hasta finalizar la masticación.

2.4.1. EVALUACIÓN SENSORIAL

Por su parte, Espinosa (2007) presenta a la calidad sensorial de un alimento como el resultado de la interacción alimento-hombre y la define como la sensación humana proveniente de determinados estímulos de los alimentos que dependen de la clase e intensidad del estímulo y de las condiciones en las que se encuentra el ser humano. Las características de textura como la firmeza, suavidad y jugosidad pueden ser evaluadas por los dedos y otros como la masticabilidad, adhesividad y grasosidad por los receptores bucales (lengua, dientes y paladar) (Witting de Penna, 2001).

2.4.2. PRUEBA DESCRIPTIVA POR MEDIO DE ESCALAS DE INTERVALO

Saint-Denis (2018) detalla que con la finalidad de poder describir las propiedades multidimensionales que en conjunto definen la calidad de un producto, se emplean métodos descriptivos de evaluación sensorial que otorgan una tarjeta de identidad al producto, que brinda al producto un conjunto de descriptores y un valor asignado que le permiten ser comparado objetivamente con otros productos del mismo universo, además de cuantificar las diferencias sensoriales de cada propiedad sensorial.

La prueba descriptiva que emplea la calificación por medio de escalas de intervalo ofrece una escala con extremos y puntos intermedios otorgando la ventaja de anclar puntos intermedios en la escala y resuelve parte del problema de la subjetividad de los jueces al

asignar el atributo del alimento donde estas escalas suelen constar de 3, 4, 5 o más puntos; sin embargo, una de las desventajas se da por la dificultad de lograr una adecuada descripción a los puntos intermedios y de proporcionar la explicación detallada de cada uno de los puntos a los jueces, por lo que se debe realizar un entrenamiento más intenso y monitoreado de los jueces y una interpretación de los resultados ligeramente más laboriosa (Anzaldúa-Morales, 1994).

Además, Stone & Sidel (2004) indican que teniendo referencias de la escala con extremos altos y bajos puede darse el medio ideal para lograr enfocar las respuestas de los panelistas y minimizar la variabilidad, sin embargo, no elimina las variables propias del comportamiento humano (desagrado personal de ciertos alimentos), la variación propia entre productos, el número de referencias a emplear durante la evaluación, el uso de términos que complementen la “representación” de la percepción particular y la probabilidad de usar otros atributos no evaluados para reconocer la percepción; por ello, es necesario presentar más de un sujeto para la ejecución de las evaluaciones, así detectar las debilidades, fortalezas y los puntos que se deben.

2.4.3. METODOLOGÍA *TEXTURE PROFILE*

Stone & Sidel (2004) comentan que el Centro de Investigación de Alimentos Generales (USA) realizó el desarrollo de la terminología descriptiva para las escalas de las intensidades de registro y la relación de palabras producto para cada categoría de escala del atributo textura, siendo el objetivo eliminar los problemas de variabilidad mediante el uso de escalas de calificación estándar para cada término de textura y materiales de referencia específicos para representar cada uno de los términos empleados en la escala, cuyos términos han sido seleccionados de conceptos científicos y populares. En la Tabla 4 se describe los parámetros textuales y su nomenclatura popular.

Tabla 4: Relación entre parámetros textuales y nomenclatura popular

Características mecánicas		
Parámetros primarios	Parámetros secundarios	Términos populares
Dureza	-	Suave, firme, fuerte
	Fragilidad	Desmenuzable, crujiente, quebradizo
Cohesión	Masticabilidad	Tierno, masticable, duro
	Gomosidad	Corto, harinoso, pastoso, gomoso
Viscosidad	-	Delgado, viscoso
Elasticidad	-	Plástico, elástico
Adhesividad	-	Pegajoso, viscoso
Características geométricas		
Clases	Ejemplos	
Tamaño y forma de las partículas	Arenoso, granulado, áspero, etc.	-
Forma y orientación de las partículas	Fibroso, celular, cristalino, etc.	-
Otras características		
Parámetros primarios	Parámetros secundarios	Términos populares
Contenido de humedad	-	Seco, húmedo, mojado, acuoso
	Oleaginosidad	Aceitoso
Contenido de grasa	Grasiento	Grasoso

FUENTE: Stone & Sidel (2004)

III. METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo fue ejecutado en una empresa líder de alimentos del sector del consumo masivo en el área tecnológica de Investigación y Desarrollo para el procesamiento de bizcochos en el periodo de junio del 2019 a julio del 2020.

3.2. MATERIAS PRIMAS E INGREDIENTES

3.2.1. MATERIAS PRIMAS

Se utilizó harinas de trigo “débil” e “intermedia” producidas por la planta Molino que presenta la empresa, cuyos parámetros de especificación se presentan en el Anexo 1. Adicionalmente, se empleó el leudante fosfato monocálcico anhidro, SAPP, huevo líquido pasteurizado y el CPL proporcionados por el almacén de ingredientes y aditivos de la planta de Bizcochos de la empresa.

3.2.2. INGREDIENTES

Para la elaboración de las pruebas de bizcochos se emplearon: azúcar, agua potable, almidón de maíz, aceite vegetal, jarabe de glucosa, humectantes (glicerol, jarabe de sorbitol), emulsionante (mono y diglicéridos de ácidos grasos, propilenglicol y ésteres poliglicéridos de ácidos grasos), leche descremada en polvo, permeado de suero en polvo, sal, bicarbonato de sodio, conservantes (sorbato de potasio, propionato de calcio), espesantes (carboximetil celulosa, goma xantan) y saborizantes.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. MATERIALES

Se utilizaron los siguientes materiales:

- Picnómetro aforado de acero inoxidable de 100 mL
- Bandeja de horno de 20 cm x30 cm
- Varilla rectangular de acero inoxidable de espesor 6 mm
- Papel manteca
- Recipiente *bowl*
- Bagueta
- Espátula de goma
- Espátula de acero

3.3.2. EQUIPOS

- Balanza Ohaus modelo PX4202/E de 4200 g \pm 0.01 g
- Balanza analítica Ohaus modelo PA224C \pm 0.0001 g
- Horno eléctrico estático Lang Manufacturing CO. BOX 905
- Termómetro digital Ottoware modelo TP 101 \pm 0.1°C (rango: - 50°C a 300°C)
- Vernier digital BW modelo PG5010 \pm 0.1 mm
- Batidora Kitchen Aid Capacidad 1 Kg con accesorio paleta

3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.4.1. ANÁLISIS FÍSICO

a. PRUEBAS A NIVEL LABORATORIO

Para la elaboración de las pruebas a *nivel laboratorio*, se realizaron las siguientes mediciones:

- **Densidad:** Se determinó midiendo la cantidad de masa de bizcocho sin hornear que ocupa el picnómetro aforado de acero inoxidable de 100 mL, donde:

$$\text{Densidad (g/mL)} = \frac{\text{masa de bizcocho}}{\text{volumen del picnómetro}}$$

- **Espesor:** Se determinó en la manta de bizcocho horneado enfriado en milímetros (mm), empleando el vernier en tres posiciones a lo largo de la manta: centro y extremos (a 20 mm de los extremos de la manta de bizcocho).

b. PRUEBAS A NIVEL INDUSTRIAL

Para la elaboración de la prueba a *nivel industrial*, se realizaron las siguientes mediciones:

- **Densidad:** Se determinó según el proceso descrito previamente a nivel laboratorio.
- **Peso:** Se determinó en las unidades de bizcocho de dimensión 32.0 x 79.5 mm enfriado en gramos (g) por pesado directo en la balanza analítica ± 0.0001 g de las filas F6, F16 y F26 (se visualiza en el Anexo 2 el mosaico de distribución de filas presentes en el bizcocho en la línea de producción) con repeticiones de pesada de 10 unidades por fila.
- **Espesor:** Se determinó en las unidades de bizcocho de dimensión 32.0 x 79.5 mm enfriado en milímetros (mm), empleadas las 10 muestras tomadas para la medición del atributo peso y empleando el vernier.

3.4.2. ANÁLISIS SENSORIAL

La metodología de análisis sensorial presentó como base el proceso detallado por Anzaldúa-Morales (1994) en su práctica para la utilización de escalas de intervalo para calificación; además, de la base para las descripciones de perfil de textura empleado.

Para las pruebas a nivel laboratorio, se realizó el perfilamiento de la textura al paladar de las pruebas evaluadas con numeración aleatoria (tres dígitos) según diseño experimental, mediante evaluación sensorial interno con participación del equipo de Investigación y Desarrollo conformado por un panel semi entrenado de 04 mujeres y 01 hombre entre edades de 28 - 50 años con un mínimo de 7 años experiencia en el rubro de panadería fina, empleando como guía de evaluación la ficha de perfilamiento detallada en el Anexo 3, siendo la escala de perfilamiento:

- 1: Bizcocho no esponjoso (con percepción de resequeidad o aspereza y muy firme)
- 2: Bizcocho poco esponjoso (con ligera percepción de resequeidad o aspereza y moderadamente firme)
- 3: Bizcocho ligeramente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza y ligeramente firme)
- 4: Bizcocho moderadamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con ligera sensación aterciopelada)
- 5: Bizcocho bastante esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con sensación aterciopelada)
- 6: Bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con moderada sensación aterciopelada)
- 7: Bizcocho sumamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con elevada sensación aterciopelada)

Se complementó el análisis con el debate del porqué de las escalas seleccionadas; y, la evaluación sensorial presentó un cierre con el análisis de los resultados obtenidos y las pruebas seleccionadas según calificación final obtenida.

Para las validaciones de pruebas a nivel industrial, se realizó solo el perfilamiento de la textura al paladar empleando la misma escala descrita a nivel laboratorio exceptuando la evaluación a ciegas.

3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para el cumplimiento de los objetivos establecidos, el presente trabajo planteó la metodología visualizada en la Figura 1.

