ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño de una línea para láminas de empanadas sin gluten

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Alimentos

Presentado por:

Karla Génesis Franco Reyes

Silvia Dayana Moreano Guijarro

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico en primer lugar a Dios, que me ha dado la fuerza y valentía necesaria para ser perseverante y constante en alcanzar esta meta.

A mis padres, quienes con su amor, esfuerzo, sacrificio y comprensión me han permitido llegar hasta este momento de mi vida, sintiéndome orgullosa de ser su hija.

En memoria a aquella persona que ya no está físicamente, pero que siempre me sentí acompañada por sus palabras que no daban lugar a rendirse.

A todas las personas amigas que me han apoyado de alguna manera y que han hecho posible este trabajo.

Karla Franco Reyes

A Dios, quien me ha dado salud, sabiduría y fortaleza durante este camino.

A mis padres, por el apoyo incondicional y el esfuerzo que hacen todos los días para que sus hijas tengan las cosas que ellos no pudieron tener.

A mis amigas, compañeros y profesores por aconsejarme y compartir sus conocimientos cada vez que necesité su ayuda.

A mis hermanas, por apoyarme y estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos.

A mi mamá, por ser la persona más fuerte y luchadora que conozco. *Mamá*, espero un día ser igual de fuerte que tú.

Silvia Moreano Guijarro

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento al PhD. Sócrates Palacios, MSc. Natasha Coello y a nuestros profesores que han compartido sus conocimientos y nos han brindado su ayuda en el desarrollo de este proyecto.

Al Econ. Carlos Ribadeneira y a la Ing. Silvia Silva, de la empresa LAMINCHILE S.A, por haber depositado gran confianza en nosotras.

A nuestra tutora PhD. Sandra Acosta, por enseñarnos a trabajar con empeño e incentivarnos a ser eficientes, proactivas y perseverantes. Por su paciencia y constancia durante esta etapa, que nos ha permitido ganar una experiencia académica, íntegra y alegre, apoyándonos a crecer como personas.

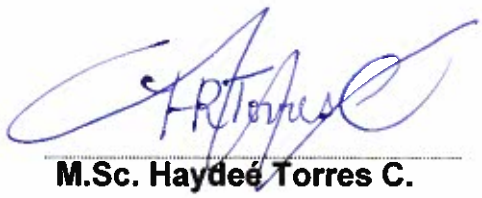
DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Karla Génesis Franco Reyes* y *Silvia Dayana Moreano Guijarro* 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"

Karla Génesis Franco Reyes

Silvia Dayana Moreano Guijarro

EVALUADORES



M.Sc. Haydeé Torres C.
PROFESORA DE LA MATERIA

Ph.D. Sandra Acosta D.
PROFESORA TUTORA

RESUMEN

La pasta fresca es una masa no fermentada elaborada principalmente con harina de trigo rica en gluten, utilizada en la elaboración de empanadas, fideos y snacks fritos. En la actualidad existe un segmento de consumidores que padece una intolerancia permanente y crónica al gluten, por lo que es necesario encontrar nuevas alternativas de productos libres de gluten con buenas características de sabor que sean accesibles para el mercado local. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar la línea de producción y la formulación de pastas frescas libres de gluten para la elaboración de empanadas. Se utilizó un diseño de mezclas Simplex Lattice a través del software estadístico STATISTICA 7, variando tres componentes: agua, huevo y goma xanthan, utilizando diversas materias primas locales y de fácil acceso como almidón de maíz, almidón de yuca y harina de arroz. Las formulaciones obtenidas fueron caracterizadas por parámetros de calidad como textura y humedad, y finalmente se realizó una evaluación sensorial de las dos formulaciones que el software estadístico discriminó, concluyendo que la formulación con 20% de agua, 3% de huevo y 3% de goma xanthan cumplió con el parámetro de calidad (humedad) bajo normativa nacional y fue la más aceptada por los consumidores durante la evaluación sensorial.

Palabras Clave: Celíacos, Almidón, Hidrocoloides, Humedad

ABSTRACT

Fresh pasta is a non-fermented dough made mainly with wheat flour, which is rich in gluten, used in the production of empanadas, noodles and fried snacks. Currently, there is a consumer segment suffering from a permanent and chronic intolerance to gluten, thus it is necessary to find new gluten-free alternatives with good flavor characteristics and accessible to the local market. The present work aims to design the production line and the formulation of fresh gluten-free pasta for the production of empanadas. A Simplex Lattice mix design was used through statistical software STATISTICA 7, varying three components: water, egg and xanthan gum, and using different local and easily accessible raw materials such as corn starch, cassava starch and rice flour. The formulations obtained were characterized by quality parameters such as texture and moisture content, and finally a sensory evaluation was made with the two formulas that the statistical software discriminated, concluding that the formula with 20% water, 3% egg and 3% xanthan gum complied with the quality parameter (moisture) under national regulations and was the most accepted formula during sensory evaluation doing by consumers.

Keywords: Celiacs, Starch, Hydrocolloids, Moisture

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN I
ABSTRACT II
ÍNDICE GENERAL III
ABREVIATURAS V
SIMBOLOGÍA VI
ÍNDICE DE FIGURAS VII
ÍNDICE DE TABLAS VIII
CAPÍTULO 1 1
1. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Descripción del problema 2
1.2 Justificación del problema 2
1.3 Objetivos 3
1.3.1 Objetivo General 3
1.3.2 Objetivos Específicos 3
1.4 Marco teórico 4
1.4.1 Sustitutos de harina de trigo 4
1.4.2 Descripción del proceso 5
CAPÍTULO 2 7
2. METODOLOGÍA 7
2.1 Materiales 7
2.2 Métodos 7
2.2.1 Diseño experimental de mezclas 8
2.2.3 Metodología para el desarrollo de las formulaciones 10
2. 3 Análisis de calidad para las variables respuesta 11
2.3.1 Humedad 11
2.3.2 Textura 12
2.4 Análisis sensorial 12
2.5 Análisis nutricional de la formulación final 13
2.6 Lay-out de la línea de producción de pasta fresca libre de gluten 14
2.7 Costos 15

CAPÍTULO 3.....16
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....16
3.1 Metodología para el desarrollo de las formulaciones.....16
3.2 Diseño experimental de mezclas.....17
3.3 Análisis de calidad para las variables respuesta.....23
3.3.1 Humedad.....23
3.3.2 Textura.....23
3.4 Análisis sensorial.....26
3.4.1 Prueba de preferencia.....26
3.4.2 Prueba de aceptación.....27
3.5 Análisis nutricional de la formulación final.....30
3.6 Lay-out de la línea de producción de pasta fresca libre de gluten.....30
3.7 Costos.....32
3.7.1 Costo de materia prima y material de empaque.....32
3.7.2 Costo de mano de obra directa.....32
3.7.3 Costo de mano de obra indirecta.....33
3.7.4 Costos y depreciación de equipos.....33
3.7.5 Costo de consumo de energía eléctrica.....33
3.7.6 Costos por servicios y suministros.....33
3.7.7 Punto de equilibrio.....33
3.7.8 Flujo de caja.....34
CAPÍTULO 4.....35
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....35
4.1 Conclusiones.....35
4.2 Recomendaciones.....36
BIBLIOGRAFÍA
APÉNDICES

ABREVIATURAS

NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
CORELAP	Computerized Relationship Layout Planning
P.V.P.	Precio de Venta al Público
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
MP	Materia Prima
rpm	Revoluciones Por Minuto
LAMINCHILE S.A	Laminados Industriales La Chilenita Sociedad Anónima
ANOVA	Análisis de Varianza
PEBD	Polietileno de Baja Densidad
Min	Mínimo
Máx	Máximo
TPA	Texture Profile Analysis
USDA	United States Agriculture Department
AF	Activos Fijos

SIMBOLOGÍA

kg	Kilogramo
g	Gramo
s	Segundo
min	Minutos
h	Horas
t	Tiempo
kW	Kilowatts
kJ	Kilojoule
m	Metro
T	Temperatura
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
cm	Centímetro
mm	Milímetro
kcal	Kilocalorías
µg	Microgramo
mg	Miligramo
lU	International Unit
N	Newton
mJ	Milijoule

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Requisito bromatológico de humedad en los productos denominados como pastas frescas. 11
Figura 3.1 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable de respuesta humedad. 18
Figura 3.2 Diagrama de Pareto de la variable de respuesta humedad. 19
Figura 3.3 Perfiles de valores predichos y deseabilidad. 20
Figura 3.4 Superficie de respuesta para cada formulación respecto a la variable de respuesta humedad. 21
Figura 3.5 Superficie de contorno para cada formulación, respecto a la variable de respuesta humedad. 22
Figura 3.6 Dureza de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten. 24
Figura 3.7 Adhesividad de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten. 24
Figura 3.8 Longitud Extensibilidad de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten. 25
Figura 3.9 Cohesividad de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten. 26
Figura 3.10 Resultados de la prueba de preferencia entre la formulación 9 (963) y la formulación 10 (571). 27
Figura 3.11 Prueba de normalidad para la Formulación 9 – Muestra 963. 27
Figura 3.12 Prueba de normalidad para la Formulación 10 – Muestra 571. 28
Figura 3.13 Diagrama circular del grado de aceptabilidad de la Formulación 9 29
Figura 3.14 Diagrama circular del grado de aceptabilidad de la Formulación 10 29
Figura 3.15 Tabla relacional de actividades 31
Figura 3.16 Lay-out de la línea de producción de pasta fresca libre de gluten para la elaboración de empanadas generado por el algoritmo “CORELAP” 31
Figura 3.17 Circulación o flujo de materiales en la línea de producción de láminas de pasta fresca libre de gluten para la elaboración de empanadas. 32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Formulación base de pasta fresca libre de gluten para empanadas.....8
Tabla 2.2 Límites mínimos y máximos de los componentes estudiados 9
Tabla 2.3 Tratamientos experimentales para la formulación base 10
Tabla 2.4 Metodología para el análisis nutricional.....14
Tabla 2.5 Nomenclatura para la tabla de relación de actividades 15
Tabla 2.6 Escala y motivos.....15
Tabla 3.1. Variable de respuesta “humedad” para cada formulación. 17
Tabla 3.2. Resultados de humedad para cada formulación.....23
Tabla 3.3 Cantidad de panelistas (N) vs valoración asignada.....28
Tabla 3.4 Formulación final de pasta fresca libre de gluten para empanadas.....30
Tabla 3.5 Costos Fijos y Variables 34
Tabla 3.6 Punto de equilibro.....34
Tabla 3.7 Periodo de recuperación.....34

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del mercado latinoamericano, Argentina es pionero en la elaboración de pastas frescas para empanadas, empresas como La Salteña, Delicias Doradas, Don Celedonio, ofrecen diversas variedades como empanadas hojaldradas, criollas, integrales, light, mix de semillas y sin harina de trigo, esta última destinada a la dieta de personas celíacas (Lezcano, 2010).

En nuestro mercado existen diversas marcas de pastas frescas para empanadas, entre ellas, La Chilenita, YUB, Pastelo, Tan Liz, Sama sama, Labra que Labra y el Palacio de las empanadas, todas con formulaciones a base de harina de trigo.

La Chilenita es una de las marcas de la empresa LAMINCHILE S.A., fundada como un negocio familiar. La empresa se dedica a la fabricación de pastas frescas, cuya misión es “ofrecer productos de alta calidad de acuerdo con las necesidades del mercado” (LAMINCHILE, 2013).

La pasta fresca es una masa no fermentada elaborada principalmente por harina de trigo rica en gluten, agua, sal, azúcar, manteca con o sin la adición de aditivos. Su proceso de producción es similar a la producción de pasta clásica, excluyendo el proceso de secado. Estas pastas contienen un máximo de humedad de 28% y debido a su alto contenido de agua su almacenamiento debe ser refrigerado para así evitar la proliferación de mohos y levaduras que afectan el tiempo de vida útil (Sandoval, Álvarez, Paredes, & Brito, 2011). Las pastas frescas pueden ser utilizadas en la industria para la elaboración final de empanadas, fideos o snacks fritos, y su uso versátil depende de la creatividad del consumidor.

1.1 Descripción del problema

La empresa LAMINCHILE S.A. que ya se encuentra posicionada en el mercado nacional con sus productos en la mayoría de autoservicios y centros de comercio, ha visualizado la necesidad de cubrir otro mercado con la producción de pastas frescas, pero sin usar harina de trigo.

La razón por la que hay un mercado para estos productos libres de gluten, es debido a una intolerancia permanente y crónica al gluten que padece un segmento de la población nacional. Según el último estudio realizado por el INEC en el año 2017 (Reimundo, 2017), este organismo ha determinado que existen aproximadamente 125.000 personas con esta intolerancia en el país, esta cantidad se está incrementando con el tiempo, a razón de la creciente difusión de información sobre esta intolerancia alimentaria, debido a que existe una fracción de la población que desconoce que la padece y asocia los síntomas como vómitos, pérdida de peso, apetito y diarrea con otras anomalías (Cobos-Quevedo, Hernández-Hernández, & Remes-Troche, 2017).

Por todo lo mencionado, la empresa LAMINCHILE S.A, quiere abrir este nuevo mercado brindando una alternativa para el segmento de consumidores intolerantes al gluten, ofreciendo pastas frescas al mercado nacional que sean accesibles, ya que en la actualidad este mercado está cubierto por productos importados escasos y de un alto costo.

1.2 Justificación del problema

En la actualidad, los productos rotulados como "*libres de"* han capturado la atención de los consumidores, logrando así que varias industrias del sector alimentario vayan acorde a cubrir las expectativas y necesidades de todos los consumidores.

La empresa LAMINCHILE S.A. con 15 años en el mercado ecuatoriano ofrece a sus consumidores pastas frescas a base de harina de trigo, producto que se ha logrado posicionar como de consumo masivo en el país. En la actualidad, busca expandir su mercado orientado a una población aún no tomada en cuenta en su

totalidad como son las personas celíacas, puesto que en el mercado ecuatoriano actual los productos como pastas frescas siguen siendo a base de harina de trigo.

