

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción

“Diseño de una mezcla sustituta para la elaboración de masas destinadas a la producción de panes artesanales”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Presentado por:

Valery Nicole Martínez Santín

Nadia Sophia Ramírez Luna

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2019

DEDICATORIA

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

A mi hermano y abuelitos que me han acompañado durante todo mi crecimiento profesional.

A mis amigos que hicieron de la universidad una de las mejores experiencias.

Valery Nicole Martínez Santín

A Dios porque le debo mi vida.

A mis padres, por su constante ejemplo de lucha y apoyo incondicional.

A mis hermanos mayores porque, pese a la distancia, tienen el poder de alegrarme y motivarme con sus palabras de aliento y hacerme sentir que me cuidan de lejos.

A mi Leo, por escucharme y abrazarme cuando lo he necesitado.

A mis amigos que parecen hermanos y a todos aquellos que estuvieron presentes y me apoyaron a lo largo de mi vida universitaria.

Nadia Sophia Ramírez Luna

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a nuestro tutor de proyecto, Ph.D. Sócrates Palacios, por su tiempo y predisposición en cada reunión agendada, por compartir generosamente sus conocimientos y experiencias de la industria y por su constante guía y apoyo a lo largo de este trabajo de titulación.

Un agradecimiento también a nuestras familias, amigos y todos aquellos que nos ayudaron y/o apoyaron con palabras de aliento en los momentos más difíciles.

Agradecemos también a aquellos profesores a lo largo de nuestra carrera universitaria, que impartieron la docencia con dedicación y fueron fuente de motivación para el aprendizaje de esta bonita profesión.

Nadia y Valery

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Valery Martínez y Nadia Ramírez damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”.



Valery Martínez



Nadia Ramírez

EVALUADORES



Haydeé Torres Camba, MSc.

PROFESOR DE LA MATERIA



A. Sócrates Palacios Ponce, Ph.D.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La industria panadera está abarcada por grandes empresas consolidadas, que poseen procesos automatizados, dando como resultado grandes volúmenes de producto terminado con bajos costos de producción. Dicha realidad dificulta la introducción de empresas emergentes al mercado.

En este proyecto se busca proponer alternativas para potenciar la competitividad de una empresa que realiza panes artesanales diseñando una mezcla sustituta de ingredientes en una formulación de un pan tipo hamburguesa expendida actualmente por dicha empresa.

Como metodología, se planteó el uso de un diseño de mezclas y un diseño unifactorial de dos niveles para seleccionar la fórmula que presente parámetros físicos semejantes a la fórmula referencial. Posteriormente, se realizó una prueba sensorial para valorar la aceptabilidad del producto, en la cual 40 panelistas calificaron la muestra en una escala hedónica de nueve puntos. Como complemento, se realizaron análisis reológicos como la prueba del alveograma y mixolab; y análisis microbiológicos basados en la normativa RM N° 1020-2010/MINSA.

Como resultado, se obtuvo una formulación cuya composición porcentual constituye un 10% de uso de harina de arroz expresada en porcentaje panadero, disminución de levadura, de leche en polvo, eliminación de gluten y una aplicación de mejorador en un nivel de 0,5%. Finalmente, se estimaron los costos de producción, el cual fue de \$0,81 por unidad y la rentabilidad del proyecto expresado en un TIR del 54% en una proyección de cinco años.

Palabras claves: sustitución, formulación, harinas, dureza, masticabilidad.

ABSTRACT

The bakery industry is comprised of large consolidated companies with automated processes, having as results, large volumes of finished product with low production costs. This reality makes it difficult to introduce emerging companies to the market.

This project seeks to propose alternatives to enhance the competitiveness of a company that makes artisanal breads by designing a substitute mixture of ingredients in a formulation of a hamburger-type bread currently sold by that company.

As a methodology, was proposed a use of a mixture design and a two-level unifactorial design to select the formula that presents physical parameters similar to the standard formula. Subsequently, a sensory test was realized to grade the acceptability of the product, in which 40 panelists rated the samples on a nine-point hedonic scale. As a complement, were analyzed rheological tests such as alveogram and mixolab test; and also were carried out microbiological analysis based on RM standard No. 1020-2010 / MINSA. Finally, production costs and project profitability were estimated in a five-year projection.

As a result, was obtained a formulation with a 10% substitution of rice flour expressed in baker's percentage, a lower percentage of yeast, milk powder, an elimination of gluten and the use of 0,5% of bakery improver. Finally, production cost was estimated which is \$0,81 per unit and the profitability of the project expressed in an IRR of 54% in a five-year projection.

Keywords: *substitution, formulation, flours, hardness, chewiness.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Marco Teórico.....	3
1.4.1 Materias Primas.....	3
1.4.2 Proceso	5
1.4.3 Tipos de panes	6
1.4.4 Características del producto terminado.....	7
CAPÍTULO 2	8
2. Metodología	8
2.1 Formulación.....	8

2.2	Diseño experimental	9
2.2.1	Diseño de mezclas	9
2.2.2	Diseño unifactorial	11
2.3	Pruebas sensoriales	12
2.3.1	Prueba de normalidad	13
2.3.2	Prueba de signos para mediana	13
2.4	Pruebas microbiológicas.....	13
2.5	Pruebas Reológicas.....	14
2.5.1	Prueba del Alveograma	14
2.5.2	Prueba Profiler Mixolab	14
2.6	Lay-out de la planta	14
2.7	Estimación de costos.....	16
2.7.1	Balance de materia por batch	16
2.7.2	Costos de producción	16
2.7.3	Punto de equilibrio.....	17
2.7.4	Análisis Financiero.....	17
CAPÍTULO 3		18
3.	Resultados y Análisis	18
3.1	Diseño experimental	18
3.1.1	Diseño de Mezclas	18
3.2.2	Diseño unifactorial de perfil de textura.....	19
3.3	Pruebas sensoriales	24
3.3.1	Prueba de normalidad	25
3.3.2	Prueba de signos para mediana	25
3.4	Análisis microbiológico	26

3.5 Pruebas de Propiedades Físicas	26
3.5.1 Prueba de Alveograma	26
3.5.2 Prueba de Profiler Mixolab.....	28
3.6 Layout de la planta	29
3.7 Estimación de costos	31
3.7.1 Balance de materia por batch	32
3.7.2 Costos de producción	33
3.7.3 Punto de Equilibrio.....	35
3.7.4 Análisis Financiero.....	36
CAPÍTULO 4	37
4. Conclusiones y Recomendaciones	37
4.1 Conclusiones	37
4.2 Recomendaciones	38

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ANOVA	Analysis of Variance
SLP	Systematic Layout Planning
T.R.A.	Tabla de Relación de Actividades
P.V.P.	Precio de Venta al Público
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno

SIMBOLOGÍA

cm ³	Centímetro cúbico
mj	Milijoules
N	Newton
kg	Kilogramo
mm	Milímetro
Nm	Newton por metro
Par	Unidad de fuerza par
n	Número de muestras a ser analizadas
c	Número máximo permitido de unidades de muestra defectuosas
m	Límite microbiológico que separa la calidad de aceptable y marginalmente aceptable
M	Límite microbiológico que separa la calidad de marginalmente aceptable y la rechazable

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama del proceso de elaboración del pan tipo hamburguesa	6
Figura 3.1 Diagrama de la variación de dureza respecto al tiempo	20
Figura 3.2 Diagrama de cajas de la variable dureza.....	21
Figura 3.3 Diagrama de la variación de dureza respecto al tiempo	22
Figura 3.4 Diagrama de cajas de la variable masticabilidad	23
Figura 3.5 Histograma de evaluación sensorial	25
Figura 3.6 Prueba de signos Muestra 572.....	25
Figura 3.7 Gráficos de perfil de desempeño.....	29
Figura 3.8 Tabla de Relación de Actividades (T.R.A)	30
Figura 3.9 Lay-out de la planta.....	31
Figura 3.10 Diagrama de flujo con mejoras incluidas	32
Figura 3.11 Punto de equilibrio.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Porcentaje panadero de un pan tipo hamburguesa	3
Tabla 1.2 Tipos de panes y su aporte nutricional	7
Tabla 2.1 Fórmula de referencia	8
Tabla 2.2 Límites máximos y mínimos en el diseño de mezclas.....	9
Tabla 2.3 Tratamientos obtenidos del software estadístico	10
Tabla 2.4 Niveles y porcentaje del factor.....	11
Tabla 2.5 Valoración de la escala hedónica	12
Tabla 2.6 Requisitos microbiológicos RM N° 1020-2010/MINSA.....	14
Tabla 2.7 Criterios de evaluación	15
Tabla 2.8 Escala de proximidad Tabla de Relación de Actividades	15
Tabla 2.9 Equipos utilizados para la elaboración de pan.....	16
Tabla 3.1 Tratamientos experimentales para la formulación	19
Tabla 3.2 Formulación seleccionada	24
Tabla 3.3 Análisis microbiológico de la formulación final del pan	26
Tabla 3.4 Resultados Prueba de Alveograma	28
Tabla 3.5 Balance de materia del proceso	33
Tabla 3.6 Tabla de costos por funda	34
Tabla 3.7 Tabla de estimación de punto de equilibrio.....	35

CAPÍTULO 1

1. Introducción

1.1 Descripción del problema

En Ecuador, el sector panadero es abarcado por marcas de industrias consolidadas como Grupo Bimbo, Moderna Alimentos, e Inalecsa (Ekos, 2018). Sin embargo, las panaderías del tipo artesanal han ganado terreno gradualmente, llegando a comercializar una diversidad de productos, incluso a atraer mercado mediante talleres prácticos dirigidos al público en general (Veintimilla, 2018).

En la actualidad, muchas tendencias como el uso de productos naturales y materias primas saludables, son aplicadas en la industria de panificación. Es decir, empresas especialmente del tipo artesanal que elaboran sus productos dando valor agregado a través del uso de condimentos, especias, así como limitando el uso de aditivos, están en auge (Veintimilla, 2018). Logrando de esta manera, posesionar un producto diferente al encontrado en perchas, siendo novedoso y atractivo para los consumidores.

En el año 2017 y durante el 2018 el sector de las panaderías han crecido de un 5% al 10%, generando ventas de \$757,4 millones de dólares (Cárdenas, 2018). En contra parte a este crecimiento, el trigo y sus derivados, como la harina, no abastecen la demanda nacional, viéndose necesaria la importación desde países productores como Argentina y Estados Unidos, siendo una desventaja para las pequeñas empresas que buscan disminuir sus costos de producción (Holguín & Alvarado, 2017).

Entre las empresas artesanales existentes en el mercado, existe una que incursionó en el mercado en el año 2012. Su propuesta de negocio es ofertar panes artesanales elaborados con diferentes tipos de masa y especias, logrando crear productos como pan orégano-mozarella, pascuatella, bagels y foccacia. Sus productos son comercializados en empresas de comidas rápidas hasta restaurantes gourmet, generando un incremento en su cartera de negocios, así como en ventas del 7% al 13% hasta finales del 2018.

En este contexto, el reto de estas empresas emergentes (línea semiartesanal), es permanecer y abarcar nuevos segmentos de mercado, manteniendo la rentabilidad de sus ingresos y satisfaciendo la demanda actual a precios competitivos. Por consiguiente, el presente trabajo tiene como propósito sustituir parcialmente los ingredientes utilizados en la elaboración de panes tipo hamburguesa para potenciar su competitividad en el mercado de panes artesanales.

1.2 Justificación del problema

El sector panadero posee una variedad de productos ofertados en el mercado, los cuales han sido estandarizados por las grandes empresas, con la finalidad de comercializarlos a gran escala de producción. Por el contrario, las panaderías artesanales brindan productos con un toque diferente al convencional, llamativos y que se ajustan a las tendencias actuales del mercado, como la limitación del uso de aditivos alimentarios. Sin embargo, tanto la harina de trigo como ciertos ingredientes utilizados en la elaboración de panes, son importados desde otros países encareciendo el costo del producto terminado.

El reto de las pequeñas industrias es permanecer operativos con sus líneas de proceso, manteniendo costos competitivos y mitigando en lo posible el cambio de las características sensoriales de sus productos procesados. Es por ello, que este proyecto propone diseñar una mezcla sustituta de ingredientes para ser empleada en la elaboración de panes artesanales tipo hamburguesa, aprovechando materias primas locales con un impacto positivo en los costos de producción.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una mezcla sustituta destinada a la producción de panes artesanales tipo hamburguesa disminuyendo el uso de materias primas importadas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Proponer la sustitución parcial de ingredientes en la formulación de masas destinadas a la producción de panes artesanales tipo hamburguesa mediante el uso de un software.

- Establecer condiciones de procesamiento del producto para la fórmula seleccionada.
- Estimar los costos de producción para la elaboración de panes artesanales tipo hamburguesa a escala semi industrial.

1.4 Marco Teórico

El pan es uno de los alimentos más antiguos y tradicionales de la humanidad y que ha perdurado en la dieta diaria de las personas hasta la actualidad (Vallejo, 2000). Su sencilla elaboración lo ha mantenido perenne a lo largo de la historia y consumido por todas las clases sociales. Ha sido sometido a cambios en su forma, composición y métodos de elaboración (Molina, 2016).

1.4.1 Materias Primas

La elaboración de panes artesanales es el resultado de una mezcla de ingredientes que comprenden principalmente la harina, manteca, levadura y conservantes entre otros que se detallan brevemente en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Porcentaje panadero de un pan tipo hamburguesa

Ingredientes	Cantidad	Referencia
Harina	100%	(O'Donnell, 2016)
Agua	53 - 60%	(O'Donnell, 2016); (Riera, 2004)
Azúcar	10 – 15%	(O'Donnell, 2016)
Grasa	2 – 5 %	(O'Donnell, 2016)
Levadura Fresca	3 – 5%	(O'Donnell, 2016); (Calaveras, 1996)
Leche en polvo	2 - 6%	(Riera, 2004)
Sal yodada	1.5 – 2%	(O'Donnell, 2016); (Calaveras, 1996)
Mejorador	0.3 – 1.0%	(Riera, 2004)
Propianato de calcio	0.3%	(NTE INEN-CODEX, 2013)
Gluten	0 – 3%	(O'Donnell, 2016)
Huevos enteros	0 – 10%	(O'Donnell, 2016)

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Harina de trigo

Es la estructura primaria de un pan que junto con agua y energía mecánica forma una masa aglutinante, extensible y cohesiva, propiedades otorgadas por el gluten (Rosell, Bajerska, & Sheikha, 2015).

Agua

Este componente ayuda en la hidratación de las proteínas de la harina para formar la matriz del gluten, disolviendo los ingredientes y favoreciendo su integración. La cantidad de agua requerida varía según el tipo de cereal, calidad de grano, porcentaje de almidón y proteínas, entre otros factores (Molina, 2016).

Sacarosa

El azúcar o sacarosa es el compuesto necesario para que la levadura realice el proceso de fermentación de la masa. Incluso, se la emplea en la elaboración de masas no dulces. También, favorece características sensoriales del pan como el sabor, color y ayuda a su higroscopía para mantener su frescura (Molina, 2016).

Manteca

La naturaleza lipídica de este ingrediente evita la pérdida de humedad y favorece a la vida útil del pan. Ayuda a la interacción lípido-proteína, favoreciendo la formación de la red de gluten. Además, mejora la consistencia de la masa, ayuda a evitar el escape del vapor de agua captado en el amasado y mejora el sabor y el aroma del pan. Las grasas saturadas de la manteca y su alto punto de fusión aportan firmeza al pan (Molina, 2016).

Levadura

Es la responsable de que la masa fermente, creando alveolos, incrementando su volumen y ganando esponjosidad. Su sistema enzimático hace posible degradar los azúcares fermentables del almidón mediante una fermentación alcohólica que da como resultado la producción de dióxido de carbono y alcoholes volátiles responsables al aroma del pan horneado (Preedy, Watson, & Patel, 2011).

Leche en polvo

Este ingrediente aumenta el valor proteico del pan, aumentando la absorción y retención de la humedad. También fortifica el gluten debido a las sales minerales que

posee, mejorando la consistencia. La lactosa se carameliza mejorando el color del pan (Molina, 2016).

Sal yodada

Brinda sabor a las masas, favorece la absorción del agua y controla la fermentación moderando la acción de la levadura. Además, contribuye en la conservación del pan y aporta color en la corteza durante su cocción (Vallejo, 2000).

Mejoradores

Son sustancias químicas con diversas funcionalidades en la panificación como disminuir el tiempo de amasado, reforzar la red de gluten o mejorar la retención de gas. Se clasifican en agentes oxidantes, agentes emulsificantes, agentes enzimáticos o mejoradores naturales como el extracto de malta, lecitina de soya o monodiglicéridos (Molina, 2016).

Conservantes

Estos ingredientes inhiben el crecimiento de mohos y microorganismos, sin afectar significativamente la actividad de las levaduras (Alfaro, 2018). La concentración máxima aceptada en la formulación es 0.3% (Badui Dergal, 2006).