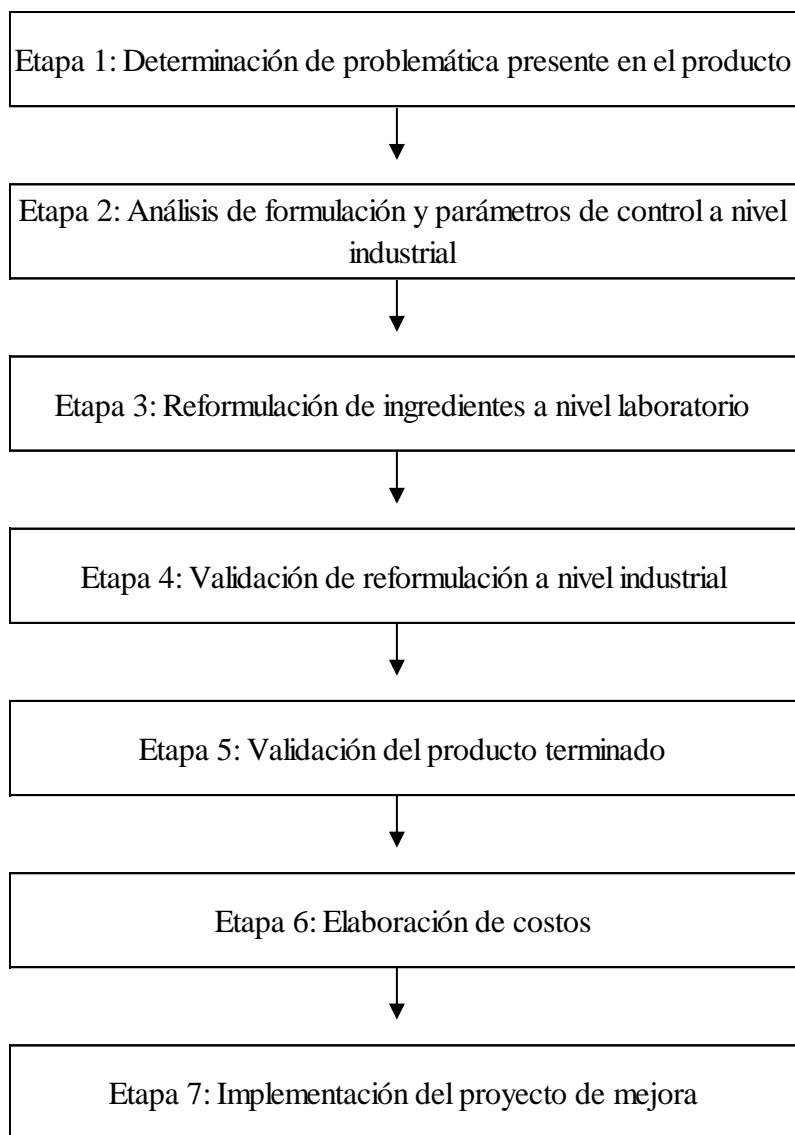


Figura 1: Metodología de trabajo empleada en la mejora de la textura del bizcocho

El producto de panadería fina presentó los siguientes componentes: bizcocho, manjar blanco, almíbar y cobertura de sabor chocolate indicados en la Tabla 5, realizando las validaciones de pruebas solo en el bizcocho como componente de estudio y presentando como variables constantes el resto de componentes.

Tabla 5: Componentes del producto de panadería fina

Componentes	Porcentaje (%)
Bizcocho*	40.0
Manjar blanco**	20.0
Almíbar**	10.0
Cobertura sabor chocolate**	30.0

* Componente de estudio. ** Componente constante

3.5.1. ETAPA 1: DETERMINACIÓN DE PROBLEMÁTICA PRESENTE EN EL PRODUCTO

Mediante la reunión multidisciplinaria entre las áreas de Calidad, Producción, Investigación y Desarrollo y *Marketing* de la empresa, se planteó mejorar la calidad del producto de panadería fina, al haber realizado en el Directorio de la empresa un comparativo interno del producto con otros productos competidores presentes en el mercado, atribuyendo directamente la mejora en la textura del componente bizcocho.

3.5.2. ETAPA 2: ANÁLISIS DE FORMULACIÓN Y PARÁMETROS DE CONTROL A NIVEL INDUSTRIAL

Las áreas de Producción e Investigación y Desarrollo seleccionaron la formulación principal para la elaboración del bizcocho y realizaron el análisis de los parámetros de control del proceso detallados en la Tabla 6 , reportando los datos obtenidos para las variables de la masa de bizcocho: densidad (g/mL) y del bizcocho: espesor (mm) y peso (g). Adicionalmente, se realizó la calificación del parámetro textura por el panel semi entrenado, reportando la calificación en la escala del 1 al 7.

Tabla 6: Parámetros de control y/o evaluación del proceso de elaboración de bizcocho a nivel industrial

Parámetros	Características
Masa de bizcocho:	

«continuación»

Densidad (g/mL)	0.65 +/- 0.5
Bizcocho:	
Peso (g)	12.0 +/- 0.5
Espesor (mm)	10.0 +/- 1.0
Textura (escala)	4 - 7

La elaboración del bizcocho a nivel industrial presentó el siguiente proceso:

a. RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA Y MATERIAL DE ENVASE

Según los parámetros establecidos en las especificaciones técnicas de la materia prima y material de envase, se evaluó los lotes entregados y fueron almacenados en el almacén de ingredientes, aditivos y envases caso corresponda.

b. ELABORACIÓN DE LA MASA

Consistió en mezclar los ingredientes en una batidora industrial a una velocidad de 70 RPM por un tiempo de 10 minutos hasta obtener una mezcla homogénea, realizando un mezclado inicial de ingredientes acuosos, conservantes, emulsionantes y espesantes; y, posteriormente, harinas, almidón y leudante químico. Luego, la masa de bizcocho fue transferida por tuberías al tanque pulmón.

c. DOSIFICACIÓN DE MASA

La masa fue sometida al proceso de aireado al ser transportada por un turbo emulsor, permitiendo obtener la densidad óptima de la masa. Luego, se dosificó la masa en un rodillo transversal a la banda del horno donde se realizó el ajuste del ancho de la manta y espesor de la masa, logrando la alimentación continua al horno.

d. HORNEADO

Se realizó en un horno de túnel automático de 3 zonas donde se reguló los parámetros de temperatura y velocidad de cocción.

e. ENFRIADO

La manta de bizcocho fue transportada por una faja de malla para permitir su enfriado a temperatura ambiente por un tiempo de 10 - 15 minutos.

f. CORTE EN TIRAS

La manta de bizcocho pasó por unas cuchillas en forma longitudinal, regulando el ancho de la unidad de bizcocho.

g. CORTE TRANSVERSAL

Las tiras de bizcocho fueron cortadas según la longitud requerida por cada unidad mediante una cortadora transversal ultrasónica.

3.5.3. ETAPA 3: REFORMULACIÓN DE INGREDIENTES A NIVEL LABORATORIO

Según las variaciones reportadas en el bizcocho elaborado a nivel industrial, se planteó la reformulación reemplazando el tipo de harina y leudante químico; y, eliminando el ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado manteniendo el resto de ingredientes en formulación como variables constantes. Para ello, se empleó los siguientes diseños experimentales presentados en la Tabla 7 y Tabla 8, donde la letra “P” significa Prueba.

Tabla 7: Diseño experimental para validar el tipo de harina y leudante químico a emplear

Ingrediente	Patrón	P1	P2	P3
Harina de trigo "intermedia"	30.00%	0.00%	30.00%	0.00%
Harina de trigo "débil"	0.00%	30.00%	0.00%	30.00%
Fosfato monocálcico anhidro	0.09%	0.09%	0.00%	0.00%
SAPP	0.00%	0.00%	0.09%	0.09%

Tabla 8: Diseño experimental para validar la eliminación del ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado

Ingrediente	Patrón	P4	P5	P6
Huevo líquido pasteurizado	10.70%	10.70%	11.30%	12.10%
CPL	0.30%	0.00%	0.00%	0.00%

Se realizó por cada prueba evaluada las mediciones de densidad de masa de bizcocho (g/mL) y espesor del bizcocho (mm); además, del perfilamiento de la textura al paladar realizado por la evaluación sensorial interna para definir la fórmula a validar a nivel industrial.

La elaboración del bizcocho a nivel laboratorio presentó el proceso mostrado en la Figura 2 y detallado a continuación.

a. PESADO

Se realizó el pesado de ingredientes secos, semi-líquidos y líquidos por separado.