Es por esto, que entre los proyectos de la empresa está el introducir al mercado ecuatoriano un nuevo producto como lo son las pastas frescas libres de gluten, de esta manera la empresa pretende ofrecer una nueva alternativa al mercado, aumentando su cartera de productos, y así tener una nueva línea de producción que conlleve a aumentar el número de plazas de trabajo, apoyando a la mejora del sector económico e industrial.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una línea de producción de pasta fresca libre de gluten para la elaboración de empanadas.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar una formulación de pasta fresca libre de gluten para la elaboración de empanadas que cumpla con los requisitos técnicos y legales a través de un diseño de mezclas. (Ingeniería en Alimentos)
2. Evaluar la formulación mediante pruebas físicas y el grado de aceptación por pruebas sensoriales. (Ingeniería en Alimentos)
3. Diseñar el layout de la línea de producción mediante el algorítmico heurístico CORELAP. (Ingeniería en Alimentos)
4. Determinar la viabilidad de la producción de láminas de pasta fresca libre de gluten para la elaboración de empanadas a través de un análisis de costos. (Ingeniería en Alimentos)
5. Realizar un estudio de mercado para conocer las preferencias de consumo y de precios sobre los productos libres de gluten de los consumidores en la ciudad de Guayaquil. (Ingeniería Comercial y Empresarial)
6. Analizar cuál es el nivel de aceptación de una línea de pastas frescas libre de gluten con la finalidad de determinar si es factible introducirla al mercado guayaquileño. (Ingeniería Comercial y Empresarial)

7. Analizar el comportamiento de los consumidores de productos libres de gluten para establecer una adecuada estrategia de comercialización. (Ingeniería Comercial y Empresarial)
8. Ejecutar un análisis financiero para determinar la rentabilidad del proyecto. (Ingeniería Comercial y Empresarial)
9. Identificar las operaciones unitarias que intervienen en el proceso de fabricación de las láminas de empanadas. (Ingeniería Química)
10. Establecer la base de diseño para la cadena de producción. (Ingeniería Química)
11. Diseñar la línea de producción. (Ingeniería Química)
12. Determinar los requerimientos de producción y suministros para la línea. (Ingeniería Química)

1.4 Marco teórico

El gluten es una proteína estructural que se encuentra en el trigo, el centeno y la cebada. Las principales fracciones proteicas de gluten, glutenina y gliadina desempeñan un papel clave en las características de calidad de horneado, ya que son responsables de la capacidad de absorción de agua, la cohesividad, la viscosidad y la elasticidad de la masa. Por lo tanto, la ausencia de gluten a menudo resulta en una mezcla con problemas en la textura y otros defectos de calidad posteriores al horneado (Bagolin do Nascimento, Medeiros, Dos Anjos, & Teixeira, 2014).

1.4.1 Sustitutos de harina de trigo

Dos grupos principales de alimentos se utilizan para reemplazar los cereales que contienen gluten: (1) granos libres de gluten o cereales verdaderos (maíz, arroz, sorgo), y (2) pseudocereales (amaranto, quinoa, trigo sarraceno, etc.).

En el Apéndice A, se muestran las tablas con la composición nutricional de las materias primas más utilizadas en preparaciones alimenticias que contienen y no contienen gluten de acuerdo con la bases de datos de la composición de alimentos del USDA (Lasa, Fernández-Gil, Bustamante, & Miranda, 2017).

De todos estos, el maíz (*Zea mays L.)* se usa comúnmente en la preparación de productos libre de gluten solos o con la incorporación de goma xanthan (Zannini et al., 2012). El almidón de maíz se incorpora para mejorar las características de horneado, como el volumen específico, el color, la estructura y textura de la masa (Horstmann, Lynch, & Arendt, 2017).

El arroz (*Oryza sativa*) debido a la ausencia de color, fácil digestión y efecto hipoalergénico, es uno de los granos de cereal más apropiados para los alimentos libres de gluten. Además, contiene bajos niveles de sodio y una gran cantidad de carbohidratos de fácil digestión (Lasa et al., 2017). En ausencia de gluten, los almidones de estos granos contribuyen en la fuerza y estructura de las masas sin gluten (Finnie, Brovelli, & Nelson, 2019).

Al comparar los dos cereales (tabla 1.1 y 1.2) que se utilizan tradicionalmente en los productos alimenticios libres de gluten (maíz y arroz) con cereales que contienen gluten (trigo, cebada y centeno), se puede observar que el arroz y el maíz tienen menores cantidades de proteína y grasa, y grandes cantidades de hidratos de carbono.

Cuando se usan cereales libres de gluten, a menudo se agregan sustancias que imitan las propiedades del gluten, como son los hidrocoloides (goma xanthan), emulsionantes, proteínas aisladas (de huevo o productos lácteos) o enzimas (Lasa et al., 2017).

Los hidrocoloides son compuestos que tienen la capacidad de controlar tanto la reología como la textura de los sistemas acuosos, a través de la estabilización de emulsiones y suspensiones, e imitar las propiedades viscoelásticas del gluten (Padalino, Conte, & Alessandro, 2016). Uno de los hidrocoloides más utilizados es la goma xanthan debido a su capacidad para aumentar la resistencia, consistencia y cohesividad de la masa, y mejorar las propiedades reológicas de la red de almidón (Lazaridou, Duta, Papageorgiou, Belc, & Biliaderis, 2007).

1.4.2 Descripción del proceso

El proceso de fabricación de pastas frescas se describe de la siguiente manera:

1. **Recepción.** Esta etapa consiste en la verificación de los controles establecidos para el ingreso de las materias primas que cumplan con la normativa vigente.
2. **Pesado.** Cada ingrediente debe ser pesado según lo define la formulación establecida. El pesado de los aditivos se realiza en un área específica para ello, bajo metodología establecida.
3. **Amasado.** Todos los ingredientes de la fórmula deben ser mezclados y amasados. Un buen proceso de amasado garantiza la homogeneidad de la masa y certifica la calidad del producto final, facilitando así las operaciones que prosiguen.
4. **Compactado.** En esta etapa se utiliza la fuerza mecánica, que tiene como finalidad obtener un tipo de masa de cuerpo homogéneo donde estén compactados todos los ingredientes.
5. **Laminado.** La finalidad del proceso de laminación es obtener una lámina de masa compacta de espesor uniforme. Este proceso se lo realiza con una máquina laminadora y su funcionamiento consiste en pasar y enrollar la masa las veces que sean necesarias por medio de dos cilindros lisos, cuyo espacio dará el espesor de la masa.
6. **Troquelado.** Se realiza el corte de la masa con un molde que tiene el tamaño y forma requerido.
7. **Envasado.** La pasta fresca se envasa en fundas plásticas de polietileno de baja densidad, que sea barrera a la humedad y soporte bajas temperaturas.
8. **Almacenamiento.** Debido a su alto contenido de agua, la pasta fresca debe ser almacenada en condiciones de refrigeración a 5 °C para evitar el deterioro de la masa.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Almidón de maíz “Toscana”, harina de arroz “Imperial”, almidón de yuca “La Pradera”, leche en polvo “La Vaquita”, sal “Crisal”, azúcar “San Carlos”, huevo mediano entero “Indaves”, manteca vegetal previamente deshidrogenada “Levapan y aceite vegetal de girasol “Danec” fueron obtenidos de un supermercado local. Los aditivos goma xanthan, sorbato de potasio y propionato de calcio, son de Merck.

2.2 Métodos

La formulación base para la pasta fresca libre de gluten fue establecida a través de un estudio de mercado, información bibliográfica y artículos científicos, considerando ingredientes y aditivos utilizados comúnmente para los productos libres de gluten donde se usan diversas materias primas como sustitutos del trigo. La formulación final fue caracterizada por parámetros de calidad como textura, humedad y evaluación sensorial.

Para la elaboración de la formulación base también se consideraron aspectos regulatorios. Se recurrió a la normativa nacional NTE INEN 1375:Pastas alimenticias o fideos. Requisitos, en donde se especifica que según su contenido de humedad, “Las pastas alimenticias o fideos frescos, son las pastas alimenticias que presentan aspecto homogéneo y caracteres organolépticos normales, con una humedad máxima de 28%” (NTE INEN, 2000).

Tabla 2.1 Formulación base de pasta fresca libre de gluten para empanadas

Ingredientes	Porcentaje (%)	Fijos	Variables
Almidón de maíz	35,26	✓	
Harina de arroz	20,00	✓	
Almidón de yuca	3,00	✓	
Agua	20,00-23,00		✓
Huevo	1,00-4,00		✓
Goma Xanthan	2,00-5,00		✓
Leche en polvo	3,00	✓	
Sal	2,37	✓	
Azúcar	1,97	✓	
Sorbato de potasio	0,15	✓	
Propionato de sodio	0,25	✓	
Manteca vegetal	4,00	✓	
Aceite vegetal de girasol	4,00	✓	

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la tabla 2.1 se muestra la formulación base en donde la adición de agua, huevo y goma xanthan, fueron considerados como componentes (ingredientes) que afectan directamente a las propiedades de textura de la pasta fresca sin gluten y que pueden relacionarse posteriormente con el proceso de maquinabilidad.

2.2.1 Diseño experimental de mezclas

Para evaluar el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes, se estableció un diseño experimental de mezclas en el que los ingredientes bajo investigación sumaron hasta el 100%. Se empleó un diseño de mezclas con tres componentes: agua, huevo y goma xanthan, dando una suma total del 26%. El resto de los ingredientes mencionados en la tabla 2.1 fueron ajustados para dar una suma total del 74%.

Los ingredientes agua, huevo y goma xanthan fueron elegidos variables independientes según la consulta de artículos científicos.

1.- En los ensayos preliminares se determinó que, con respecto a la variable independiente de agua, ésta se encuentra condicionada a las características de amasado, estableciendo que por encima del 30% se obtiene una masa pegajosa y

con alto contenido de humedad mientras que, con valores menores al 23% la masa presentó la característica de desmenuzarse y no fue posible laminarla.

2.- Para la variable independiente de huevo, (Alamprese, Casiraghi, & Rossi, 2009) concluye que la ovoalbúmina desempeña un papel importante en el desarrollo de la red de proteínas de la pasta, tanto durante la fase de mezcla de la masa como durante el proceso de cocción. El aumento de la proporción de albúmina/yema es ventajoso para la estructura del producto final.

3.- Para la variable independiente de goma xanthan, (Mahmoud, Yousif, Gadalah, & Alawneh, 2013) y (García, Zaritzky, & Califano, 2005) realizaron ensayos en masas libres de gluten con la adición de goma xanthan y determinaron que con porcentajes de goma del 3% se obtenían resultados óptimos con respecto a las propiedades viscoelásticas.

Una vez definidas las condiciones de las variables independientes se procedió a aplicar el diseño experimental “diseño de mezclas Simplex-Lattice” con polinomio de tercer grado, con tres factores, a través del software estadístico STATISTICA 7, estableciendo así 10 tratamientos, que representan las posibles concentraciones de agua, huevo y goma xanthan en las formulaciones prototipo.

En la tabla 2.2 se puede observar los factores seleccionados con sus respectivos porcentajes mínimos y máximos. En la tabla 2.3 se muestran los tratamientos experimentales para la formulación inicial.

Tabla 2.2 Límites mínimos y máximos de los componentes estudiados

Factor	Nombre del factor	Min.	Máx.
A	Agua	0,20	0,23
B	Huevo	0,01	0,04
C	Goma Xanthan	0,02	0,05

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Tabla 2.3 Tratamientos experimentales para la formulación base

Tratamiento	Agua	Huevo	Goma
1	0,23	0,01	0,02
2	0,20	0,04	0,02
3	0,20	0,01	0,05
4	0,21	0,03	0,02
5	0,21	0,01	0,04
6	0,20	0,02	0,04
7	0,22	0,02	0,02
8	0,22	0,01	0,03
9	0,20	0,03	0,03
10	0,21	0,02	0,03

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Finalmente, la variable de respuesta se definió como el contenido de humedad y textura (dureza, adhesividad, longitud de extensibilidad y cohesividad).

El contenido de humedad se analizó a través de un ANOVA ajustándose al modelo especial cúbico para identificar efectos significativos ($P<0.05$) de las variaciones en los niveles de ingredientes en las respuestas. Adicionalmente, se analizaron las gráficas de superficie de contorno y superficie de respuesta.

Los resultados obtenidos de humedad y textura fueron analizados mediante el uso del software Minitab® 17.1.0 versión en español, todos los datos fueron interpretados utilizando un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%, y el test Tukey para comparaciones múltiples.

2.2.3 Metodología para el desarrollo de las formulaciones

1.- Los ingredientes se pesaron en una balanza electrónica (Radwag WFC, Estados Unidos).

2.- Los ingredientes secos se premezclaron durante 15 segundos en un asistente (Kitchen Aid 5KPM5, Estados Unidos) a 60 rpm.

3.- La fase lipídica correspondiente al huevo entero, aceite vegetal y manteca vegetal, se incorporó al paso 2 junto con el huevo y se mezclaron a 110 rpm por 30 segundos.

4.- Se incorporó agua y se mezcló durante 30 segundos a la misma velocidad.

5.- La masa completa se mezcló por 1 minuto a 255 rpm para integrar todos los ingredientes.

6.- Posterior al amasado, la masa fue compactada y luego laminada en una máquina para pasta (Shulle, Estados Unidos), primero se utilizó en el ajuste mínimo para alisar y reafirmar, y se laminó cuatro veces más entre los rodillos, disminuyendo el espacio entre los rodillos cada vez, hasta alcanzar el ajuste máximo para dar a la pasta fresca un espesor aproximado de 1,5 mm.

7.- Las diferentes formulaciones fueron almacenadas en refrigeración (4 °C) protegidas por una cubierta de PEBD stretch para evitar la pérdida de humedad.