Gluten

Está compuesto principalmente por las proteínas gliadina y glutenina, haciendo posible formar una red viscoelástica durante el amasado, y manteniendo los gases dentro de los alveolos durante el horneado. Su adición ayuda a incrementar la fuerza de las masas, aumenta el volumen del pan y brinda una mejor estructura (Flores, 2017).

Espicias

Utilizadas en el área de panificación como condimento, para otorgar al producto aroma y sabor característico (García-Pérez, Castro-Álvarez, Gutiérrez-Urbe, & García-Lara, 2018).

1.4.2 Proceso

El proceso para la elaboración de pan tipo hamburguesa semi-artesanal comienza con la recepción de las materias primas, que posteriormente se mezclarán y amasarán durante un tiempo determinado. Una vez obtenida la masa madre, esta es boleada hasta alcanzar un tamaño y peso establecido para posteriormente ser

colocados en moldes, donde manualmente la masa es comprimida para darle forma y luego, poder agregar los toppings.

Finalmente, el producto ingresa a una cámara de leudado hasta que el pan crezca en volumen, pasa a ser posteriormente horneado, dejándose enfriar para poder desmoldar y empaquetar el producto terminado. La Figura 1.1, resume el proceso de elaboración en un diagrama de flujo.

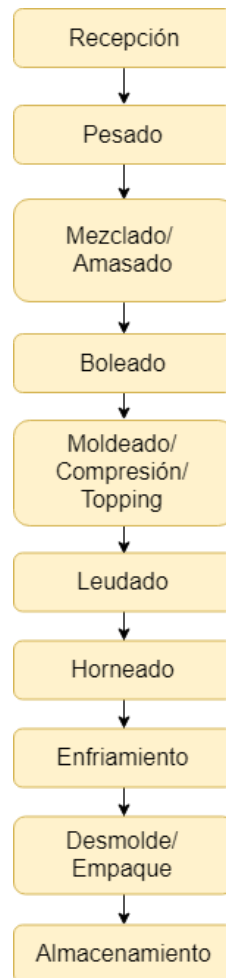


Figura 1.1 Diagrama del proceso de elaboración del pan tipo hamburguesa

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

1.4.3 Tipos de panes

El pan es una buena fuente energética ya que está compuesto aproximadamente del 45 al 50% de carbohidratos, especialmente de almidón. Generalmente, suministra de

220 a 285 kcal/100 g dependiendo del tipo de pan (Hernández & Ángel Gil, 2015). No obstante, en la Tabla 1.2 se observa que el pan tipo hamburguesa aporta mayor energía que otros tipos de panes. Por otro lado, el contenido de proteínas oscila entre el 7 al 13% lo cual es un porcentaje no tan considerable comparado con productos de fuente animal. Sin embargo, al ser consumido junto con otros alimentos como carnes, huevos, pescado, incrementa el contenido de proteína total. El contenido de fibra y macronutrientes es mayor en el pan integral, otorgándole beneficios para una mejor digestión (Hernández & Ángel Gil, 2015).

Tabla 1.2 Tipos de panes y su aporte nutricional

	Energía*	Carbohidratos*	Lípidos*	Proteínas*	Fibra*	Agua*
Pan común	240.15	51.22	1.38	8.91	4.02	33.72
Pan de molde	260.15	46.57	6.01	7.86	3.00	30.67
Pan integral	229.36	48.40	1.48	8.63	6.74	33.81
Pan de hamburguesas	289.37	50.77	7.17	8.62	3.28	30.16

* Valores expresados en 100 g de producto

Fuente (Calaveras, 1996)

1.4.4 Características del producto terminado

El producto terminado es un pan tipo hamburguesa con especias, cuyo diámetro es de 10 cm y su altura promedio de 5.5 cm. Su tiempo de vida útil estimado, a temperatura ambiente, es de 14 días. Este producto de consumo masivo se estima que puede proporcionar el 45% de proteína y energía necesaria de una dieta diaria (Hernández & Ángel Gil, 2015).

CAPÍTULO 2

2. Metodología

La metodología para este proyecto se fundamentó en el uso de materiales amiláceos como la harina de arroz y modificaciones de los ingredientes que incidan significativamente en los costos como la levadura, leche en polvo, mejorador y orégano para la reformulación de panes artesanales tipo hamburguesa. Inicialmente se realizaron pruebas en planta, con el objetivo de lograr una formulación base del producto en estudio. Seguidamente, se utilizaron dos diseños experimentales para definir una formulación que contribuya a un mejor ajuste en costos de producción y características organolépticas del producto terminado. Posteriormente, se realizó un panel sensorial para definir el nivel de afectividad o de aceptación del producto reformulado. Finalmente, se estimaron los costos producción, considerando equipos y esquemas de trabajo disponibles en la planta.

2.1 Formulación

Se desarrollaron varias pruebas en planta con ligeras modificaciones, tomando como base la formulación detallada en la Tabla 2.1, con la finalidad de obtener una fórmula con características semejantes al producto que actualmente es comercializado por la empresa.

Tabla 2.1 Fórmula de referencia

Ingredientes	Porcentaje Panadero (%)
Harina de trigo	100
Leche en polvo	3
Levadura	3
Azúcar	10
Manteca	8
Conservante	0,4
Sal yodada	2
Gluten	0,4

Mejorador	1
Agua potable	60
Especias	0,4

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

2.2 Diseño experimental

Para el desarrollo del trabajo se plantearon dos diseños experimentales haciendo uso de software estadísticos llamados Statistica 7 y Minitab 18. Se comenzó realizando un diseño de mezclas, con la finalidad de encontrar un porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de arroz; y posteriormente se planteó un diseño unifactorial, que evalúe las cualidades de textura de la miga de pan.

2.2.1 Diseño de mezclas

Para este diseño se consideraron tres ingredientes de la formulación, los cuales fueron la harina de trigo, harina de arroz y leche en polvo, mientras que se suprimió el uso de gluten y el resto de ingredientes quedaron invariables dentro del esquema del diseño. La Tabla 2.2 detalla los límites máximos y mínimos para obtener la matriz del diseño con 10 tratamientos experimentales de la Tabla 2.3.

Tabla 2.2 Límites máximos y mínimos en el diseño de mezclas

Factor	Nombre del factor	Mínimos (%)	Máximos (%)
A (1)	Harina Trigo	80	90
B (2)	Harina Arroz	10	20
C (3)	Leche Polvo	2,6	12,60
Total	102,60		

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Tabla 2.3 Tratamientos obtenidos del software estadístico

Tratamientos	Harina de trigo (%)	Harina de arroz (%)	Leche en polvo (%)
1	90,00	10,00	2,60
2	80,00	20,00	2,60
3	80,00	10,00	12,60
4	83,34	16,66	2,60
5	83,34	10,00	9,26
6	80,00	13,33	9,26
7	86,67	13,33	2,60
8	86,67	10,00	5,93
9	80,00	16,66	5,93
10	83,34	13,33	5,93

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Para el análisis de este diseño, se establecieron dos variables respuestas, el costo de producción por unidad y el volumen específico del pan. Es decir, en primera instancia se realizó el análisis de la variable respuesta, (costo de producción por unidad) para descartar tratamientos que sobrepasan el costo de producción vigente manteniendo aquellos tratamientos que eran menores en costos y evitar realizar experimentaciones en planta que implica tiempo, materia prima y dinero.

Una vez definidas las formulaciones de menor costo, se elaboró el producto en planta y se realizó el análisis del volumen específico del pan, que es la segunda variable respuesta del diseño planteado.

Esta herramienta definió aquel porcentaje de sustitución de harinas y leche en polvo que mejor convenga a las variables respuestas, tanto en aspectos económicos y de rendimientos de producto en proceso. Una vez seleccionada la mezcla que mejor se ajuste a estos requerimientos, se prosiguió a realizar un segundo diseño experimental.

2.2.2 Diseño unifactorial

Como segundo diseño experimental, se planteó un diseño unifactorial 2^k , donde el factor $k=1$, dando como resultado 2 tratamientos experimentales. El factor definido para este diseño fue el porcentaje de mejorador mientras los porcentajes restantes de los demás ingredientes permanecieron invariables. En la Tabla 2.4 se detalló el factor con sus respectivos niveles.

Tabla 2.4 Niveles y porcentaje del factor

Denominación	Nivel	Mejorador (%)
Formulación 1	Bajo	0.3
Formulación 2	Alto	0.5

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Para el análisis de este diseño, se establecieron las siguientes variables respuestas: dureza, y masticabilidad, las cuales fueron medidas por triplicado en la formulación referencial, en la formulación 1 y en la formulación 2, elaborados en dos días diferentes, a las mismas condiciones. Para la realización de las mediciones de estos ensayos se utilizó un texturómetro marca Brookfield modelo CT3, cuyos parámetros utilizados para la ejecución de dicho análisis se detallan a continuación, para un periodo de tiempo de 5 días laborables.

Análisis del perfil de textura

Para los ensayos de textura se aplicó doble compresión a una muestra de pan cortado perpendicularmente desde su parte central, en un área de 5 x 5 cm. Se utilizó una sonda cilíndrica TA11/1000 de 38.1 mm de diámetro, se aplicó doble compresión hasta un 50% de altura del pan, a una velocidad de 4mm/s, con un tiempo de reposo de 2 segundos entre ambas compresiones.

Con los datos obtenidos se realizan las siguientes pruebas:

- **Prueba de Normalidad**

Hipótesis Nula (Ho): Los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis Alterna (Ha): Los datos no siguen una distribución normal.

Una vez realizada la prueba de normalidad para las variables: dureza y masticabilidad, se realizó el test de diferencias significativas.

- **Prueba de diferencias significativas**

Ho: Las formulaciones no presentan diferencias significativas.

Ha: Las formulaciones presentan diferencias significativas.

2.3 Pruebas sensoriales

Una vez escogido el tratamiento que mejor se ajustó a las variables respuestas de los diseños experimentales usados, se valoró el nivel de aceptación de este tratamiento en un panel sensorial con 40 jueces no entrenados, con edades comprendidas entre un rango de 19 a 29 años, quienes fueron guiados por un moderador con instrucciones y un formulario durante la degustación del producto (Apéndice C).

La prueba de aceptación se efectuó presentando una escala hedónica de nueve puntos la cual se presenta en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Valoración de la escala hedónica

Valor	Grado de afectividad
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Las muestras de panes tipo hamburguesa fueron elaboradas en la empresa, un día antes de la prueba sensorial. La muestra se rotuló con código 572 y se la presentó en platos desechables y a temperatura ambiente. Cada panelista tuvo una muestra de pan con un vaso de agua, para neutralizar sabores externos antes de ingerirlo y evitar influencias en la valoración de la muestra.

2.3.1 Prueba de normalidad

Generalmente, los resultados de una prueba de aceptación no se ajustan a una distribución normal. Sin embargo, se realizó una prueba de normalidad utilizando el software Minitab 18 para verificar dicho caso.

- **Ho:** Los datos siguen una distribución normal.
- **Ha:** Los datos no siguen una distribución normal.

2.3.2 Prueba de signos para mediana

Para esta prueba se definió que el pan es considerado aceptable si la calificación es superior a “Me gusta ligeramente”, representado por el número 6 en la Tabla 2.5. La prueba de hipótesis se definió de la siguiente forma:

- **Ho:** La muestra es considerada aceptable si fue calificada a una escala igual o mayor a “Me gusta ligeramente” (valor mayor o igual a 6).
- **Ha:** La muestra no es considerada aceptable si fue calificada a una escala menor a “Me gusta ligeramente” (valor menor a 6).

2.4 Pruebas microbiológicas

Se realizaron pruebas microbiológicas basándose en el contexto de la Normativa Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N° 1020-2010/MINSA, donde se estipulan los requisitos microbiológicos a cumplir para asegurar la inocuidad del producto, mismos que se detallan en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6 Requisitos microbiológicos RM N° 1020-2010/MINSA

Agente microbiano	n	c	Límite por g	
			m	M
Mohos	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i>	5	1	10 ²	10 ⁴

Fuente: (Ministerio de Salud Lima-Perú, 2011)

2.5 Pruebas Reológicas

Como parte de las caracterizaciones físicas, se realizaron ensayos (alveograma y mixolab), con el propósito de definir propiedades reológicas respectivamente de la masa formulada, para la elaboración del producto.

2.5.1 Prueba del Alveograma

El equipo utilizado para este ensayo fue el Alveógrafo de Chopin (ALVEO Lab Graph), el cual mide parámetros de tenacidad, extensibilidad, equilibrio hinchamiento y fuerza de la masa.

2.5.2 Prueba Profiler Mixolab

Es una herramienta que determina en tiempo real el comportamiento reológico de la masa. Se obtiene como resultado un gráfico Par (Nm) vs. Tiempo (min) y un gráfico de perfil de desempeño o “telaraña” en el cual se resumen parámetros de calidad de la harina expresados en seis índices que incluyen: absorción, amasado, gluten, viscosidad, amilasa y retrogradación.

El ensayo se realizó a la harina 100% trigo (muestra a) y a la mezcla de harina de trigo y arroz (muestra b), la cual fue seleccionada en el diseño de mezclas. A cada muestra se le realizó una repetición.

2.6 Lay-out de la planta

La distribución en planta de las actividades para el procesamiento del producto se realizó empleando la metodología SLP (Systematic Layout Planning), misma que consistió en un procedimiento sistemático que permitió situar departamentos o áreas

de trabajo según la conveniencia del proceso. La metodología se basó en la elaboración de una Tabla de Relación de Actividades (T.R.A), en la cual se obtuvieron valores de tipo cualitativos, que posteriormente fueron usados en un software informático de generación de esquemas o Layouts de las instalaciones o áreas que son analizadas.

La Tabla de Relación de Actividades consistió en la realización de cuadros situados de forma diagonal, donde se relacionan cada una de las actividades, utilizando un conjunto de criterios detallados en la Tabla 2.7. Las valoraciones asignadas a cada criterio fueron definidas por Muther en la Tabla 2.8 (Casp, 2005).

Tabla 2.7 Criterios de evaluación

Motivo	
1	Proximidad del proceso
2	Higiene
3	Inspección y control
4	Calor
5	Malos olores, ruido
6	Seguridad del producto
7	Utilización material común
8	Accesibilidad

Fuente: (Casp, 2005)

Tabla 2.8 Escala de proximidad Tabla de Relación de Actividades

Actividad	Proximidad	Color asociado
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Poco importante	Azul
U	Sin importancia	Negro
X	No deseable	Café

Fuente: (Casp, 2005)

2.7 Estimación de costos

Los costos de producción fueron estimados considerando los aspectos relacionados a las materias primas, material de empaque, mano de obra directa e indirecta, y los servicios auxiliares como energía y agua, utilizados en el esquema actual de trabajo de la empresa durante una jornada de producción, es decir, sin alteraciones de las condiciones actuales de procesamiento.

En la Tabla 2.9 se detallaron los equipos actualmente operativos en planta para la fabricación del producto.

Tabla 2.9 Equipos utilizados para la elaboración de pan

Equipo	Uso
Balanza	Dosificación de materia prima
Mezcladora	Homogenizar y amasar la masa
Boleadora	Distribuir en partes iguales la masa
Cámara de leudo	Fermentar la masa
Horno	Hornear el producto
Selladora	Sellar el empaque con el producto

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

2.7.1 Balance de materia por batch

Para el cálculo del balance de materia por batch, se cuantificaron los rendimientos por cada etapa. De este modo, se estableció la masa necesaria al inicio del proceso para cumplir con un batch de producción.

2.7.2 Costos de producción

Para estimar los costos de producción, se consideraron los rubros de materia prima, material de empaque, insumos y mano de obra que están implicados en la jornada de trabajo. A partir del costo de producción obtenido, se calculó el costo de producción equivalente a una funda de pan (seis unidades) y se obtuvo el margen de contribución y el precio de venta (P.V.P.).

2.7.3 Punto de equilibrio

Considerando el costo fijo de producción y el costo variable unitario, se estimó el número mínimo de unidades necesarias a vender para cubrir los costos de las operaciones y alcanzar una utilidad neta de cero.

2.7.4 Análisis Financiero

El análisis financiero se lo realizó para un alcance de cinco años. Se englobó las ventas anuales, los costos fijos y variables anuales además de un estimado de inversiones realizadas por parte de la empresa, en la adquisición e instalación de sus equipos, con el fin de determinar la rentabilidad del proyecto bajo los indicadores del Valor Actual Neto (V.A.N.) y Tasa Interna de Retorno (T.I.R.). El periodo de recuperación se lo estimó mediante la Fórmula 2.1.

$$\textit{Periodo de recuperación} = 2 + \frac{|\textit{Valor de recuperación}|}{\textit{Flujo de caja neto}} \quad (2.1)$$

CAPÍTULO 3

3. Resultados y Análisis

En el presente capítulo, se detallaron los resultados obtenidos con la metodología descrita y empleada en el capítulo 2. Inicialmente se detalló el planteamiento del diseño de mezclas, seguido por el diseño unifactorial y los resultados obtenidos del panel sensorial. Una vez seleccionada la mejor formulación, se realizaron pruebas reológicas a la masa, así como pruebas microbiológicas del producto terminado.