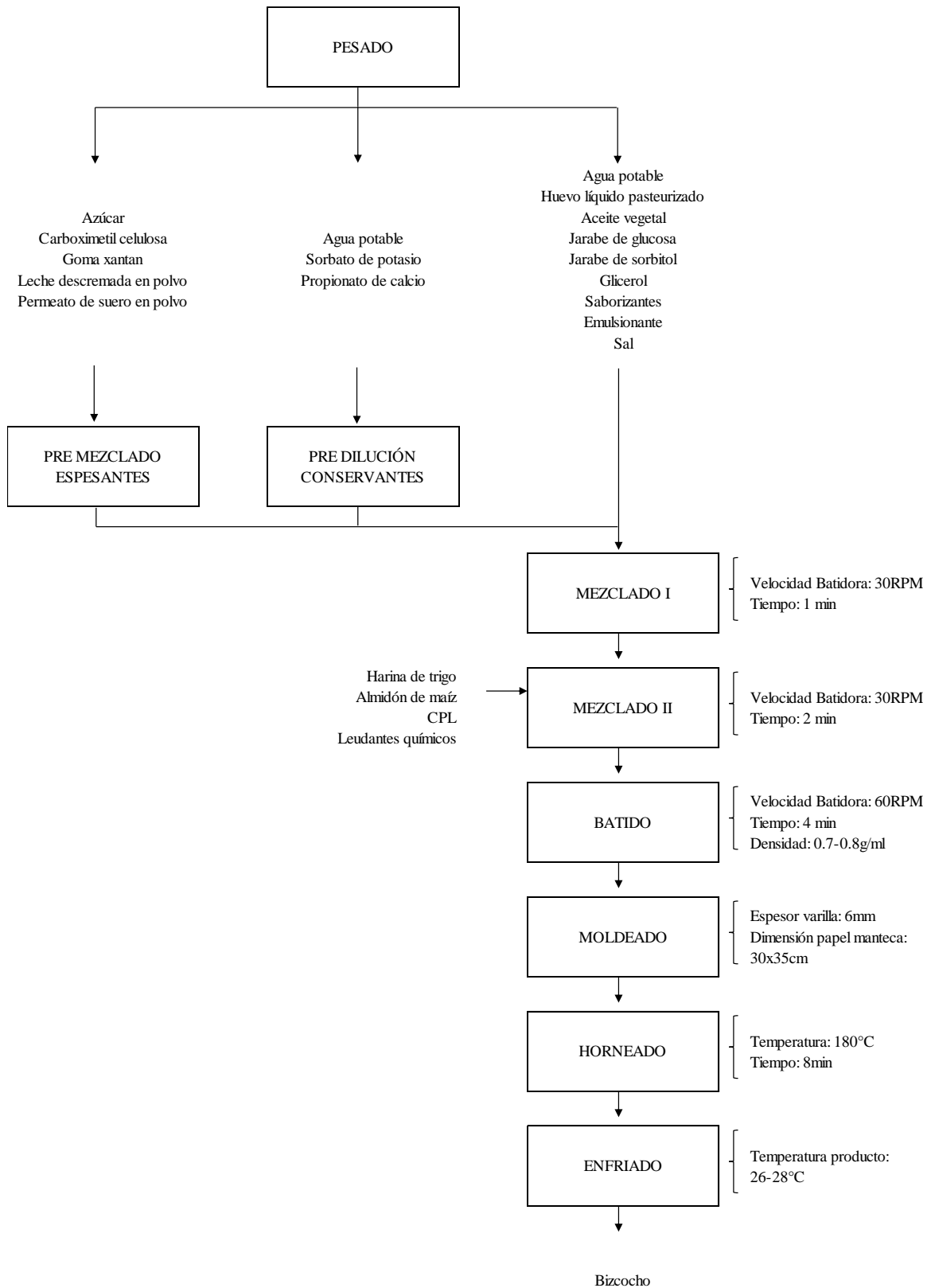


Figura 2: Flujograma del proceso de elaboración del bizcocho a nivel laboratorio

b. PRE MEZCLADO ESPESANTES

En un recipiente con tapa se incorporó como base el azúcar y componentes lácteos para agregar encima los ingredientes carboximetil celulosa y goma xantan, realizando un agitando constante hasta obtener una dispersión homogénea de la mezcla en polvo.

c. PRE DILUCIÓN DE CONSERVANTES

Con la relación 10:1 de agua potable:conservantes, se realizó la dilución del ingrediente mediante agitación constante con la ayuda de una bagueta y a temperatura ambiente.

d. MEZCLADO I

Se incorporó el pre mezclado de espesantes y el pre dilución de conservantes en el *bowl* de la batidora semi industrial. Adicionalmente, se agregó el agua potable, huevo líquido pasteurizado, aceite vegetal, jarabe de glucosa, jarabe de sorbitol, glicerol, saborizantes, emulsionante y sal, los que procedieron a mezclarse a una velocidad de 30RPM por 1 min hasta obtener la incorporación semi- homogénea de los ingredientes.

e. MEZCLADO II

Se incorporó la harina de trigo, almidón de maíz, CPL y leudantes químicos según formulación, los que procedieron a mezclarse a una velocidad de 30RPM por 2 min hasta obtener la incorporación semi-homogénea de los ingredientes.

f. BATIDO

Se realizó el proceso de aireado a una velocidad de 60RPM por 4 min hasta obtener una densidad de 0.7 - 0.8 g/mL y la incorporación homogénea de los ingredientes.

g. MOLDEADO

Con la ayuda de una espátula de goma, se retiró la masa y se distribuyó en el papel manteca de medidas 20 x 30 cm empleando como reguladores del espesor las varillas rectangulares de acero inoxidable de espesor 6mm y realizando un enrazado de la masa con la ayuda de una espátula de acero.

h. HORNEADO

Se agregó la masa moldeada a la bandeja del horno y se realizó el horneado a 180°C por 8 minutos en un horno eléctrico estático. Se realizó un giro de 180° a la bandeja a la mitad del tiempo de horneado.

i. ENFRIADO

Se retiró la manta de bizcocho horneado del horno y se realizó el enfriado de producto a temperatura ambiente hasta obtener una temperatura de 26 - 28°C.

3.5.4. ETAPA 4: VALIDACIÓN DE REFORMULACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL

Según lo concluido en la evaluación sensorial, se seleccionó la prueba con mejor valoración del atributo textura del diseño experimental para la validación del tipo de harina y leudante químico (P1, P2 y P3) y para la validación de eliminar el ingrediente CPL por sustitución de huevo líquido pasteurizado (P4, P5 y P6), obteniendo así la nueva formulación P7 a validar en prueba industrial expuesta en la Tabla 9, además, el equipo de Producción e Investigación y Desarrollo siguió el proceso de elaboración del bizcocho a nivel industrial descrito en la etapa 2 realizando los controles similares para las variables de la masa de bizcocho: densidad (g/mL) y del bizcocho: espesor (mm) y peso (g).

Tabla 9: Propuesta de formulación final P7 para validación a nivel industrial

Ingrediente	Patrón	P7
Harina de trigo "intermedia"	30.00%	0.00%
Harina de trigo "débil"	0.00%	30.00%
Fosfato monocálcico anhidro	0.09%	0.00%
SAPP	0.00%	0.09%
Huevo líquido pasteurizado	10.70%	11.30%
CPL	0.30%	0.00%

Se realizó también el perfilamiento del producto con la participación del panel semi entrenado para determinar la textura obtenida al paladar empleando la escala descrita en Anexo 4.

3.5.5. ETAPA 5: VALIDACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

Se dio inicio al estudio de estabilidad del producto de panadería fina para su validación del comportamiento durante la vida en anaquel y en comparación con el producto patrón. En el Anexo 5 se puede observar la plantilla de ficha de estudio de estabilidad.

3.5.6. ETAPA 6: ELABORACIÓN DE COSTOS

Se realizó el comparativo de costos (soles) entre la formulación del patrón con la formulación P7 aplicado en el producto de panadería fina validado a nivel industrial por tonelada y costo unitario (30 g), considerando como costos variables solo los presentados en el componente bizcocho por la sustitución de ingredientes empleados (ítem materias primas) y como costos fijos los ítems: gastos de fabricación, mano de obra, energía, gas natural, envases y

embalajes; además, se calculó el ahorro anual y mensual estimado empleando las siguientes formulaciones:

Ahorro anual (t)=Producción anual (t) x (Costo total Patrón-Costo total P7)

Ahorro mensual (t)=Producción mensual (t) x (Costo total Patrón-Costo total P7)

3.5.7. ETAPA 7: IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA

Se presentó los resultados de los productos de panadería fina envasados a nivel industrial para el Patrón y P7 y el ahorro estimado al equipo de *Marketing* determinando la aprobación de la mejora expuesta. Se coordinó con los equipos de Producción, Calidad y Logística las actividades de implementación según los cambios requeridos de nuevo registro sanitario por actualización de textos legales, agotamiento de materiales de envase y nuevos abastecimientos de ingredientes y/o materiales según se requiere; además, del monitoreo de la producción de la nueva fórmula Patrón en producto.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó los diseños experimentales a nivel laboratorio descritos en la etapa 3 donde los tratamientos fueron las formulaciones Patrón, P1, P2, P3, P4, P5 y P6. Los parámetros de control por proceso fueron la densidad (g/mL) y el espesor (mm) y los parámetros de evaluación fueron las calificaciones de textura obtenidas en panel sensorial.

Para las validaciones a nivel industrial de las formulaciones Patrón y P7, se realizó las medidas de control por proceso de densidad (g/mL) y las medidas de evaluación fueron el espesor (mm), el peso (g) y las calificaciones de textura obtenidas en panel sensorial.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para cada diseño experimental validado a nivel laboratorio según tratamientos: Patrón, P1, P2, P3 y Patrón, P4, P5, P6, se aplicó para el parámetro de evaluación textura el análisis

estadístico no paramétrico de Friedman y Wilcoxon ($\alpha = 0.1$) con los resultados registrados por los 05 panelistas semi entrenados (bloques). Para el parámetro de control densidad (g/mL) se aplicó cumplimiento de rango y para el espesor (mm) el Diseño Completamente al Azar (DCA) de un solo factor aplicando el análisis estadístico paramétrico de ANOVA ($\alpha = 0.1$).

Para las validaciones por separado de las formulaciones Patrón y P7 a nivel industrial, se aplicó para el parámetro de evaluación textura el análisis estadístico no paramétrico de Friedman y Wilcoxon ($\alpha = 0.1$) con los resultados registrados por los 05 panelistas semi entrenados (bloques) de las filas con ubicación F6, F16 y F26 (tratamientos). Para el parámetro de control densidad (g/mL) se aplicó media de valores y para los parámetros de evaluación espesor (mm) y peso (g) se realizó control estadístico de valores según definición de Límite Control Superior (LCS), Límite Control Inferior (LCI) y Límite Control Central (LCC).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE PROBLEMÁTICA PRESENTE EN EL PRODUCTO

Se ejecutó en la reunión de Directorio de la empresa la degustación del producto de panadería fina vs productos competidores en el mercado nacional y referencias en otros países, los que fueron evaluados de forma conjunta con la participación de las áreas de Calidad, Producción, Investigación y Desarrollo y *Marketing*; determinando de manera conjunta que el producto actual de panadería fina presenta atributos destacados en presentación de *packaging* y producto con color, olor y sabor agradable respecto a la competencia nacional; sin embargo, se determinó mejorar la suavidad a la mordida que presenta el producto al percibir menor esponjosidad solo respecto a la referencia internacional (producto italiano).

4.2. ANÁLISIS DE FORMULACIÓN Y PARÁMETROS DE CONTROL A NIVEL INDUSTRIAL

Se realizó el análisis de la línea de bizcocho con la elaboración de 3 lotes de producción como *batch* representativo de la línea empleando la formulación principal denominada Patrón (visualizada en el Anexo 6). Se realizó la trazabilidad de los lotes de materias primas e ingredientes a emplear, los que cumplieron con sus respectivas especificaciones técnicas internas previamente definidas por el equipo de Investigación y Desarrollo. El parámetro de control de densidad de masa presentó un valor de 0.63 g con cumplimiento de especificación técnica (0.65 ± 0.5 g), y las mediciones de los parámetros de evaluación de espesor (mm) y peso (g) se visualizan en la Figura 3 y Figura 4, encontrándose el espesor (mm) dentro del rango requerido (10.0 ± 1.0 mm); sin embargo, el peso (g) presentó incumplimiento del rango especificado (12.0 ± 0.5 g) con una distribución de datos por encima del LCS para las 3 filas de estudios (F6, F16 y F26). Esta variación de pesos de la masa de bizcocho fue acompañada por la presencia de halos de agujeros, es decir, contornos semicirculares y distribuidos en la base del bizcocho a la salida del horno; adicionalmente, en diferentes zonas del horno de

túnel, se observó el levantamiento de la superficie del bizcocho simulando montes de un diámetro estimado al tercio del tamaño del ancho total de la manta.