2. 3 Análisis de calidad para las variables respuesta

2.3.1 Humedad

En el análisis de humedad de las formulaciones (pasta fresca) se utilizó una termobalanza (KERN, Estados Unidos). Se pesó 5 g de muestra y el ensayo se realizó por duplicado a 130 °C.

Las pastas frescas deben cumplir con el requisito bromatológico establecido en la norma NTE INEN 1375: Pastas alimenticias o fideos. Requisitos, como se observa en la figura 2.1.

Requisito	Min	Máx
Humedad, pastas frescas, %	--	28,0
Humedad, pastas secas, %	--	14,0
Cenizas, sobre sustancias seca %		
100% sémola de trigo durum	1,00	1,20
100% sémola de trigo	--	0,55
Mezcla con mínimo 50% de sémola de trigo	--	0,90
100% harina de trigo	--	0,85

Figura 2.1 Requisito bromatológico de humedad en los productos denominados como pastas frescas

Fuente: NTE INEN 1375: Pastas alimenticias o fideos. Requisitos (INEN, 2000)

2.3.2 Textura

El análisis de textura se realizó en un Texturómetro (AMETEK Brookfield, Estados Unidos), utilizando el software TexturePro CT®. Durante el ensayo se utilizó la sonda TA7 a una velocidad constante de 1 mm/s acoplada a la base giratoria TA-RT. Las pruebas se realizaron por duplicado en muestras de 30 mm de largo, 30 mm de ancho y 1,5 mm de espesor. Las variables de respuesta fueron: dureza (N), adhesividad (mJ), longitud de extensibilidad (mm) y cohesividad (adimensional).

2.4 Análisis sensorial

Se realizó la evaluación sensorial de las dos formulaciones discriminadas mediante los resultados obtenidos de los análisis de humedad y textura.

El panel sensorial consistió en una prueba conjunta de aceptación y preferencia a sesenta panelistas no entrenados, entre estudiantes y profesores de 20 a 40 años. Los panelistas evaluaron dos formulaciones de empanadas sin relleno para que éste no interfiera en la percepción del panelista con respecto al sabor de la masa. Las muestras se frieron simultáneamente a 140 ºC durante 3 min en aceite vegetal.

Las láminas fritas en forma de empanadas se codificaron con tres dígitos y en orden aleatorio para su evaluación (Apéndice B). Se suministró agua a cada panelista para enjuagar el paladar entre las muestras.

A cada panelista se le entregó un formulario y se le pidió que indicara el nivel de agrado o desagrado de cada formulación aplicando una escala hedónica de 7 puntos. También se le pidió que marcaran la formulación de preferencia (Apéndice C).

Para la prueba de preferencia se estableció una hipótesis nula (Ho) seguida de una alternativa (Ha), las cuáles se detallan a continuación:

Ho: No existen preferencias significativas entre las formulaciones.
Ha: Existen preferencias significativas entre las entre las formulaciones.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en la prueba de preferencia se utilizó la tabla binomial de dos colas “Valor mínimo (X) requerido para una preferencia significativa” (Apéndice D), la cual proporciona los valores mínimos de significancia estadística en función del número de personas evaluadas. Si el número obtenido de preferencia de un producto (la mayor elección) es igual o excede el valor presentado en la tabla, existe una preferencia significativa (Lawless & Heymann, 2010).

Para la prueba de aceptación se establecieron las misma hipótesis para ambas formulaciones, siendo la hipótesis nula (Ho) y la hipótesis alterna (Ha):

Ho: Las medianas son mayores o iguales a cinco.
Ha: Las medianas son menores a cinco.

En la escala hedónica presentada en el Apéndice C, se muestra que el valor 5 representa “me gusta ligeramente”. Para los datos obtenidos en la prueba de aceptación se utilizó estadística no paramétrica, debido a que los datos no seguían una distribución normal. Se aplicó una Prueba de Signos para hipótesis de mediana, en la cual se determinan las diferencias de los datos con respecto al valor de la mediana y se cuentan los signos positivos y negativos. Los datos se analizaron a través del software Minitab® 17.1.0 versión en español.

Finalmente, como formulación ganadora se eligió aquella que resultó con el mayor nivel de aceptabilidad.

2.5 Valor nutricional

Los análisis de la composición nutricional fueron realizados por un laboratorio externo certificado siguiendo la metodología indicada en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Metodología para el análisis nutricional

Composición Nutricional	
Análisis	**Método de Referencia**
Humedad	AOAC 20TH 926.07
Cenizas	AOAC 20TH 925.11
Grasa	AOAC 20TH 925.12
Proteína	AOAC 20TH 930.25
Azúcares totales por inversión	MMQ-108
Carbohidratos totales por diferencia	MMQ-198
Energía	MMQ-114
Perfil del ácidos grasos (Saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, omega 3 y 6, trans)	MMQ-HPLC-09
Colesterol	MMQ-HPLC-03
Sodio	MMQ-AAS-22 AOAC 20TH 985.35 MODIFICADO

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

2.6 Lay-out de la línea de producción de pasta fresca libre de gluten

Una vez establecido el diagrama de flujo de la elaboración de pastas frescas libre de gluten como se observa en el Apéndice E, se implementó la metodología heurística de CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning) con el objetivo de definir la configuración más adecuada para el proceso productivo de láminas de pasta fresca libre de gluten que cumpla con las condiciones establecidas en la normativa ecuatoriana vigente.

La técnica tradicional CORELAP es un algoritmo constructivo y ubica los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en una trayectoria rectilínea, la tabla de relaciones proporciona la base para el orden en que se ubican los diferentes departamentos, siendo el de mayor relación de cercanía situado en el centro de la disposición (Heidy, Wilches, Galofre, & Montenegro, 2011).

Se procedió a aplicar la metodología para el diagrama relacional de actividades, donde se identificó la importancia de las cercanías entra cada una de las etapas del proceso, aplicando el algoritmo del software CORELAP, versión 1.0.

En la tabla 2.5 se muestra el código y el significado respectivo para cada relación de proximidad entre las etapas, en la tabla 2.6 se indican los motivos bajo los cuales se establece el estudio de estas cercanías.

Tabla 2.5 Nomenclatura para la tabla de relación de actividades

Código	Proximidad	Color Asociado
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	-
X	Rechazable	Café

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Tabla 2.6 Escala y motivos

Motivos	
1	Proximidad en el proceso
2	Higiene
3	Control
4	Frío
5	Malos olores, ruidos
6	Seguridad del producto
7	Utilización de material común
8	Accesibilidad

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

2.7 Costos

Para la estimación de costos se consideró la producción por batch tomando como referencia la capacidad de producción deseada por la empresa, de 400 Kg/día, con un total de 457 paquetes en presentación de 900g.

Los costos directos considerados fueron materia prima, material de empaque y mano de obra directa e indirecta, para los costos indirectos se consideró los servicios básicos tales como agua, gas, energía eléctrica.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Metodología para el desarrollo de las formulaciones

Para el desarrollo de la formulación base, se revisaron artículos científicos sobre la elaboración de productos panificados, pastas y empanadas libres de gluten a base de diferentes materias primas como el arroz, sorgo, maíz, yuca, garbanzo, entre otras, con la finalidad de establecer los ingredientes que logran buenos resultados en las masas libres de gluten con respecto al sabor y propiedades de textura.

Varios estudios se han centrado en el uso de mezclas de almidón y harina sin gluten para hacer productos panificados para el consumo de celíacos. Estas mezclas pueden lograr mejores resultados que el almidón o la harina por si solos. Teniendo esto en cuenta, (Sánchez & Osella, 2006) aplicaron la metodología de superficie de respuesta para optimizar una formulación de pan a partir de almidón de maíz, harina de arroz y almidón de yuca, con y sin adición de soja, concluyendo que se puede preparar un pan óptimo sin gluten a partir de 74.2% de almidón de maíz, 17.2% de harina de arroz y 8.6% de almidón de yuca.

(López, Pereira, & Roberto, 2004) estudiaron el uso de harina de arroz suplementada con yuca y almidón de maíz en la producción de panes sin gluten y establecieron en base a sus resultados que una mezcla de harinas, compuesta por 45% de harina de arroz, 35% de almidón de maíz y 20% de almidón de yuca, presenta buenos resultados, originando pan con miga formada por células uniformes y bien distribuidas, y un agradable sabor y apariencia, determinado en la evaluación sensorial.

Adicionalmente, se consultaron artículos científicos sobre el efecto de los hidrocoloides en las propiedades reológicas y de textura de la masa libre de gluten debido a que estos desempeñan un papel importante al imitar las propiedades viscoelásticas del gluten y al mejorar las propiedades reológicas y de textura de la

masa. (Mahmoud et al., 2013) evaluaron la calidad del pan sin gluten, y los resultados mostraron que las gomas mejoraron significativamente la estructura del pan sin gluten. Todas las formulaciones de pan sin gluten fueron aceptables desde el punto de vista sensorial, ya que dieron como resultado puntuaciones más altas en las características de calidad. Los resultados concluyeron que las formulaciones harina de arroz: almidón de maíz: almidón de patata (40:20:40) seguidas de harina de arroz: almidón de maíz: almidón de patata (40:40:20) con 3% de xanthan fueron las mejores formulaciones para la producción de pan sin gluten.

(García et al., 2005) estudiaron los efectos de la adición de gomas, concentrado de proteína de suero, huevo seco y agua (en combinación a diferentes niveles) a los almidones de maíz y yuca sobre las propiedades texturales y reológicas de la masa para empanadas, y concluyeron que las formulaciones que contienen mayores porcentajes de gomas (3% en g/100 g base total de almidón) y menor contenido de agua llevaron a un comportamiento apropiado para la producción industrial de estas masas.

3.2 Diseño experimental de mezclas

En la tabla 3.1 se detallan los 10 tratamientos generados por el programa estadístico “STATISTICA 7” en el diseño de mezclas “Simplex Lattice”. También se muestran los resultados de la variable de respuesta humedad para cada formulación.

Tabla 3.1. Variable de respuesta “humedad” para cada formulación.

Formulación	Agua (A)	Huevo (B)	Goma (C)	Humedad (%)
1	0,23	0,01	0,02	25,09
2	0,20	0,04	0,02	26,69
3	0,20	0,01	0,05	23,36
4	0,21	0,03	0,02	25,34
5	0,21	0,01	0,04	25,06
6	0,20	0,02	0,04	23,77
7	0,22	0,02	0,02	25,91
8	0,22	0,01	0,03	25,20
9	0,20	0,03	0,03	27,32
10	0,21	0,02	0,03	27,69

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Al realizar el análisis estadístico, a través de la tabla ANOVA, que se muestra en la figura 3.1, se observa que ninguno de los componentes de la mezcla influye significativamente en la variable de respuesta humedad, dado que los modelos lineal, cuadrático y especial cúbico tienen un valor p>0.05, excepto el modelo cúbico cuyo valor p es inexistente por lo cual no se considera; por lo tanto, no es posible afirmar que uno de los modelos se ajuste estadísticamente a los datos del proceso. Sin embargo, se escogió el modelo especial cúbico, debido a que tiene el valor F más elevado y un R^2 ajustado de 0.4, lo cual sugiere que dicho modelo describe de mejor manera el comportamiento de la variable respuesta.

ANOVA; Var.:Humedad (Spreadsheet1)
3 Factor mixture design; Mixture total=,26, 10 Runs
Sequential fit of models of increasing complexity

Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	**R-Sqr Adjusted**
Linear	7,31345	2	3,656727	10,41056	7	1,487222	2,458763	0,155307	0,412630	0,244810
Quadratic	3,95910	3	1,319700	6,45146	4	1,612864	0,818234	0,547477	0,636005	0,181011
Special Cubic	2,91932	1	2,919322	3,53213	3	1,177378	2,479512	0,213411	0,800715	0,402144
Cubic	3,53213	3	1,177378	0,00000	0	0,000000			1,000000	1,000000
Total Adjusted	17,72401	9	1,969334							

Figura 3.1 Análisis de varianza (ANOVA) de la variable de respuesta humedad
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En el diagrama de Pareto, que se muestra en la figura 3.2, se puede observar la influencia de los factores A, B y C, así como su interacción con respecto a la variable de respuesta. Dado que cada componente supera el estadístico de prueba, es posible afirmar que influyen significativamente en la variable de respuesta. Las interacciones entre los factores tienen valores por debajo del estadístico, por lo tanto, se considera que no influyen significativamente sobre la variable de respuesta humedad.

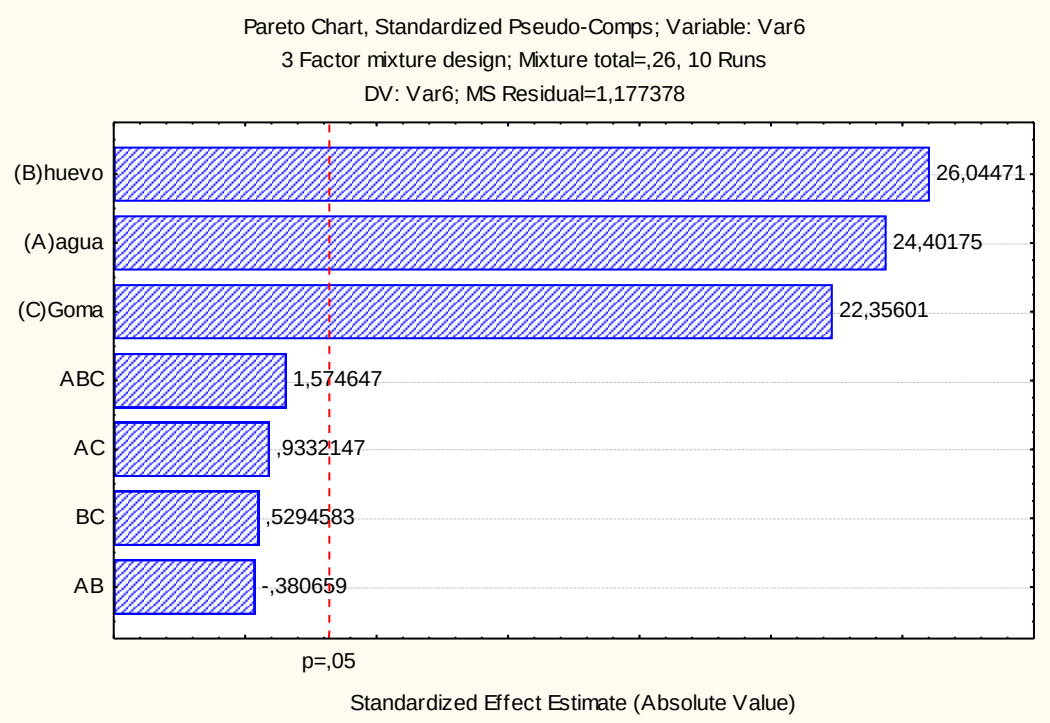


Figura 3.2 Diagrama de Pareto de la variable de respuesta humedad
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la figura 3.3 se muestra la gráfica de perfiles de valores predichos y deseabilidad. Según las condiciones establecidas para la variable de respuesta humedad, la mejor combinación con un 94.83% de deseabilidad es: Agua (20%) + Huevo (3%) + Goma Xanthan (3%) para obtener un producto con un contenido de humedad máxima de 28%.