3.1 Diseño experimental

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los tratamientos vinculados a los diseños experimentales.

3.1.1 Diseño de Mezclas

La Tabla 3.1 detalla los valores obtenidos para las variables respuestas costo unitario y volumen específico. Se realizó un análisis comparativo de la primera variable respuesta (costo unitario) respecto a la de la formulación referencial y se seleccionaron aquellos tratamientos cuyos costos fueron menores al costo referencial (\$0,05684) los cuales fueron los tratamientos 1, 2, 4 y 7.

Con estos cuatro tratamientos seleccionados, se prosiguió a realizar los experimentos en planta, dando como resultado que existe una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de harina de arroz y el volumen específico del producto obtenido, es decir, que a mayor sustitución de harina de arroz existe un menor crecimiento volumétrico del pan, expresado en cm^3 . Este efecto puede ser causado porque la harina de arroz no contiene gluten, afectando a la red viscoelástica formada por el gluten presente en la harina de trigo, debilitando la fuerza proteica de la masa y desfavoreciendo el volumen específico del pan; dicho resultado también se ha repetido en otros estudios de mezclas de harinas (Alvis & Pérez, 2011). Los resultados obtenidos respaldan lo mencionado, dado que el tratamiento 1 ($430,82 \text{ cm}^3$), el cual tiene menor porcentaje de sustitución, cumple con el 97% del volumen específico requerido ($455,53 \text{ cm}^3$).

Tabla 3.1 Tratamientos experimentales para la formulación

Tratamientos	Harina de trigo (%)	Harina de arroz (%)	Leche en polvo (%)	Costo/und (\$)	Volumen Específico (cm ³ /g)
1	90,00	10,00	2,60	0,05642	440
2	80,00	20,00	2,60	0,05599	311
3	80,00	10,00	12,59	0,07709	-
4	83,34	16,66	2,60	0,05613	358
5	83,34	10,00	9,26	0,07020	-
6	80,00	13,33	9,26	0,07006	-
7	86,67	13,33	2,60	0,05627	366
8	86,67	10,00	5,93	0,06331	-
9	80,00	16,66	5,93	0,06302	-
10	83,34	13,33	5,93	0,06316	-
Referencial				0,05684	455

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.2.2 Diseño unifactorial de perfil de textura

Dureza

La Figura 3.1 detalla los promedios del parámetro dureza de la formulación referencial, formulación 1 (nivel bajo de mejorador: 0,3%), formulación 2 (nivel alto de mejorador: 0,5%) que se registró con el texturómetro durante cinco días de análisis.

Se puede apreciar gráficamente que las tres formulaciones tienen un comportamiento similar respecto al tiempo. Sin embargo, en el día 4, la formulación 1, obtuvo un valor promedio de dureza de 3,24 N, valor mayor y alejado al de la fórmula referencial (2,68 N) y de la formulación 2 (2,62 N). Por lo tanto, se observa que la acción del mejorador es notable al transcurso del tiempo, debido a que mantiene la higroscopía del producto con el transcurso del tiempo. A mayor porcentaje de mejorador (formulación 2) se obtiene una menor dureza de la miga.

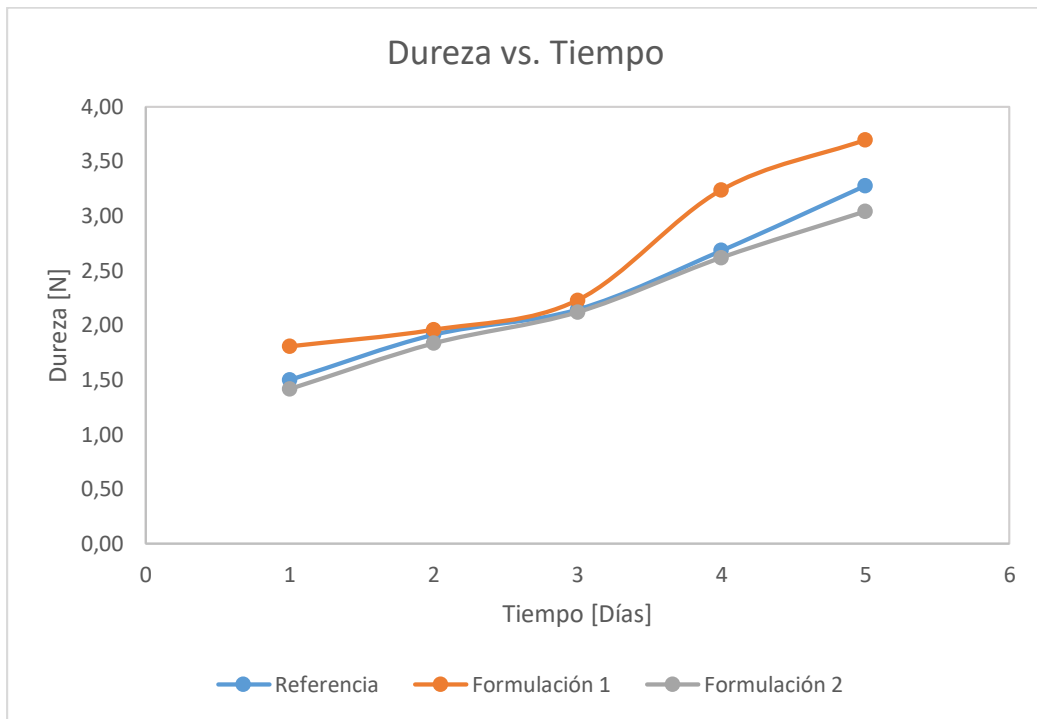
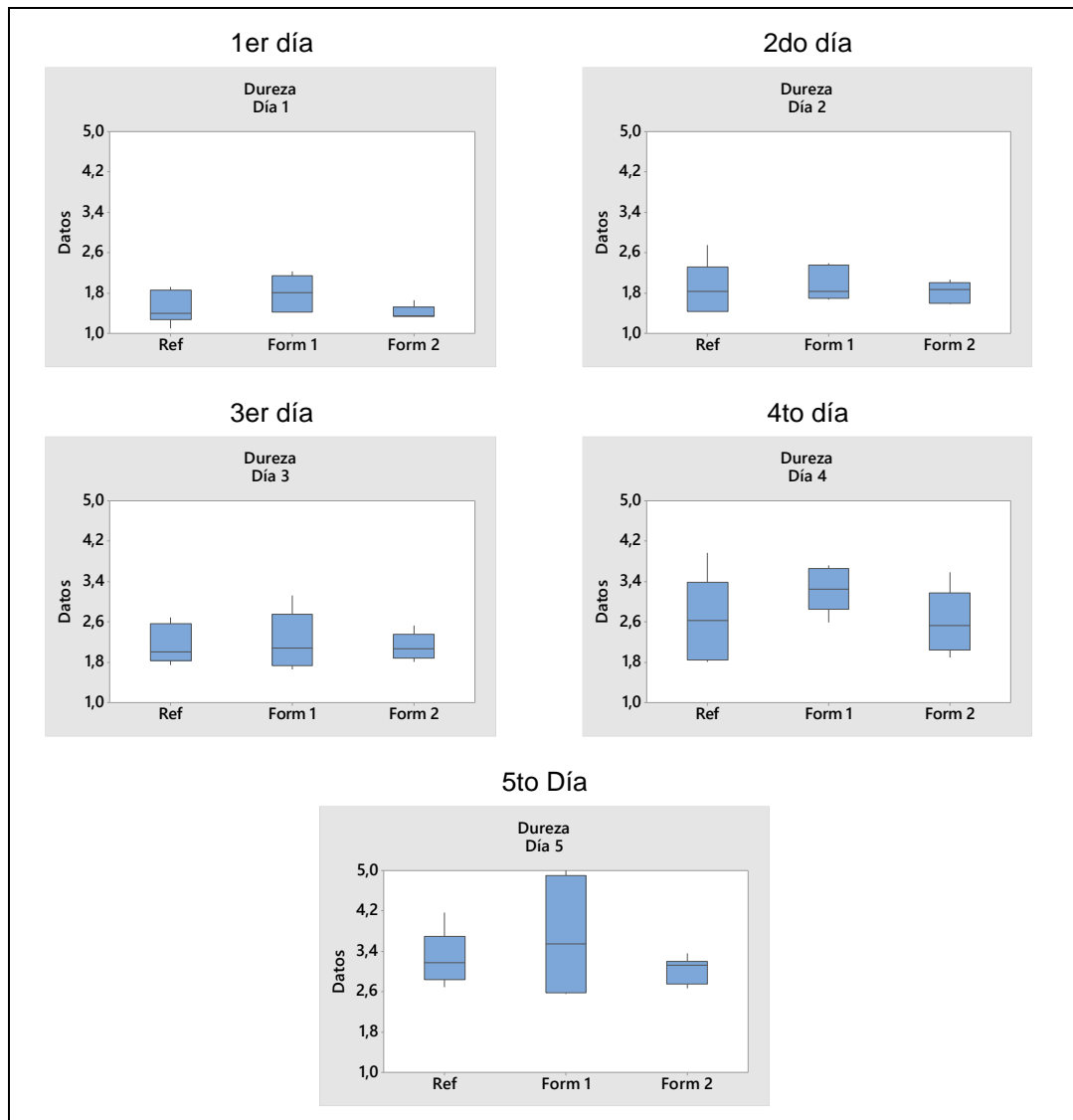


Figura 3.1 Diagrama de la variación de dureza respecto al tiempo

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Adicionalmente, los diagramas de cajas de la Figura 3.2, son el resultado del análisis estadístico de los datos obtenidos en los tratamientos experimentales para dureza (Apéndice A), los cuales muestran que las formulaciones no presentan diferencias significativas entre ellas. Se observa que los datos de la formulación 2 presentan una menor dispersión durante los cinco días, caso contrario a la formulación 1. Tomando como ejemplo el quinto día, se puede apreciar que la formulación referencial y la 2 presentan menor dispersión con una media aproximada de 3 N.



*Ref: Referencial; Form 1: Formulación 1; Form 2: Formulación 2

Figura 3.2 Diagrama de cajas de la variable dureza

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Masticabilidad

La Figura 3.3, detalla los promedios del parámetro masticabilidad de la formulación referencial, formulación 1 (nivel bajo de mejorador: 0,3%), formulación 2 (nivel alto de mejorador: 0,5%) que se registró con el texturómetro durante cinco días de análisis.

Se puede observar gráficamente que la masticabilidad aumenta en todos los tratamientos para el intervalo de tiempo establecido. Esto quiere decir que acorde

pasan los días, es necesario aplicar mayor número de masticaciones para poder deglutir la masa de pan.

Adicionalmente, se puede apreciar que el comportamiento promedio de la formulación referencial y la formulación 2 se entrecruzan a lo largo del tiempo. Sin embargo, la formulación 1 se diferencia de las otras a partir del día 4, con una masticabilidad mayor de 45,88 mJ. Las intersecciones de las curvas de la formulación referencial y la formulación 2 indican semejanza con respecto a la variable masticabilidad a lo largo de los días de estudio.

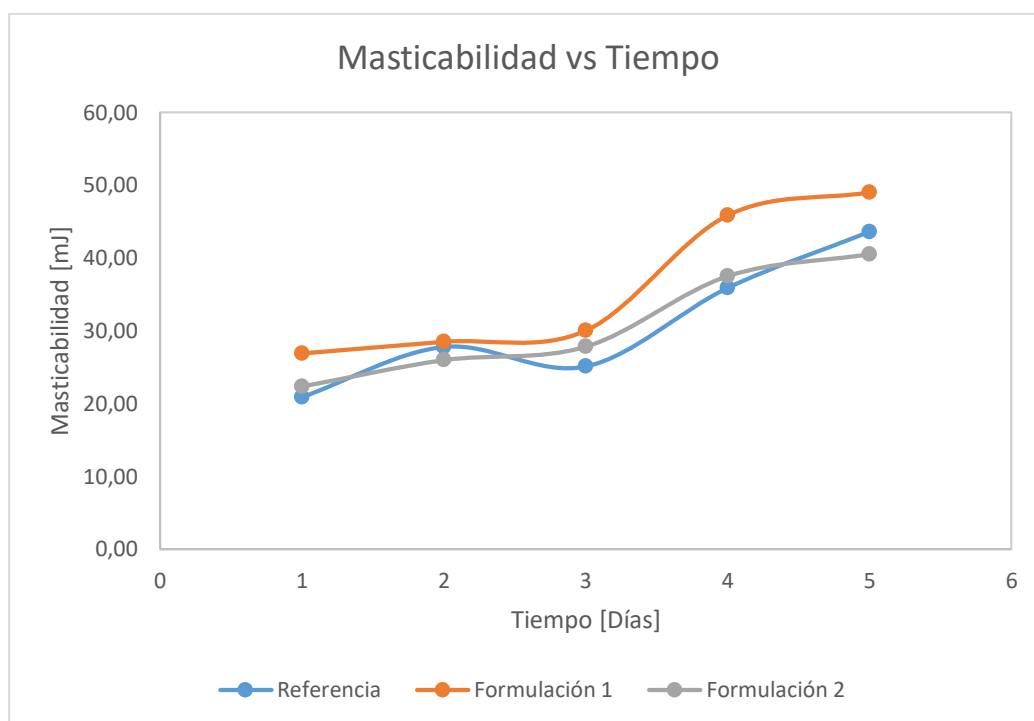
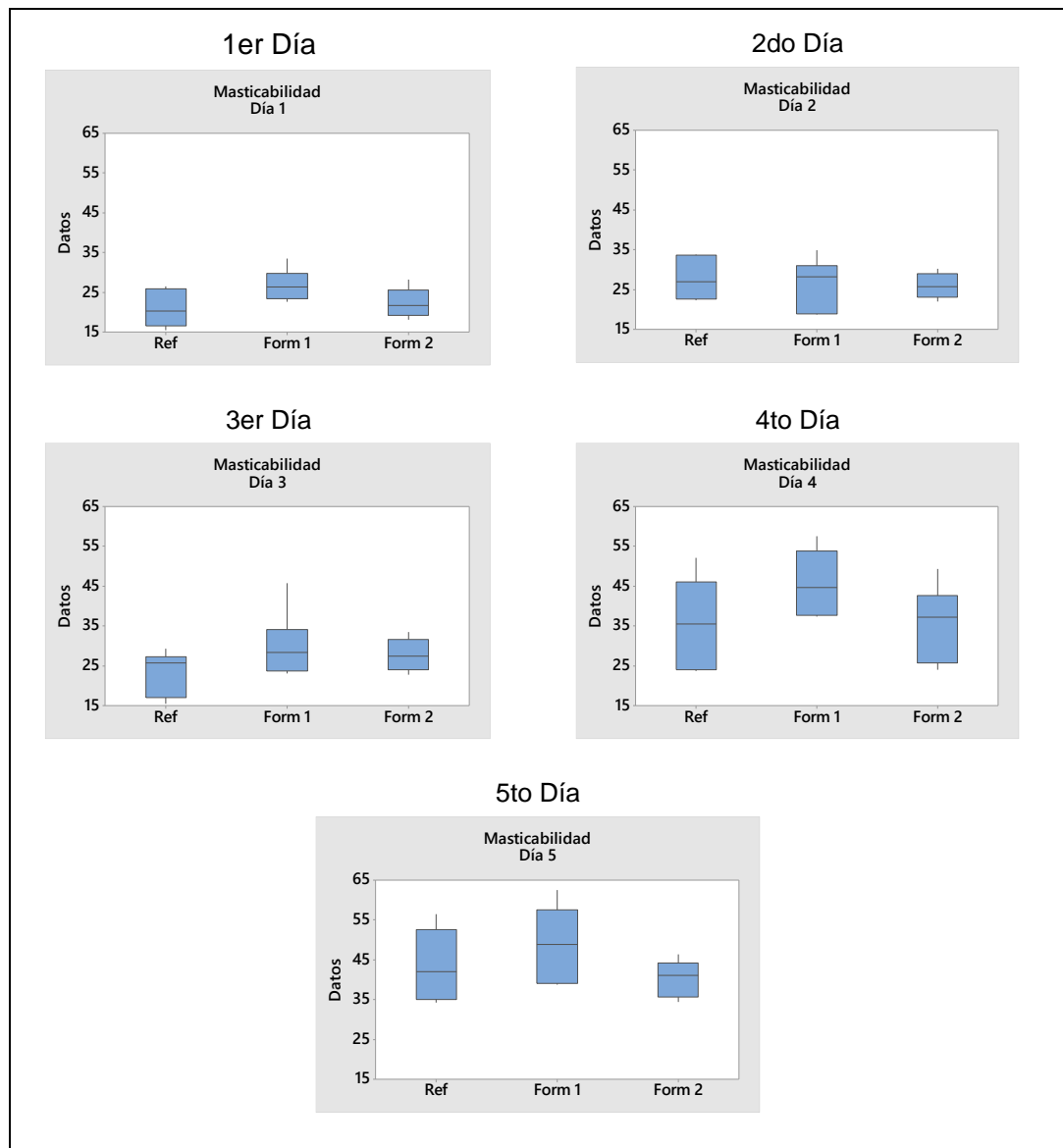


Figura 3.3 Diagrama de la variación de dureza respecto al tiempo

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Los diagramas de cajas de la Figura 3.4, son el resultado del análisis estadístico de los datos obtenidos en los tratamientos experimentales para masticabilidad (Apéndice B), los cuales presentan que las formulaciones no presentan diferencias significativas entre ellas. Se observa que los datos de las tres formulaciones

aumentan su dispersión con el transcurso del tiempo. Sin embargo, la formulación referencial y la formulación 2 presentan una dispersión similar y medias parecidas; por ejemplo, en el día 5 ambas presentan una media aproximada de 30 mJ.