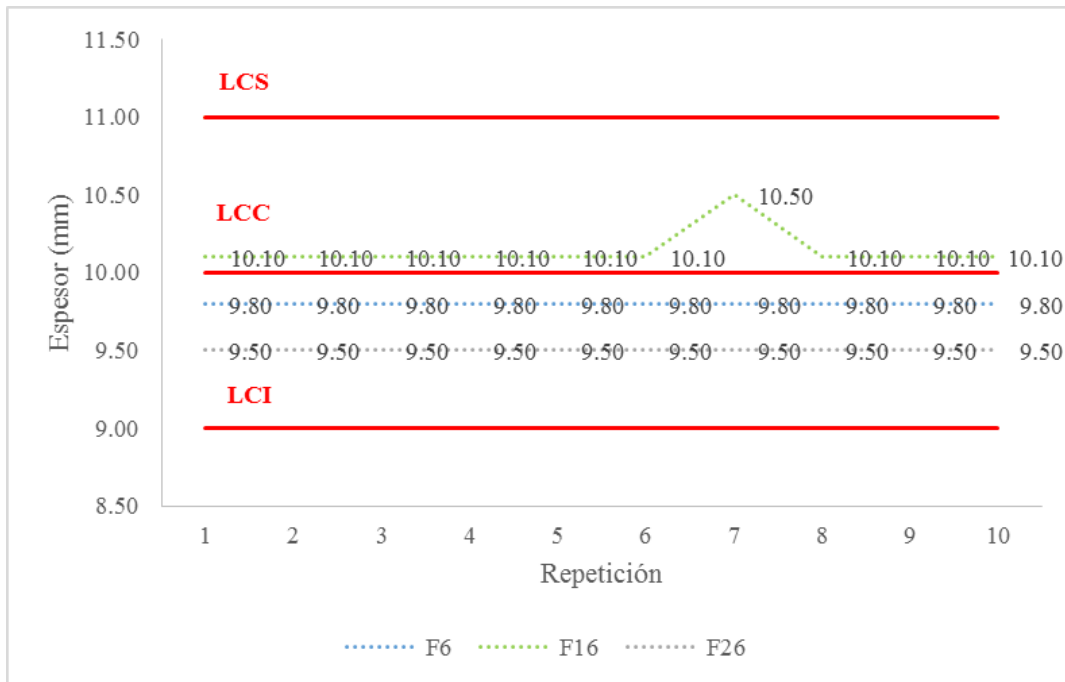


Figura 3: Control estadístico de espesor (mm) para la formulación principal del Patrón a nivel industrial

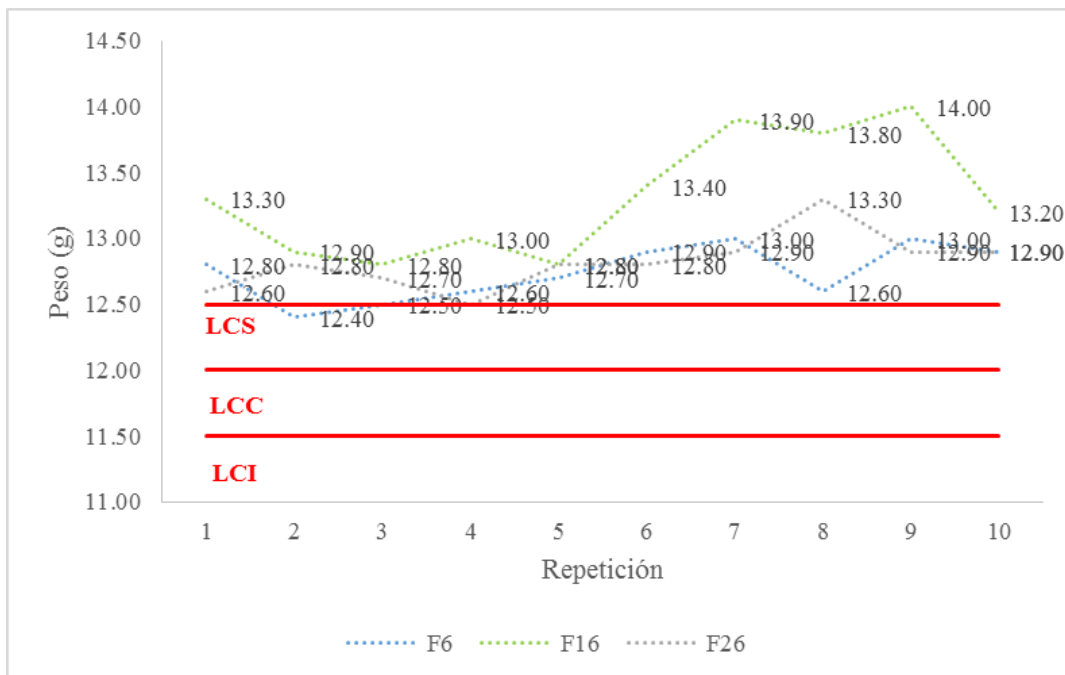


Figura 4: Control estadístico de peso (g) de la formulación principal del Patrón a nivel industrial

La distribución no uniforme de la masa de bizcocho evidenciado por el rango de pesos obtenidos con mayores valores hacia la F16 (Anexo 7) y la presencia de deformaciones en el bizcocho durante el horneado, también guardaron relación con los resultados obtenidos para el parámetro de evaluación textura con una calificación entre las escalas 3 a 4 observadas en la Tabla 10, con una tendencia de perfilamiento a bizcocho moderadamente esponjoso (sin percepción de resequedad o aspereza con ligera sensación aterciopelada), siendo la especificación asignada para el producto la escala de 4 a 7.

Tabla 10: Textura perfilada de Patrón a nivel industrial para las filas F6, F16 y F26

Parámetro	Repetición	Patrón		
		F6	F16	F26
Textura	Panelista 1	4	4	4
	Panelista 2	4	4	3
	Panelista 3	4	4	3
	Panelista 4	3	4	3
	Panelista 5	4	4	4

Los valores de calificación de textura presentaron según estadístico de Friedman ($\alpha = 0.1$) diferencias significativas con un valor p de 0.097 contemplando como tratamientos las filas F6, F16 y F26 y como bloques a los panelistas semi entrenados. Adicionalmente, el estadístico de Wilcoxon ($\alpha = 0.1$) concluyó no presencia de diferencias significativas entre las filas F6 y F16 con un valor p de 1, entre las filas F6 y F26 con un valor p de 0.371 y entre las filas F16 y F 26 con un valor p de 0.181 (Anexo 8).

Para poder mejorar la distribución uniforme de la masa de bizcocho y su relajamiento óptimo a lo ancho de la banda de transporte previo horneado, se realizó la sustitución de ingredientes en fórmula realizando el ajuste de formulación con la harina de trigo “intermedia” por harina de trigo “débil” de menor fuerza relacionado al porcentaje de proteína en su composición y regulación del crecimiento de la masa de bizcocho durante el horneado con el ajuste de la sal ácida en el leudante químico por uno de menor velocidad de reacción como el SAPP (tratamientos Patrón, P1, P2 y P3) y la eliminación del ingrediente CPL con el incremento

del huevo líquido pasteurizado que aporta mayor esponjosidad en el bizcocho por las propiedades espumantes y emulsificantes (tratamientos Patrón, P4, P5 y P6).

4.3. REFORMULACIÓN DE INGREDIENTES A NIVEL LABORATORIO

El diseño experimental propuesto para validar el tipo de harina y leudante químico comprendió la formulación principal Patrón vs las pruebas P1, P2 y P3 presentando los datos de densidad (g/mL) y espesor (mm) obtenidos en la Tabla 11. La densidad promedio fue 0.751 ± 0.015 encontrándose dentro del rango requerido a nivel laboratorio (0.7 - 0.8 g/mL). Adicionalmente, los valores de espesor (mm) para Patrón y las pruebas P1, P2 y P3 según estadístico DCA ($\alpha = 0.1$) determinó que no presentan diferencias significativas entre sí presentando valor p calculado de 0.916 (ver Anexo 9).

Tabla 11: Densidad (g/mL) y Espesor (mm) obtenidos del diseño experimental para validar el tipo de harina y leudante químico a emplear

Parámetros	Repetición	Patrón	P1	P2	P3
Densidad (g/mL)	-	0.758	0.746	0.766	0.732
	Extremo 1	11.1	11.5	11.1	11.7
Espesor (mm)	Centro	12.6	12.0	12.2	11.9
	Extremo 2	11.8	11.3	11.5	11.7

La calificación otorgada por el panel semi entrenado según la escala del 1 al 7 se muestra en la Tabla 12, los que presentaron según estadístico de Friedman diferencias significativas ($\alpha = 0.1$) con un valor p calculado de 0.003; y, al realizar el estadístico de Wilcoxon ($\alpha = 0.1$) entre comparaciones con la formulación Patrón, se presentó diferencias estadísticas con las pruebas P1 y P3 con un valor p calculado de 0.059 para ambos análisis (Anexo 9). Tanto la P1 como la P3 (con presencia de harina de trigo “débil” en formulación) presentaron mayores ponderaciones en la escala de perfilamiento respecto a la muestra Patrón, siendo la muestra P1 con tendencia del perfil escala 5 con un bizcocho bastante esponjoso (sin percepción de resequeza o aspereza con sensación aterciopelada) mientras que la P3 presentó tendencia a escala superior 7 con un bizcocho sumamente esponjoso (sin percepción de resequeza o aspereza con elevada sensación aterciopelada).

Tabla 12: Textura perfilada del diseño experimental para validar el tipo de harina y leudante químico a emplear

Parámetros	Repetición	Patrón	P1	P2	P3
Textura	Panelista 1	4	6	5	7
	Panelista 2	4	5	4	6
	Panelista 3	4	6	4	7
	Panelista 4	4	5	5	7
	Panelista 5	4	5	4	6

Los pasteles requieren elegir la harina débil pues presenta un color blanco con textura más fina y sedosa, además del bajo contenido de proteínas al 8% y tamaños pequeños de partícula realizando una menor formación de gluten que permite dar al pastel un grano fino, estructura delicada y textura aterciopelada a diferencia de una harina multipropósito con 11% de proteína y una harina para pan con un 12 - 14% de proteína que necesitan el desarrollo fuerte del gluten (Zhou, 2014). Además, la capacidad del gluten de poder expandirse se debe a la presión generada por los gases como el aire, vapor y dióxido de carbono combinado con la elasticidad de la glutenina y la fluidez de la gliadina (Sontag-Strohm *et al.*, 1996). Por ello, la harina de trigo “intermedia” empleada en la formulación Patrón presenta un rango de 10.0 - 11.5% de proteína y 7.5 - 9.0 % de gluten seco en comparación de la harina de trigo “débil” con 7.5 - 10% de proteína y 6.0 - 7.5% de gluten seco (Anexo 1), siendo las características de la harina de trigo “débil” las requeridas para obtener una distribución homogénea durante la etapa de dosificación de masa.