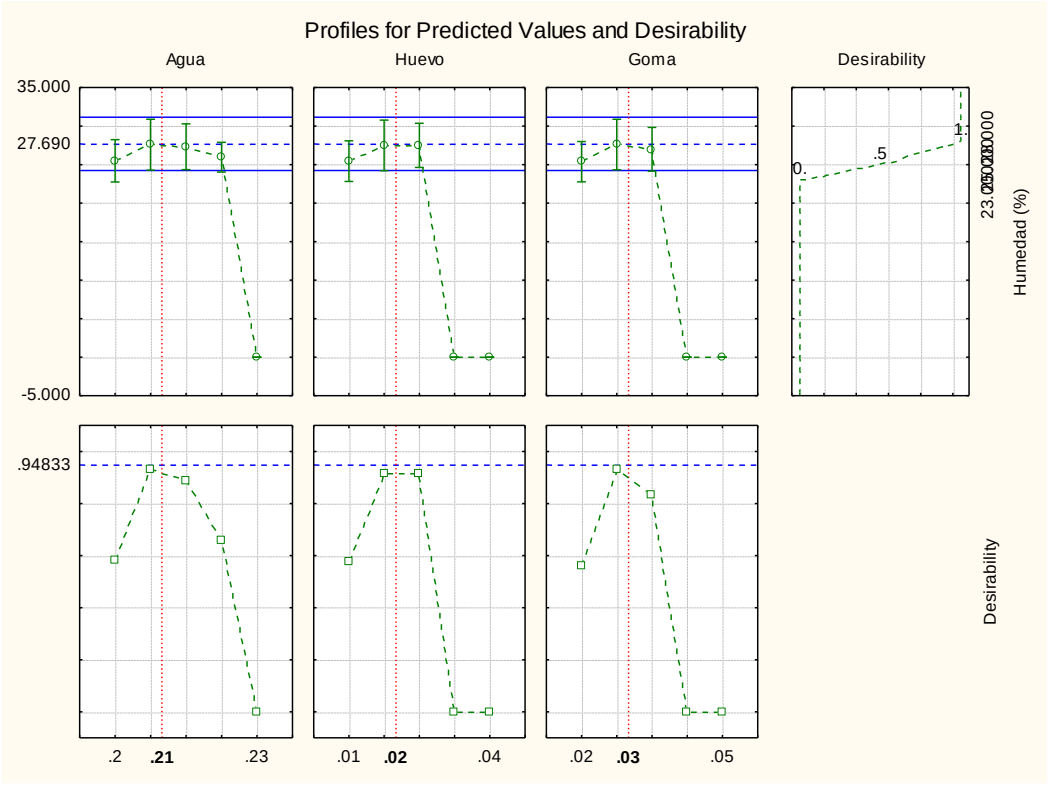


Figura 3.3 Perfiles de valores predichos y deseabilidad
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Según como se observa en la gráfica de perfiles de valores predichos y deseabilidad (figura 3.3), el porcentaje de agua óptimo dentro de la formulación es del 21%, dicho resultado es similar a lo expuesto por (Sciarini, 2011) que menciona que hay una disminución en el módulo elástico de la pasta a medida que aumentaba la cantidad de agua, por lo que concluyó que el agua tiene principalmente un efecto plastificante al combinarse con harina de arroz y almidón de maíz, cuando ésta se encuentra en mayores cantidades.

Por otra parte, los investigadores (Gallagher, Gormley, & Arendt, 2004) mencionaron que, para obtener un producto libre de gluten de la más alta calidad, dentro de su formulación es importante la adición de un hidrocoloide, puesto que, éste puede simular las características viscoelásticas del gluten. Dentro de sus experimentaciones usaron goma xanthan en niveles de 1 a 3%, obteniendo mejores resultados con un 3% de dicho hidrocoloide.

Según los requisitos bromatológicos especificados en la norma NTE INEN 1375: para pastas alimenticias o fideos. Requisitos, el producto definido como pasta fresca debe tener un contenido de humedad máxima de 28%, por lo tanto, es

necesario analizar las gráficas de superficie de respuesta y de contorno (figuras 3.4 y 3.5).

En las figuras 3.4 y 3.5 podemos observar que las formulaciones 9 y 10 (tabla 3.1), son las más cercanas al valor establecido por la norma vigente. Además, el análisis estadístico demostró que estas dos formulaciones son las óptimas para la evaluación sensorial.

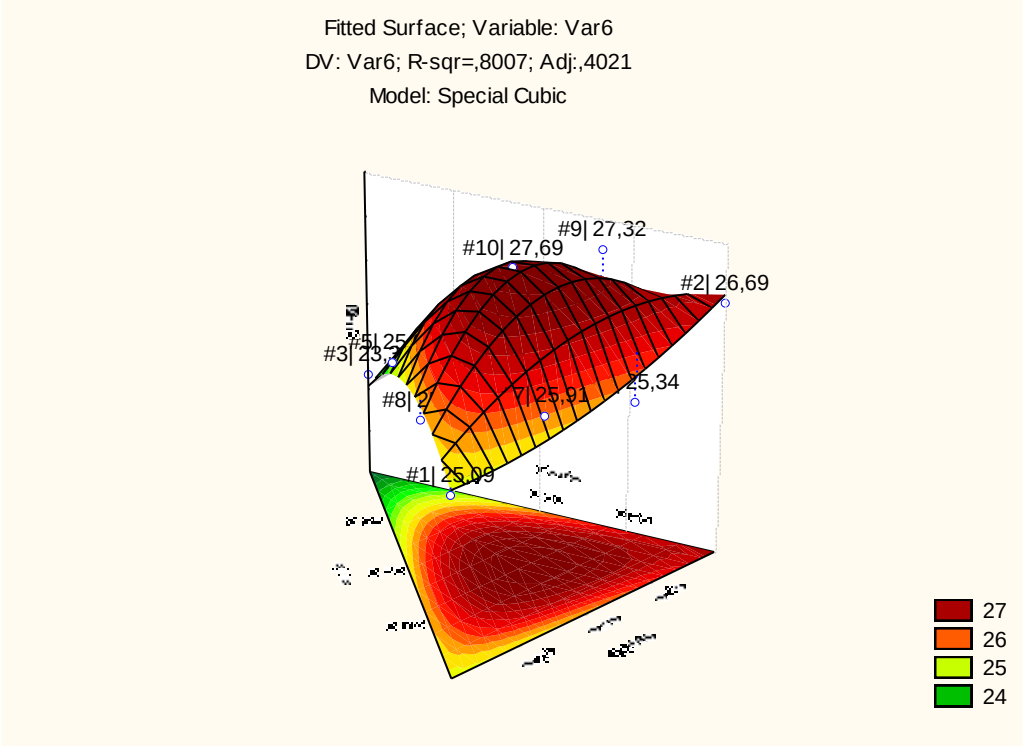


Figura 3.4 Superficie de respuesta para cada formulación respecto a la variable de respuesta humedad

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

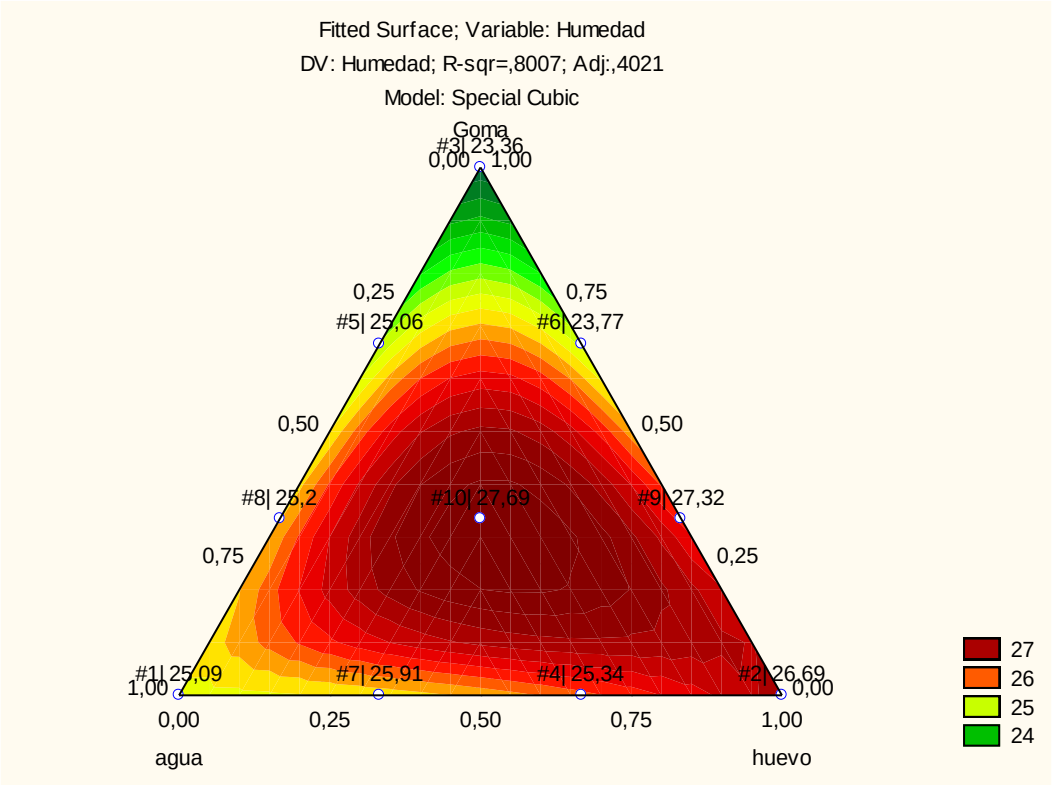


Figura 3.5 Superficie de contorno para cada formulación, respecto a la variable de respuesta humedad

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Los resultados obtenidos por el diseño experimental de mezclas “Simplex – Lattice” se contraponen por lo expuesto por (Schoenlechner, Jurackova, & Berghofer, 2005), que mencionan que la adición de la goma xanthan no fue lo suficientemente clara en sus efectos, puesto que aumentó ligeramente la firmeza y elasticidad de la pasta, es decir que no tuvo un efecto significativo sobre la textura.

Por otro lado, los resultados obtenidos son similares a lo expuesto por (Lorenzo, Zaritzky, & Califano, 2008), los cuales mencionan que porcentajes más altos de proteina (huevo) generan un efecto negativo sobre la acción de la goma xanthan dentro de la formulación de masas libres de gluten para empanadas, dando como resultado masas frágiles y quebradizas con un contenido de humedad bajo. Así mismo, los autores concluyeron que a mayores porcentajes de goma xanthan y menores porcentajes de agua, se obtienen masas adecuadas y con óptimas características reológicas para la producción de empanadas.

3.3 Análisis de calidad para las variables respuesta

3.3.1 Humedad

En la tabla 3.2 se muestran las mediciones de humedad realizadas a cada formulación, observándose que todas se encuentran dentro del rango de calidad para su aceptación. De acuerdo con el análisis de varianza realizado, no existen diferencias significativas entre las diferentes formulaciones.

Tabla 3.2. Resultados de humedad para cada formulación.

Formulaciones	Humedad (%)
1	25,.09 (0,15)[a]
2	26,69 (0,24)[a]
3	23,36 (0,35)[a]
4	25,34 (0,12)[a]
5	25,06 (0,41)[a]
6	23,77 (0,15)[a]
7	25,91 (0,17)[a]
8	25,20 (0,17)[a]
9	27,32 (0,12)[a]
10	27,69 (0,09)[a]

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

3.3.2 Textura

En el Apéndice F, se muestra los resultados del análisis de perfil de textura (TPA). Se determinaron las propiedades de dureza (N), adhesividad (mJ), longitud de extensibilidad (mm) y cohesividad (adimensional) para cada formulación. De acuerdo con el análisis de varianza realizado, ninguna de las propiedades analizadas mostraron diferencias significativas entre las diferentes formulaciones.

Para el análisis de dureza se observa en la figura 3.6 la variación entre las diez formulaciones propuestas. Se puede observar que las formulaciones 1, 5 y 8 presentaron los valores más bajos de dureza mientras que las formulaciones 2, 6 y 9 obtuvieron los valores más altos. Podemos concluir que existe una relación entre el contenido de humedad y la dureza en la formulación 6, la cual presenta el valor más alto de dureza y el porcentaje más bajo de agua. (Larrosa et al., 2016) evaluaron los efectos del contenido de agua y proteína de huevo sobre la textura

y concluyeron que la dureza aumentó con la disminución de la humedad de la masa.