*Ref: Referencial; Form 1: Formulación 1; Form 2: Formulación 2

Figura 3.4 Diagrama de cajas de la variable masticabilidad

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Una vez analizadas las variables respuestas por separado (dureza y masticabilidad), se evidenció que no hubo diferencias significativas entre las tres formulaciones. La

formulación 2 (nivel alto de mejorador: 0,5%) fue la que tuvo un comportamiento semejante de dureza y masticabilidad a la formulación referencial. Por ende, se seleccionó la formulación 2 para evaluar su aceptabilidad en una evaluación sensorial que será descrita en el siguiente ápice. La Tabla 3.2 detalla la formulación seleccionada en términos de fórmula panadera (los ingredientes se expresan en base al 100% de harina(s) utilizada).

Tabla 3.2 Formulación seleccionada

Ingredientes	Porcentaje Panadero (%)
Harina de trigo	90
Harina de arroz	10
Leche en polvo	2,6
Levadura	2
Azúcar	10
Manteca	8
Conservante	0,4
Sal yodada	2
Mejorador	0,5
Agua potable	60
Conservante	0,4
Masa madre	30

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.3 Pruebas sensoriales

En la Figura 3.5 se observa el histograma obtenido de los resultados del análisis sensorial de la fórmula seleccionada (formulación 2), en el cual el 2% de los panelistas calificaron la muestra como “ni me gusta, ni me disgusta”, el 25% de los panelistas “me gusta moderadamente”, el 40% de los panelistas como “me gusta mucho” y el 33% de los panelistas como “me gusta extremadamente”.

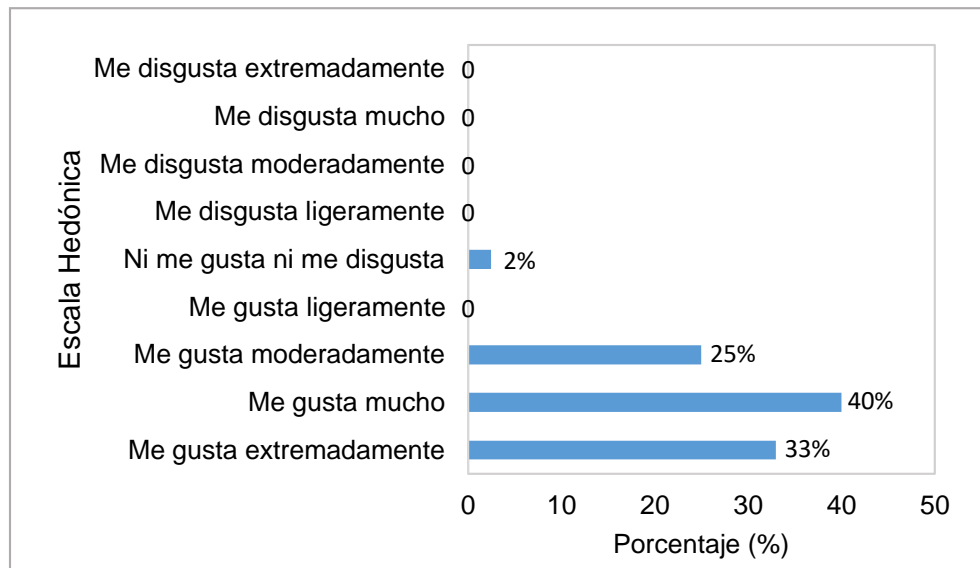


Figura 3.5 Histograma de evaluación sensorial

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.3.1 Prueba de normalidad

Los datos analizados de la evaluación sensorial realizada con la formulación 2, no se ajustaron a una distribución normal (valor $p < 0.05$) con un intervalo de confianza del 95%, por lo tanto, los resultados fueron analizados a través de un test no paramétrico llamado prueba de signos, con el propósito de corroborar si la muestra es aceptada estadísticamente.

3.3.2 Prueba de signos para mediana

La Figura 3.6 demostró que 39 panelistas del total valoraron con una calificación mayor a 6 y un valor p igual a 1, es decir, existe evidencia estadística suficiente para considerar que la muestra de pan 572 (formulación 2) es aceptada por los panelistas.

Prueba				
Hipótesis nula	$H_0: \eta = 6$			
Hipótesis alterna	$H_1: \eta < 6$			
Muestra	Número < 6	Número = 6	Número > 6	Valor p
Muestra 572	1	0	39	1.000

Figura 3.6 Prueba de signos Muestra 572

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.4 Análisis microbiológico

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3.3, los mismos dan cumplimiento a los parámetros estipulados en la norma utilizada como referencia (Apéndice D), es decir, la muestra es apta para ser comercializada en el mercado.

Tabla 3.3 Análisis microbiológico de la formulación final del pan

Agente microbiano	Unidad	Resultados	Requisitos
Mohos	UFC/g	<10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	NMP/g	<3	Max 3
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	<10	Max 10
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/Presencia	Ausencia	Ausencia

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.5 Pruebas de Propiedades Físicas

El resultado de las propiedades físicas de las harinas da una idea del desempeño de la masa al momento de elaborar el producto. Tales propiedades son cuantificadas a través de la prueba de alveograma y mixolab.

3.5.1 Prueba de Alveograma

La Tabla 3.4 detalla que las propiedades reológicas de utilizar solamente harina de trigo o el uso de una mezcla de harinas (trigo y arroz) en el proceso de elaboración de un pan.

Respecto a la tenacidad (expresada en la necesidad de absorción de agua para lograr una consistencia habitual), se observa que la sustitución tiene una necesidad mayor de agua que la otra, lo cual está relacionado con el contenido proteico de la harina, pero no necesariamente del contenido de gluten. Mayor tenacidad va relacionada también con una mayor retención de gas, pero no necesariamente es favorable para panificación.

En cuanto a la extensibilidad, se observa que la sustitución pierde esta propiedad, lo cual desfavorece a la capacidad de retención de gases en la fermentación.

Respecto al hinchamiento, lo cual se relaciona a la capacidad de aire necesario para romper el alvéolo formado por el equipo, se observa que la sustitución tiene un menor valor de hinchamiento que el otro, por lo tanto, esto desfavorece también a la retención de CO₂ de la fermentación.

Ambas son harinas de gran fuerza por tener un valor mayor a 250×10^{-4} J (Calaveras, 1996). Esta propiedad es característico de las harinas panificables de nuestra región, debido a que tiene un alto contenido proteico. Un alto valor en fuerza significa a un mayor trabajo necesario para amasar y deformar la masa.

El equilibrio es una relación entre la tenacidad y la extensibilidad. Un equilibrio mayor a 1, son harinas muy fuertes como en este resultado. En el caso de la sustitución, se observa un equilibrio mayor porque la tenacidad es mayor y la extensibilidad en menor que la otra.

El índice de elasticidad hace referencia a la presión del aire al ser inflado el alvéolo dividido para la tenacidad. Se observa que la sustitución presenta un menor índice de elasticidad, tendencia que se ha venido reafirmando con los valores de las otras propiedades analizadas.

Pese a que los resultados de las propiedades reológicas no favorecieron a la sustitución de harinas, cuando se realizaron los experimentos en planta, los panes elaborados con la sustitución lograron alcanzar un 97% del volumen específico de los realizados con 100% de harina de trigo y no se observó ninguna rotura de la matriz de harina que dejara escapar a los gases. Por lo tanto, las propiedades reológicas de ambas harinas no son significativamente diferentes. Sin embargo, estos resultados reológicos explican la relación inversamente proporcional encontrada en el diseño de mezclas que señalaba que a mayor sustitución de harina de arroz da como resultado un menor volumen específico del pan.

Tabla 3.4 Resultados Prueba de Alveograma

Propiedades	Harina 100%Trigo	Sustitución
Tenacidad (P)	142,5 mmH ₂ O	163 mmH ₂ O
Extensibilidad (L)	71,5 mm	45,5 mm
Hinchamiento (G)	18,75	14,95
Fuerza (W)	398 x 10 ⁻⁴ J	312 x 10 ⁻⁴ J
Equilibrio (P/L)	2,01	3,61
Índice de elasticidad (Ie)	64,25 %	54,20%

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.5.2 Prueba de Profiler Mixolab

En la Figura 3.7 se observó que la formulación con 100% de harina de trigo y la sustitución de harinas (trigo y arroz) tienen un índice de absorción alto de agua, valor característico de harinas con alto valor proteico. Este resultado reafirma lo obtenido en el ápice anterior y la necesidad de agua expresada con la tenacidad.

El índice de amasado, de viscosidad y el de retrogradación fueron similares entre ambas muestras. Estos resultados son favorables para las harinas panificables.

El índice de gluten fue mayor en la sustitución, lo cual significa que hay un mayor efecto del debilitamiento del gluten durante el inicio del calentamiento en el amasado, debido a la pérdida de fuerza de las proteínas por el calor, pero no tiene relación directa con el contenido de gluten.

El índice de amilasa es menor, indicando que existe una menor actividad amilácea (la hidrólisis del almidón realizada por las enzimas α -amilasa presentes en la harina) luego del periodo de gelatinización, característica que fomenta los azúcares libres para la fermentación (Apéndice F).

Cabe recalcar que estos ensayos son realizados solamente con las harinas, por lo tanto, en la elaboración del pan, los otros ingredientes cumplen con sus respectivas funciones que pueden mejorar estas propiedades, como, por ejemplo, la función del mejorador en la acción contra la retrogradación.

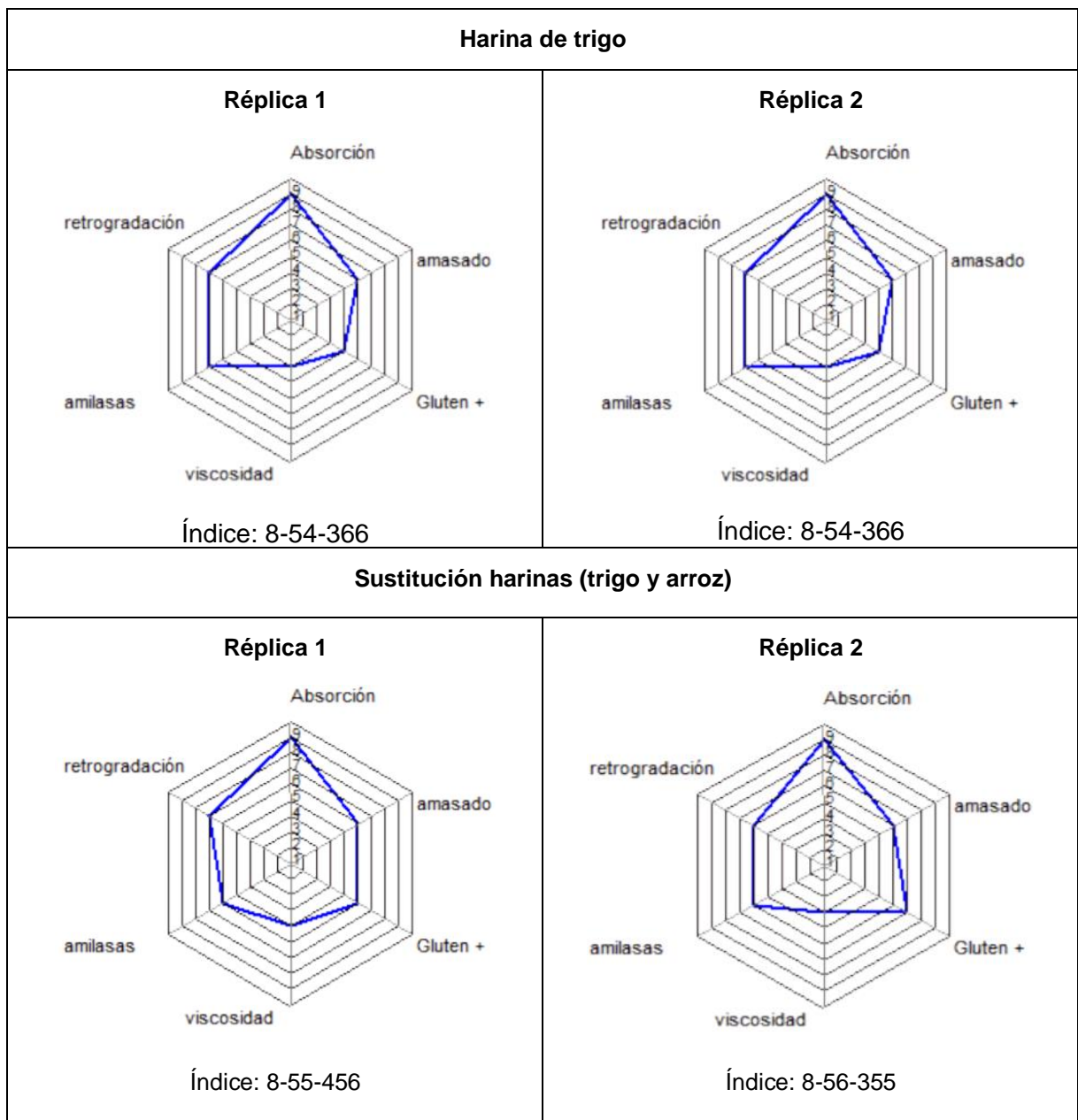


Figura 3.7 Gráficos de perfil de desempeño.
a) Harina 100% trigo b) Sustitución de la harina
 Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.6 Layout de la planta

La Figura 3.8 detalla el resultado de la Tabla de Relación de Actividades, en la que se incluye los departamentos o áreas de trabajo relacionados al proceso de producción para la elaboración del producto estudiado, estimando un requerimiento mínimo de área de 192 m², que incluyen las superficies necesarias para la operatividad de cada

una de los departamentos o áreas de trabajo. Esta estimación puede ser útil en caso de que se deseen realizar la reubicación de las instalaciones actuales.

Departamentos															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Recepción Materias Primas	I 3													
2	Pesado	A 1	0	X											
3	Mezclado y Amasado	E 7	3	0	2	X									
4	División de masa	E 1	1	X	2	X	2	X							
5	Boleado	E 1	3	0	2	X	2	X	2	X					
6	Moldeado, compresión y topping	E 3	0	3	X	2	X	2	X	2	X	2	X	2	
7	Leudado	A 3	3	X	2	X	2	X	2	X	2	X	2	X	2
8	Horneado	E 6	1	2	X	2	X	2	X	2	X	2	X	2	
9	Enfriamiento	E 6	6	0	2	X	2	X	2	X	2				
10	Desmolde y empaque	A 6	1	6	X	2	X	2							
11	Almacenamiento	U 2	6	1	6	X	2								
12	Vestidores y Sanitarios	E 2	U 2	6											
13	Productos de limpieza	E 2													

Figura 3.8 Tabla de Relación de Actividades (T.R.A)

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Mediante el uso del programa Corelap, se incluyeron los datos de la Tabla de Relación de Actividades de la Figura 3.8 para obtener la distribución lay-out de las instalaciones relacionadas al proceso de producción del producto en la secuencia lógica que se indica en la Figura 3.9, es decir, partiendo desde la recepción de materia prima, hasta el almacenamiento del producto terminado, incluyendo las áreas para vestidores, sanitarios y productos de limpieza.

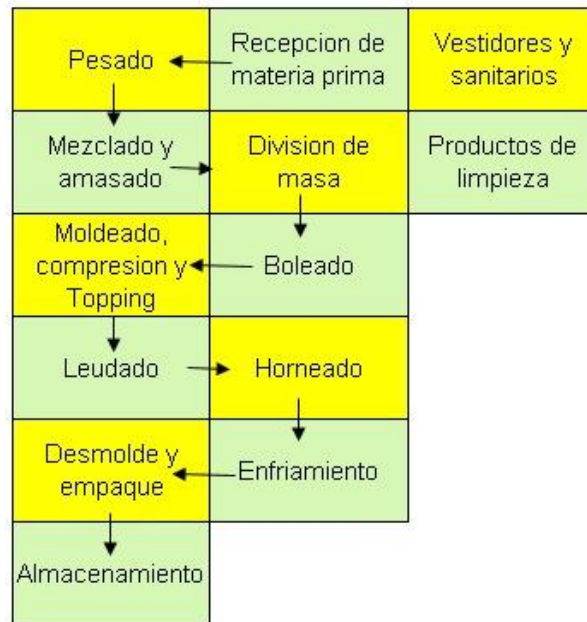


Figura 3.9 Lay-out de la planta
Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.7 Estimación de costos

En la Figura 3.10 se muestra el diagrama de proceso en el cual incluye las mejoras realizadas las cuales incluyeron una sustitución parcial de harinas, disminución en la cantidad de mejorador, leche en polvo y levadura, la eliminación del gluten y la adición de una masa madre en la fórmula. El empleo de la masa madre o pre fermento contribuye a disminuir el porcentaje de levadura en la masa base y aporta con compuestos aromáticos al pan.