Atwell (2001) detalla que la solubilidad de los leudantes están relacionados con la reactividad del acidulante siendo el fosfato monocálcico el más soluble que al juntarse con el bicarbonato de sodio libera la mayor parte del gas durante el mezclado; en contraste, los acidulantes de acción más lenta como el pirofosfato de ácido de sodio que están disponibles en varios grados de reactividad, solo pueden realizar la fermentación cuando se aplica algún nivel de calor y es importante que se produzcan pequeñas burbujas para producir una fina y uniforme textura en el producto horneado. La sustitución del fosfato monocálcico anhidro por el SAPP 1:1 buscó poder controlar la velocidad de producción de gas que inicialmente se realizaba desde el proceso de mezclado llegando a la etapa de horneado con la producción acelerada de gas observado en los halos formados producto de las burbujas amplias

desarrolladas en el proceso de cocción, mientras que al regular la producción de los gases empleando el leudante SAPP busca direccionar su mayor efecto durante el proceso de horneado y de forma más progresiva. Con ello, se optó por seleccionar la formulación P3 con presencia de harina de trigo “débil” y el leudante SAPP para validación en prueba industrial.

Para el diseño experimental propuesto para validar la eliminación del ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado comprendió la formulación principal Patrón vs las pruebas P4, P5 y P6 presentando los datos de densidad (g/mL) y espesor (mm) expuestos en la Tabla 13. La densidad promedio fue 0.750 ± 0.013 encontrándose dentro del rango requerido a nivel laboratorio (0.7 - 0.8 g/mL). Adicionalmente, los valores de espesor (mm) para Patrón y las pruebas P4, P5 y P6 según estadístico DCA ($\alpha = 0.1$) determinó que no presentan diferencias significativas entre sí presentando valor p calculado de 0.866 (ver Anexo 10).

Tabla 13: Densidad (g/mL) y Espesor (mm) obtenidos del diseño experimental para validar la eliminación del ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado

Parámetros	Repetición	Patrón	P4	P5	P6
Densidad (g/mL)		0.758	0.761	0.747	0.732
	Extremo 1	11.1	11.1	11.8	12
Espesor (mm)	Centro	12.6	12.2	12.8	13.5
	Extremo 2	11.8	10.5	11.9	12.9

La calificación otorgada por el panel semi entrenado según la escala del 1 al 7 se muestra en la Tabla 14, los que presentaron según estadístico de Friedman diferencias significativas ($\alpha = 0.1$) con un valor p calculado de 0.002; y, al realizar el estadístico de Wilcoxon ($\alpha = 0.1$) entre comparaciones con la formulación Patrón, se presentó diferencias estadísticas con las pruebas P5 y P6 con un valor p calculado de 0.059 para ambos análisis (ver Anexo 10). Tanto la P5 como la P6 (incremento de huevo líquido pasteurizado al 11.3% y 12.10%, respectivamente vs Patrón 10.70%) presentaron mayores ponderaciones en la escala de perfilamiento respecto a la muestra Patrón, siendo la muestra P5 la tendencia a la máxima escala de perfilamiento con un Bizcocho sumamente esponjoso (sin percepción de resequeza o aspereza con elevada sensación aterciopelada) mientras que la P6 presentó la

escala de bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequeza o aspereza con moderada sensación aterciopelada) y algunos comentarios finales de los panelistas semi entrenados para la P6 fue que se percibía una sensación de apelmazado al paladar que retraía el proceso de rebote a la mordida.

Tabla 14: Textura perfilada del diseño experimental para validar la eliminación del ingrediente CPL por huevo líquido pasteurizado

Parámetros	Repetición	Patrón	P4	P5	P6
Textura	Panelista 1	4	4	7	6
	Panelista 2	4	3	6	5
	Panelista 3	4	4	7	6
	Panelista 4	4	3	7	6
	Panelista 5	4	4	6	5

Los concentrados de proteína y aislados de proteína de suero presentan propiedades emulsionantes pudiendo sustituir al huevo, sin embargo, las propiedades de las proteínas de suero son más pobres que las de las proteínas de la clara de huevo ya que interactúan con la sacarosa normalmente presente en este tipo de formulaciones, por lo que, Berry *et al.* (2009) afirmaron que las espumas preparadas con clara de huevo mejoran la estabilidad en la interfaz mientras que no se presentan ningún efecto de ello en las preparaciones que cuenten con proteína de suero. Es así, que se determinó eliminar el ingrediente CPL con 0.3% en formulación Patrón y obteniendo su equivalente promedio en huevo líquido pasteurizado con 1.4% (basado su equivalencia en información definida por el Proveedor del ingrediente CPL y de experiencias presentes en planta con el manejo propio del huevo líquido pasteurizado); sin embargo, existentes otras variables presentes en el proceso que pueden reforzar el desempeño del huevo líquido pasteurizado (sinéresis con otros ingredientes y/o aditivos) por lo que se determinó evaluar su uso en sustitución equivalente al 50% y 100%.

Para Zhou (2014), la función principal de los componentes del huevo es la formación de pequeñas gotas de aceite que proporcionan la adsorción, reducción de la tensión interfacial y la estabilización y en los productos horneados como pasteles que contienen altas proporciones de grasa pueden tener múltiples funciones incluyendo la emulsificación y la

estabilización de la grasa en la masa de la torta y en el proceso de horneado, siendo el comportamiento emulsionante de la yema el dominado por los componentes lipoproteicos presentes. Los efectos de incrementar la cantidad de huevo líquido pasteurizado en formulación Patrón se basaron en el aporte de proteínas-emulsionantes siendo para el ingrediente CPL con un contenido de 76% de proteína origen lácteo (Anexo 11) vs el huevo líquido pasteurizado con 12.6% de proteína presente en yema y clara (Badui, 2006); y por el incremento del emulsionante natural lecitina que se encuentra en la yema de huevo, buscando así el balance exacto que permita mejorar la emulsión durante el proceso de elaboración de masa con una base más homogénea y otorgar la estabilidad durante el proceso de horneado que permita obtener un producto con mejores características de textura.

Con ello, se indicó al equipo de panelistas que las mejores pruebas obtenidas a nivel laboratorio para cada diseño experimental fueron la P3 (30% Harina de trigo débil y 0.09% SAPP) y la P5 (11.30% Huevo líquido pasteurizado y 0.00% ingrediente CPL), definiendo así la prueba P7 para la validación de la formulación a nivel industrial.

4.4. VALIDACIÓN DE REFORMULACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL

Se realizó 3 lotes de *batch* para la formulación P7 (30% Harina de trigo débil, 0.09% SAPP, 11.30% huevo líquido pasteurizado y 0.00% ingrediente CPL) previamente validando los lotes de materias primas e ingredientes a emplear con cumplimiento de sus especificaciones técnicas. El parámetro de control de densidad de masa presentó un valor de 0.64 g/mL con cumplimiento de especificación técnica (0.65 ± 0.5 g/mL) y las mediciones de los parámetros de evaluación de espesor (mm) y peso (g) se visualizan en la Figura 5 y Figura 6, encontrándose ambos parámetros dentro de los rangos requeridos, corrigiéndose principalmente la distribución de pesos (g) acercándose más al LCC (ver Anexo 11) con un descenso promedio de 6.8% permitiendo emplear las cantidades óptimas para el producto sin sobrepesos y/o ajustes del resto de componentes para el cumplimiento final del peso por unidad. Adicionalmente, el bizcocho a la salida del horno presentó escasos halos de agujeros de bizcocho en la base y en las diferentes zonas del horno de túnel no observó montes considerables en la superficie llegando solo a un diámetro de la décima parte de tamaño del ancho de la banda.

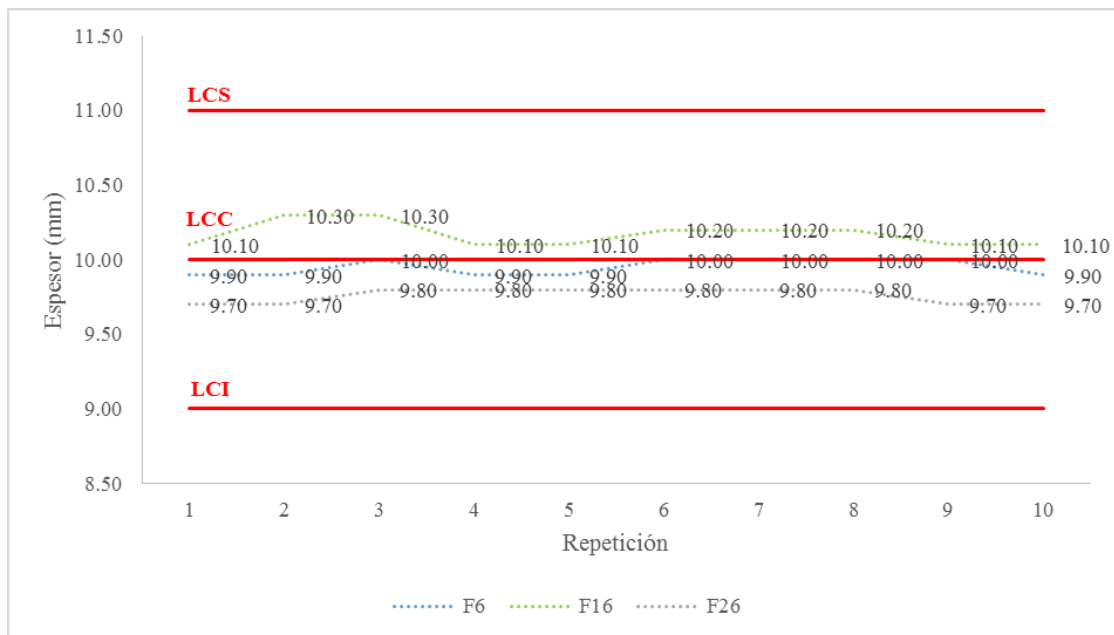


Figura 5: Control estadístico de espesor (mm) para la formulación P7 a nivel industrial