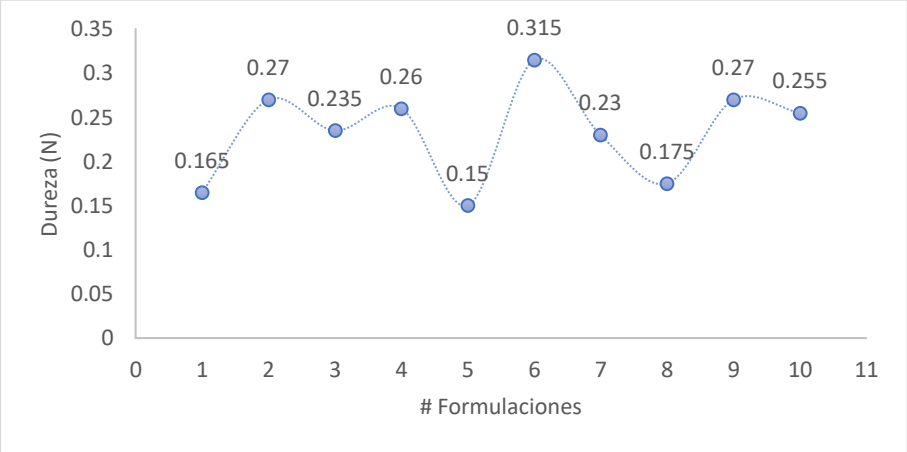


Figura 3.6 Dureza de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la figura 3.7 se muestra la variación de la adhesividad entre las diez formulaciones propuestas. Todas las formulaciones a excepción de la formulación 2 obtuvieron valores de adhesividad iguales a cero. Este resultado puede ser atribuido al porcentaje de huevo presente en la formulación (4%), debido a que las proteínas del huevo proveen adhesividad a la masa y contribuyen a la unión de los ingredientes (Gomes & Pelegrine, 2012). Un valor positivo en adhesividad nos indica que la textura de las formulaciones de pasta fresca no se adhiere al paladar cuando es consumido (Hleap & Velasco, 2010).

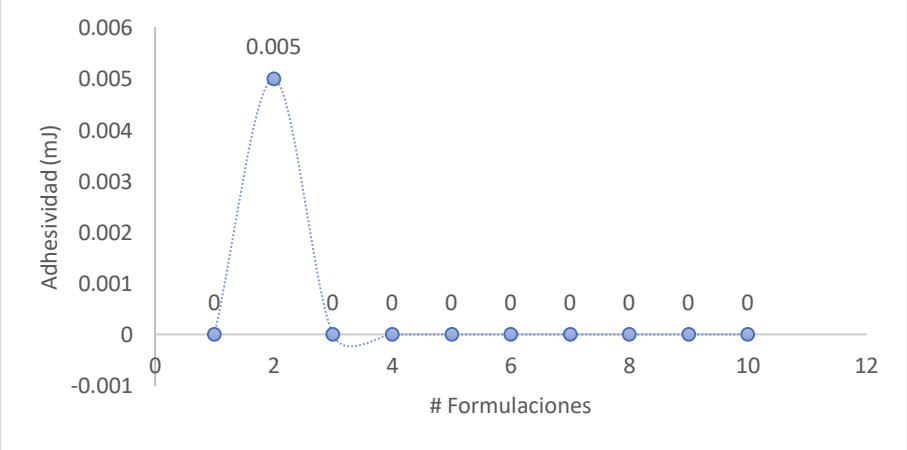


Figura 3.7 Adhesividad de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la figura 3.8 se muestra la variación de longitud extensibilidad entre las diez formulaciones propuestas. Se puede observar que las formulaciones 3, 5, 8 y 10 presentaron los valores más bajos de extensibilidad, mientras que la 2, 4 y 9 obtuvieron los valores más altos, podemos concluir que existe una influencia directa por el porcentaje de huevo. Las formulaciones 3, 5, 8 y 10 presentaban menores porcentajes de huevo (1% - 2%), mientras que las formulaciones 2, 4 y 9 presentaban un mayor porcentaje (3% - 4%). (García et al., 2005) evaluaron el efecto de la composición de la masa sin gluten y concluyeron que el aumento del contenido de huevo incrementó la relación entre la longitud de la masa que puede estirarse sin romperse y la fuerza de elongación máxima.

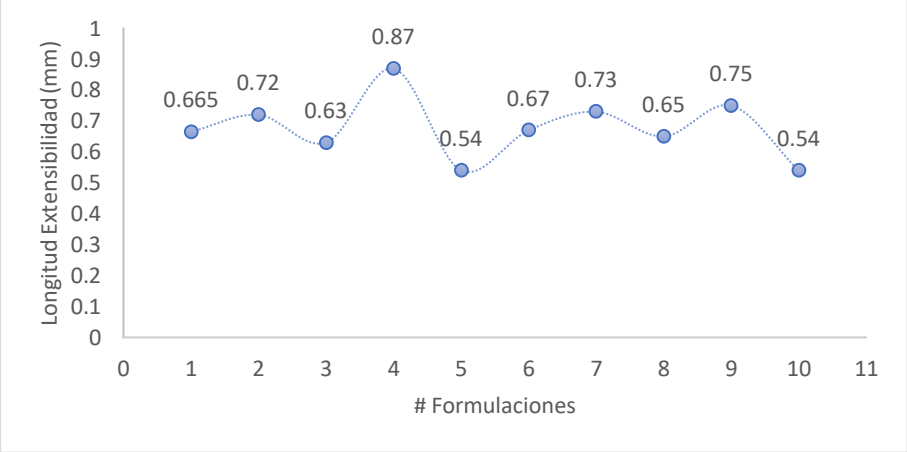


Figura 3.8 Longitud Extensibilidad de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la figura 3.9 se muestra la variación de la cohesividad entre las diez formulaciones propuestas.

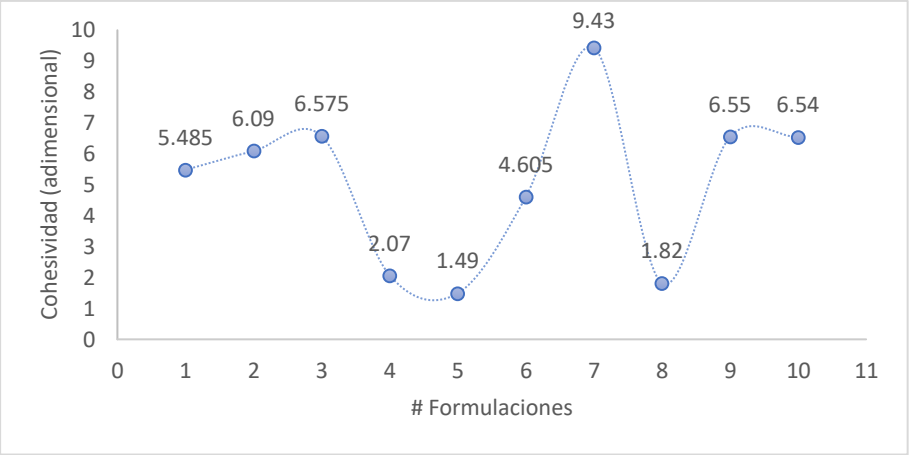


Figura 3.9 Cohesividad de las formulaciones de pasta fresca libre de gluten
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Con la excepción de la formulación 4, 5 y 8, se observaron valores altos de cohesividad. Las formulaciones 5 y 8 son las que presentaron el menor contenido de huevo (1%). Podemos concluir que el contenido de huevo influye sobre este parámetro de textura, debido a que las proteínas del huevo forman masas más cohesivas que son esenciales para brindar estructura a los panes libres de gluten (Houben, Hochstotter, & Becker, 2012). Al contrario, la formulación 4 no cumple con esta relación ya que tiene un mayor porcentaje de huevo (3%), este resultado puede deberse al efecto entre el huevo y la goma xanthan. (Lorenzo et al., 2008), mencionan que porcentajes más altos de proteina (huevo) generan un efecto negativo sobre la acción de la goma xanthan dentro de la formulación de masas libres de gluten para empanadas, dando como resultado masas menos cohesivas.

3.4 Análisis sensorial

3.4.1 Prueba de preferencia

En la figura 3.10 se muestran los resultados de preferencia entre la formulación 9 (963) y la formulación 10 (571). Los resultados obtenidos en el análisis de preferencia dieron 32 (54%) de respuestas para la formulación 9 y 28 (46%) para la formulación 10, estos valores son menores a X=39, por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que no existe preferencia significativa entre ambas formulaciones.

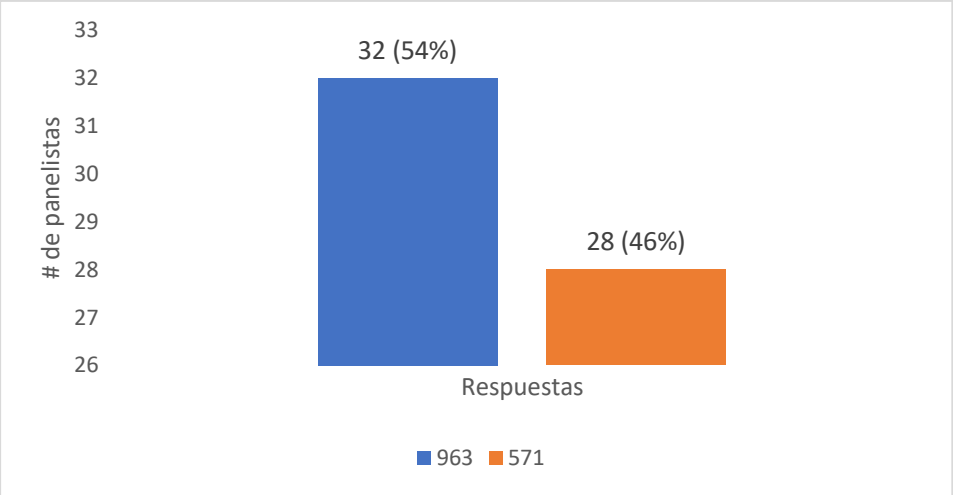


Figura 3.10 Resultados de la prueba de preferencia entre la formulación 9 (963) y la formulación 10 (571)
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

3.4.2 Prueba de aceptación

En las figuras 3.11 y 3.12 se muestran los resultados de la prueba de normalidad para verificar si los datos obtenidos para la formulación 9 (963) y formulación 10 (571) siguen una distribución normal. La hipótesis nula fue rechazada ($p < 0,05$) y se encontró que estadísticamente los datos no siguen una distribución normal.

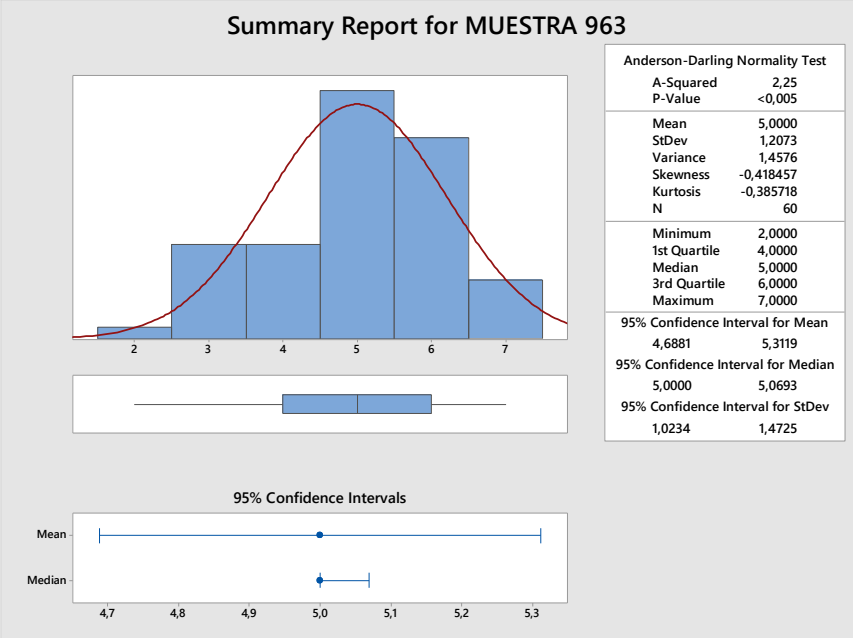


Figura 3.11 Prueba de normalidad para la Formulación 9 – Muestra 963
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

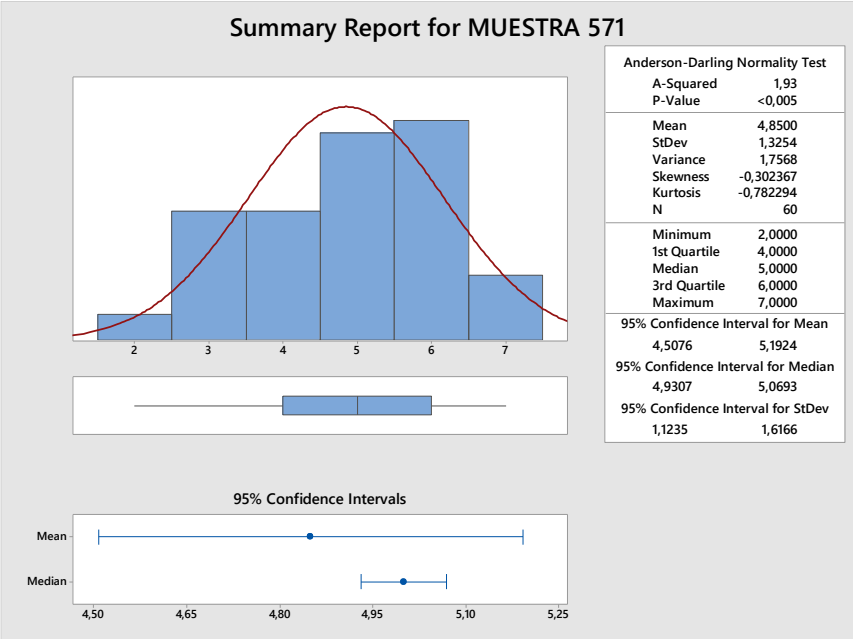


Figura 3.12 Prueba de normalidad para la Formulación 10 – Muestra 571
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Se aplicó el método no paramétrico de Prueba de Signos para hipótesis de mediana. La tabla 3.3 muestra los resultados de la prueba de aceptación. Se establecieron las mismas hipótesis para ambas formulaciones bajo el criterio de que el producto es considerado aceptable si fue calificado con un nivel mayor a "me gusta ligeramente" (Apéndice C).