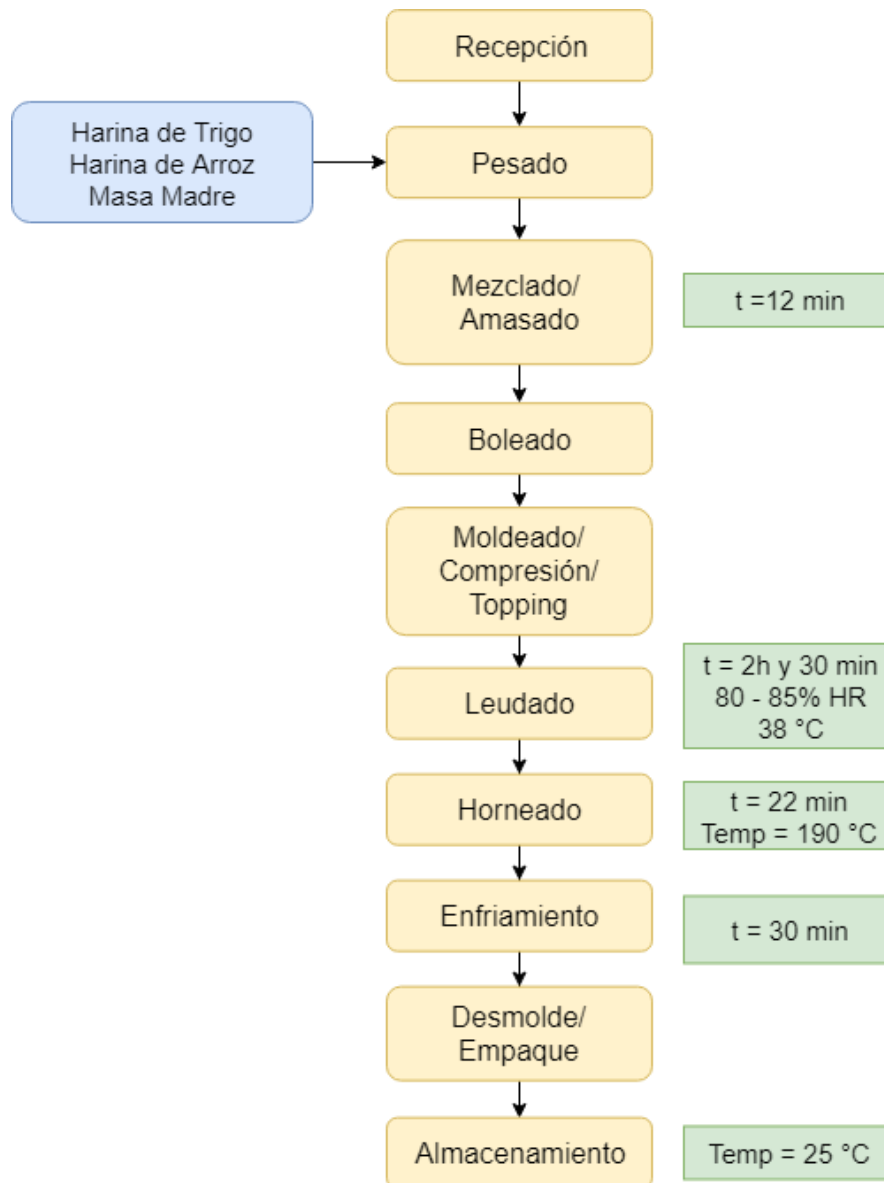


Figura 3.10 Diagrama de flujo con mejoras incluidas
Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.7.1 Balance de materia por batch

Una jornada de trabajo se constituye de 5 batches diarios con un tiempo de duración de 320 minutos cada uno (Apéndice G). Para cada batch se requirió una alimentación de 51 kg de masa con un rendimiento del 91%, visibles en la Tabla 3.5, cuyas pérdidas considerables se reflejaron en el horneado y durante el empaque por producto no conforme.

Tabla 3.5 Balance de materia del proceso

Proceso	Porcentaje de mermas	Peso inicial por etapa	Cantidad de merma	Peso final por etapa	Justificación de la merma
Recepción	0,00%	51,00 kg	0,00 kg	51,00 kg	No hay pérdida
Pesado	0,00%	51,00 kg	0,00 kg	51,00 kg	No hay pérdida
Mezclado/Amasado	0,00%	51,00 kg	0,00 kg	51,00 kg	No hay pérdida
División de masa	0,00%	51,00 kg	0,00 kg	51,00 kg	No hay pérdida
Boleado	0,00%	51,00 kg	0,00 kg	51,00 kg	No hay pérdida
Moldeado/ Compresión/ Topping	0,00%	51,00 kg	0,00 kg	51,00 kg	No hay pérdida
Leudado	0,00%	51,00 kg	0,00 kg	51,00 kg	No hay pérdida
Horneado	8,00%	51,00 kg	4,08 kg	46,92 kg	Existe pérdida de peso debido a la evaporación de agua durante esta etapa
Enfriamiento	0,00%	46,92 kg	0,00 kg	46,92 kg	No hay pérdida
Desmolde/ Empaque	1,00%	46,92 kg	0,47 kg	46,45 kg	Existen pequeños residuos de masa adheridos a la pared del molde y existen pérdidas por producto no conforme
Almacenamiento	0,00%	46,45 kg	0,00 kg	46,45 kg	No hay pérdida
Total merma	9,00%				
Rendimiento	91,00%				

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.7.2 Costos de producción

El costo de producción es de \$8.237,32 al mes, considerando todos los costos detallados en la Tabla 3.6. El un costo unitario por funda es de \$0,81 centavos, con un margen de contribución del 26%, da un Precio de Venta al Público (P.V.P) de \$1,02 por funda.

Tabla 3.6 Tabla de costos por funda

		Cantidad/ Batch	*UMB	Costo UMB	Costo/ Mes	Costo/ Batch	Costo/ Funda
Materia Prima	Harina de trigo	23,69	Kg	\$ 0,67	\$ 1.428,38	\$ 14,28	\$ 0,140
	Harina de arroz		Kg	\$ 0,55	\$ 130,28	\$ 1,30	\$ 0,013
	Leche en polvo	0,71	Kg	\$ 5,50	\$ 390,85	\$ 3,91	\$ 0,038
	Levadura 500g	0,47	Kg	\$ 2,24	\$ 106,12	\$ 1,06	\$ 0,010
	Azúcar Granulada	2,37	Kg	\$ 0,69	\$ 163,45	\$ 1,63	\$ 0,016
	Manteca	2,13	Kg	\$ 1,43	\$ 304,86	\$ 3,05	\$ 0,030
	Propionato de Ca	0,09	Kg	\$ 2,65	\$ 25,11	\$ 0,25	\$ 0,002
	Sal yodada	0,47	Kg	\$ 0,26	\$ 12,32	\$ 0,12	\$ 0,001
	Mejorador	0,12	Kg	\$ 7,70	\$ 91,20	\$ 0,91	\$ 0,009
	Agua potable	13,74	Kg	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Orégano	0,09	Kg	\$ 8,50	\$ 80,54	\$ 0,81	\$ 0,008
	Esponja	7,11	Kg	\$ 0,46	\$ 325,40	\$ 3,25	\$ 0,032
	Topping orégano	0,28	Kg	\$ 8,50	\$ 234,09	\$ 2,34	\$ 0,023
	Topping huevo	0,29	Kg	\$ 2,00	\$ 57,53	\$ 0,58	\$ 0,006
Material Empaque	Funda de PEBD	102	und	\$ 0,03	\$ 260,10	\$ 2,60	\$ 0,026
Total material prima y empaque					\$ 3.610,23	\$ 36,10	\$ 0,354
Mano Obra	Mano de Obra Directa	9	Operarios		\$ 4.591,03	\$ 45,91	\$ 0,450
Total Costos Directos					\$ 8.201,25	\$ 82,01	\$ 0,804
Servicios	Agua	0,07	m ³	2,92	\$ 20,44	\$ 0,20	\$ 0,002
	Energía Eléctrica	1,60	Kw/h	0,10	\$ 15,65	\$ 0,16	\$ 0,002
Total Costos Indirectos					\$ 36,09	\$ 0,36	\$ 0,004
Total Costo Producción					\$ 8.237,34	\$ 82,37	\$ 0,808
						Costo/ Funda	\$ 0,808
						Margen	\$ 0,212
						*PVP	\$ 1,020

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.7.3 Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio de la Tabla 3.7 se calculó a partir de los costos de producción anuales, el costo variable unitario y el P.V.P., dando como resultado un valor de 85 618 unidades de fundas de pan, es visible gráficamente en la Figura 3.11.

Tabla 3.7 Tabla de estimación de punto de equilibrio

Costos Fijos Anual	
Rubros	Cantidad
Salarios	\$ 55.092,31
Depreciación de equipos	\$ 2.345,50
Total CF	\$ 57.437,81
Costos Variables por Unidad	
Rubros	Cantidad
Materia Prima	\$ 0,35
Suministros	\$ 0,006
Total CV	\$ 0,359
PVP	\$ 1,02
Cantidad de Equilibrio	86959 unidades
Punto de equilibrio	\$ 88.698

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

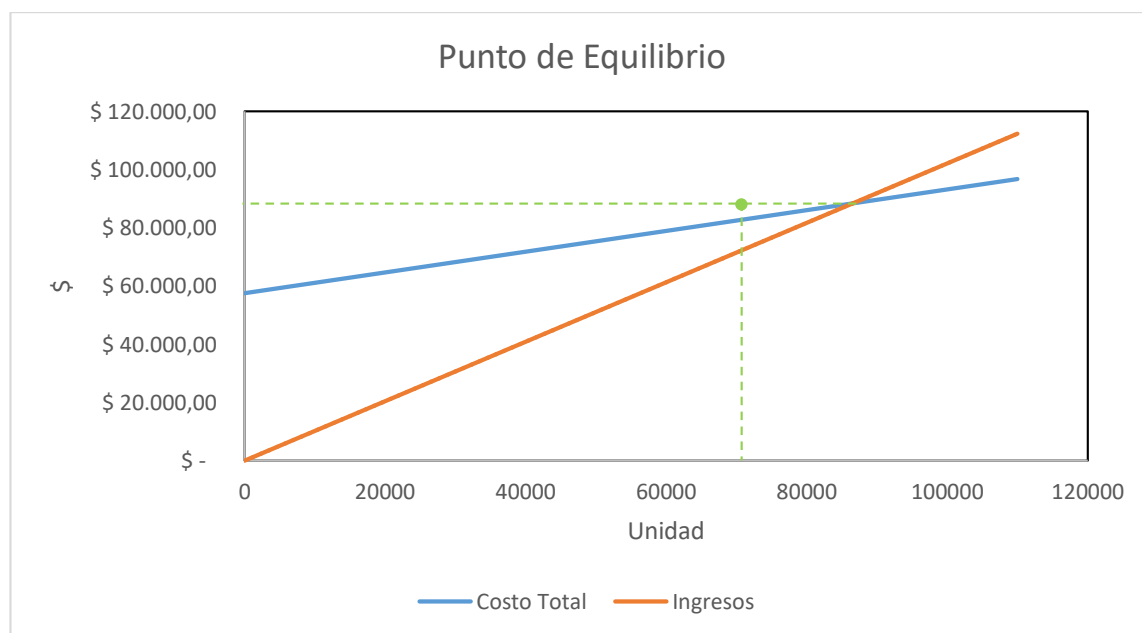


Figura 3.11 Punto de equilibrio

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

3.7.4 Análisis Financiero

Se realizó un análisis financiero con una proyección a cinco años y un crecimiento anual de la demanda de un 2%. En dicho análisis se tomaron en cuenta los costos de producción y la inversión inicial, en la cual incluye, la compra de equipos y el capital de trabajo del proyecto, dando como resultado una Tasa Interna de Retorno (T.I.R) del 54% con un periodo de recuperación aproximadamente de 3 años (Apéndice M).

$$\textit{Periodo de recuperación} = 2 + \frac{|\textit{Valor de recuperación}|}{\textit{Flujo de caja neto}} \quad (3.1)$$

$$\textit{Periodo de recuperación} = 2 + \frac{|-29.063,28|}{29.063,28}$$

$$\textit{Periodo de recuperación} = 3 \text{ años}$$

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se seleccionó la formulación 2 porque posee características de dureza, masticabilidad y atributos sensoriales semejantes a la formulación actual de la empresa. Esta incluye una reformulación del producto empleando harina de arroz, eliminación de gluten, disminución en el uso de levadura, leche en polvo y mejorador es aquella que
- El incremento de harina de arroz en la formulación afectó inversamente proporcional al volumen específico del pan, por lo que su aplicación puede ser direccionada a panes de características más planas a las de un brioche normal.
- Es necesario la aplicación de una masa madre a nivel de proceso para la elaboración del producto con la fórmula desarrollada. Esta actividad, contribuye a disminuir la cantidad de levadura usada en el proceso actual y a potenciar características aromáticas por la producción de alcoholes durante la fermentación.
- El producto formulado guarda características reológicas similares al producto referencial y a la vez cumple los requisitos microbiológicos establecidos por la normativa de referencia RM N° 1020-2010/MINSA, para su comercialización en mercado local.
- El costo de producción del pan, se reduce de \$0.84/funda a \$0.81/funda, debido a las modificaciones propuestas de la formula actual.

4.2 Recomendaciones

- Dosificar la cantidad de orégano en la etapa del topping, de esta manera se puede estandarizar el peso de dicho ingrediente en la elaboración del pan para disminuir el costo del producto terminado.
- Realizar un estudio de tiempo de vida en anaquel con la fórmula seleccionada, para obtener el tiempo aproximado de deterioro del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, R. S. (2018). Actividades productivas y migración internacional de retorno: los panaderos de San Miguel Coatlán, Oaxaca. *Desacatos. Revista de Ciencias Sociales*, 2(41), 160–172. <https://doi.org/10.29340/41.90>
- Alvis, A., & Pérez, L. J. (2011). Estudio de Propiedades Físicas y Viscoelásticas de Panes Elaborados con Mezclas de Harinas de Trigo y de Arroz Integral Study of Viscoelastic and Physical Properties of Breads Made with mixed Wheat and Brown Rice Flours, 22, 107–116. <https://doi.org/10.4067/S0718-076420110004000012>
- Badui Dergal, S. (2006). *Salvador Badui Dergal*.
- Calaveras, J. (1996). *Tratado de panificación y bollería* (Primera Ed). Madrid: AMV EDICIONES.
- Cárdenas, A. (2018). El sector panadero diversifica su oferta. *Diario El Universo*. Retrieved from <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/10/27/nota/7018235/sector-panadero-diversifica-su-oferta%0D>
- Casp, A. V. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*.
- Ekos. (2018). *Ranking Empresarial Top 1000* (293rd ed.). Quito: Revista Ekos. Retrieved from <https://issuu.com/ekosnegocios/docs/293-b>
- Flores, R. V. (2017). El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. *Ingeniería Industrial*, 0(032), 231. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2014.n032.123>
- García-Pérez, E., Castro-Álvarez, F. F., Gutiérrez-Urbe, J. A., & García-Lara, S. (2018). Revisión de la producción, composición fitoquímica y propiedades nutraceuticas del orégano mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(2), 339–353. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i2.1467>
- Hernández, Á. G., & Ángel Gil, S. M. (2015). *Libro Blanco del Pan*. Editorial Médica Panamericana S.A. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=HcjQ7OBGvy8C>
- Holguín, B., & Alvarado, A. (2017). Comportamiento de la producción de harina de trigo en

- Ecuador. *Observatorio de La Economía Latinoamericana, Ecuador*, 1–16. Retrieved from <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/produccion-harina-trigo.html>
- Molina, M. A. B. (2016). *PANADERÍA Y PASTELERÍA COMERCIAL*. Editorial Macro. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=TL4tDwAAQBAJ>
- NTE INEN-CODEX. (2013). Norma General del Códex para Aditivos Alimentarios (MOD), 1–312. Retrieved from <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/ACTUALIZACION/04112014/192-CODEX-UNIDO.pdf>
- O'Donnell, K. (2016). *Manual De Producción De Panadería*. Xlibris US. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=ZloaDAAAQBAJ>
- Preedy, V. R., Watson, R. R., & Patel, V. B. (2011). *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention*. Elsevier Science. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=BtAHgL36e2gC>
- Riera, J. B. (2004). *Química y bioquímica de los alimentos II*. Universitat de Barcelona. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=swXN8dUFew0C>
- Rosell, C. M., Bajerska, J., & Sheikha, A. F. E. (2015). *Bread and Its Fortification: Nutrition and Health Benefits*. CRC Press. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=QsR5CgAAQBAJ>
- Vallejo, M. (2000). *Maestro Panadero* (Octava edi). Editorial Atlántida S.A. y Sandler Publicidad S.A.
- Veintimilla, A. (2018). Los cursos de panadería artesanal está en auge. *El Comercio*. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/sabores/cursos-panaderia-artesanal-auge.html>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Resultados estadísticos de la variable Dureza [N]