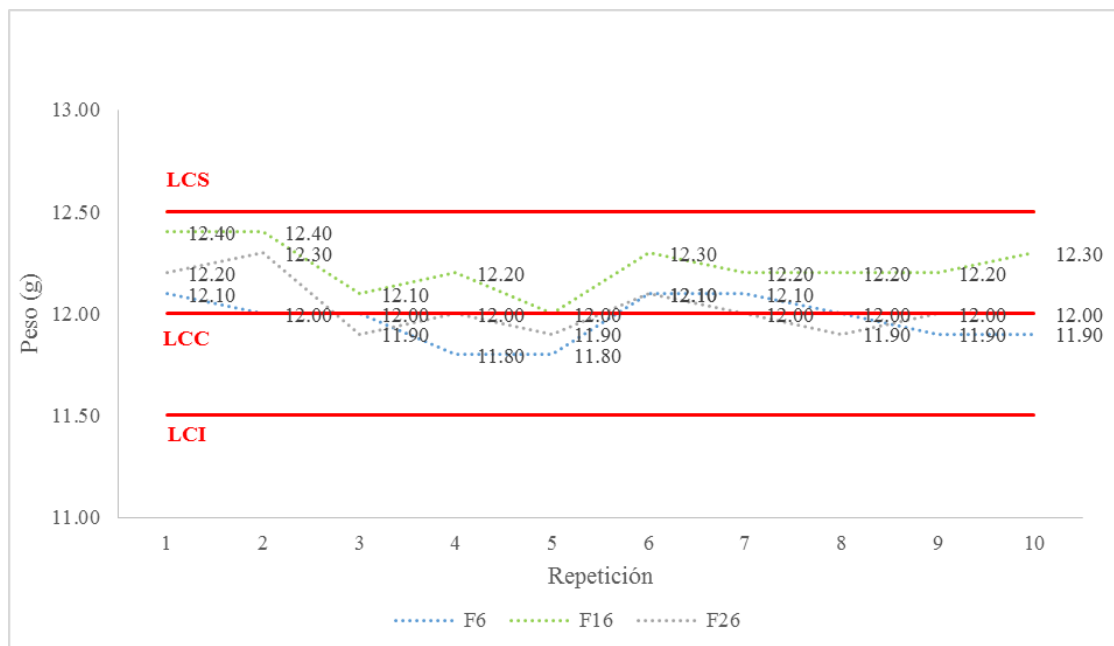


Figura 6: Control estadístico de peso (g) de la formulación P7 a nivel industrial

Para la evaluación de la textura se realizó el perfilamiento del bizcocho obteniendo una valoración entre las escalas 5 a 7 visualizadas en la Tabla 15, con una tendencia de perfilamiento a la escala 6 de bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequead o aspereza con moderada sensación aterciopelada), encontrándose dentro de la especificación

asignada para el producto con rango de escala 4 a 7 y mejorando respecto a la ponderación obtenida para el Patrón con escala 3 a 4.

Tabla 15: Textura perfilada de P7 a nivel industrial para las filas F6, F16 y F26

Parámetro	Repetición	P7		
		F6	F16	F26
Textura	Panelista 1	6	7	6
	Panelista 2	6	7	6
	Panelista 3	6	6	5
	Panelista 4	5	6	5
	Panelista 5	6	7	6

Los valores de calificación de textura presentaron según estadístico de Friedman ($\alpha=0.1$) diferencias significativas con un valor p de 0.015 contemplando como tratamientos las filas F6, F16 y F26 y como bloques a los panelistas semi entrenados. Adicionalmente, el estadístico de Wilcoxon ($\alpha = 0.1$) concluyó no presencia de diferencias significativas entre las filas F6 y F16 con un valor p de 0.1 y entre las filas F6 y F26 con un valor p de 1 y presencia de diferencias significativas entre las filas F16 y F 26 con un valor p de 0.059 (Anexo 12).

4.5. VALIDACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

Se realizó el estudio de estabilidad de los productos de panadería fina envasados en las pruebas industriales con formulación de bizcocho Patrón y P7 por un tiempo total de 11 meses (7 meses del tiempo de vida esperado más 2 meses de tiempo adicional de seguridad y 2 meses de evidencia de cambios), obteniendo en el periodo de 7 meses una calificación del parámetro textura entre las escalas 4 a 7 para el producto panadería fina con formulación bizcocho P7 mientras que el producto de panadería fina con formulación bizcocho Patrón presentó la calificación de 3 a 5 como se observa en la Figura 7, determinando 7 meses como vida útil del producto de panadería fina con formulación de bizcocho P7 con mejor comportamiento al cierre del estudio de tiempo de vida (escala 4: bizcocho moderadamente esponjoso, sin percepción de resequeza o aspereza con ligera sensación aterciopelada).

EMPRESA	FICHA DE ESTUDIO DE ESTABILIDAD												MDG-R00XX		
Aplicación:	Ubicación:												# Edición: XX		
Producto : PRODUCTO DE PANADERÍA FINA Presentación : 30g Marca : - Tamaño de muestra a evaluar : 30g Lote : # L# hh:mm Fecha Elaboración Producto : dd/mm/aa Fecha Vencimiento Producto : dd/mm/aa Fecha Inicio Estudio : dd/mm/aa Fecha Término Estudio : dd/mm/aa Vida Útil : 7 meses Condiciones Almacenamiento : Temperatura: 20 - 25 °C.-HR: 80% + 10 Material de envase : MATERIAL FLEXIBLE BILAMINADO: BOPP Cr + BOPP Met. MATERIAL FLEXIBLE LAMINADO: BOPP Cr.	Escala para Textura: 1: Bizcocho no esponjoso (con percepción de resequeidad o aspereza y muy firme) 2: Bizcocho poco esponjoso (con ligera percepción de resequeidad o aspereza y moderadamente firme) 3: Bizcocho ligeramente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza y ligeramente firme) 4: Bizcocho moderadamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con ligera sensación aterciopelada) 5: Bizcocho bastante esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con sensación aterciopelada) 6: Bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con moderada sensación aterciopelada) 7: Bizcocho sumamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con elevada sensación aterciopelada)														
Parámetros a evaluar	Especificado en Producto	Tiempo (MESES)													
		0		1		3		5		7		9		11	
Sensorial		PATRÓN	P7	PATRÓN	P7	PATRÓN	P7	PATRÓN	P7	PATRÓN	P7	PATRÓN	P7	PATRÓN	P7
TEXTURA	Escala 4 a 7	5	7	5	7	4	6	4	5	3	4	2	4	2	3
CONCLUSIÓN:		El producto de panadería fina con formulación de bizcocho P7 cumplió con las características especificadas hasta los 7 meses y con mejor escala respecto al producto de panadería fina con formulación de bizcocho Patrón. Se determinó 7 meses como vida útil del producto de panadería fina con formulación de bizcocho P7.													
Elaboró:	Paola Yancan														

Figura 7: Ficha de estudio de estabilidad para el producto de panadería fina con formulación de bizcocho Patrón y P7

4.6. ELABORACIÓN DE COSTOS

Los costos calculados fueron atribuidos por las sustituciones realizadas en el componente bizcocho con un ahorro de 5.7% para la formulación bizcocho P7 respecto al Patrón y presentando un ahorro total para el producto de panadería fina de 1.2%. Se obtuvo una reducción de costo unitario del producto de panadería fina a S/0.15 y esta variación de costos permitió obtener un ahorro por tonelada de S/ 58.65 y un ahorro mensual estimado de S/17,100.00 como se observa en la Tabla 16.

Tabla 16: Ahorro estimado (S/) del producto panadería fina con P7

	Patrón		P7	
Costo x TN (S/)	S/	5,203.00	S/	5,145.00
Costo unitario (S/)	S/	0.16	S/	0.15
Producción anual estimada (t)		3500		
Ahorro anual estimado (S/)		-	S/	205,200.00
Ahorro mensual estimado (S/)		-	S/	17,100.00

4.7. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORA

Según los resultados logrados de estabilidad del producto de panadería fina para fórmula P7 y el ahorro estimado expuesto al equipo de *Marketing*, se aprobó el cambio de fórmula a realizar para el componente bizcocho. Adicionalmente, se coordinó con el equipo de logística hacer un corte en el abastecimiento del ingrediente CPL e incrementar el stock del ingrediente harina de trigo “débil”, huevo líquido pasteurizado y SAPP para la planta de bizcocho. Y, con las áreas de Producción y Calidad se definió el esquema a trabajar detallado en la Tabla 17.

Tabla 17: Implementación de fórmula P7 en línea de producción

Etapas	Actividades	Responsables	Tiempos
Etapa 1	Actualización de textos legales en los envases por el cambio de leudante químico y eliminación del ingrediente CPL	Área de Investigación y Desarrollo	5 días
	Ejecución de trámite de Registro Sanitario	Área de Regulatorio	30 días
	Validación de alcance de material de envase y materias primas a discontinuar	Área de Investigación y Desarrollo / Área de Logística	5 días
	Adquisición de nuevo material con textos legales actualizados	Área de Investigación y Desarrollo	60 días
	Requerimiento del nuevo volumen de harina de trigo "débil" a la planta Molino	Área de Producción y de Molino / Área de Logística	10 días
Etapa 2	Ajuste de nueva formulación Patrón y coordinación de su uso en línea	Área de Investigación y Desarrollo	1 día
	Producción continua (3 turnos) para validación de parámetros de elaboración según especificación técnica	Área de Producción / Área de Investigación y Desarrollo	7 días
	Validación de producto de panadería fina envasado según análisis requeridos por especificación técnica	Área de Calidad	7 días

4.8. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

El Trabajo de Suficiencia Profesional se encontró enmarcado dentro de las funciones realizadas por el presente Bachiller en Ciencias - Industrias Alimentarias en la Empresa con el cargo de Ingeniero *Senior* de Desarrollo de Producto en la Categoría de Bizcochos.

En el proceso de desarrollo de un bizcocho de un producto de panadería fina se realizó: el análisis de la formulación con validación de costos y empleo de insumos aprobados por legislaciones vigentes en el país y con tendencia de uso en el mercado; la aprobación de prototipos a nivel laboratorio e industrial con controles físico-químicos solicitados por especificación; el estudio de estabilidad según tiempos requeridos en componente; el análisis sensorial por el panel de la Empresa; y, la proyección de alcance de ejecución para la producción en línea con cumplimiento de parámetros especificados. Estas funciones ejecutadas se vincularon con los cursos detallados en la Tabla 18.

Tabla 18: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral

Cursos	Conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral
Química de los Alimentos / Tecnología de Alimentos III	Validación funcional de los ingredientes y sustitutos alimentarios aplicados en formulaciones de productos
Ingeniería de Alimentos I	Conocimiento de flujogramas de procesos de elaboración y balance de masas
Análisis de Alimentos	Análisis composicional del producto
Gestión de la Calidad	Análisis y evaluaciones sensoriales para la formulación de productos
Microbiología de Alimentos / Control de Calidad de Alimentos / Envase y Embalaje en la Industria de Alimentos	Manejo de barreras físicas y de aditivos para el aseguramiento de tiempo de vida del producto con aplicación de gestión integral de calidad

Adicionalmente, en el Trabajo de Suficiencia Profesional se aplicó los conocimientos específicos para el proceso de mejora del bizcocho de un producto de panadería fina, realizando el desarrollo de la reformulación del producto según necesidades del cliente; la planificación, gestión de recursos y análisis de costos de pre factibilidad; el diseño de metodologías para validación de prototipos; la ejecución de pruebas a nivel laboratorio e industrial; y, la elaboración de textos legales de los cambios aplicados en la mejora de productos de la categoría. Estas funciones ejecutadas se vincularon con los cursos detallados en la Tabla 19.

Tabla 19: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la mejora del bizcocho de un producto de panadería fina

Cursos	Conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral
Tecnología de Alimentos III	Desarrollo y formulación de productos de panadería
Química de Alimentos	Estudio de la funcionalidad de los componentes influyentes en el atributo textura
Ingeniería de Alimentos I	Análisis de balance de masas aplicados en los flujogramas de procesos
Gestión de la Calidad / Análisis de Alimentos	Regulaciones en la composición de ingredientes y de nutrientes en los alimentos
Gestión de la Calidad	Validación de características requeridas por el mercado mediante análisis sensoriales
Microbiología de Alimentos / Control de Calidad de Alimentos / Envase y Embalaje en la Industria de Alimentos	Seguridad requerida para obtener alimentos inocuos en productos altamente perecibles

Finalmente, el desarrollo de las capacidades y competencias aplicadas durante la carrera como el enfoque metódico, curiosidad en la innovación, comunicación efectiva, criterio lógico, replanteo de metodologías, trabajo en equipo y bajo presión, liderazgo y toma de decisiones, permitieron obtener un buen desempeño con meritocracia al bachiller, demostrándose ello en las promociones internas de posición de trabajo y en la asignación de proyectos a nivel corporativo con alto impacto en la Empresa.

V. CONCLUSIONES

1. La formulación aprobada para la mejora de la textura del componente bizcocho de un producto de panadería fina fue la P7 presentando harina de trigo “débil” con 30%, leudante químico pirofosfato ácido de sodio (SAPP) con 0.09%, concentrado de proteína láctea (CPL) con 0% y huevo líquido pasteurizado con 11.30%.
2. Se validó el cumplimiento de la especificación del rango de pesos (11.5 - 12.5 g) del componente bizcocho, presentando la formulación P7 en promedio 12.08 ± 0.165 g respecto a formulación inicial con 12.96 ± 0.398 g.
3. La mejora de la textura del componente bizcocho en la sensación de esponjosidad para la formulación aprobada P7 obtuvo una escala 6 con bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con moderada sensación aterciopelada) respecto a la inicial con escala 4 de bizcocho moderadamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con ligera sensación aterciopelada).
4. Se obtuvo un ahorro con la formulación aprobada P7 de 5.7% respecto a la formulación inicial para el componente bizcocho y de 1.2% en la aplicación del producto de panadería fina con un estimado de ahorro mensual de S/ 17,100.00.

VI. RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de entrenamiento de evaluaciones sensoriales que permita obtener un panel entrenado con un mínimo de 9 integrantes de las áreas técnicas afines buscando mejorar la objetividad de las evaluaciones realizadas en la Empresa.
- Realizar un estudio de estabilidad de tiempo de vida con mediciones de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, que permita obtener un análisis total del comportamiento que presenta el producto de panadería fina cuando se realizan variaciones en formulación.
- Complementar la escala de perfilamiento del atributo textura con valores cuantitativos otorgados por un equipo Texturómetro e implementando su uso en los procesos de investigación y desarrollo de mejoras de productos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España: Acribia.
- Atwell, W.A. (2001). Harina de trigo. Minnesota, Estados Unidos: Eagan Press.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos (4° ed.). México: Pearson Addison Wesley.
- Berry, T.K.; Yang, X.; Foegeding, E.A. (2009). Foams prepared from whey protein isolate and egg white protein: 2. Changes associated with angel food cake functionality. *Journal of Food Science*, 74(5): 269-277. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01178.x
- Chandan, R.C. (1997). Ingredientes a base de lácteos. Mishawaka, Estados Unidos: Eagan Press. 137 p.
- Edwards, W.P. (2007). La ciencia de los productos de panadería. Reino Unido: RSC Publishing.
- Espinosa, C.J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria. Recuperado de <https://s47003acac0f1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Fernández, V. (2015). Marketing mix de servicios de información: valor e importancia de la P de producto. *Bibliotecas Anales de Investigación*, 11: 64-78. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5704542.pdf>

- Froning, G. (2008). Industria de los productos del huevo y perspectivas. En Y. Mine (Eds.), *Biosciencia y biotecnología del huevo* (p. 319). New Jersey, Estados Unidos: Wiley.
- Hatta, H.; Kapoor, M.; Juneja, L. (2008). Componentes bioactivos en la yema de huevo. En Y. Mine (Eds.), *Biosciencia y biotecnología del huevo* (p. 199). New Jersey, Estados Unidos: Wiley.
- Heidolph, B. (1996). Diseño de levadura química. *Cereal Foods World*, 41(3): 118-126.
- Honesey, R. & Rogers, D. (1990). La formación y propiedades de las masas de harina de trigo. *Reseñas Críticas de la Alimentación y Nutrición*, 73-93.
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2018). NTP 206.002: Panadería, pastelería y galletería. Bizcochos. Requisitos (2° ed.). Lima, Perú: Dirección de Normalización-INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2020). NTP 205.064: Trigo. Harina de trigo para consumo humano. Requisitos (1° ed.). Lima, Perú: Dirección de Normalización-INACAL.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2012). Perú: Consumo per cápita de los principales alimentos 2008-2009. Lima, Perú: Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales.
- Koehler, P. & Herbert, W. (2013). Química de los cereales en grano. En M. Gobbetti; M. Gänzle (Eds.), *Manual sobre biotecnología de masa madre* (p. 11-45). Estados Unidos: Springer.
- Li-Chan, E.C. & Kim, H.O. (2008). Estructura y composición química de los huevos. En Y. Mine (Eds.), *Biosciencia y biotecnología del huevo* (p. 12-13). New Jersey, Estados Unidos: Wiley.

Manley, D. (2000). *Technology of biscuits, crackers and cookies* (3° ed.). Cambridge, Reino Unido: Woodhead

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Organización Mundial de la Salud [FAO/OMS]. (2017). *Codex Alimentarius. CXS 331: Norma para los permeados lácteos en polvo*. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de https://www.fao.org/CXS_331s.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Organización Mundial de la Salud [FAO/OMS]. (1995). *Codex Alimentarius. CXS 192: Norma general para los aditivos alimentarios*. Recuperado de http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf

Saint-Denis, C.Y. (2018). *Consumidor y técnicas de evaluación sensorial: cómo detectar productos exitosos*. New Jersey, Estados Unidos: Wiley.

Sontag-Strohm, T.; Payne, P.; Salovaara, H. (1996). Efecto de variación alélica de subunidades de glutenina y gliadinas en calidad de horneado en la progenie de dos biotipos de pan trigo c.v. ulla. *Cereal Foods World*, 24: 115-124.

Stanley, P.C. & Joven, L.S. (2000). *Fabricación de alimentos de panadería y su calidad*. Reino Unido: Blackwell Science.

Stone, H. & Sidel, J.L. (2004). *Práctica de evaluación sensorial* (3° ed.). California, Estados Unidos: Elsevier Academic Press.

Subramaniam, P. (2016). *La estabilidad y la vida útil de los alimentos* (2° ed.). Reino Unido: Woodhead Publishing - Elsevier Academic Press.

Torres, M.D. (2018). Harina: producción, variedades y nutrición. New York: Nova Science Publishers.

Witting de Penna, E. (2001). Evaluación sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>

Zhou, W. (2014). Productos de panadería ciencia y tecnología (2° ed.). Reino Unido: Wiley Blackwell.

ANEXO 3: FICHA DE PERFILAMIENTO DE PRODUCTO

<i>EMPRESA</i>	FICHA DE PERFILAMIENTO DE PRODUCTO	MDG-R00XX				
Aplicación:	Ubicación:	# Edición: XX				
Producto : Presentación : Marca :						
1.- Degusta la(s) muestra(s) entregada(s) y selecciona el Nivel de Perfilamiento para el parámetro en evaluación:						
Parámetros a evaluar	Nivel de Perfilamiento	Muestras				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">XYZ</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">XYZ</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">XYZ</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">XYZ</td> </tr> </table>	XYZ	XYZ	XYZ	XYZ
XYZ	XYZ	XYZ	XYZ			
TEXTURA	1: Bizcocho no esponjoso (con percepción de resequeidad o aspereza y muy firme) 2: Bizcocho poco esponjoso (con ligera percepción de resequeidad o aspereza y moderadamente firme) 3: Bizcocho ligeramente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza y ligeramente firme) 4: Bizcocho moderadamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con ligera sensación aterciopelada) 5: Bizcocho bastante esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con sensación aterciopelada) 6: Bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con moderada sensación aterciopelada) 7: Bizcocho sumamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con elevada sensación aterciopelada)					
2. Por favor, indícanos el por qué de tu Calificación para los atributos evaluados:						
<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-top: 5px;"/>						
Elaboró:						