Prueba de hipótesis:

H_0: $\eta \geq 5$

H_1: $\eta < 5$

Tabla 3.3 Cantidad de panelistas (N) vs valoración asignada

Muestra	N	Mediana	Número < 5	Número = 5	Número > 5	Valor p
Formulación 9 (963)	60	5	17	21	22	0,2612
Formulación 10 (571)	60	5	22	16	22	0,5598

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la tabla 3.3 se puede observar que, la formulación 9 tiene un valor p = 0,2612 y la formulación 10 un valor p = 0,5598, siendo estos valores mayores al nivel de significancia (p = 0,05), por lo tanto en ambas formulaciones no se rechaza la

hipótesis nula planteada. Existe suficiente evidencia estadística para considerar que las formulaciones 9 y 10 son aceptadas por el consumidor.

En las figuras 3.13 y 3.14 se puede observar la repartición del porcentaje en función de los niveles de aceptación más altos, determinándose que la formulación 9 es la que tuvo el mayor porcentaje de puntuaciones más altas (72%).

Figura 3.13 Diagrama circular del grado de aceptabilidad de la Formulación 9
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Figura 3.14 Diagrama circular del grado de aceptabilidad de la Formulación 10
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la tabla 3.4 se muestra la formulación final seleccionada (#9), la cual cumple con el parámetro de humedad.

Tabla 3.4 Formulación final de pasta fresca libre de gluten para empanadas

Ingredientes	Porcentaje (%)
Almidón de maíz	35,26
Harina de arroz	20,00
Almidón de yuca	3,00
Agua	20,00
Huevo	3,00
Goma Xanthan	3,00
Leche en polvo	3,00
Sal	2,37
Azúcar	1,97
Sorbato de potasio	0,15
Propionato de sodio	0,25
Manteca vegetal	4,00
Aceite vegetal de girasol	4,00
Total	**100%**

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

3.5 Valor nutricional

Los análisis realizados a la pasta fresca sin gluten se pueden observar en el Apéndice O. Utilizando la calculadora de etiquetado del ARCSA para identificación de las concentraciones de azúcar, grasa y sal en el semáforo nutricional se obtuvieron los siguientes resultados: Azúcar (Bajo), Grasa (Bajo) y Sal (Medio).

3.6 Lay-out de la línea de producción de pasta fresca libre de gluten

En la tabla relacional de actividades mostrada en la figura 3.15 se detallan las etapas que intervienen en la elaboración de la pasta fresca libre de gluten; la codificación de color y nomenclatura usadas fue la descrita en las tablas 2.5 y 2.6, respectivamente, en donde se relacionan cada actividad y la motivación correspondiente.

Los datos obtenidos mediante este análisis fueron ingresados en el algoritmo CORELAP. Se obtuvo como resultado un lay-out propuesto para una nueva área como se puede observar en la figura 3.16.

La numeración presentada en la figura 3.16 se relaciona con la numeración de la tabla relacional de actividades (figura 3.15).

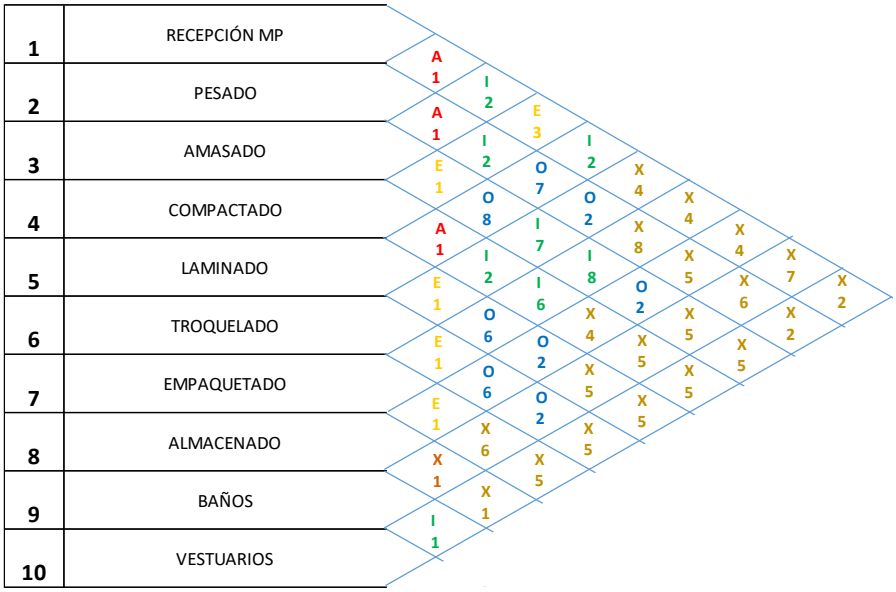


Figura 3.15 Tabla relacional de actividades
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Figura 3.16 Lay-out de la línea de producción de pasta fresca libre de gluten para la elaboración de empanadas generado por el algoritmo "CORELAP"
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

En la figura 3.17 se puede observar la circulación o flujo de materiales, donde las áreas de trabajo están ordenadas de manera que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman los materiales.

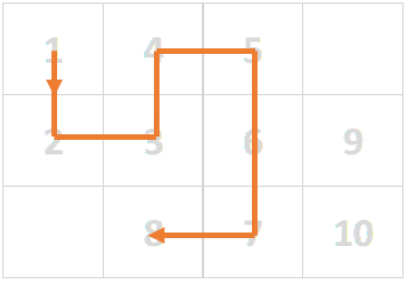


Figura 3.17 Circulación o flujo de materiales en la línea de producción de láminas de pasta fresca libre de gluten para la elaboración de empanadas
Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

La circulación mostrada en la figura 3.17, cumple con el Art. 76 de la Normativa Técnica Sanitaria de Alimentos Procesados (ARCSA, 2016), la cual indica que las diferentes áreas o ambientes deben ser distribuidos y señalizadas siguiendo de preferencia el principio de flujo hacia adelante.

Las áreas 9 y 10 se encuentran fuera de la línea de flujo de materiales, puesto que, las áreas de baños y vestuarios no se incluyen la línea de proceso del producto.

3.7 Costos

Para el cálculo de los costos de producción de láminas de pasta fresca para empanada, se considera: 21 lotes diarios, cada lote de 400 kg lo que es equivalente a producir 457 paquetes de 900g cada uno. El P.V.P. de una unidad que equivale a 900g es de $ 1,71.

3.7.1 Costo de materia prima y material de empaque

Para el cálculo de materia prima se consideraron los costos por 1 kg de cada componente de la formulación. Los costos de materia prima y material de empaque se muestran en el Apéndice H. El costo anual total de materia prima y material de empaque es de $ 150.304,21

3.7.2 Costo de mano de obra directa

Para el cálculo de mano de obra directa se considera el salario básico establecido por el Ministerio de Trabajo en el 2018 de $ 394,00, además de los beneficios sociales del trabajador como el décimo tercer ($ 394,00), y décimo cuarto sueldo ($ 394,00), las aportaciones anuales de mano de obra corresponden al 12,15%.

La jornada laboral de 8 horas se basa en 5 días a la semana, que sería un total de 20 días al mes y 240 días al año. Los costos de mano de obra directa se muestran en el Apéndice I. El costo anual total de mano de obra directa es de $ 66.994,97.

3.7.3 Costo de mano de obra indirecta

Para el cálculo de mano de obra indirecta se considera un salario de $800,00 para un supervisor de producción, además de los beneficios sociales como el décimo tercer ($ 800,00), y décimo cuarto sueldo ($ 394,00), las aportaciones anuales de mano de obra corresponden al 12,15%. La jornada laboral de 8 horas se basa en 5 días a la semana, que sería un total de 20 días al mes y 240 días al año. Los costos de mano de obra indirecta se muestran en el Apéndice J. El costo anual total de mano de obra indirecta es de $ 11.960,40.

3.7.4 Costos y depreciación de equipos

Los costos por los equipos y su depreciación se detallan en la tabla 3.12, el tiempo de vida útil establecido para todos los activos es de 10 años. El valor de depreciación anual es de $ 767,20. Estos costos se pueden observar en el Apéndice K.

3.7.5 Costo de consumo de energía eléctrica

El costo por consumo de energía eléctrica de los equipos que se usarán para la producción de láminas de pasta fresca libre de gluten se muestra en el Apéndice L. El costo anual total es de $ 6.209,33.

3.7.6 Costos por servicios y suministros

Para los costos por servicios y suministros anuales se consideraron los gastos por agua, energía eléctrica y gas. El costo total anual es de $ 11.833,97 detallado en el Apéndice M.

3.7.7 Punto de equilibrio

Para el cálculo del punto de equilibrio se consideraron los datos descritos en la tabla 3.5, en la cual se observan los costos fijos y variables. En la tabla 3.6 se muestra el total de unidades que tienen que ser vendidas para alcanzar el punto

de equilibrio, el valor en unidades es de 142.833, que representa un total de ingresos de $ 244.670,59.

Tabla 3.5 Costos Fijos y Variables

Costos	Total ($)
Fijos	$ 229.259,58
Variables	$ 11.833,97

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

Tabla 3.6 Punto de equilibro

Unidades	Valor
142.833	$ 244.670,59

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

3.7.8 Flujo de caja

En el Apéndice N, se detallan los datos necesarios para el cálculo del valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR). Analizando los valores obtenidos se observa que el proyecto es rentable ya que el valor de VAN es positivo ($ 107.365,40) y la TIR (40%) es mayor a la tasa de descuento (10%).

Con los datos obtenidos en el flujo de caja de la tabla 3.15 (Apéndice N) se puede hacer un análisis para conocer el plazo de recuperación de la inversión. En la tabla 3.7 se muestra que el periodo de recuperación es de 2,27 años, aplicando la ecuación 3.1.

Tabla 3.7 Periodo de recuperación

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo Neto	$ (10.000,00)	$ (39.718,17)	$ (25.627,15)	$ (10.126,77)	$ 6.923,00	$ 285.917,35
Flujo Acumulado	$ (10.000,00)	$ (49.718,17)	$ (75.345,32)	$ (85.472,09)	$ (78.549,08)	$ 207.368,27

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

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

$$Periodo\ de\ recuperación = 2 + \frac{78.549{,}08}{285.917{,}35}$$

$$Periodo\ de\ recuperación = 2{,}27\ años \approx 2\ años, 3\ meses$$

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Para el diseño mezclas se aplicó el método “Simplex – Lattice” donde se obtuvieron las diferentes formulaciones y a partir de ellas la óptima de acuerdo con la restricción de la variable de respuesta humedad. La formulación final contiene: agua (20%), huevo (3%) y goma xanthan (3%).
- Las formulaciones obtenidas fueron caracterizadas por el parámetro de humedad, donde se buscó que cumpliera con lo establecido en la normativa INEN 1375, que indica que el contenido de humedad no debe superar el 28%.
- En el parámetro de calidad para aceptación del consumidor se realizó la evaluación sensorial donde se obtuvo como resultado un nivel alto de aceptabilidad de 72% y preferencia de 54% para la formulación final aprobada.
- Se determinó la distribución más adecuada para el proceso productivo de las láminas de pasta fresca libre de gluten, que cumple con las condiciones establecidas en el Art. 76 de la Normativa Técnica Sanitaria de Alimentos Procesados.
- El diseño de una formulación de láminas de pasta fresca libre gluten para la elaboración de empanadas es factible y viable, debido a la disponibilidad de la materia prima y equipos.
- Se estimó una producción anual de 109.680 paquetes de pasta fresca libre de gluten donde el precio de venta al público sugerido es de $1,71, siendo accesible y competitivo en el mercado local. Determinando la rentabilidad del producto propuesto mediante un análisis de flujo de caja, se obtuvo un valor del VAN de $107.365,40 y un TIR de 40% con un periodo de recuperación de 2,27 años para una inversión de $10.000.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio de vida útil del producto para establecer el tiempo de consumo máximo.
- Estudiar el uso de otras materias primas como el sorgo, la quinua, el garbanzo y el amaranto como sustitutos de la harina de trigo en masas libres de gluten y la evaluación del sabor y propiedades de textura.
- Evaluar el efecto de mezclas de varios hidrocoloides sobre las propiedades reológicas y de textura de las láminas sin gluten para mejorar las propiedades viscoelásticas de la pasta fresca.

BIBLIOGRAFÍA

Alamprese, C., Casiraghi, E., & Rossi, M. (2009). Modeling of fresh egg pasta characteristics for egg content and albumen to yolk ratio. *Journal of Food Engineering*, *93*(3), 302–307. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.025

ARCSA. (2016). *Normativa Técnica Sanitaria de Alimentos Procesados*.

Bagolin do Nascimento, A., Medeiros, G., Dos Anjos, A., & Teixeira, E. (2014). Availability, cost and nutritional composition of gluten-free products. *Emerald Insight*, *116*(12), 1842–1852. https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2013-0131

Cobos-Quevedo, O., Hernández-Hernández, G., & Remes-Troche, J. (2017). Trastornos relacionados con el gluten: panorama actual. *Med Int Méx*, *33*(4), 487–502.

Espino-Manzano, S., Güemes-Vera, N., & Chanona-Pérez, J. (2015). Influence of Oxalis tuberosa pregelatinized flour on rheological properties of gluten-free dough and quality of pan bread. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, *1*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.29057/icap.v1i1.979

Finnie, S., Brovelli, V., & Nelson, D. (2019). *Sprouted Grains*. *Sprouted grains as a food ingredient*. Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811525-1.00006-3

Gallagher, E., Gormley, T., & Arendt, E. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, *15*(3–4), 143–152.