Día	Variable	Formulaciones	Test Normalidad		Test de significancia			
			Valor p	Distribución	Test	Valor p		
1	Ciclo 1	Referencia	0,266	Normal	Kruskal-Wallis	0,058	Mediana	1,40
		Formulación 1	0,553	Normal				1,81
		Formulación 2	0,023	No paramétrico				1,35
2	Ciclo 1	Referencia	0,352	Normal	ANOVA de un factor	0,433	Media	1,75
		Formulación 1	0,086					1,97
		Formulación 2	0,257					1,84
3	Ciclo 1	Referencia	0,282			0,897	Media	2,15
		Formulación 1	0,466					2,23
		Formulación 2	0,828					2,12
4	Ciclo 1	Referencial	0,638			0,247	Media	2,68
		Formulación 1	0,641					3,24
		Formulación 2	0,315					2,62
5	Ciclo 1	Referencial	0,474			0,309	Media	3,28
		Formulación 1	0,376					3,70
		Formulación 2	0,264					3,04

* N: Fuerza en Newton

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE B

Resultados estadísticos de la variable Masticabilidad [mJ]

Día	Muestras	Test Normalidad		Test análisis		Media
		Valor p	Distribución	Test	Valor p	
1	Referencia	0,077	Normal	ANOVA de un factor	0,074	19,48
	Formulación 1	0,464				26,90
	Formulación 2	0,300				19,52
2	Referencia	0,309			0,995	26,68
	Formulación 1	0,308				26,55
	Formulación 2	0,514				26,83
3	Referencia	0,304			0,976	26,32
	Formulación 1	0,057				30,03
	Formulación 2	0,860				29,50
4	Referencia	0,699			0,113	35,90
	Formulación 1	0,228				45,54
	Formulación 2	0,656				38,87
5	Referencia	0,537			0,317	40,62
	Formulación 1	0,091				48,27
	Formulación 2	0,529				40,49

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE C

PRUEBA DE ACEPTACIÓN

Panelista N° _____

Fecha:

Edad _____

Género _____

Tipo de muestra: Pan de hamburguesa

Instrucciones

Limpié su paladar con un sorbo de agua. Frente a usted hay una muestra de pan. Pruebe la muestra y por favor marque con una **X** la frase que describe mejor su opinión general con respecto al producto.

	Muestra 572
Me gusta extremadamente	
Me gusta mucho	
Me gusta moderadamente	
Me gusta ligeramente	
Ni me gusta ni me disgusta	
Me disgusta ligeramente	
Me disgusta moderadamente	
Me disgusta mucho	
Me disgusta extremadamente	

Observaciones:

Recomendaciones:

- No escupa en los lavaderos.
- No lleve las muestras fuera del laboratorio.
- No converse con las personas de los costados.
- Cuando termine, deje la hoja sobre el escritorio.
- Si tiene alguna pregunta por favor levantar la mano.

¡Gracias por su participación!

APÉNDICE D

R-PG05-PO02-7.4-01

Informe: 19-07/0043-M001

Datos del Cliente

Nombre:	RAMIREZ LUNA NADIA RAMIREZ	Teléfono:	099467607
Dirección:	GUAYAS / GUAYAQUIL / ALBORADA 5TA ETAPA MZ 5 VILLA 5		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pan tipo hamburguesa con orégano	Código muestra:	19-07/0043-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Referencia:	Productos de panadería	Fecha elaboración:	08/07/2019
Envase:	Fundas de polietileno de baja densidad	Fecha expiración:	22/07/2019
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	11/07/2019
Fecha análisis:	11/07/2019	Vida útil:	14 días
Contenido neto declarado:	80 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C ± Y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Mohos *	UFC/g	<10	Max 10 ²	API-5.8-04-01-00M5. (AOAC 20th 997.02) *
Escherichia coli	NMP/g	<3	Max 3	BAM 8th (API-5.8-04-01-00M6)
Staphylococcus aureus *	UFC/g	<10	Max 10	AOAC 20th 2003.07 *
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	Ausencia	API-5.8-04-01-00M8 (AOAC 20th 967.26)

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

* Observaciones:

La muestra analizada SI cumple con los requisitos microbiológicos para PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETTERÍA Y PASTERERÍA: PRODUCTOS QUE NO REQUIEREN REFRIGERACIÓN, CON O SIN RELLENO Y/O COBERTURA, según Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N° 1020-2010 MINSA

Los datos microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 18-03695.

1.- * Parámetros No Acreditados

2.- ° Parámetros Subcontratados

3.- En microbiología los valores expresados como < 1.0, < 1.1, < 1.8, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia de acuerdo al método.

4.- Las contra muestras se almacenan en el laboratorio considerando su tiempo de vida útil y se desechan en un tiempo máximo de 1 mes posterior a la entrega del informe de resultados.

5.- Los resultados corresponden exclusivamente a la muestra analizada y proporcionada por el cliente.

6.- Reimpresión de informes de resultados se realizan con un plazo máximo de 5 años a partir de su emisión.

7.- Solicitud de cambios o revisiones del informe de resultados se aceptan con un plazo máximo de 6 meses posteriores a la entrega del mismo. La solicitud debe estar técnicamente justificada a criterio del laboratorio.

8.- Válido únicamente en el documento original.

9.- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin permiso escrito de Laboratorio PROTAL.

APÉNDICE E

Harina 100% trigo

Temperatura

Agua : 19,6 °C
Amasadora : 23,2 °C
Cámara de reposo : 25 °C
Cámara de Alveo : 20,1 °C

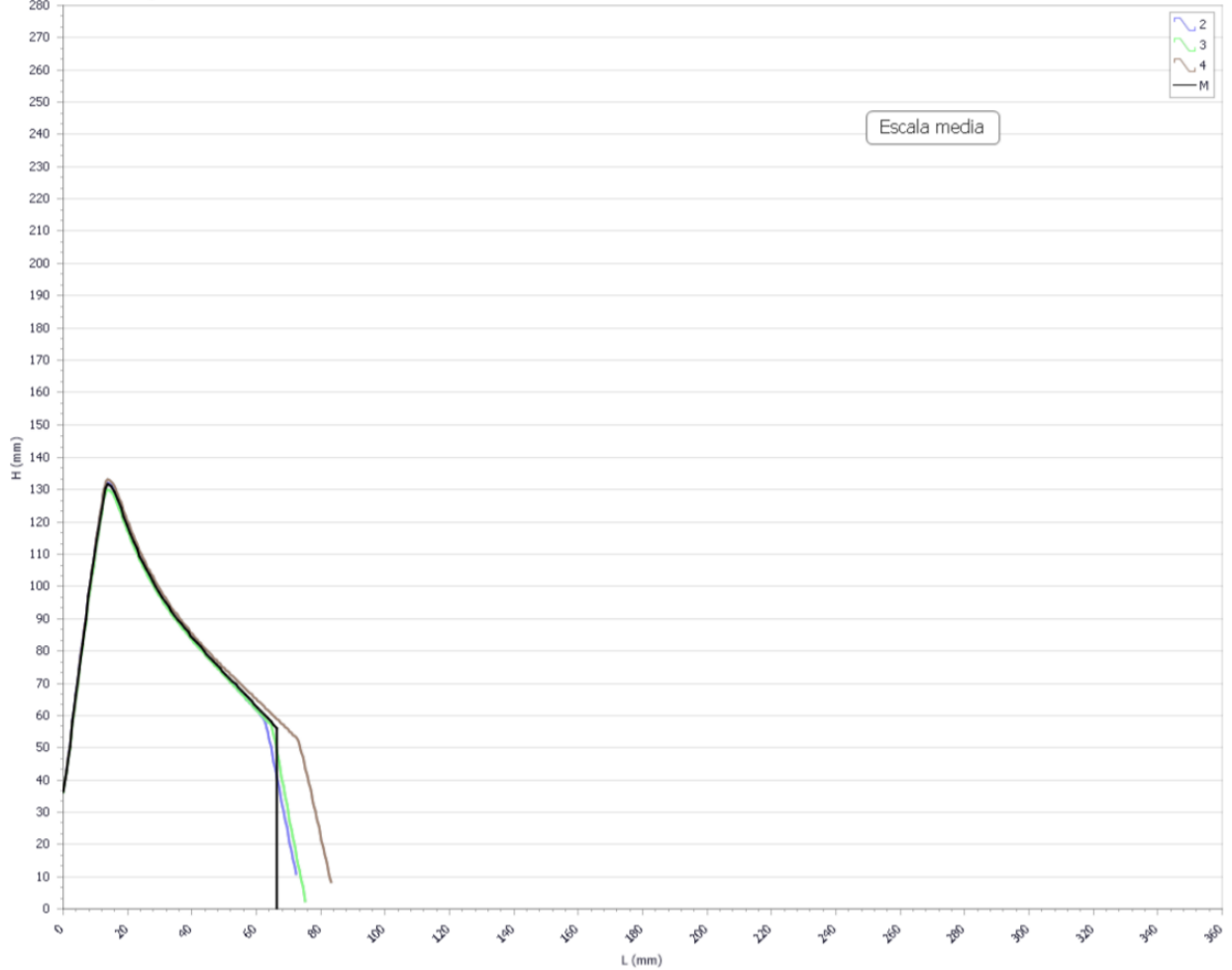
Parámetros

Higrometría : 69 % porcentaje
Humedad : 13,5 % porcentaje
Hidratación : 50 % porcentaje
Base de hidratación : B15% H2O
Cantidad de agua : 131,62 mL
Peso de harina : 250 g

Resultados estándar

P : 145 mmH2O
L : 66 mm
G : 18
W : 384 10-4J
P/L : 2,2
le : 64,2 %

Curva Alveógrafo



Harina 100% trigo

Temperatura

Agua : 19,2 °C
Amasadora : 23,9 °C
Cámara de reposo : 25 °C
Cámara de Alveo : 20,1 °C

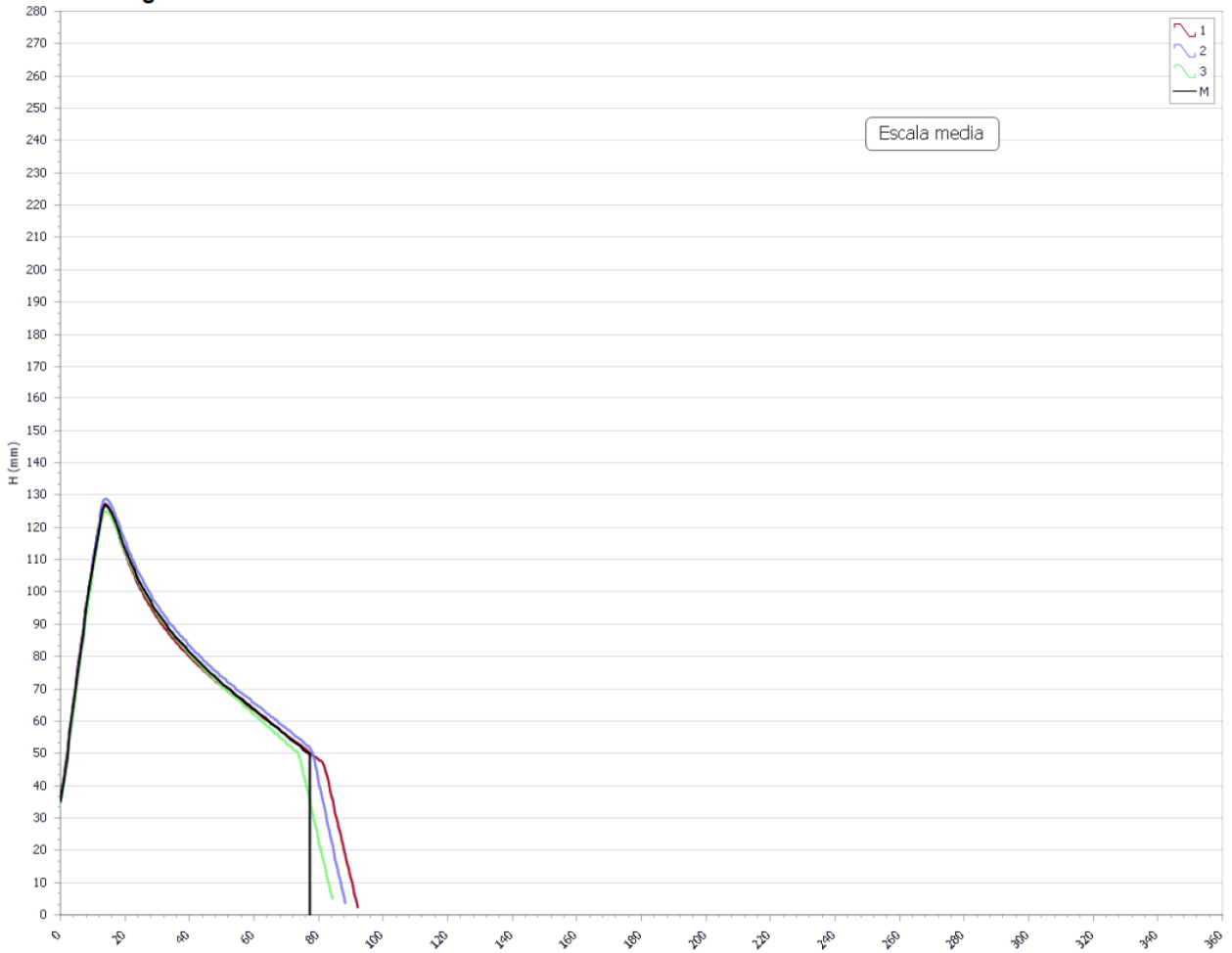
Parámetros

Higrometría : 58 % porcentaje
Humedad : 13,5 % porcentaje
Hidratación : 50 % porcentaje
Base de hidratación : B15% H2O
Cantidad de agua : 131,62 mL
Peso de harina : 250 g

Resultados estándar

P : 140 mmH2O
L : 77 mm
G : 19,5
W : 412 10-4J
P/L : 1,82
le : 64,3 %

Curva Alveógrafo



Sustitución de harinas

Temperatura

Agua : 20,7 °C
Amasadora : 24 °C
Cámara de reposo : 25 °C
Cámara de Alveo : 20,6 °C

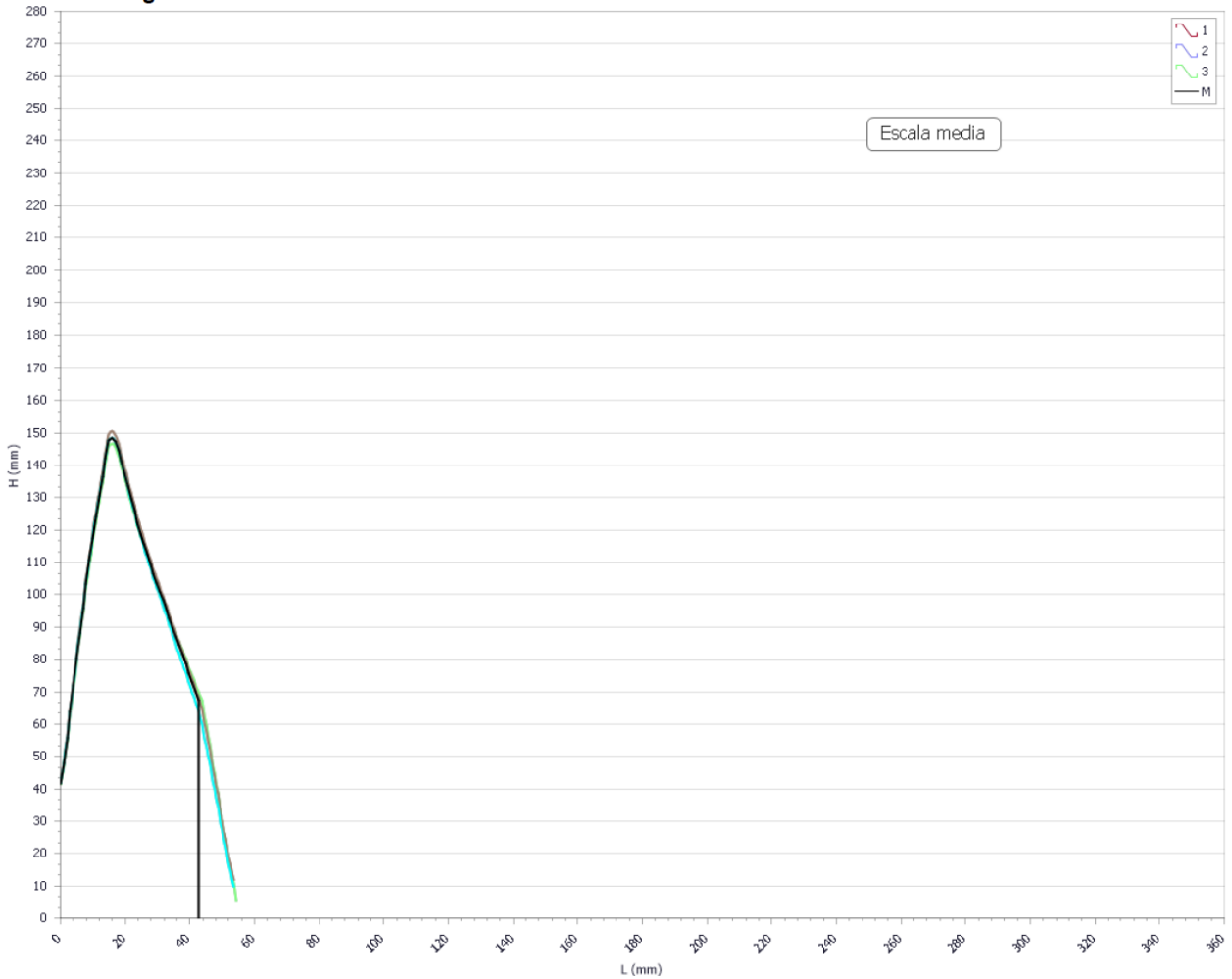
Parámetros

Higrometría : 63 % porcentaje
Humedad : 13,4 % porcentaje
Hidratación : 50 % porcentaje
Base de hidratación : B15% H2O
Cantidad de agua : 132,06 mL
Peso de harina : 250 g