ANEXO 4: FICHA DE ESTUDIO DE ESTABILIDAD

EMPRESA	FICHA DE ESTUDIO DE ESTABILIDAD	MDG-R00XX						
Aplicación:	Ubicación:	# Edición: XX						
<p>Producto :</p> <p>Presentación :</p> <p>Marca :</p> <p>Tamaño de muestra a evaluar :</p> <p>Lote :</p> <p>Fecha Elaboración Producto :</p> <p>Fecha Vencimiento Producto :</p> <p>Fecha Inicio Estudio :</p> <p>Fecha Término Estudio :</p> <p>Vida Útil :</p> <p>Condiciones Almacenamiento :</p> <p>Material de envase :</p>								
<p style="text-align: right;">Escala para Textura:</p> <p>1: Bizcocho no esponjoso (con percepción de resequeidad o aspereza y muy firme)</p> <p>2: Bizcocho poco esponjoso (con ligera percepción de resequeidad o aspereza y moderadamente firme)</p> <p>3: Bizcocho ligeramente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza y ligeramente firme)</p> <p>4: Bizcocho moderadamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con ligera sensación aterciopelada)</p> <p>5: Bizcocho bastante esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con sensación aterciopelada)</p> <p>6: Bizcocho muy esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con moderada sensación aterciopelada)</p> <p>7: Bizcocho sumamente esponjoso (sin percepción de resequeidad o aspereza con elevada sensación aterciopelada)</p>								
Parámetros a evaluar	Especificado en Producto	Tiempo (MESES)						
		0	1	3	5	7	9	11
Sensorial								
TEXTURA	Escala 4 a 7							
CONCLUSIÓN:								
Elaboró:								

ANEXO 5: FÓRMULA PRINCIPAL DEL BIZCOCHO DENOMINADA PATRÓN

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina de trigo	30.0%
Azúcar	
Agua potable	
Huevo líquido pasteurizado	10.7%
Almidón de maíz	
Aceite vegetal	
Jarabe de glucosa	
Glicerol	
Jarabe de sorbitol	
Emulsionante	
Leche descremada en polvo	
Permeado de suero en polvo	
Sal	
CPL	0.3%
Bicarbonato de sodio	
Fosfato monocálcico anhidro	0.09%
Carboximetil celulosa	
Sorbato de potasio	
Propionato de calcio	
Saborizantes	
Goma xantan	
	100.0%

ANEXO 6: VALORES OBTENIDOS DE LOS PARÁMETROS DENSIDAD (G/ML), ESPESOR (MM) Y PESO (G) PARA LA FORMULACIÓN PRINCIPAL DEL PATRÓN A NIVEL INDUSTRIAL

Parámetros		Repetición	Patrón		
			F6	F16	F26
Densidad	g/mL	1		0.63	
Espesor	(mm)	1	9.80	10.10	9.50
		2	9.80	10.10	9.50
		3	9.80	10.10	9.50
		4	9.80	10.10	9.50
		5	9.80	10.10	9.50
		6	9.80	10.10	9.50
		7	9.80	10.50	9.50
		8	9.80	10.10	9.50
		9	9.80	10.10	9.50
		10	9.80	10.10	9.50
Peso	(g)	1	12.80	13.30	12.60
		2	12.40	12.90	12.80
		3	12.50	12.80	12.70
		4	12.60	13.00	12.50
		5	12.70	12.80	12.80
		6	12.90	13.40	12.80
		7	13.00	13.90	12.90
		8	12.60	13.80	13.30
		9	13.00	14.00	12.90
		10	12.90	13.20	12.90

ANEXO 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO NO PARAMÉTRICO DE FRIEDMAN ($\alpha = 0.1$) Y WILCOXON ($\alpha = 0.1$) PARA PARÁMETRO TEXTURA DE FORMULACIÓN PATRÓN A NIVEL INDUSTRIAL

Prueba no Paramétrica: Friedman

Método

Tratamiento = F6, F16, F26

Bloque = Panelista

Estadísticas descriptivas

Tratamientos	N	Mediana	Suma de clasificaciones
1	5	3.66667	10.5
2	5	4	12
3	5	3.33333	7.5
General	15	3.66667	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna H_1 : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
Ajustado para empates	2	4.67	0.097

Prueba no Paramétrica: Wilcoxon

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: F6-F16

Método

η : mediana de F6-F16

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
F6-F16	5	0

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
F6-F16	1	0	1

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: F6-F26

Método

η : mediana de F6-F26

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
F6-F26	5	0.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
F6-F26	2	3	0.371

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: F16-F26

Método

η : mediana de F16-F26

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
F16-F26	5	0.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
F16-F26	3	6	0.181

ANEXO 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARAMÉTRICO DE ANOVA (A = 0.1) DEL PARÁMETRO ESPESOR (MM) Y NO PARAMÉTRICO FRIEDMAN (A = 0.1) Y WILCOXON (A = 0.1) DEL PARÁMETRO TEXTURA PARA FORMULACIONES PATRÓN, P1, P2 Y P3 A NIVEL LABORATORIO

Prueba paramétrica DCA de un solo factor: Espesor vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.1$

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	PATRÓN, P1, P2, P3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.1267	0.04222	0.17	0.916
Error	8	2.0333	0.25417		
Total	11	2.16			

Prueba no Paramétrica: Friedman

Método

Tratamiento = PATRÓN, P1, P2, P3

Bloque = Panelista

Estadísticas descriptivas

Tratamiento	N	Mediana	Suma de clasificaciones
P1	5	5.5	14.5
P2	5	4.5	9
P3	5	6.75	20
PATRÓN	5	4.25	6.5
General	20	5.25	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna H_1 : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
Ajustado para empates	3	14.15	0.003

Prueba no Paramétrica: Wilcoxon

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: PATRÓN-P1

Método

η : mediana de PATRÓN-P1

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
PATRÓN-P1	5	-1.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
PATRÓN-P1	5	0	0.059

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: PATRÓN-P2

Método

η : mediana de PATRÓN-P2

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
PATRÓN-P2	5	-0.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
PATRÓN-P2	2	0	0.371

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: PATRÓN-P3

Método

η : mediana de PATRÓN-P3

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
PATRÓN-P3	5	-2.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
PATRÓN-P3	5	0	0.059

ANEXO 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARAMÉTRICO DE ANOVA (A = 0.1) DEL PARÁMETRO ESPESOR (MM) Y NO PARAMÉTRICO FRIEDMAN (A = 0.1) Y WILCOXON (A = 0.1) DEL PARÁMETRO TEXTURA PARA FORMULACIONES PATRÓN, P4, P5 Y P6 A NIVEL LABORATORIO

Prueba paramétrica DCA de un solo factor: Espesor vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.1$

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	PATRÓN, P4, P5, P6

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	3.697	1.2322	2.26	0.158
Error	8	4.36	0.545		
Total	11	8.057			

Prueba no Paramétrica: Friedman

Método

Tratamiento = PATRÓN, P4, P5, P6

Bloque = PANELISTA

Estadísticas descriptivas

TRATAMIENTO	N	Mediana	Suma de clasificaciones
PATRÓN	5	4	8.5
P4	5	4	6.5
P5	5	7	20
P6	5	6	15
General	20	5.25	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna H_1 : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
Ajustado para empates	3	14.62	0.002

Prueba no Paramétrica: Wilcoxon

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: PATRÓN-P4

Método

η : mediana de PATRÓN-P4

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
PATRÓN-P4	5	0.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
PATRÓN-P4	2	3	0.371

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: PATRÓN-P5

Método

η : mediana de PATRÓN-P5

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
PATRÓN-P5	5	-2.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
PATRÓN-P5	5	0	0.059

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: PATRÓN-P6

Método

η : mediana de PATRÓN-P6

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
PATRÓN-P6	5	-1.5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
PATRÓN-P6	5	0	0.059

ANEXO 10: VALORES OBTENIDOS DE LOS PARÁMETROS DENSIDAD (G/ML), ESPESOR (MM) Y PESO (G) PARA LA FORMULACIÓN P7 A NIVEL INDUSTRIAL

Parámetros		P7			
		Repetición	F6	F16	F26
Densidad	g/mL	1		0.64	
Espesor	(mm)	1	9.90	10.10	9.70
		2	9.90	10.30	9.70
		3	10.00	10.30	9.80
		4	9.90	10.10	9.80
		5	9.90	10.10	9.80
		6	10.00	10.20	9.80
		7	10.00	10.20	9.80
		8	10.00	10.20	9.80
		9	10.00	10.10	9.70
		10	9.90	10.10	9.70
Peso	(g)	1	12.10	12.40	12.20
		2	12.00	12.40	12.30
		3	12.00	12.10	11.90
		4	11.80	12.20	12.00
		5	11.80	12.00	11.90
		6	12.10	12.30	12.10
		7	12.10	12.20	12.00
		8	12.00	12.20	11.90
		9	11.90	12.20	12.00
		10	11.90	12.30	12.00

ANEXO 11: PARÁMETROS QUÍMICOS PARA EL INGREDIENTE CPL SEGÚN PROVEEDOR

Parámetros Químicos	CPL
Proteína (%)	73 - 79 %
Lactosa (%)	Máx. 9%
Grasa (%)	3 - 9%
Humedad (%)	Máx. 6%

ANEXO 12: ANÁLISIS ESTADÍSTICO NO PARAMÉTRICO DE FRIEDMAN (A = 0.1) Y WILCOXON (A = 0.1) PARA PARÁMETRO TEXTURA DE FORMULACIÓN P7 A NIVEL INDUSTRIAL

Prueba no Paramétrica: Friedman

Método

Tratamiento= F6, F16, F26

Bloque = Panelista

Estadísticas descriptivas

Tratamientos	N	Mediana	Suma de clasificaciones
F16	5	7	14.5
F26	5	6	7
F6	5	6	8.5
General	15	6.33333	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna H_1 : No todos los efectos del tratamiento son cero

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
Ajustado para empates	2	8.4	0.015

Prueba no Paramétrica: Wilcoxon

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: F6-F16

Método

η : mediana de F6-F16

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
F6-F16	5	-1

Prueba

Hipótesis nula

$$H_0: \eta = 0$$

Hipótesis alterna

$$H_1: \eta \neq 0$$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
F6-F16	4	0	0.1

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: F6-F26

Método

η : mediana de F6-F26

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
F6-F26	5	0

Prueba

Hipótesis nula

$$H_0: \eta = 0$$

Hipótesis alterna

$$H_1: \eta \neq 0$$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
F6-F26	1	1	1

Prueba de clasificación con signos de Wilcoxon: F16-F26

Método

η : mediana de F16-F26

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
F16-F26	5	1

Prueba

Hipótesis nula

$$H_0: \eta = 0$$

Hipótesis alterna

$$H_1: \eta \neq 0$$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
F16-F26	5	15	0.059