García, M. E., Zaritzky, N., & Califano, A. (2005). Effect of composition on rheological properties of gluten-free dough disk for “Empanadas.” *Centro de Investigación y Desarrollo En Criotecnología de Alimentos*, (January).

Gomes, M. T. M. S., & Pelegrine, D. H. G. (2012). Solubility of egg white proteins: Effect of pH and temperature. *International Journal of Food Engineering*, *8*(3).

Heidy, M., Wilches, M. J., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de

metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Scientia et Technica*, *XVI*(49), 63–68.

Hleap, J., & Velasco, V. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tipalia roja (Oreochromis sp.). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, *7*(2), 46–56.

Horstmann, S. W., Lynch, K. M., & Arendt, E. K. (2017). Starch Characteristics Linked to Gluten-Free Products. *Foods*, *6*(29), 1–21. https://doi.org/10.3390/foods6040029

Houben, A., Hochstotter, A., & Becker, T. (2012). Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. *Eur Food Res Technol*, *235*(2), 195–208. https://doi.org/10.1007/s00217-012-1720-0

INEN. (2000). *NTE INEN 1375 (2000)(Spanish): Pastas alimenticias o fideos. Requisitos* (Vol. Primera Ed). Recuperado de https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2145.2000.pdf

LAMINCHILE, S. A. (2013). La Chilenita.

Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., & Califano, A. (2016). Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT - Food Science and Technology*. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.039

Lasa, A., Fernández-Gil, M. P., Bustamante, M. Á., & Miranda, J. (2017). Nutritional and Sensorial Aspects of Gluten - - Free Products. In *Nutritional and Analytical Approaches of Gluten-Free Diet in Celiac Disease* (pp. 59–78). https://doi.org/10.1007/978-3-319-53342-1

Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Preference Testing. In *Sensory Evaluation of Food* (pp. 303–324). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, *79*(79), 1033–1047. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032

Lezcano, E. (2010). *Discos de masa*. Buenos Aires. Recuperado de http://www.alimentosargentinos.gob.ar

López, C., Pereira, J., & Roberto, G. (2004). Flour Mixture of Rice Flour , Corn and Cassava Starch in the Production of Gluten-Free White Bread. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *47*(March), 63–70.

Lorenzo, G., Zaritzky, N., & Califano, A. (2008). Optimization of non-fermented gluten-free dough composition based on rheological behavior for industrial production of “empanadas” and pie-crusts. *Journal of Cereal Science*, *48*, 224–231. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.09.003

Mahmoud, R. M., Yousif, E. I., Gadalah, M. G. E., & Alawneh, A. R. (2013). Formulations and quality characterization of gluten-free Egyptian balady flat bread. *Annals of Agricultural Sciences*, *58*(1), 19–25. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2013.01.004

Padalino, L., Conte, A., & Alessandro, M. (2016). Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread. *Foods*, *5*(87), 1–18. https://doi.org/10.3390/foods5040087

Reimundo, D. A. (2017). *La innovación de productos alternativos a la harina de trigo a base de harina de arroz y soya para la enfermedad celíaca*. Universidad Regional Autónoma De Los Andes.

Sánchez, H., & Osella, C. (2006). Optimization of Gluten-Free Bread Prepared from Cornstarch, Rice Flour, and Cassava Starch. *Journal of Food Science*, *67*(July), 415–419. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11420.x

Sandoval, G. A., Álvarez, M., Paredes, D., & Brito, S. (2011). Manual de elaboración de pasta alimenticias. *Universidad Técnica de Ambato*. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2012.09.022

Schoenlechner, R., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2005). Pasta production from the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat. In S. Cauvin, S. Salmon, & L. Young (Eds.), *Using Cereal Science and Technology for the Benefit of Consumers* (pp. 78–81). Food Science, Techonology and Nutrition.

Sciarini, L. (2011). *Estudio del efecto de diferentes aditivos sobre la calidad y la conservación de panes libres de gluten*. Universidad de La Plata.

Zannini, E., Jones, J. A., Zannini, E., Jones, J. M., Renzetti, S., & Arendt, E. K. (2012). Functional Replacements for Gluten. *Annual Review of Food Science and Technology*, *3*(December), 227–245. https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101203

APÉNDICES

APÉNDICE A

Composición de macronutrientes de granos que contienen gluten y no contienen gluten de acuerdo con las bases de datos de composición de alimentos del USDA (Lasa et al., 2017)

	Granos que contienen gluten					Granos que no contienen gluten						
	Unidades	Trigo, blanco duro	Grano de centeno	Cebada, perlada, cruda	Avena	Grano de maíz, amarillo	Arroz, blanco, grano largo, regular, crudo, no enriquecido	Grano de amaranto, sin cocer	Quinua, sin cocer	Grano de sorgo	Mijo crudo	Trigo sarraceno
Agua	g	9,57	10,60	10,09	8,22	10,91	11,62	11,29	13,28	12,40	8,67	9,75
Energía	Kcal	342	338	352	389	361	365	371	368	329	378	343
Proteína	g	11,31	10,34	9,91	16,89	6,93	7,13	13,56	14,12	10,62	11,02	13,25
Carbohidratos	g	75,90	75,86	77,72	66,27	76,85	79,95	65,25	64,16	72,09	72,85	71,50
Fibra dietaria total	g	12,2	15,1	15,6	10,6	7,3	1,3	6,7	7,0	6,7	8,5	10,0
Azúcares totales	g	0,41	0,98	0,80	-	0,64	0,12	1,69	-	2,53	-	-
Lípidos totales (grasa)	g	1,71	1,63	1,16	6,90	3,40	0,66	7,02	6,07	3,46	4,22	3,40
Ácidos Grasos saturados totales	g	0,27	0,19	0,24	1,21	0,54	0,18	1,45	0,70	0,61	0,72	0,74
Ácidos Grasos insaturados totales	g	0,20	0,20	0,14	2,17	1,01	0,20	1,68	1,61	1,13	0,77	1,04
Ácidos Grasos poliinsaturados totales	g	0,75	0,76	0,56	2,53	1,75	0,17	2,77	3,29	1,55	2,13	1,03

Composición de micronutrientes de granos que contienen gluten y no contienen gluten de acuerdo con las bases de datos de composición de alimentos del USDA (Lasa et al., 2017)

	Granos que contienen gluten					Granos que no contienen gluten						
	Unidades	Trigo, blanco duro	Grano de centeno	Cebada, perlada, cruda	Avena	Grano de maíz, amarillo	Arroz, blanco, grano largo, regular, crudo, no enriquecido	Grano de amaranto, sin cocer	Quinua, sin cocer	Grano de sorgo	Mijo crudo	Trigo sarraceno
Minerales												
Calcio	mg	32	24	29	54	7	28	159	47	13	8	18
Hierro	mg	4,56	2,63	2,50	4,72	2,38	0,8	7,61	4,57	3,36	3,01	2,20
Magnesio	mg	93	110	79	177	93	25	248	197	165	114	231
Fósforo	mg	355	332	221	523	272	115	557	457	289	285	347
Potasio	mg	432	510	280	429	315	115	508	563	363	195	460
Sodio	mg	2	2	9	2	5	5	4	5	2	5	1
Zinc	mg	3,33	2,65	2,13	3,97	1,73	1,09	2,87	3,10	1,67	1,68	2,40
Vitaminas												
Vitamina C,	mg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,116	-	0,0	0,0	0,0
Tiamina	mg	0,387	0,316	0,191	0,763	0,246	0,070	0,200	0,360	0,637	0,421	0,101
Riboflavina	mg	0,108	0,251	0,114	0,139	0,080	0,049	0,923	0,318	0,184	0,290	0,425
Niacina	mg	4,381	4,270	4,604	0,961	1,900	1,600	0,591	2	7,081	4,270	7,020
Vitamina B6	mg	0,386	0,294	0,260	0,119	0,370	0,164	82	0,487	0,851	0,384	0,210
Folato, DFE	µg	38	38	23	56	25	8	0,00	184	38	85	30
Vitamina B12	µg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Vitamina A,	µg	0	1	1	0	11	0	2	1	0	0	0
Vitamina A	IU	9	11	22	0	214	0	1,19	14	0	0	0
Vitamina E (α – tocoferol)	mg	1,01	0,85	0,02	-	0,42	0,11	0,0	2,44	0,96	0,05	-
Vitamina D (D2 + D3)	µg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	0,0	0,0
Vitamina D	IU	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0
Vitamina K	µg	1,9	5,9	2,2	-	0,3	0,1	0,0	0	-	0,9	-

APÉNDICE B

Fecha:	**HOJA MAESTRA**	Código de la prueba: PGF005

Colocar esta hoja en el área donde serán preparadas las muestras. Codificar las hojas de puntuación con anticipación. Etiquetar los recipientes de las muestras con anticipación.

Tipo de muestra: Pasta fresca sin gluten
Tipo de prueba: Prueba de aceptación

Identificación de la muestra	**Código**
Muestra 1	963
Muestra 2	571

Codificar los recipientes como sigue:

Panelista #	**Orden de presentación**
1, 7, 13, 19, 25, 31,37,43,49	963 – 571
2, 8, 14, 20, 26, 32,38,44,50	571 – 963
3, 9, 15, 21, 27,33,39,45	963 – 571
4, 10, 16, 22, 28, 34,40,46	571 – 963
5, 11, 17, 23, 29,35,41,47	963 – 571
6, 12, 18, 24, 3,36,42,48	571 – 963

1. Etiquetar los recipientes de las muestras para cada panelista
2. Seleccionar los recipientes previamente codificados y colocarlos en una bandeja de izquierda a derecha.
3. Escribir los códigos seleccionados en la planilla de los panelistas.
4. Servir las muestras.

APÉNDICE C

PRUEBA DE ACEPTACIÓN Y PREFERENCIA
PANELISTA #

Nombre: _____ **Fecha:**

INSTRUCCIONES

- Enjuáguese la boca con agua antes de comenzar la prueba y entre cada muestra. Se puede enjuagar en cualquier momento durante la prueba, de ser necesario.
- Degustar y evaluar cada muestra a su propio ritmo, de izquierda a derecha.
- Sólo puede degustar una muestra a la vez.
- No regrese a la muestra anteriormente degustada.

1. Indique con una "X" que tanto le gusta o le disgusta el producto.

	963	571
Me disgusta muchísimo		
Me disgusta mucho		
Me disgusta ligeramente		
Ni me gusta ni me disgusta		
Me gusta ligeramente		
Me gusta mucho		
Me gusta muchísimo		

COMENTARIOS (Justifique por qué le gusta o le disgusta la muestra):

_____
_____
_____
_____

2. ¿Cuál de las dos muestras prefiere? Indique con una X la muestra elegida.

963	571

APÉNDICE D

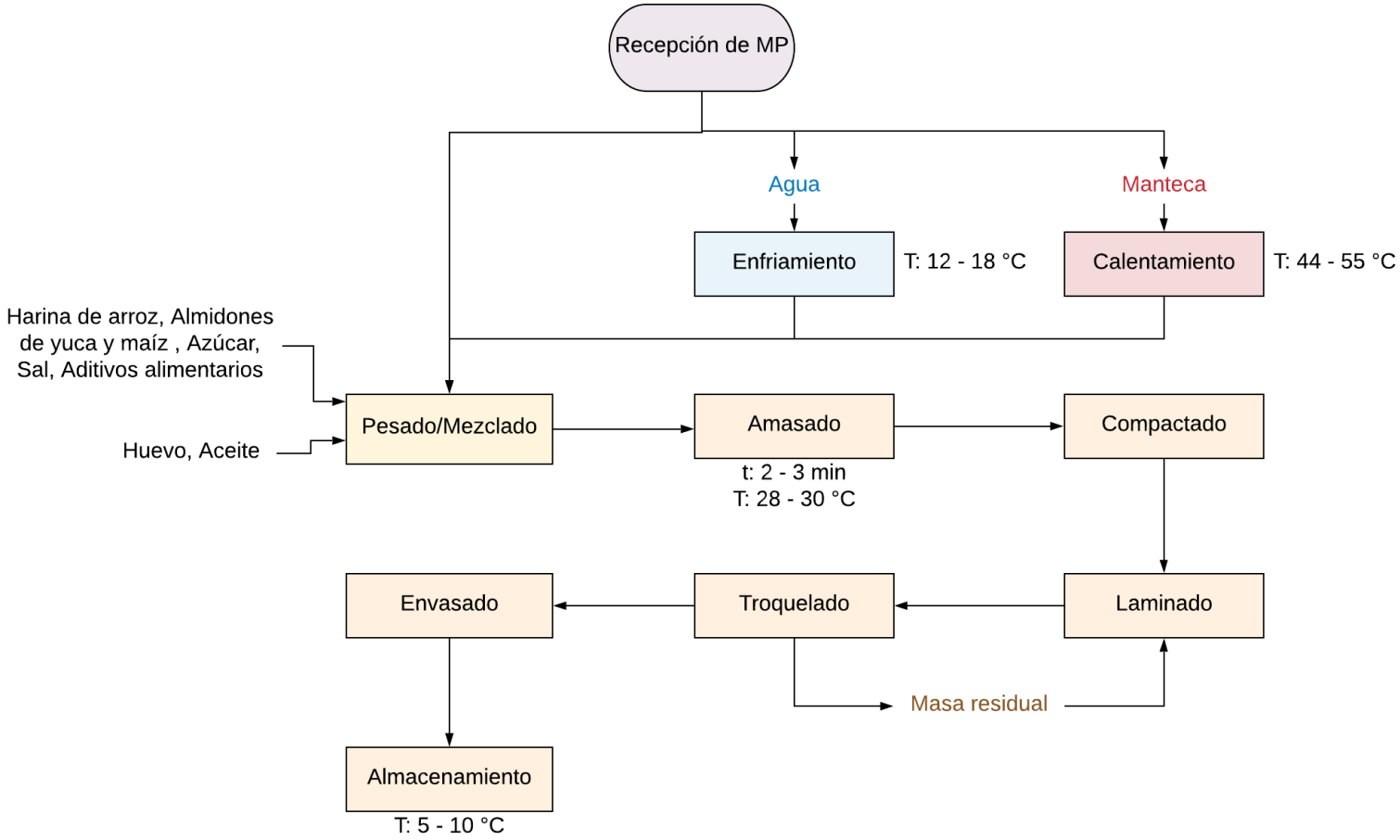
Tabla de Valor mínimo (X) requerido para una preferencia significativa (Lawless & Heymann, 2010)