Resultados estándar

P : 163 mmH2O
L : 42 mm
G : 14,4
W : 294 10-4J
P/L : 3,88
le : 51 %

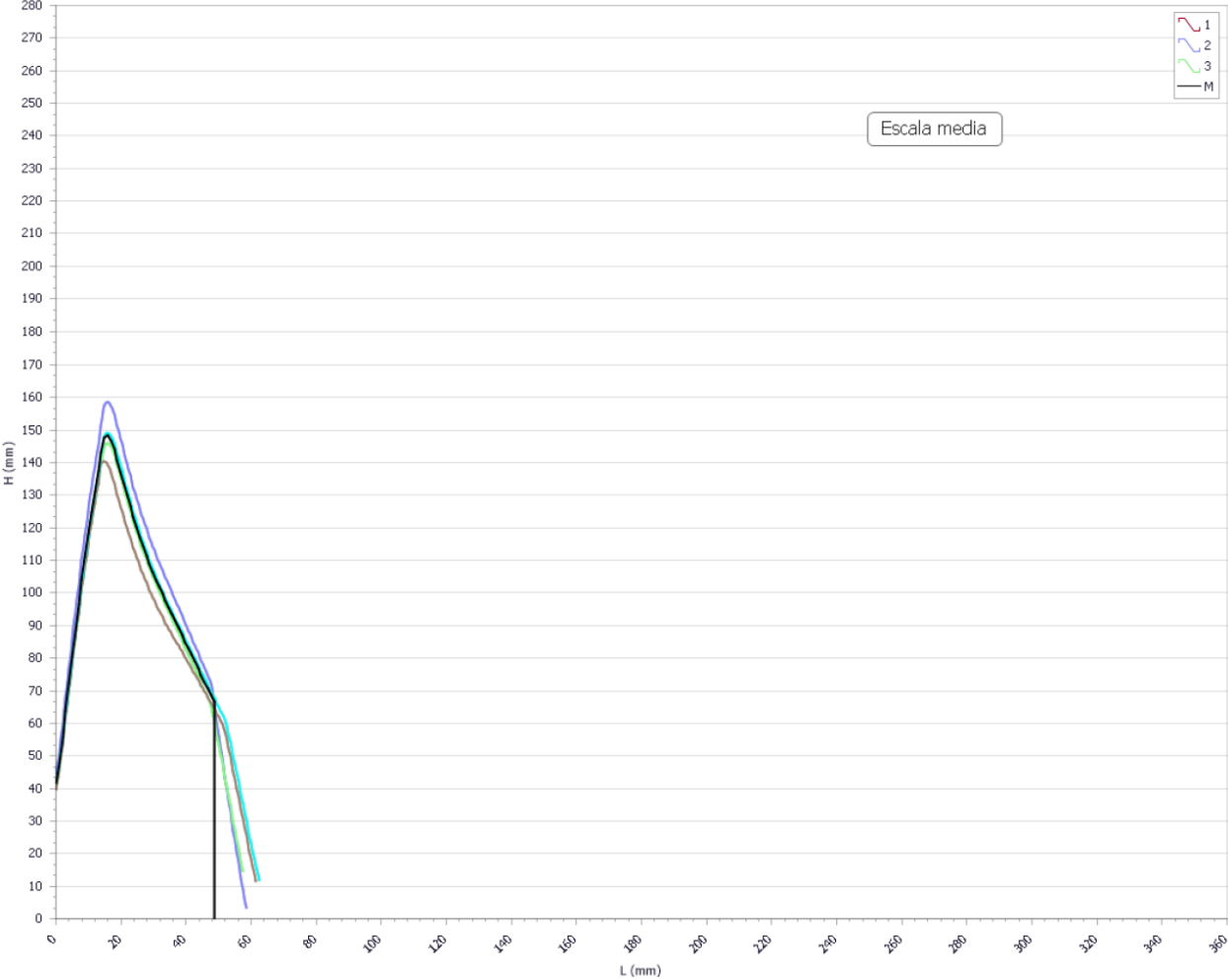
Curva Alveógrafo



Sustitución de Harinas

Temperatura	Parámetros	Resultados estándar
Agua : 19,4 °C Amasadora : 24,1 °C Cámara de reposo : 25 °C Cámara de Alveo : 20,5 °C	Higrometría : 60 % porcentaje Humedad : 13,4 % porcentaje Hidratación : 50 % porcentaje Base de hidratación : B15% H2O Cantidad de agua : 132,06 mL Peso de harina : 250 g	P : 163 mmH2O L : 49 mm G : 15,5 W : 330 10-4J P/L : 3,33 le : 57,4 %

Curva Alveógrafo



APÉNDICE F

Harina 100% trigo

Fecha : 16/07/2019 Hora : 11:20

Muestra :

Hydration : 64,0 % base 14% (b14)

Contenido de 13,50 %

Indice: 8-54-366

Protocolo : Chopin+

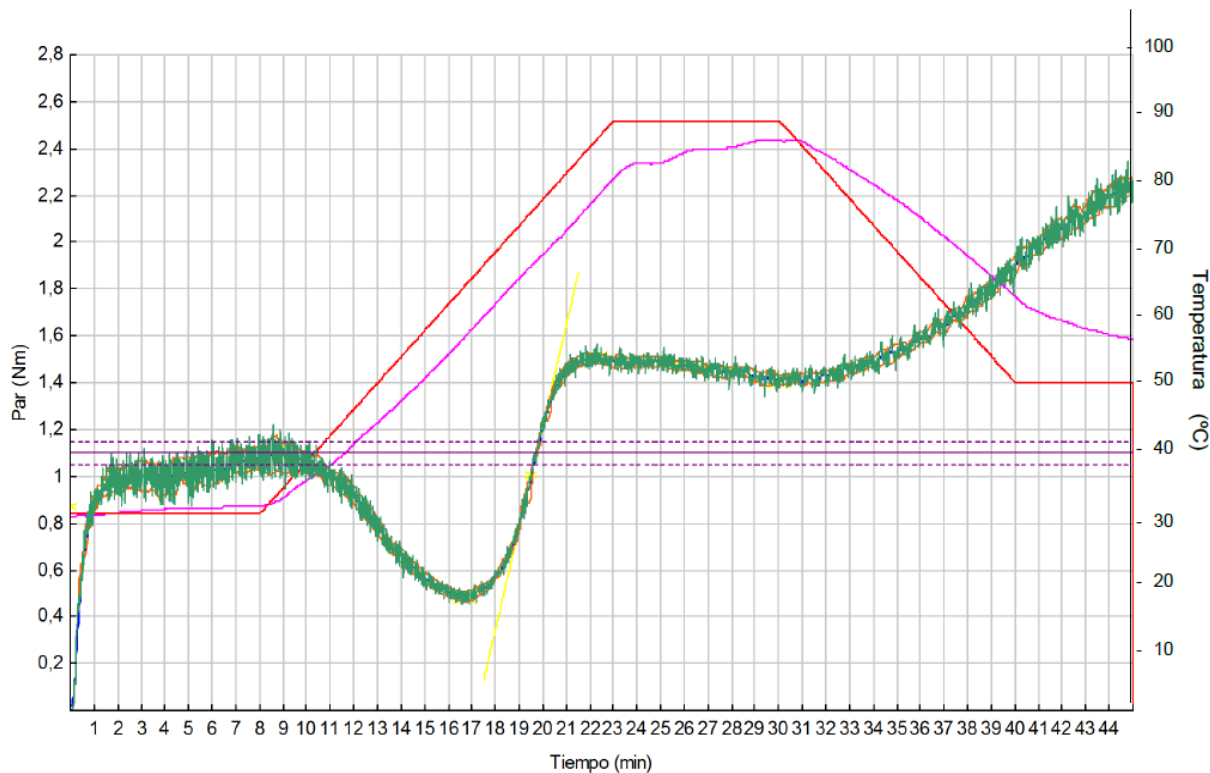
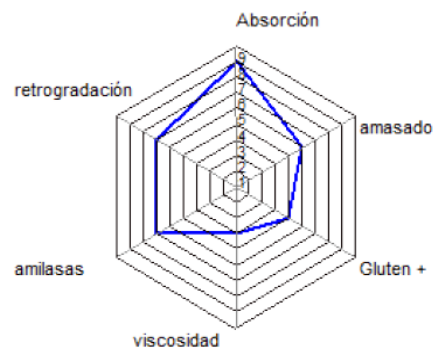
Peso de la masa : 75,0 g

Temperatura del depósito : 30,0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

α :	-0,136	Nm/min
β :	0,434	Nm/min
γ :	-0,010	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	8,63	1,100	31,7	0,153	10,40
CS	8,00	1,079	31,3		7.43
C2	16,72	0,486	57,1		
C3	22,32	1,505	78,4		
C4	30,03	1,404	86,9		
C5	45,00	2,238	56,7		



Harina 100% trigo

Fecha : 15/07/2019 Hora : 15:32

Muestra :

Hydration : 64,0 % base 14% (b14)

Contenido de 13,50 %

Indice: 8-54-366

Protocolo : Chopin+

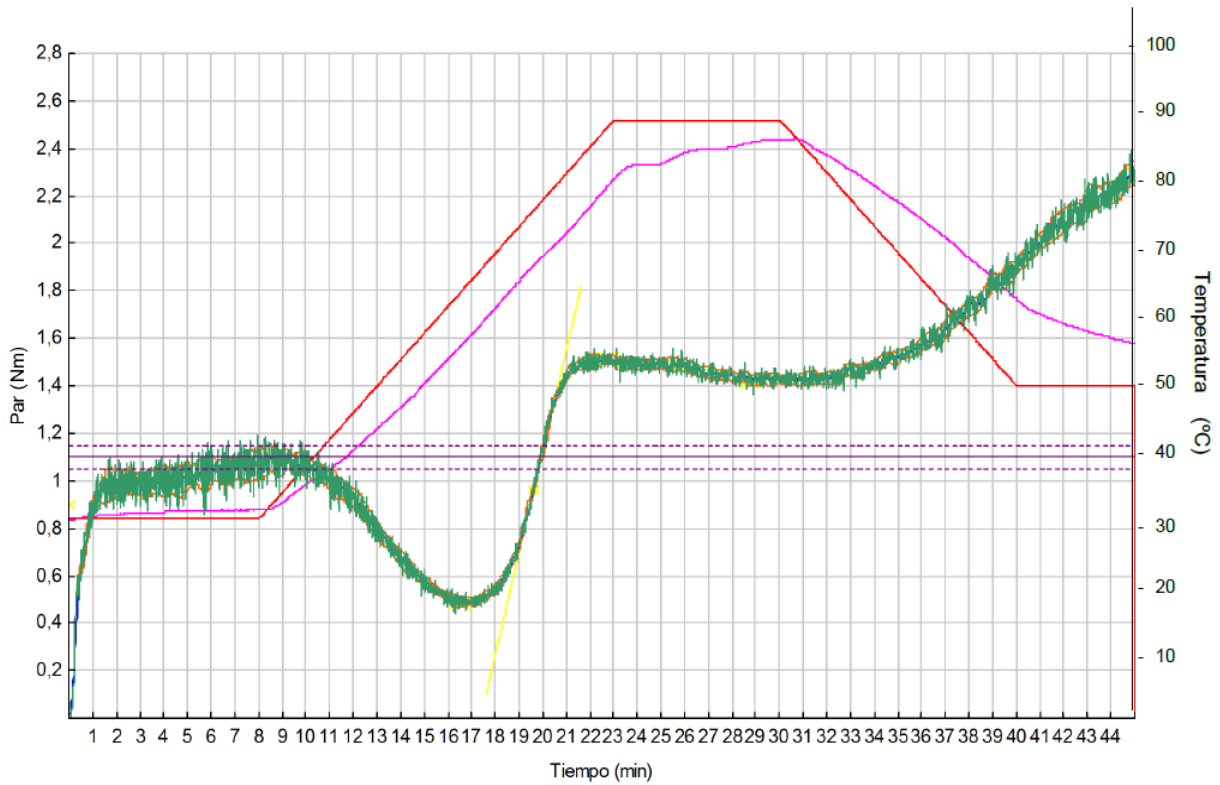
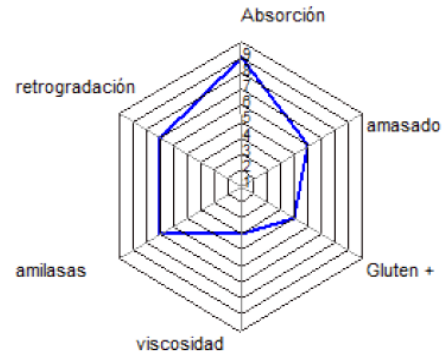
Peso de la masa : 75,0 g

Temperatura del depósito : 30,0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

α :	-0,130	Nm/min
β :	0,428	Nm/min
γ :	-0,014	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	8,65	1,100	31,8	0,105	10,60
CS	8,00	1,073	31,3		7.6
C2	16,50	0,489	55,9		
C3	22,75	1,512	80,1		
C4	28,77	1,419	86,5		
C5	45,00	2,296	56,5		



Sustitución de Harinas

Fecha : 16/07/2019 Hora : 09:24

Muestra :

Hydration : 64,3 % base 14% (b14)

Contenido de 13,40 %

Indice: 8-55-456

Protocolo : Chopin+

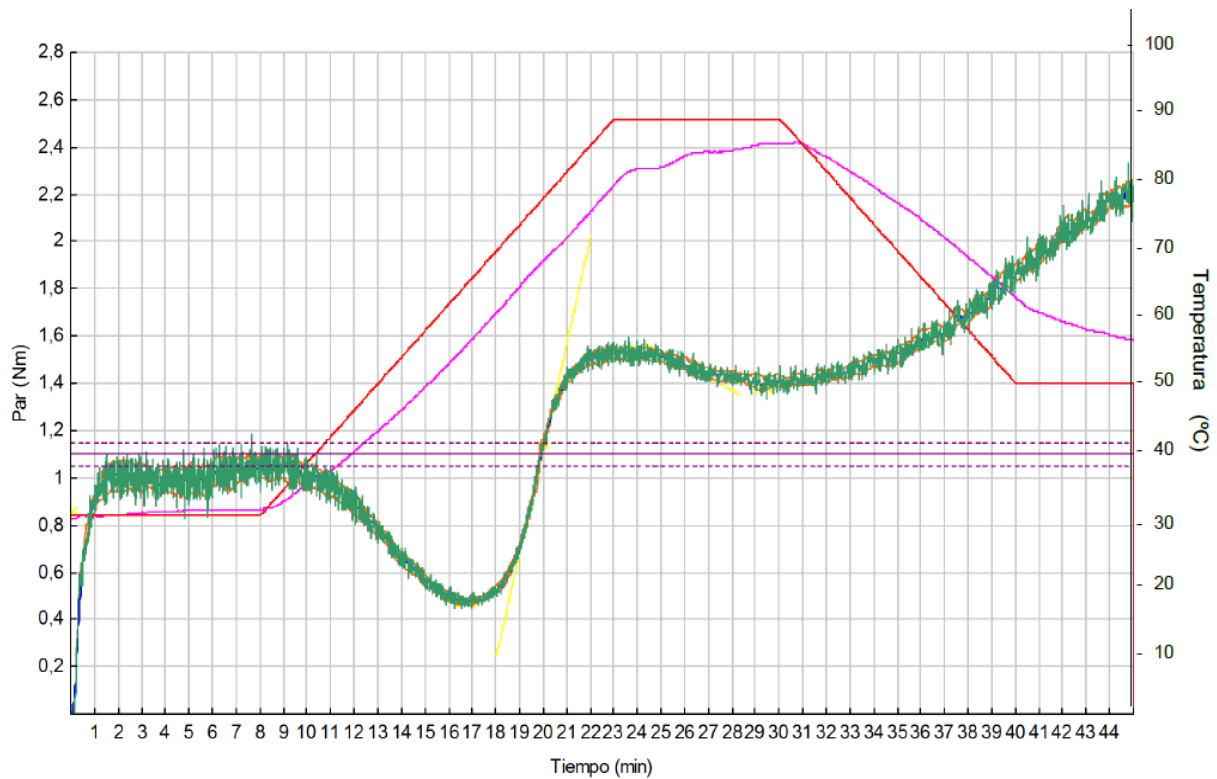
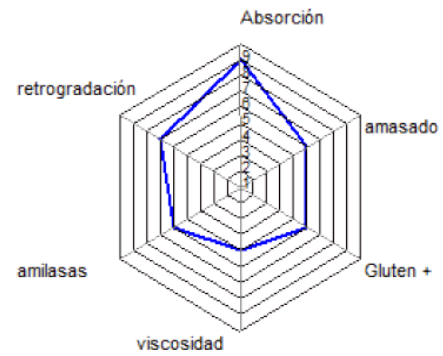
Peso de la masa : 75,0 g

Temperatura del depósito : 30,0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

α :	-0,112	Nm/min
β :	0,444	Nm/min
γ :	-0,054	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	8,35	1,061	31,1	0,125	10,80
CS	8,00	1,043	31,0		7.72
C2	16,70	0,476	55,6		
C3	23,35	1,534	81,2		
C4	29,33	1,384	86,2		
C5	45,02	2,211	56,5		



Sustitución de Harinas

Fecha : 15/07/2019 Hora : 10:43

Muestra :

Hydration : 64,3 % base 14% (b14)

Contenido de 13,40 %

Indice: 8-56-355

Protocolo : Chopin+

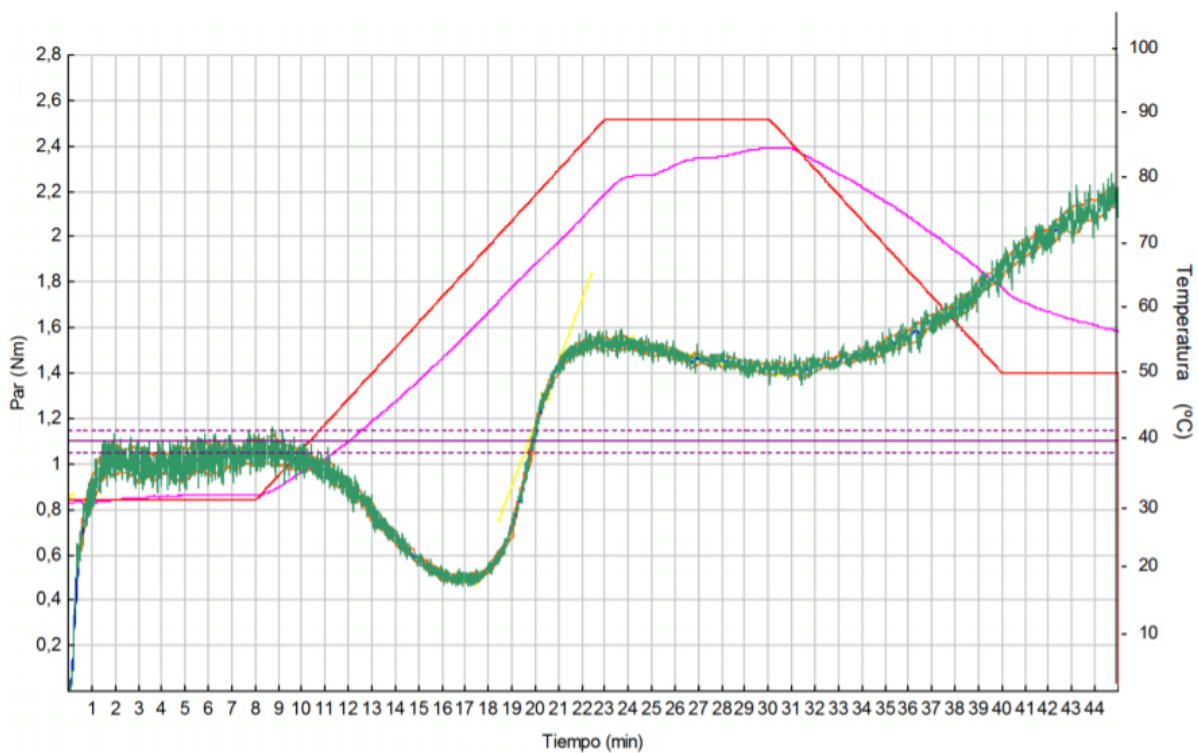
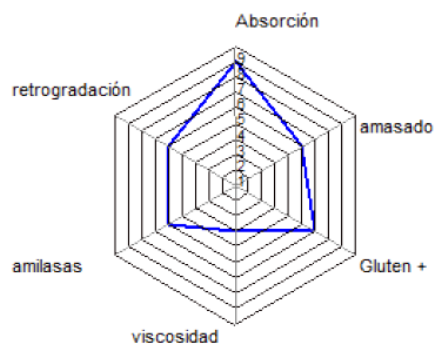
Peso de la masa : 75,0 g

Temperatura del depósito : 30,0 °C

Velocidad de amasado : 80 rpm

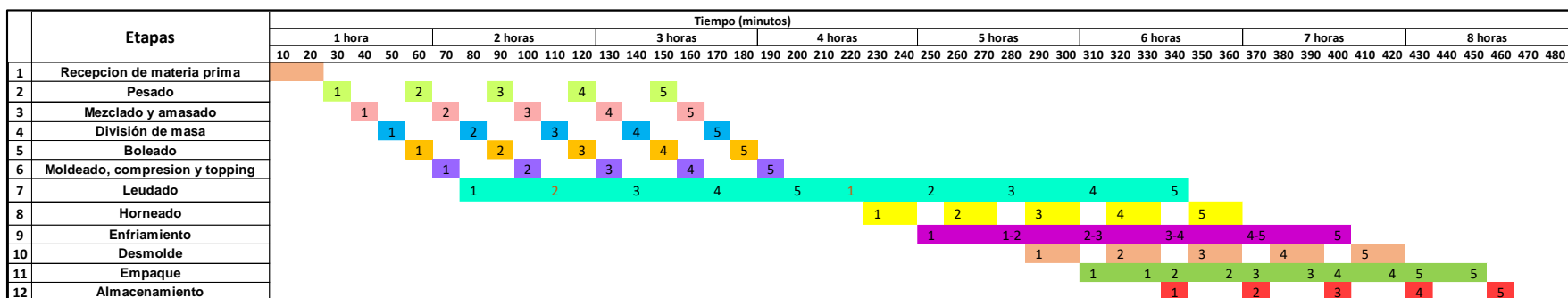
α :	-0,100	Nm/min
β :	0,274	Nm/min
γ :	-0,028	Nm/min

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. Masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	8,32	1,059	31,0	0,123	10,90
CS	8,00	1,048	31,0		7.88
C2	17,07	0,494	56,1		
C3	23,83	1,538	80,7		
C4	30,72	1,410	85,5		
C5	45,00	2,169	56,6		



APÉNDICE G

Diagrama de Gantt



*Los números indican el batch correspondiente.

**En la etapa de leudado, hay batches sobrepuestos. El primer número indica el comienzo del batch; su repetición indica el fin del batch en esa etapa.

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE H

Costos de materia prima y material de empaque

Materia prima	Costo MP (\$/Kg)	Costo Batch (\$/Kg)
Harina de trigo	\$ 0,67	\$ 14,28
Harina de arroz	\$ 0,55	\$ 1,30
Leche en polvo	\$ 5,5	\$ 3,91
Levadura	\$ 2,24	\$ 1,06
Azúcar	\$ 0,69	\$ 1,63
Manteca	\$ 1,43	\$ 3,05
Propionato de Ca	\$ 2,65	\$ 0,25
Sal yodada	\$ 0,26	\$ 0,12
Mejorador	\$ 7,7	\$ 0,91
Agua potable	\$ 0	\$ 0
Orégano	\$ 8,5	\$ 0,81
Esponja	\$0,458	\$ 3,25
Topping	\$ 8,58	\$ 14,28
Material de empaque		
Fundas de polietileno	\$ 2,55	\$ 0,04

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE I

Costos de mano de obra directa e indirecta

Mano de Obra Directa	Total Operarios	Costo Mensual (\$)	Costo 13 ero (\$)	Costo 14to (\$)	Costo Aportaciones (\$)	Costo Anual (\$)	Costo Total Anual (\$)	Costo Total Mes (\$)	Costo Total Día (\$)	Costo Total Batch (\$)
Recepcion-Pesado-Mezclado	1	396,00	396,00	396,00	577,37	4752,00	6121,37	510,11	25,51	5,10
Division de masa y Boleado	1	396,00	396,00	396,00	577,37	4752,00	6121,37	510,11	25,51	5,10
Compresion-Moldeado y Topping	3	1188,00	1188,00	1188,00	1732,10	14256,00	18364,10	1530,34	76,52	15,30
Leudado-Horneado-Enfriamiento	1	396,00	396,00	396,00	577,37	4752,00	6121,37	510,11	25,51	5,10
Empacado y Almacenado	3	1188,00	1188,00	1188,00	1732,10	14256,00	18364,10	1530,34	76,52	15,30
Total	9	3 564,00	3 564,00	3 564,00	5 196,31	42 768,00	55 092,31	4 591,03	229,55	45,91

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Mano de Obra Indirecta	Total Personal	Costo Mensual (\$)	Costo 13 ero (\$)	Costo 14to (\$)	Costo Aportaciones (\$)	Costo Anual (\$)	Costo Total Anual (\$)	Costo Total Mes (\$)	Costo Total Día (\$)	Costo Total Batch (\$)
Gerente General	1	2500,00	2500,00	396,00	3645,00	30000,00	36541,00	3045,08	152,25	30,45
Jefe de Produccion	1	1500,00	1500,00	396,00	2187,00	18000,00	22083,00	1840,25	92,01	18,40
Supervisor Bodegas y Distribución	1	600,00	600,00	396,00	874,80	7200,00	9070,80	755,90	37,80	7,56
Total	3	4 600,00	4 600,00	1 188,00	6 706,80	55 200,00	67 694,80	5 641,23	282,06	56,41

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE J

Costos de insumos

Servicios	Unidad	Consumo por batch	Costo/Unidad (\$)	Costo por batch (\$)	Costo por Día (\$)	Costo por Semana (\$)	Costo por Mes (\$)	Costo por Año (\$)
Energia electrica	kw-h	1,5971	0,10	0,16	0,78	3,91	15,65	187,82
Agua	m3	0,14	2,92	0,41	2,04	10,22	40,88	490,56
Total			3,02	0,57	2,83	14,13	56,53	678,38

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Equipos	Unidad	Potencia (kW)	Costo (\$/ Kwh)	Tiempo de operación batch (min)	Tiempo de operación batch (h)	Kwh por batch	Costo por Batch (\$/batch)	Costo por Día (\$/dia)	Costo por Semana	Costo por Mes	Costo por Año
Báscula de sobresuelo	1	0,220	0,10	7	0,12	0,026	0,00	0,01	0,06	1,26	15,09
Balanza	2	0,010	0,20	5	0,08	0,001	0,00	0,00	0,00	0,08	0,98
Mezcladora	1	1,500	0,10	11	0,18	0,275	0,03	0,13	0,67	13,48	161,70
Boleadora	1	1,300	0,10	3	0,05	0,065	0,01	0,03	0,16	3,19	38,22
Camara de leudo	1	2,534	0,10	150	2,50	6,336	0,62	3,10	15,52	310,45	3725,38
Horno	2	12,992	0,20	22	0,37	4,764	0,93	4,67	23,34	466,86	5602,27
Selladora	1	0,800	0,10	5	0,08	0,067	0,01	0,03	0,16	3,27	39,20
Total							1,60	7,99	39,93	798,57	9 582,85

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE K

Costos de equipos y su depreciación

Activo	Valor de compra (\$)	Cantidad	Valor de compra total (\$)	Vida Útil Contable	Depreciación Anual (\$)	Años de depreciación (\$)	Valor en Venta (\$)	Depreciación Acumulada (\$)	Valor en Libros (\$)
Báscula de sobresuelo	105,00	1,00	105,00	10	10,50	5	10,50	52,50	52,50
Balanza	40,00	2,00	80,00	10	8,00	5	8,00	40,00	40,00
Mezcladora	1790,00	1,00	1790,00	10	179,00	5	179,00	895	895
Boleadora	2500,00	1,00	2500,00	10	250,00	5	250,00	1250,00	1250,00
Camara de leudo	5000,00	1,00	5000,00	10	500,00	5	500,00	2500,00	2500,00
Horno	5300,00	1,00	5300,00	10	530,00	5	530,00	2650,00	2650,00
Selladora	40,00	1,00	40,00	10	4,00	5	4,00	20,00	20,00
Coches	300,00	5	1500,00	10	150,00	5	150,00	750,00	750,00
Bandejas	35	170,00	5950,00	10	595	5	595	2975	2975
Mesas de Trabajo	170,00	7,00	1190,00	10	119,00	5	119,00	595	595
Total	15 280,00	190,00	23 455		2 345,50		2345,50	11 727,50	11 727,50

Método comercial

	US\$
Ventas	2 345,50
Valor en Libros	11 727,50
Utilidad	-9 382,00
Impuesto (12%)	-1 125,84
Utilidad Neta	-8 256,16
Valor en Libros	11 727,50
Valor de Desecho	3 471,34

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE L

Proyección de Ingresos y Costos Variables

Inflación anual	2%
-----------------	----

Proyección de Ingresos					
Año	1	2	3	4	5
Unidades Anuales	734400	749088	764069,76	779351,1552	794938,1783
Precio de Venta	\$ 1,02	\$ 1,04	\$ 1,06	\$ 1,08	\$ 1,10
Producción	734400	749088	764069,76	779351,1552	794938,1783
Ingresos	\$ 749.088	\$ 779.351	\$ 810.837	\$ 843.595	\$ 877.676

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

Proyeccion de Costos Variables					
Año	1	2	3	4	5
Unidades Anuales	734400	749088	764069,76	779351,1552	794938,1783
Costo Produccion	\$ 0,81	\$ 0,83	\$ 0,84	\$ 0,86	\$ 0,88
Producción	734400	749088	764069,76	779351,1552	794938,1783
CV total	\$ 594.560	\$ 618.581	\$ 643.571	\$ 669.572	\$ 696.622

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019

APÉNDICE M

Análisis financiero y Periodo de recuperación

	0	1	2	3	4	5
Ventas Anuales		\$ 749.088,00	\$ 779.351,16	\$ 810.836,94	\$ 843.594,75	\$ 877.675,98
Costos Variables		\$ 594.560,42	\$ 618.580,63	\$ 643.571,32	\$ 669.571,60	\$ 696.622,30
Costos Fijos		\$ 122.787,11	\$ 122.787,11	\$ 122.787,11	\$ 122.787,11	\$ 122.787,11
Depreciación		\$ 2.345,50	\$ 2.345,50	\$ 2.345,50	\$ 2.345,50	\$ 2.345,50
Utilidad antes de Impuestos		\$ 29.394,97	\$ 35.637,88	\$ 42.133,01	\$ 48.890,54	\$ 55.921,07
Tasa impuesto 25% IR		\$ 7.348,74	\$ 8.909,47	\$ 10.533,25	\$ 12.222,63	\$ 13.980,27
Utilidad después de Impuestos		\$ 22.046,22	\$ 26.728,41	\$ 31.599,76	\$ 36.667,90	\$ 41.940,81
Inversión						
Activos	\$ 23.455,00					
Capital de Trabajo	\$ 30.000,00					\$ -30.000,00
Depreciación		\$ 2.345,50	\$ 2.345,50	\$ 2.345,50	\$ 2.345,50	\$ 2.345,50
Ingreso neto venta AF						\$ 3.471,34
Valor de Desecho Económico						
Flujo de Caja Neto	\$ -53.455,00	\$ 24.391,72	\$ 29.073,91	\$ 33.945,26	\$ 39.013,40	\$ 77.757,65
Tasa de Descuento	10%					
VAN	\$ 93.178,95					
TIR	54%					

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto	\$ -53.455,00	\$ 24.391,72	\$ 29.073,91	\$ 33.945,26	\$ 39.013,40	\$ 77.757,65
Flujo Acumulado	\$ -53.455,00	\$ -29.063,28	\$ 10,63	\$ 33.955,89	\$ 72.969,29	\$ 150.726,94

Elaborado por: Martínez y Ramírez, 2019