Table 13.2 Minimum value (X) required for a significant preference

N	X	N	X	N	X
20	15	60	39	100	61
21	16	61	39	105	64
22	17	62	40	110	66
23	17	63	40	115	69
24	18	64	41	120	72
25	18	65	41	125	74
26	19	66	42	130	77
27	20	67	43	135	80
28	20	68	43	140	83
29	21	69	44	145	85
30	21	70	44	150	88
31	22	71	45	155	91
32	23	72	45	160	93
33	23	73	46	165	96
34	24	74	46	170	99
35	24	75	47	175	101
36	25	76	48	180	104
37	25	77	48	185	107
38	26	78	49	190	110
39	27	79	49	195	112
40	27	80	50	200	115
41	28	81	50	225	128
42	28	82	51	250	142
43	29	83	51	275	155
44	29	84	52	300	168
45	30	85	53	325	181
46	31	86	53	350	194
47	31	87	54	375	207
48	32	88	54	400	221
49	32	89	55	425	234
50	33	90	55	450	247
51	34	91	56	475	260
52	34	92	56	500	273
53	35	93	57	550	299
54	35	94	57	600	325
55	36	95	58	650	351
56	36	96	59	700	377
57	37	97	59	800	429
58	37	98	60	900	480
59	38	99	60	1000	532

APÉNDICE E

Diagrama de flujo básico del proceso



Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE F

Dureza (N), Adhesividad (mJ), Longitud Extensibilidad (mm) y Cohesividad (adimensional) de las diferentes formulaciones (1-10). Medias (desviación estándar) y resultado ANOVA

Formulación	Dureza (N)	Adhesividad (mJ)	Longitud Extensibilidad (mm)	Cohesividad (adimensional)
1	0,165 (0,091)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,665 (0,007)[a]	5,485 (0,389)[a]
2	0,270 (0,014)[a]	0,005 (0,007)[a]	0,720 (0,084)[a]	6,090 (8,610)[a]
3	0,235 (0,091)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,630 (0,070)[a]	6,580 (5,520)[a]
4	0,260 (0,042)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,870 (0,156)[a]	2,070 (0,933)[a]
5	0,150 (0,141)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,540 (0,127)[a]	1,490 (2,110)[a]
6	0,315 (0,007)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,670 (0,099)[a]	4,605 (0,077)[a]
7	0,230 (0,084)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,730 (0,156)[a]	9,430 (7,410)[a]
8	0,175 (0,021)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,650 (0,141)[a]	1,820 (2,570)[a]
9	0,270 (0,042)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,650 (0,000)[a]	6,550 (3,440)[a]
10	0,255 (0,049)[a]	0,000 (0,000)[a]	0,665 (0,007)[a]	6,540 (3,070)[a]

Iguales superíndices dentro de una misma columna indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE H

Costo de materia prima y material de empaque

MATERIA PRIMA Y MATERIAL DE EMPAQUE				
Materia Prima	**Proveedor**	**Cantidad**	**Costo (kg)**	**Costo Anual**
Almidón de maíz	Sucesores de Jacobo Paredes M. S.A	1 kg	$ 1,28	$ 43.214,94
Harina de arroz	Pofidel S.A	1 kg	$ 2,10	$ 40.215,27
Almidón de yuca	La Pradera	1 kg	$ 2,00	$ 5.745,04
Agua	Interagua	m^3	$ 0,33	$ 6.319,54
Huevo	Pronaca	30 unidades	$ 2,40	$ 3.830,03
Goma Xanthan	Descalzi	1 kg	$ 3,50	$ 10.053,82
Leche en polvo	Nestlé	1 kg	$ 8,55	$ 24.560,04
Sal	Famosal S.A	1 kg	$ 0,39	$ 885,02
Azúcar	San Carlos	1 kg	$ 0,70	$ 1.320,40
Sorbato de potasio	Descalzi	1 kg	$ 1,00	$ 143,63
Propionato de sodio	Descalzi	1 kg	$ 0,90	$ 215,44
Manteca	Levapan	1 kg	$ 1,94	$ 7.430,25
Aceite Vegetal	Danec	4 L	$ 6,64	$ 6.357,84
Fundas de polietileno de baja densidad	Paraiso	Rollo 125000	$ 12,95	$ 12,95
COSTO TOTAL ANUAL				**$ 150.304,21**

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE I

Costo de mano de obra directa

Mano de Obra Directa	Total de Obreros	Costo Mensual ($)	Costo décimo tercero ($)	Costo décimo cuarto ($)	Costo Aportaciones ($)	Costo Anual sueldo ($)
Recepción de MP	1	$ 394,00	$ 394,00	$ 394,00	$ 574,45	$ 6.090,45
Pesado	1	$ 394,00	$ 394,00	$ 394,00	$ 574,45	$ 6.090,45
Amasado	2	$ 788,00	$ 788,00	$ 788,00	$ 1.148,90	$ 12.180,90
Compactado	1	$ 394,00	$ 394,00	$ 394,00	$ 574,45	$ 6.090,45
Laminado	3	$ 1.182,00	$ 1.182,00	$ 1.182,00	$ 1.723,36	$ 18.271,36
Troquelado	1	$ 394,00	$ 394,00	$ 394,00	$ 574,45	$ 6.090,45
Envasado	2	$ 788,00	$ 788,00	$ 788,00	$ 574,45	$ 6.090,45
Costo total mano de obra directa						**$ 66.994,97**

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE J

Costo de mano de obra indirecta

Mano de Obra Indirecta	Total de Obreros	Costo Mensual ($)	Costo décimo tercero ($)	Costo décimo cuarto ($)	Costo Aportaciones ($)	Costo Anual sueldo ($)
Supervisor de producción	1	$ 800,00	$ 800,00	$394,00	$ 1.166,40	$ 11.960,40
Costo total mano de obra indirecta						**$ 11.960,40**

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE K

Costo y depreciación de equipos

Equipos	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Tiempo de vida útil (años)	Depreciación Anual
Balanza	2	$ 105	$ 210,00	10	$ 21,00
Chiller	1	$ 800	$ 800,00	10	$ 80,00
Reverbero	1	$ 200	$ 200,00	10	$ 20,00
Amasadora de paletas	1	$ 417	$ 417,00	10	$ 41,70
Banda Transportadora para masas	1	$ 215	$ 215,00	10	$ 21,50
Aglomeradora	1	$ 300	$ 300,00	10	$ 30,00
Laminadora	3	$ 1.750	$ 5.250,00	10	$ 525,00
Mesas de acero inoxidable	2	$ 140	$ 280,00	10	$ 28,00
TOTAL			**$ 7.672,00**		**$ 767,20**

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE L

Costo de consumo de energía eléctrica

Equipos	Cantidad	Potencia por Equipo (kW)	Potencia Total por Equipo (KW)	Costo ($/kW-h)	Tiempo de operación batch (h)	kW-h por batch	Costo por batch ($)	Costo por Año ($)
Balanza	2	0,22	0,44	$ 0,09	0,3	0,132	$ 0,01	$ 59,88
Chiller	1	9,4	9,4	$ 0,09	0,3	2,82	$ 0,25	$ 1.279,15
Amasadora de paletas	1	2,24	2,24	$ 0,09	0,3	0,672	$ 0,06	$ 304,82
Banda Transportadora para masas	1	6,71	6,71	$ 0,09	0,3	2,013	$ 0,18	$ 913,10
Aglomeradora	1	6,71	6,71	$ 0,09	0,3	2,013	$ 0,18	$ 913,10
Laminadora	3	6,71	20,13	$ 0,09	0,3	6,039	$ 0,54	$ 2.739,29
TOTAL								**$ 6.209,33**

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE M

Costos por servicios y suministros

Servicios	Unidad	Consumo por batch	Costo/Unidad ($)	Costo por batch ($)	Costo por Año ($)
Energía eléctrica	kw-h	45,63	$ 0,09	$ 4,11	$ 6.209,33
Agua	m^3	3	$ 0,33	$ 0,99	$ 4.989,60
Gas	Kg	0,63	$ 0,20	$ 0,13	$ 635,04
Total			$ 0,62	$ 5,22	**$ 11.833,97**

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE N

Flujo de caja anual

Ventas		$ 187.880,26	$ 206.668,29	$ 227.335,46	$ 250.068,49	$ 275.074,65
Costos Fijos		$ 229.259,58	$ 229.259,58	$ 229.259,58	$ 229.259,58	$ 229.259,58
Costos variables		$ 11.833,97	$ 11.833,97	$ 11.833,97	$ 11.833,97	$ 11.833,97
Depreciación		$ 767,20	$ 767,20	$ 767,20	$ 767,20	$ 767,20
Utilidad antes de Impuestos		$ (53.980,49)	$ (35.192,46)	$ (14.525,29)	$ 8.207,74	$ 33.213,90
Tasa de Impuestos (25%)		$ (13.495,12)	$ (8.798,12)	$ (3.631,32)	$ 2.051,93	$ 8.303,48
Utilidad Neta		$ (40.485,37)	$ (26.394,35)	$ (10.893,97)	$6.155,80	$24.910,43
Inversión	$ -					
Activos	$ 7.672					
Inv. Capital de Trabajo	$ 10.000,00					$ (10.000,00)
Depreciación		$ 767,20	$ 767,20	$ 767,20	$ 767,20	$ 767,20
Ingreso neto venta de AF						$ 1.135,46
Valor de Desecho Económico						$249.104,27
Flujo de Caja Neto	$ (10.000,00)	$ (39.718,17)	$ (25.627,15)	$ (10.126,77)	$ 6.923,00	$ 285.917,35
Tasa de Descuento	10,0%					
VAN	**$ 107.365,40**					
TIR	**40%**					

Elaborado por: Franco & Moreano, 2019

APÉNDICE O

INFORME DE COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Fecha de Informe:	06/08/2019	Orden:	4707	N° de Informe:	4254-19	Página:	1/3

INFORMACIÓN DEL CLIENTE:	
Nombre:	LAMINADOS INDUSTRIAL LA CHILENITA LAMINCHILE S.A.
Dirección:	MAPASINGUE OESTE AV. 3ERA ENTRE CALLE 3ERA Y 4TA
Teléfono:	5039720

DATOS DE LA MUESTRA					
Nombre del producto:	PASTA FRESCA LIBRE DE GLUTEN "PASTA FRESCA SIN GLUTEN"				
Código de Laboratorio:	CG-FN-323-22-07-19	Fecha de recepción:	22/7/2019	Muestreo:	Realizado por el cliente
Información proporcionada por el cliente					
Lote:	001	Fecha de Elab.	22/7/2019	Fecha de Exp.	5/8/2019
Contenido Declarado:	900 g	Porción:	35 g	Conservación	Refrigeración 5°C

RESULTADOS				
Fecha de Análisis:	23/7/2019-29/7/2019	N°Página R 38-5.10:	AAS-1709/FN-5308/HPLC-1599	
Condiciones Ambientales:	Temperatura:	20-30°C	Humedad Relativa:	60-80%

Composición Nutricional

Parámetros	Unidad	Resultados	Método de Referencia
Humedad	g/100g	29,11	AOAC 20TH 926.07
Cenizas	g/100g	2,99	AOAC 20TH 925.11
Grasa total	g/100g	9,14	AOAC 20TH 925.12
Proteína (N x 6,25)	g/100g	2,94	AOAC 20TH 930.25
Carbohidratos totales por diferencia	g/100g	55,82	MMQ-198
Energía	kcal/100 g	317,30	MMQ-114
Energía	kJ/100 g	1329,49	MMQ-114
Azúcares totales por Inversión	g/100g	3,16	MMQ-108
Sodio	mg/100g	1094,09	MMQ-AAS-22 AOAC 20TH 985.35 MODIFICADO
Colesterol	mg/100g	10,65	MMQ-HPLC-03
Ácidos grasos saturados	g/100g	4,08	MMQ-HPLC-09
Ácidos grasos mono insaturados	g/100g	3,45	MMQ-HPLC-09
Ácidos grasos poli insaturados	g/100g	1,61	MMQ-HPLC-09
Omega 3	g/100g	0,09	MMQ-HPLC-09
Omega 6	g/100g	1,51	MMQ-HPLC-09
Ácidos grasos trans	g/100g	0,04	MMQ-HPLC-09

Información Nutricional reportada de acuerdo a los requisitos de la Norma INEN 1334-2:2011.

PASTA FRESCA LIBRE DE GLUTEN "PASTA FRESCA SIN GLUTEN"

Información Nutricional

Contenido de envase:	900 g
Tamaño por porción:	35 g
Porciones por envase:	Aprox. 26

Cantidad por porción			**% VDR***
Energía Total (Calorías):	461 kJ (110 kcal)		6%
Energía de grasa (Calorías):	105 kJ (25 kcal)		---

				% VDR *
Grasa total		3,0	g	5%
Grasa saturada		1,5	g	8%
Ácidos grasos trans		0,0	g	---
Ácidos grasos monoinsaturados		1,0	g	---
Ácidos grasos poliinsaturados		0,5	g	---
Colesterol	menos de	5	mg	2%
Sodio		380	mg	16%
Carbohidratos totales		20	g	7%
Azúcares		1	g	---
Proteína		1	g	2%

*%VDR = % valor diario recomendado para una dieta de 8380 kJ (2000 kcal)
El VDR puede variar en cada persona dependiendo de sus necesidades calóricas
Calorías por gramo: • Carbohidratos 4 • Proteínas 4 • Grasa 9
Nota: 4,19 kJ = 1 Cal = 1 kcal

Formato de acuerdo a la norma INEN 1334-2 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional