

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Aprovechamiento de residuos de tostones de banano hawaiano (Hua
Moa) para el desarrollo de discos de empanada”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Alimentos

Presentado por:

Mayte Guadalupe García Arana

Johanna Estefanía Pita García

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

A Dios, pilar fundamental en mi vida y en quién he encontrado consuelo cuando más lo necesité.

A mis padres y hermanos, quienes me acompañaron en el transcurso de la carrera y me brindaron su apoyo incondicional.

A mi tía Viviana, quien siempre está pendiente de nosotros y nos quiere como suyos.

A mí, por no rendirme y seguir hasta lograr lo anhelado. Gracias.

Mayté Guadalupe García Arana

A Dios, a quien debo toda mi vida y mis victorias.

A mis padres, Juan Carlos y Germania, que son la principal motivación para superarme y a quienes ansío retribuir todos sus sacrificios.

A mis abuelitos, que son las personas por las que existo y siempre vivirán en mí.

A mis hermanos, Pedro, Jeannette y Jennifer, de quienes espero ser ejemplo a seguir y con los que deseo compartir todas mis luchas y alegrías.

Johanna Estefanía Pita García

AGRADECIMIENTO

Mis más grandes agradecimientos a toda mi familia por su apoyo. A nuestro tutor de tesis, PhD Héctor Palacios. Al PhD Sócrates Palacios, por su tiempo y la ayuda académica brindada. Finalmente, a mi compañera de tesis, por su apoyo y esfuerzo a nuestro proyecto.

Mayté Guadalupe García Arana

A Dios y a la mater, por haber puesto un sueño en mi corazón y por darme las capacidades y la fortaleza para no desistir en las adversidades. A mis padres, por su amor, paciencia, soporte y apoyo incondicional. A mis hermanas, Jeannette y Jennifer, por creer en mí, por ser refugio y compañía, por animarme siempre. A mi compañera Mayte por su entrega, paciencia y dedicación. A mis amigos. A todos mis profesores. A nuestro tutor, PhD. Héctor Palacios, por su guía y ayuda. Al PhD. Sócrates Palacios por su aporte en la culminación de este proyecto.

Johanna Estefanía Pita García

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Mayté Guadalupe García Arana* y *Johanna Estefanía Pita García* y 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”



Mayté Guadalupe
García Arana



Johanna Estefanía Pita
García

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:

**HAYDEE DEL
ROCIO TORRES
CAMBA**

MSc. Haydeé Torres Camba

PROFESOR DE LA MATERIA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Héctor Palacios Cabrera', located above the printed name of the PhD. Héctor Palacios Cabrera.

PhD. Héctor Palacios Cabrera

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Debido a la preocupación mundial por la pérdida de alimentos es imprescindible proponer alternativas sostenibles que permitan el aprovechamiento de estos residuos, generando alimentos nutritivos e inocuos que mejoren la seguridad alimentaria. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar discos de empanada mediante la obtención y utilización de harina de banano hawaiano para el aprovechamiento de residuos de la industrialización de tostones. La metodología constó del planteamiento de un diseño experimental de mezclas Simplex Lattice, en el cual se generaron 10 formulaciones con restricciones de harina de banano hawaiano (40-52%), agua (23-35%) y almidón de maíz (7-19%). La formulación óptima de los discos de empanada se seleccionó analizando diferencias significativas ($p < 0.05$) de los parámetros de textura (elasticidad, extensibilidad, dureza, adhesividad y cohesividad) con 2 referencias comerciales a base de trigo. La aceptación del producto final en general, así como de sus atributos de olor, color y sabor, se determinó con una prueba sensorial afectiva a 40 panelistas. Adicionalmente, se estimó el precio de venta al público. Los resultados de la optimización revelaron que la utilización de 44% de harina de banano, 31% de agua y 7% almidón produjo una masa con dureza, extensibilidad y elasticidad comparable a las muestras de referencia comercial. La aceptación (general, sabor y olor) del producto final obtuvo un nivel de agrado correspondiente a “me gusta bastante” con un nivel de confianza del 95%. Finalmente, se estimó un precio sugerido de \$ 3.33.

Palabras claves: Banano Hawaiano Hua Moa, aprovechamiento de residuos, discos de empanada, libre de gluten, perfil de textura.

ABSTRACT

Due to the global concern about the loss of food, it is essential to propose sustainable alternatives that allow the use of this waste, generating nutritious and safe food that improves food security. On account of this, the objective of the present work was to develop empanada discs by obtaining and using Hawaiian banana flour for the use of residues from the industrialization of tostones. The methodology consisted in the approach of an experimental Simplex Lattice mixture design, in which 10 formulations were generated with restrictions of hawaiian banana flour (40-52%), water (23-35%) and corn starch (7-19%). The optimal formulation of the empanada discs was selected by analyzing significant differences ($p < 0.05$) of the texture parameters (elasticity, extensibility, hardness, adhesiveness and cohesiveness) with 2 commercial references based on wheat. Acceptance of the final product in general, as well as its attributes of smell, color, and flavor, was determined with an affective sensory test on 40 panelists. Additionally, the retail price was estimated. The optimization results revealed that the use of 44% banana flour, 31% water and 7% starch produced a dough with hardness, extensibility and elasticity comparable to the commercial reference samples. The acceptance (general, taste and smell) of the final product obtained a satisfaction level corresponding to "I like it a lot" with a confidence level of 95%. Finally, a suggested price of \$ 3.33 was estimated.

Keywords: *Hawaiian banana Hua Moa, waste management, empanada discs, gluten free, texture profile.*

INDICE

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
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	3
1.4.1 Banano	3
1.4.2 Harina.....	6
1.4.3 Empanadas	7
1.4.4 Propiedades texturales de masas	8
1.4.5 Agentes mejoradores de textura en productos libres de gluten.....	9
CAPÍTULO 2.....	10
2. METODOLOGÍA	10
2.1 Materiales	10
2.2 Obtención de harina de banano hawaiano (Hua Moa).....	10
2.3 Caracterización de harina de banano hawaiano	10
2.3.1 Determinación de humedad	10
2.3.2 Medición de actividad de agua (Aw).....	11

2.4	Formulación de discos de empanada	12
2.4.1	Ensayos preliminares	12
2.4.2	Diseño de experimentos	13
2.4.3	Análisis estadístico	14
2.5	Análisis sensorial	14
2.6	Distribución de la línea de producción	16
2.6.1	Diagramas de proceso	16
2.6.2	Lay-out	16
2.7	Estimación de costos	19
2.7.1	Producción estimada	19
2.7.2	Estimación de costos de inversión	19
2.7.3	Estimación de costos de producción	19
2.7.4	Punto de equilibrio	20
2.7.5	Análisis financiero	20
CAPÍTULO 3.....		22
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	22
3.1	Caracterización de la harina de banano hawaiano	22
3.1.1	Humedad	22
3.1.2	Actividad de agua	22
3.1.3	Análisis de Textura	22
3.1.4	Análisis estadístico	25
3.2	Análisis sensorial	26
3.3	Distribución de la línea de producción	28
3.3.1	Diagramas de proceso	28
3.3.2	Lay-out de la línea de producción	32
3.4	Estimación de costos	34
3.4.1	Producción estimada	34

3.4.2	Estimación de costos de inversión	34
3.4.3	Estimación de costos de producción	34
3.4.4	Punto de equilibrio.....	35
3.4.5	Análisis financiero.....	35
CAPÍTULO 4.....		38
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
4.1	Conclusiones	38
4.2	Recomendaciones	38
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
MAG	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
NTC	Norma Técnica Colombiana
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
AOAC	Association of Official Analytic Chemists
CORELAP	Computerized Relationship Layout Planning
TPA	Análisis de Perfil de Textura
SD	Desviación Estándar
P.V.P	Precio de Venta al Público
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
PRI	Periodo de Recuperación de Inversión

SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramo
g	Gramo
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m ²	Metro Cuadrado
Tm	Tonelada métrica
N	Newton
mJ	Milijoule
s	Segundo
min	Minuto
h	Hora
Kw	Kilowatts
°C	Grados Centígrados
m/s	Metros sobre segundos
m/m	Masa/masa

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable elasticidad	22
Figura 3.2 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable extensibilidad	23
Figura 3.3 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable dureza	23
Figura 3.4 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable adhesividad ..	24
Figura 3.5 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable cohesividad ..	24
Figura 3.6 Diagrama circular de la intención de compra del producto	27
Figura 3.7 Diagrama de barra de rango de precios	28
Figura 3.8 Diagrama de barra para frecuencia de consumo del producto	28
Figura 3.9 Diagrama de flujo de proceso para la producción de harina de banano hawaiano	29
Figura 3.10 Diagrama de flujo de proceso para la producción de discos de empanada de banano hawaiano	30
Figura 3.11 Diagrama de ingeniería de proceso para la producción de harina de banano hawaiano	31
Figura 3.12 Diagrama de ingeniería de proceso para la producción de discos de empanada.....	31
Figura 3.13 Diagrama de relación de actividades.....	32
Figura 3.14 Distribución de la línea de producción mediante el software CORELAP	33
Figura 3.15 Interpretación de la numeración de la distribución de CORELAP	33
Figura 3.16 Interpretación de la distribución mejorada de CORELAP	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Requisitos fisicoquímicos para harina de banano.....	7
Tabla 2.1 Formulación base para masa de discos de empanada	12
Tabla 2.2 Restricciones de los factores de estudio	13
Tabla 2.3 Escala hedónica para el análisis sensorial de los discos de empanada	15
Tabla 2.4 Codificaciones para la valoración de necesidad de proximidad.....	18
Tabla 2.5 Ponderaciones para las clasificaciones totales.....	18
Tabla 3.1 Contenido de humedad de harina de banano hawaiano	22
Tabla 3.2 Actividad de agua de harina de banano hawaiano	22
Tabla 3.3 Parámetros de Textura	25
Tabla 3.4 Resultados de la prueba de signos para 1 muestra de cada atributo evaluado	27
Tabla 3.5 Costos de producción	34

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAG), el Ecuador cuenta con 162,236 hectáreas en las que se siembra banano y existen alrededor de 4,473 productores que se concentran en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos (MCE, 2017). El banano cultivado se destina al consumo como fruta fresca, a la exportación o a la producción de puré de banano, harina de banano, banano deshidratado, chifles, tostones congelados, almidones, entre otros (Jaramillo, 2012). Sin embargo, la exportación e industrialización del banano genera entre 15-25% de pérdidas, ya sean residuos de la siembra (229,360 Tm al año), frutos que no cumplen con parámetros de calidad (150,000 Tm al año) o mermas del procesamiento (Ortega, 2016; Medranda y Soledispa, 2019; Prado, 2020).

Las pérdidas en la cadena alimentaria son de gran preocupación debido a que ocasionan contaminación ambiental, además de representar el desaprovechamiento de una gran cantidad de materia prima (Ortega, 2016). Con el crecimiento de la industria agroalimentaria y la consecuente generación de residuos, es de extrema importancia evaluar la transformación de estos materiales en subproductos de alto valor agregado, con la calidad e inocuidad suficiente para otras aplicaciones industriales (Padam *et al.*, 2014). De esta manera, se aprovecharían eficientemente los residuos agroindustriales infrutilizados, obteniendo beneficios económicos y mitigando impactos ambientales (Vargas *et al.*, 2018).

La harina de banano es uno de los principales subproductos de alto valor agregado ya que, por su baja actividad de agua, posee un largo tiempo de vida útil. Además, últimamente, la demanda de este producto ha incrementado en un 4.1% en la industria de panificación y pastas, ya que puede ser utilizada como materia prima sustituta de la harina de trigo (Singh *et al.*, 2018; Ibarra *et al.*, 2020). Las empanadas son masas alimenticias frescas que se rellenan y se consumen fritas u horneadas. Es una comida típica de América Latina y tradicionalmente se elaboran a partir de harina de trigo, grasa y agua, aunque también pueden ser preparadas empleando harina de maíz y plátano cocido (Lorenzo *et al.*, 2008).

A pesar de que se ha estudiado el desarrollo de discos de empanadas a partir de harinas y almidones de maíz y yuca, la producción industrial de este alimento se realiza a base de harina de trigo (Franco y Moreano, 2019; Lorenzo *et al.*, 2008; García *et al.*, 2005; Lupano, 2003). Adicionalmente, no se han encontrado trabajos investigativos en los que se desarrolle masa de empanada empleando como materia prima harina de banano hawaiano, por lo cual el objetivo de este proyecto es desarrollar discos de empanada aprovechando residuos procedentes de la producción de tostones de banano hawaiano.

1.1 Descripción del problema

La empresa Exagrocent S.A., ubicada en el cantón El Triunfo, Ecuador, se dedica a la exportación de banano hawaiano (Hua Moa) hacia Estados Unidos y a la producción industrial de tostones a partir del mismo fruto. Durante el procesamiento, el corazón del banano hawaiano, que consta de pulpa y semillas, sufre un oscurecimiento cuando entra en contacto con agua y aceite, afectando la calidad sensorial del producto terminado. Por tal motivo, posterior a las etapas de pelado y cortado, se retira el corazón, que representa el 15% del banano. A estos residuos, se integran dedos de banano pequeño que conforman una cantidad considerable materia prima que no es aprovechada y que podría conllevar una pérdida económica importante. La empresa procesa semanalmente alrededor de 40 toneladas de tostones de banano hawaiano, generándose un promedio de 2 o 3 toneladas de residuos a los cuales se busca dar valor agregado.

1.2 Justificación del problema

Las empanadas de verde son un alimento tradicional en Ecuador, pero actualmente no existe en el mercado una propuesta de discos de empanadas de verde elaborados industrialmente. Este alimento, al ser industrializado, sería una opción atractiva e innovadora para los consumidores quienes, por el ritmo de vida acelerado, se interesan cada vez más en alimentos de fácil preparación. Adicionalmente, cabe destacar que este producto no sólo resultaría una opción práctica para los consumidores en general, sino que también sería una alternativa ideal para personas que padecen enfermedad

celiaca y se ven privados de consumir empanadas, que habitualmente son producidas a base de harina de trigo. En un mundo en el que la población aumenta aceleradamente y no se cuenta con recursos naturales ilimitados, la pérdida de alimentos se ha convertido en una preocupación a nivel global. Así, es imprescindible proponer alternativas sostenibles para producir suficientes alimentos nutritivos e inocuos que combatan el hambre y mejoren la seguridad alimentaria, al mismo tiempo en el que se reduce la cantidad de desperdicios. Por tal razón, mediante la transformación de los residuos de banano hawaiano en harina, se pretende desarrollar una masa de empanada que asemeje propiedades de elasticidad, extensibilidad, cohesividad y adhesividad, propias de la masa de empanadas de trigo. También se busca lograr un producto de calidad sensorial que sea agradable al consumidor. De esta manera, se ampliaría la gama de productos que la empresa dispone, aprovechando los residuos que actualmente representan una pérdida.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar discos de empanada mediante la obtención y la utilización de harina de banano hawaiano para el aprovechamiento de los residuos de la industrialización de tostones.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la formulación óptima de los discos de empanada en función del perfil de las propiedades de textura.
2. Evaluar la aceptación del producto aplicando análisis sensorial.
3. Estimar el precio del producto y los costos de producción mediante un análisis de costos.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Banano

1.4.1.1 Generalidades

El banano es, botánicamente, una baya que crece en racimos (Viejó, 2020). A su vez, se conoce como racimo al conjunto de frutos

individuales, o dedos, que crecen y se agrupan en manos a lo largo del tallo de la inflorescencia (Mindiolaza, 2020). La procedencia de este fruto se registra en el sudeste asiático y actualmente se cultiva en más de 130 países tropicales y subtropicales, entre los cuales se destacan India, China, Brasil, Ecuador y Filipinas como principales productores (Montoya, 2020). Algunos de estos países exportan gran parte de su producción de banano, principalmente a países europeos y Estados Unidos (FAO, 2019).

1.4.1.2 Propiedades nutricionales

Este fruto es reconocido por sus beneficios para la salud humana ya que contiene una elevada cantidad de fibra dietética, proteínas y nutrientes como potasio, hierro y calcio (Ahmed *et al.*, 2020). Adicional a ello, es de fácil digestibilidad, tiene bajo contenido de grasa y posee una amplia gama de vitaminas (B12, C, D) y minerales, tanto en la pulpa como en la cáscara (Vieira *et al.*, 2013; Aurore *et al.*, 2009). En estado de maduración verde, el banano posee altos contenidos de almidón resistente que actúa como fibra soluble (Vieira *et al.*, 2013). Por otro lado, no aumenta el nivel de azúcar en sangre, disminuye del apetito y tiene efectos prebióticos (Ahmed *et al.*, 2020).

1.4.1.3 Genotipos

El banano es un fruto que pertenece al género “Musa” de la familia Musaceae, con cerca de 300 especies, de las cuales sólo 20 variedades son aptas para el consumo (Torres *et al.*, 2018). La mayoría de las variedades existentes (diploide, triploide, tetraploide) son descendientes de dos ancestros puros, *Musa acuminata* Colla (AA) y *Musa balbisiana* Colla (BB), que por hibridación y poliploidía han dado origen a los bananos actualmente cultivados (Montoya, 2020; Vieira da Mota *et al.*, 2000).

Los principales grupos de genomas son AA, AB, AAA, AAB y ABB (Dehury *et al.*, 2021). Estos, a su vez, se agrupan según su “ploidía”

como *Musa acuminata*, *Musa balbisiana* o *Musa acuminata* x *balbisiana*, que también es conocida como *Musa* x *paradisiaca* y representa híbridos (Padam *et al.*, 2014).

1.4.1.4 Banano hawaiano Hua Moa

El banano Hua Moa forma parte del subgrupo Maia Maoli – Popoulu, una variedad poco común de plátanos de cocción. Pertenece a la especie *Musa acuminata* y al triploide AAB (Crane *et al.*, 1998). La planta es de altura mediana con tallo fino en el que caben de 8 a 10 frutos por mano (Dufour *et al.*, 2009).

Este banano tiene una forma corta, gruesa y con bordes redondeados. Su longitud se encuentra entre 16-20 cm, con un diámetro de 6 cm. También se caracteriza por su sabor ligeramente dulce y suave (Ploetz *et al.*, 2007). El fruto se puede consumir fresco o cocido, y es muy utilizado para hacer plátanos fritos, tradicionalmente conocidos como patacones o tostones. (Ploetz, 2005).

1.4.1.5 Situación actual de residuos de banano

Los tostones de banano hawaiano consisten en trozos de plátanos verdes fritos en aceites. El proceso está conformado por etapas de selección del banano, lavado, pelado, troceado, fritura, formación, congelación, empaque y almacenamiento (Huete *et al.*, 2019). Durante el pelado y cortado se generan la mayor cantidad de residuos sólidos.

En la industria alimentaria estos residuos representan una pérdida económica para las empresas y una amenaza al medio ambiente. Se estima que la biomasa residual de bananos que no cumplen con los requisitos de comercialización varía entre el 10% y 30% de la producción total (Guerrero *et al.*, 2016). De este saldo, una proporción es destinado a alimentación animal, pero existe un gran interés en el aprovechamiento de estos residuos para la generación de productos de valor agregado (Evans *et al.*, 2020).

Entre las alternativas para el destino de los remanentes en la producción de banano están la elaboración de chips de banano, puré, vino, vinagre, harina, entre otros (Singh *et al.*, 2018).

1.4.2 Harina

1.4.2.1 Definición

Se define como harina al polvo fino, libre de cualquier materia extraña o tóxica, que se obtiene de la trituración o molienda de cereales y leguminosas, y cuyas partículas reducidas pueden ser separadas, según su tamaño, por medios mecánicos (Castro *et al.*, 2017).

1.4.2.2 Harina de banano

Es una harina de origen vegetal, resultante de deshidratar y moler la pulpa seca de cualquier variedad de banano verde (ICONTEC, 1991). Se considera el principal subproducto del plátano, ya que es una de las formas más efectivas de preservar este fruto y reducir pérdidas postcosecha (Montoya, 2020). Esto último es debido a la reducción de actividad de agua y las transformaciones que previenen la proliferación de microorganismos e inhiben las actividades enzimáticas responsables de la senescencia de este fruto climatérico (Arisa *et al.*, 2013).

Posee alto contenido de almidón y por ello representa un importante aporte energético (Vieira *et al.*, 2013). También es una excelente fuente de potasio y magnesio, así como de compuestos bioactivos y funcionales que convierten a la harina de banano en una materia prima atractiva para la preparación de productos de panadería, sopas, pastas, coladas, entre otros (Montoya, 2020).

1.4.2.2.1 Requisitos para harina de banano

Según la NTC 2799 (ICONTEC, 1991), la harina de banano debe ser un producto sin aditivos en su composición, y tiene que cumplir con los requisitos expuestos en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Requisitos fisicoquímicos para harina de banano [ICONTEC, 1991]

Parámetro	Límites	
	Mínimo	Máximo
Humedad (%)	-	10.0
Cenizas (%)	-	2.5
Grasa (%)	0.4	1.0
Fibra (%)	-	1.0
Proteínas (%)	2.0	-
Carbohidratos (%)	83.5	-

1.4.2.2.2 Usos de la harina de banano

La harina de banano es aplicada en diferentes áreas de la industria alimentaria como materia prima primaria o secundaria. Debido a sus propiedades nutricionales, es excelente para la producción de alimentos que tienen como función mejorar la salud (Castro *et al.*, 2017). Entre sus aplicaciones también se encuentra su uso como sustituto total o parcial de la harina de trigo en panes y pastas, cuyo mercado objetivo son las personas que sufren intolerancia al gluten (Zandonadi *et al.*, 2012). La harina de banano también se ha utilizado para desarrollar sopas deshidratadas para regímenes alimenticios en los cuales se requieren altos contenidos de fibra dietética y almidón resistente para mejorar la digestibilidad. De igual manera, es utilizado para producir alimentos de bajo índice glucémico para diabéticos (Rodrigues *et al.*, 2016). Cabe destacar que la harina de banano como ingrediente en formulaciones mejora la palatabilidad de los productos ya que confiere sabores y texturas características. Por último, también es aplicada para cumplir funciones más complejas, como espesante, emulsificante y sustituto de grasa en geles cárnicos (Castro *et al.*, 2017).

1.4.3 Empanadas

La empanada es un alimento tradicional en América Latina, que se elabora de forma artesanal o industrial (García *et al.*, 2005). Consiste en una lámina

de masa de hojaldre no fermentada, preparada a base de harina de trigo, grasa y agua. Tienen forma circular de 12 cm de diámetro y, una vez rellenas, son selladas en medialuna ejerciendo presión y realizando estrías en los bordes (Lupano, 2003; Lorenzo *et al.*, 2020).

1.4.4 Propiedades texturales de masas

1.4.4.1 Extensibilidad

La extensibilidad es la propiedad que permite que las masas se puedan estirar sin sufrir ruptura. La extensibilidad de las masas se desarrolla durante el proceso de amasado, y no depende únicamente de la presencia de gluten, sino también de la proporción de agua en la formulación de la mezcla (Munteanu *et al.*, 2019).

1.4.4.2 Dureza

La dureza es considerada un parámetro de gran importancia que determina la fuerza máxima requerida para comprimir la masa. Esta propiedad se relaciona al contenido de agua presente en la masa. Por ende, a un menor nivel de humedad, mayor es la fuerza requerida (Nasir *et al.*, 2020).

1.4.4.3 Adhesividad

La adhesividad representa la fuerza requerida para despegar el alimento de una superficie o de la platina de compresión utilizada para el análisis. Esta propiedad reológica es uno de los parámetros que influye en la pegajosidad de un alimento (Olivares, 2016).

1.4.4.4 Cohesividad

La cohesividad mide el grado de deformación de la masa previo a romperse. Esta propiedad reológica está relacionada al nivel de estructura formada entre todos los componentes en la matriz de la masa (Beltrão *et al.*, 2020). La cohesividad de un producto aumenta cuando sus partículas se encuentran más unidas, disminuyendo el desmoronamiento de este (Lojas, 2015).

1.4.5 Agentes mejoradores de textura en productos libres de gluten

El gluten es una proteína presente en la harina de trigo que confiere propiedades viscoelásticas y cohesivas. Su ausencia causa efectos significativos en la textura de las masas y en la calidad del producto final, evidenciándose en una baja cohesión y elasticidad (Cappelli *et al.*, 2020). Por esta razón, aunque la demanda de productos libres de gluten sigue aumentando entre la población celiaca y la tendencia de consumir alimentos funcionales, su desarrollo continúa siendo un importante desafío tecnológico (El Houry *et al.*, 2018).

Entre las alternativas de mejora expuestas en la literatura se encuentra el uso de ingredientes como almidones, hidrocoloides, enzimas, proteínas lácteas y otras sustancias que puedan conceder propiedades viscoelásticas similares a los productos que contienen gluten (Salehi, 2019; Calle *et al.*, 2020; Bourekoua *et al.*, 2018). De este modo se obtienen mejoras en la calidad tecnológica y sensorial de los productos. Los hidrocoloides se presentan como aditivos para masas libre de gluten que asemejan las propiedades viscoelásticas deseadas. Entre los hidrocoloides más empleados en la industria alimentaria se encuentran la goma xantana, goma guar y HPMC (hidroxipropilmetilcelulosa) (Aurica, 2015).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los residuos de banano hawaiano fueron proporcionados por la empresa Exagrocent S.A. El ácido ascórbico y el hidrocoloide fueron adquiridos en “Laboratorios Duque”. La materia prima faltante como el almidón de maíz, sal, aceite y huevo fueron obtenidos en un supermercado local de la ciudad de Guayaquil.

2.2 Obtención de harina de banano hawaiano (Hua Moa)

En esta fase del proyecto se solicitó a la empresa alrededor de 40 kg de residuos, conformados por 32 kg de corazón y 8 kg de dedos pequeños de banano hawaiano, los cuales se recibieron empacados al vacío para evitar el pardeamiento de la fruta. La transformación de residuos de banano en harina se llevó a cabo en las instalaciones de la Planta Piloto de la ESPOL. Los residuos fueron rebanados y sumergidos en una solución de ácido ascórbico al 0.2% durante 3 minutos para prevenir pardeamiento enzimático. Posterior a la inmersión, se retiró el exceso de agua.

Para el secado se empleó un horno de convección Feas 645. Los trozos de banano hawaianos se dispersaron uniformemente en las bandejas para disponer de una mayor área de superficie de contacto. El equipo operó a $65 \pm 1^\circ\text{C}$ con flujo de aire de 1.5 m/s² durante un tiempo de 10 horas. La materia seca fue molida en un molino de martillo y tamizada a 50 mesh. Finalmente, la harina se empacó en fundas herméticas y se almacenó en un lugar fresco y seco para su posterior uso y análisis.

2.3 Caracterización de harina de banano hawaiano

2.3.1 Determinación de humedad

La humedad de la harina de banano hawaiano se determinó empleando los métodos de estufa y termobalanza, en el laboratorio de Bromatología y en el laboratorio de investigaciones alimentarias “Ing. Grace Vázquez Véliz,

MSc.”, respectivamente.

2.3.1.1 Método de estufa

El contenido de humedad se determinó en la estufa marca Thermo Scientific modelo 3511, según el método de la AOAC 934.01 (Raza, 2019). Se pesaron aproximadamente 2 g de muestra de harina de banano en una cápsula vacía previamente tarada. La muestra se sometió a secado en la estufa a 130°C durante 1 hora. Finalmente, se determinó y expresó el contenido de humedad en porcentaje de masa (% m/m), aplicando la ecuación 2.1.

$$\% H = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \quad (2.1)$$

En donde:

$\% H$ = Contenido de humedad, en porcentaje de masa

w_1 = Masa de la cápsula vacía con tapa, en g.

w_2 = Masa de la cápsula con tapa, con la muestra sin secar, en g.

w_3 = Masa de la cápsula con tapa, con la muestra seca, en g.

2.3.1.2 Método de termobalanza

El contenido de humedad se determinó utilizando el analizador de humedad por infrarrojos, de marca Sartorius MA37-1 US. Se colocaron 5 gramos de harina en el medidor de humedad, se ajustó la temperatura a 130 °C y se bajó la tapa hasta que el equipo mostró el resultado.

2.3.2 Medición de actividad de agua (A_w)

La determinación de la actividad de agua de la harina de banano hawaiano se realizó en el medidor Decagon AquaLab 3TE. Para ello, se colocó la cantidad de muestra necesaria para cubrir el fondo del recipiente que se ingresa en el medidor. Finalmente, se introdujo al equipo el recipiente con la muestra de harina y se giró la perilla para obtener el resultado.

2.4 Formulación de discos de empanada

2.4.1 Ensayos preliminares

2.4.1.1 Selección de formulación base

La formulación base para la masa de discos de empanada se determinó a partir de ensayos preliminares que permitieron realizar un estudio previo del comportamiento de formulaciones propuestas de acuerdo a revisiones bibliográficas y artículos científicos de productos libres de gluten (Franco y Moreano, 2019; Oupathumpanont y Wisansakkul, 2021; Rodrigues, 2010). Se utilizaron ingredientes básicos como harina de banano, agua, yema de huevo, aceite vegetal y sal. Por otro lado, se adicionó almidón y un hidrocoloide que asemeje la función del gluten en las masas. Finalmente, realizando una evaluación sensorial (visual y táctil) subjetiva, se seleccionó la formulación que permitió obtener una masa homogénea y con consistencia apta para el amasado y laminado.

La Tabla 3.3 muestra la formulación con sus respectivos componentes fijos y variables, las cuales se establecieron basándose en la contribución de estas sobre la masa durante los ensayos. Los porcentajes de cada ingrediente se fijaron mediante una revisión bibliográfica (Oupathumpanont y Wisansakkul, 2021). Se definió a la goma Xantana como un componente fijo en todas las formulaciones para garantizar el mínimo uso de aditivos.

Tabla 2.1 Formulación base para masa de discos de empanada

Ingredientes	Cantidad (%)	Componente variable	Componente fijo
Harina de banano	40.00 – 52.00	X	
Agua	23.00 – 35.00	X	
Almidón de maíz	7.00 – 19.00	X	
Goma Xantana	0.50		X
Aceite vegetal	8.50		X
Yema de huevo	8.50		X
Sal	0.50		X

Fuente: Elaboración propia

2.4.1.2 Obtención de discos de empanada

Para la elaboración de la masa de discos de empanadas, se pesaron cada una de las materias primas según lo establecido en la formulación. Primero se mezclaron los ingredientes secos para luego agregar el agua y la yema de huevo simultáneamente. Por último, se vertió el aceite lentamente y se amasó manualmente durante 10 minutos. La masa de discos fue laminada hasta lograr un espesor de 2 mm y posteriormente se procedió a cortar en forma circular con 12 cm de diámetro.

2.4.2 Diseño de experimentos

Posterior a la selección de la formulación base se realizó un diseño experimental de mezclas "Simplex Lattice" con el objetivo de evaluar el efecto de la harina de banano hawaiano (X1), el agua (X2) y el almidón de maíz (X3) en los parámetros de textura. Para ello, se utilizó el software estadístico STATISTICA 7. Se definió un polinomio de grado tres, generando 10 tratamientos con 3 réplicas que figuraron las eventuales concentraciones de cada uno de los factores de estudio.

Las variables dependientes o de respuesta elegidas fueron las propiedades de elasticidad, extensibilidad, dureza, adhesividad y cohesividad. El análisis se realizó aplicando la metodología de gráficas de contorno y superficies de respuesta. En la Tabla 2.1 se detallan los factores (variables independientes) con sus respectivas restricciones de límite inferior y superior.

Tabla 2.2 Restricciones de los factores de estudio

Factor	Nombre del Factor	Restricciones	
		Límite Inferior	Límite Superior
A	Harina de banano	40	52
B	Agua	23	35
C	Almidón	7	19

Fuente: Elaboración propia

2.4.2.1 Análisis de textura

La medición de los parámetros de elasticidad (mm), extensibilidad (mm), dureza (N), adhesividad (mJ), elasticidad (mm), y cohesividad (adimensional) se llevó a cabo con un Análisis de Perfil de Textura (TPA), siguiendo la metodología expuesta por Franco y Moreano (2019). Las pruebas se realizaron con el texturómetro AMETEK Brookfield, en muestras de discos con 5 cm de diámetro y 2 mm de espesor, utilizando la sonda cilíndrica TA53 a una velocidad constante de 1 m/s.

2.4.3 Análisis estadístico

Para este análisis se seleccionaron las 3 formulaciones que presentaron los resultados de textura más destacados, según lo observado en las gráficas de contorno y superficie de respuesta. La formulación óptima de la masa para discos de empanada se determinó analizando diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las 3 mejores formulaciones del diseño de mezclas, 2 referencias (2 marcas de discos de empanada de trigo posicionados en el mercado) y 1 control (muestra sin hidrocoloide ni almidón). La comparación con las 2 muestras de referencia comercial se realizó con la finalidad de garantizar que el producto tenga propiedades de textura lo más similar posible a masas con gluten.

Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS y se aplicó la prueba “Comparación de Varias Muestras” con un nivel de confianza de 95%. Se escogió como formulación óptima a aquella cuyos parámetros de textura tuvieron menos diferencias significativas con respecto a las referencias comerciales.

2.5 Análisis sensorial

Para la evaluación sensorial se trabajó con la formulación óptima seleccionada en el diseño de mezclas. Se llevó a cabo una prueba afectiva para determinar la aceptación de los discos de empanadas por parte de los consumidores. Los panelistas recibieron un formulario en cual se expuso una escala hedónica de 7 puntos que van desde “Me gusta muchísimo” a “Me

disgusta muchísimo”, como se muestra en la Tabla 2.2. Esta escala se empleó para valorar los atributos de color, aroma y sabor de los discos de empanadas, así como también su aceptación general. En el formulario se agregaron preguntas referentes a la intención de compra, frecuencia de consumo y precio del producto. Adicionalmente, se añadió una sección para observaciones del panelista.

Tabla 2.3 Escala hedónica para el análisis sensorial de los discos de empanada

Escala hedónica	Valor
Me gusta muchísimo	7
Me gusta bastante	6
Me gusta ligeramente	5
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	3
Me disgusta bastante	2
Me disgusta muchísimo	1

Fuente: Elaboración propia

La muestra codificada se presentó en un plato desechable acompañado de cubiertos y un vaso con agua para que el panelista enjuague su paladar antes de la degustación y cuando lo considere necesario. Se solicitó que indicaran el nivel de agrado o desagrado con respecto a los atributos indicados en el formulario.

Para el análisis de datos se utilizó el software Minitab 19 tomando en consideración que el valor 6 de la escala hedónica, correspondiente a la denominación “Me gusta bastante”, fue establecido como nivel mínimo de aceptación para el lanzamiento de un producto al mercado.

Previo al respectivo análisis estadístico, se verificó el supuesto de normalidad en cada conjunto de datos (resultados por atributos) aplicando la prueba de Anderson-Darling con un nivel de confianza del 95%. Finalmente, se analizaron los resultados utilizando la prueba no paramétrica de comparación

de medianas “Prueba de signos para 1 muestra”. Con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, se formularon las siguientes hipótesis para el análisis.

$H_0 =$ La mediana es mayor o igual a 6

$H_a =$ La mediana es menor a 6

2.6 Distribución de la línea de producción

2.6.1 Diagramas de proceso

2.6.1.1 Diagrama de flujo de proceso

Se realizó el diagrama de flujo de proceso básico, tanto para la producción de harina de banano hawaiano como para los discos de empanadas. En los flujogramas se indicaron las condiciones de las etapas de proceso (concentraciones, temperaturas y tiempos).

2.6.1.2 Diagrama de ingeniería de proceso

Se realizó una estimación de los equipos requeridos, definiendo en un diagrama de bloques los equipos que intervendrían en cada una de las etapas del proceso.

2.6.2 Lay-out

La distribución más adecuada para la planta productiva se determinó implementando el método de algoritmo heurístico de construcción con la herramienta informática CORELAP.

2.6.2.1 Evaluación de necesidades de espacio

El cálculo de espacio de trabajo para cada área se determinó mediante el método de Guerchet, con base en el número de equipos requeridos y el espacio que ocupan.

Los espacios se estimaron considerando la superficie estática (S_s) que corresponde al área ocupada por el equipo, la superficie de gravitación (S_g) que es el espacio ocupado por los operarios y el material utilizado en la operación, y la superficie de evolución (S_e) que es el espacio

reservado para mantenimiento y desplazamiento de personal. El cálculo de estas superficies se realizó aplicando las ecuaciones 2.3 y 2.4.

$$Sg = Ss \cdot N \quad (2.3)$$

En donde:

Sg= Superficie de gravitación

Ss= Superficie estática

N= Número de lados a partir de los cuales puede ser utilizado el equipo

$$Se = (Ss + Sg) \cdot K \quad (2.4)$$

En donde:

Se= Superficie de evolución

Sg= Superficie de gravitación

Ss= Superficie estática

K= Coeficiente holgura

2.6.2.2 Tabla de relación de actividades

Para elaborar la tabla de relación de actividad, se enumeró en la tabla relacional las actividades identificadas en los diagramas de flujo de proceso. Previo a la valoración de necesidad de proximidad entre áreas (Tabla 2.3), se calculó el total de relaciones permitidas empleando la ecuación 2.5 y las ponderaciones mostradas en la Tabla 2.4.

$$N = \frac{n(n - 1)}{2} \quad (2.5)$$

En donde:

N= Número total de relaciones permitidas

n= Número total de actividades

Tabla 2.4 Codificaciones para la valoración de necesidad de proximidad [Casp, 2005]

Código	Proximidad	Color representativo
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	Negro
X	Rechazable	Marrón

Tabla 2.5 Ponderaciones para las clasificaciones totales [Casp, 2005]

Código	Clasificación	% Relaciones permitidas
A	2 – 5 %	N x % A
E	3 – 10 %	N x % E
I	5 – 15 %	N x % I
O	10 – 25 %	N x % O
U	Sin importancia	Restantes
X	Rechazable	Restantes

Finalmente, se estableció el motivo de la necesidad de proximidad o lejanía entre las diferentes áreas de acuerdo a los criterios detallados en la Tabla 2.5, de manera que la instalación logre cumplir con el requisito de flujo hacia adelante, establecido para instalaciones dedicadas a la producción de alimentos, en la normativa ARCSA-DE-067-2015-GGG.

Tabla 2.5 Criterios para calificar la conveniencia de proximidad entre áreas [Casp, 2005]

Valoración	Motivo
1	Proximidad del proceso
2	Higiene
3	Control
4	Frío
5	Malos olores, ruidos
6	Seguridad del Producto
7	Utilización de material común
8	Accesibilidad

Las valoraciones asignadas se plasmaron en la tabla relacional, colocando en la parte superior de cada recuadro el código del grado de proximidad establecido con su respectivo color, y el número que indica el motivo de la valoración en la parte inferior.

2.6.2.3 Aplicación del software CORELAP

Se determinó la superficie requerida (m²) y la solución gráfica del Layout más adecuado con su respectiva interpretación. Para ello, se ingresaron en el software los siguientes datos de entrada: número y nombre de departamentos a implantar, tamaño de los departamentos (m²), y la necesidad de proximidad entre actividades establecida en la tabla de relación.

2.7 Estimación de costos

2.7.1 Producción estimada

La producción estimada se determinó partiendo de la cantidad de residuos semanales que presenta la empresa, tomando en consideración una presentación del producto de 960 gramos con 24 unidades.

2.7.2 Estimación de costos de inversión

Se determinó considerando los gastos de activos, es decir, el costo de los equipos requeridos para implantar la línea de proceso.

2.7.3 Estimación de costos de producción

El costo de producción mensual se determinó a partir del cálculo de los costos variables (costos de materia prima, mano de obra, material de empaque) y los costos fijos (gastos administrativos, depreciación de equipos y suministro de agua, luz y energía). Luego se determinó el costo unitario y el precio de venta unitario del producto.

Los costos de materia prima se calcularon considerando el precio por kg de cada ingrediente de la formulación base. Para determinar los costos de mano de obra directa e indirecta se consideró 5 días laborables con un

turno de 6 horas, y un total de 261 días laborables al año. La depreciación de los equipos se estableció con vida útil de 10 años

2.7.4 Punto de equilibrio

Se calculó el número mínimo de paquetes de discos de empanada que la empresa debería vender de tal modo que los costos de producción queden cubiertos y se obtengan utilidades. Para esto se consideraron los costos fijos, el precio de venta unitario y el costo variable unitario.

2.7.5 Análisis financiero

Se analizó la viabilidad y la rentabilidad del proyecto calculando el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). Para ello se estableció un alcance de 5 años. Adicionalmente, se calculó el periodo de recuperación de la inversión (PRI) aplicando la ecuación 2.6.

$$PRI = a + \frac{(I_o - FCa)}{FC} \quad (2.6)$$

En donde:

PRI= Periodo de recuperación de la inversión

a= Año inmediato anterior al de recuperación de inversión

I_o= Valor de Inversión Inicial

FCa= Flujo de Caja Acumulado del año inmediato anterior al de recuperación de inversión

FC= Flujo de Caja del año de recuperación de inversión

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Caracterización de la harina de banano hawaiano

3.1.1 Humedad

En la Tabla 3.1 se observa que los valores obtenidos cumplen con el requisito de humedad establecido por la normativa NTC 2799 para harina de banano (ICONTEC, 1991), la cual indica un límite máximo de 10% de humedad en base seca.

Tabla 3.1 Contenido de humedad de harina de banano hawaiano

Contenido de Humedad (% m/m)	
Método Estufa	8.23
Método Termobalanza	8.05

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Actividad de agua

El resultado del análisis de actividad de agua realizado a la harina de banano hawaiano se expone en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Actividad de agua de harina de banano hawaiano

Temperatura	Actividad de Agua (Aw)
25 °C	0.347

Fuente: Elaboración propia

La normativa NTC 2799 para harina de banano (ICONTEC, 1991) no establece requisitos para este parámetro, sin embargo, el valor obtenido en el presente análisis coincide con el reportado por Koozani *et al.* (2019), quien informó una actividad de agua de 0.34 para harina de banano obtenida con un secado de 80 °C durante 4 horas.

El bajo valor de actividad de agua determinado es un indicativo de que el agua se removió eficientemente durante el secado, lo que garantiza una

larga vida útil del producto, como lo explican Carter *et al.* (2015) y Giraldo *et al.* (2019).

3.1.3 Análisis de Textura

3.1.3.1 Elasticidad

Las gráficas de contorno y superficie de respuesta (Figura 3.1) mostraron que a mayor proporción de agua la elasticidad disminuyó, teniendo un efecto antagónico en esta propiedad. En contraste, las mezclas con baja proporción de agua y proporción media-alta de harina de banano presentaron los valores máximos de elasticidad, siendo estas las mezclas 3, 6, 7 y 8 (Apéndice A). Yu *et al.* (2020) reportó la tendencia de aumento de elasticidad en fideos al incrementar las cantidades de harina de banano entre 25-35%.

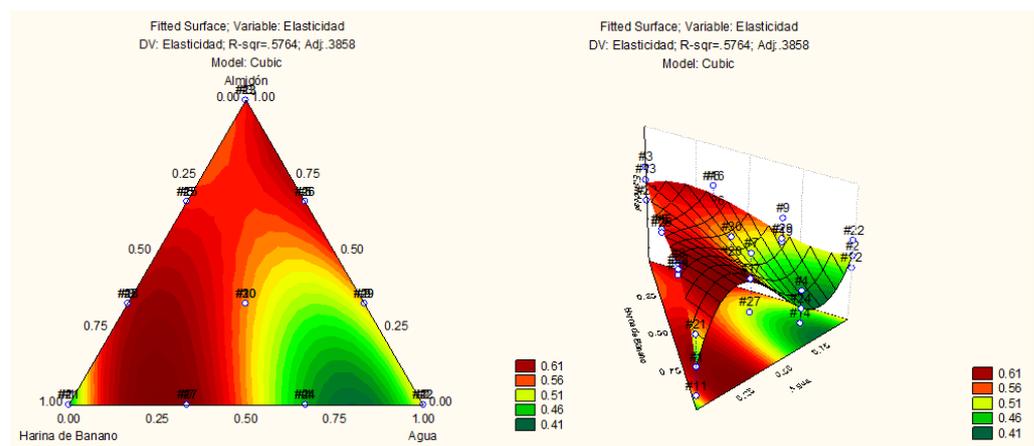


Figura 3.1 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable elasticidad

3.1.3.2 Extensibilidad

Se observó en la Figura 3.2 que la mayor extensibilidad se registró en la mezcla con mayor contenido de agua. Algo semejante ocurrió con la interacción almidón-harina de banano que también mostró un efecto positivo en esta propiedad, siendo las mezclas 2 y 3 las más seleccionadas para el aumento de la extensibilidad de la masa. Una tendencia similar fue expuesta por Rachman (2020).

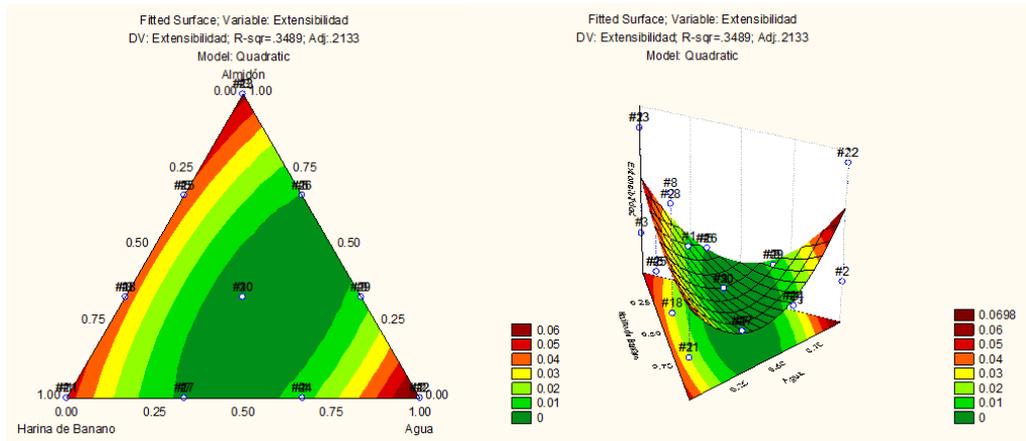


Figura 3.2 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable extensibilidad

3.1.3.3 Dureza

Las gráficas de contorno y superficie de respuesta (Figura 3.3) mostraron que la interacción almidón-harina de banano resultó con un efecto sinérgico en el aumento de la dureza. Por el contrario, se observó menor valor de dureza a medida que aumentó la cantidad de agua. Resultados similares fueron descritos por Encina *et al.* (2018) y Park *et al.*, (2015), quienes informaron aumento de dureza a un menor contenido de agua. En este caso, no es deseable que las masas presenten altos valores de dureza, de modo que las mezclas 2, 4 y 9 serían las más calificadas para obtener discos blandos que sean fácilmente moldeables.

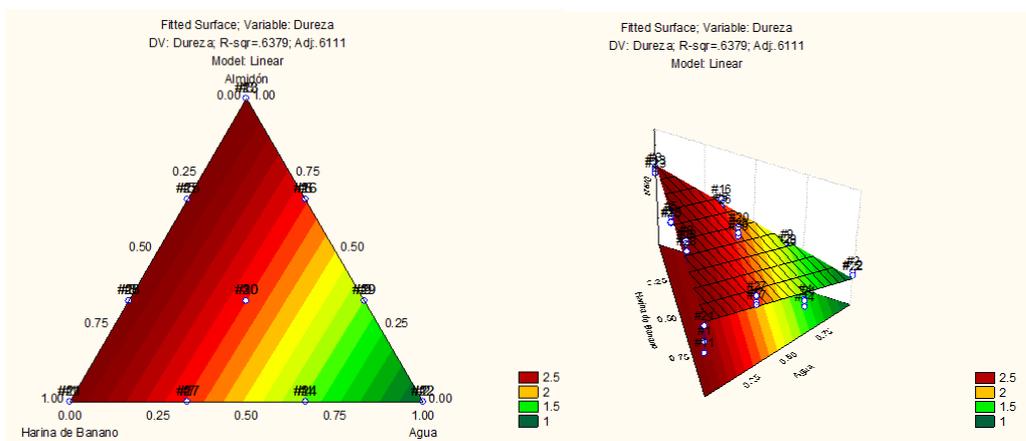


Figura 3.3 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable dureza

3.1.3.4 Adhesividad

La figura 3.4 mostró que, de manera general, la alta proporción de agua aumentó la adhesividad de las mezclas. Esto concuerda con Encina *et al.* (2019), quien expone un aumento de la adhesividad en pan libre de gluten a mayor contenido de agua. De modo similar, la interacción almidón-harina de banano favoreció esta propiedad, como se observa en las mezclas 1 y 3.

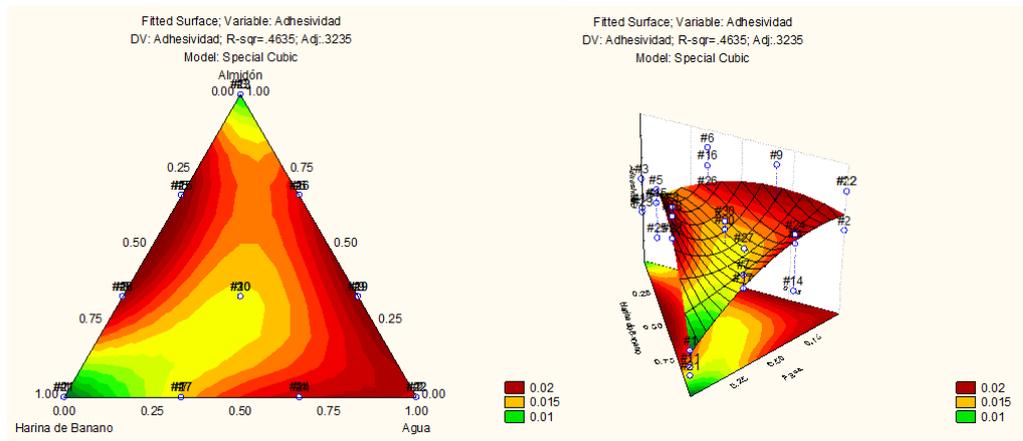


Figura 3.4 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable adhesividad

3.1.3.5 Cohesividad

Las mezclas que tuvieron una proporción intermedia de almidón y baja proporción de harina mostraron los mejores resultados de cohesividad, como lo evidencian las mezclas 3, 9 y 10 (Figura 3.5).

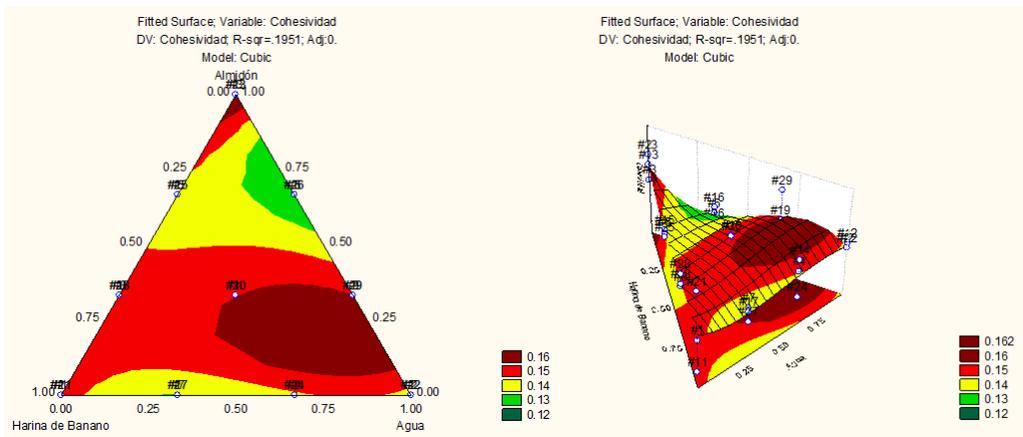


Figura 3.5 Gráficas de contorno y superficie de respuesta para variable cohesividad

De manera similar, Di Cairano *et al.* (2021) informaron que la cohesividad de masas y galletas sin gluten se vio afectada con la sustitución de harina de banano en lugar de almidón. Esta tendencia también coincide con lo reportado por Loong y Wong (2018) al utilizar harina de banano en pan.

3.1.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se seleccionaron las mezclas 3, 4 y 9 por tener los resultados de textura más favorables, según lo observado en las gráficas de contorno y superficies de respuesta. Cabe mencionar este análisis no se consideró el parámetro de extensibilidad debido a que se obtuvieron valores muy bajos, tanto para las formulaciones como para las referencias y el blanco, por lo cual no fue posible analizar diferencias significativas.

Con respecto al parámetro dureza, las mezclas 4 y 9 no presentaron diferencias significativas con la muestra de referencia 1 (Tabla 3.4). A su vez, las referencias 1 y 2 difirieron significativamente ($p < 0.05$) en esta propiedad, siendo la referencia 2 la que presentó mayor dureza. Fue observado que la referencia comercial 2 se caracteriza por ser más quebradiza que la referencia 1, lo que lleva a inferir que, a menor dureza, la masa es más manejable y, por tanto, menos frágil al quiebre.

Tabla 3.3 Parámetros de Textura

Muestra	Dureza	Elasticidad	Adhesividad	Cohesividad
Mezcla 3	2.651 ± 0.108 ^b	0.014 ± 0.008 ^c	0.010 ± 0.004 ^{ab}	0.162 ± 0.0187 ^c
Mezcla 4	1.213 ± 0.154 ^c	0.443 ± 0.055 ^a	0.015 ± 0.007 ^a	0.138 ± 0.029 ^{cd}
Mezcla 9	1.316 ± 0.155 ^c	0.018 ± 0.007 ^c	0.018 ± 0.007 ^a	0.151 ± 0.034 ^c
Control	1.062 ± 0.266 ^c	0.260 ± 0.062 ^b	0.004 ± 0.004 ^{bc}	0.078 ± 0.013 ^d
Referencia 1	1.218 ± 0.182 ^c	0.450 ± 0.026 ^a	0.0003 ± 0.0006 ^c	0.462 ± 0.064 ^a
Referencia 2	3.475 ± 0.331 ^a	0.443 ± 0.045 ^a	0.0013 ± 0.0006 ^c	0.324 ± 0.028 ^b

Fuente: Elaboración propia

(Media ± SD) Valores con letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas entre muestras ($p < 0.05$).

Con relación a la elasticidad, todos los ensayos experimentales presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con las dos referencias comerciales, a excepción de la formulación 4. En cuanto a la adhesividad y cohesividad, se determinó que todas las muestras fueron significativamente ($p < 0.05$) diferentes a las referencias. Se observa que los discos de empanada de banano hawaiano tuvieron valores de adhesividad mayores a los de las muestras de discos de trigo, lo que indicaría una mayor pegajosidad de la masa, como lo explica Blandón (2019).

De manera contraria, la cohesividad de los ensayos experimentales resultó significativamente menor, lo que sugiere que todas las masas obtenidas fueron menos consistentes que las referencias. Sin embargo, se seleccionó la mezcla 4 como la formulación óptima debido a que sus resultados de dureza y elasticidad no presentaron diferencias significativas en comparación con las referencias comerciales.

Cabe destacar que, con respecto al control, se evidenció que la adición de almidón y goma xantana aumentó la adhesividad y cohesividad de las masas (Tabla 3.4), no obstante, esto representó un efecto negativo en la adhesividad ya que no es deseable un aumento de esta propiedad. Estos resultados se asemejan a los expuestos por Flores *et al.* (2015), quienes reportaron el incremento de estas propiedades con el uso de hidrocoloides en la elaboración de fideos libres de gluten.

3.2 Análisis sensorial

La prueba de normalidad indicó estadísticamente ($p < 0.005$) que los datos no pertenecían a una distribución normal (Apéndice D). Por tal motivo, se empleó la prueba no paramétrica de signos, en la cual se comparó la mediana con un valor referencia establecido (6).

La Tabla 3.5 muestra que los valores p para la aceptación general, el sabor y el olor fueron mayores a 0.005, por lo que se aceptó la hipótesis nula de que estos atributos alcanzan el nivel “Me gusta bastante”. Por otro lado, para el

color el valor p fue menor que 0.005, con una mediana de 5 que indica un nivel de aceptación equivalente a “Me gusta ligeramente”.

Tabla 3.4 Resultados de la prueba de signos para 1 muestra de cada atributo evaluado

Parámetro	N	Mediana	Valor P
Aceptación General	40	6	0.010
Sabor		6	0.011
Color		5	0.000
Olor		6	0.212

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.6 se muestra que el 77.5% de los panelistas indicaron estar interesados en adquirir el producto con una presentación de 960 gramos correspondientes a 24 unidades de discos. El mayor porcentaje de panelistas (60%) de los panelistas indicaron estar dispuestos a pagar por este producto en un rango de precios entre \$2.00 a \$4.00, como se observa en la Figura 3.7. Finalmente, la alternativa de frecuencia de consumo mayormente seleccionada fue una vez por semana con un porcentaje de 42.5% (Figura 3.8).

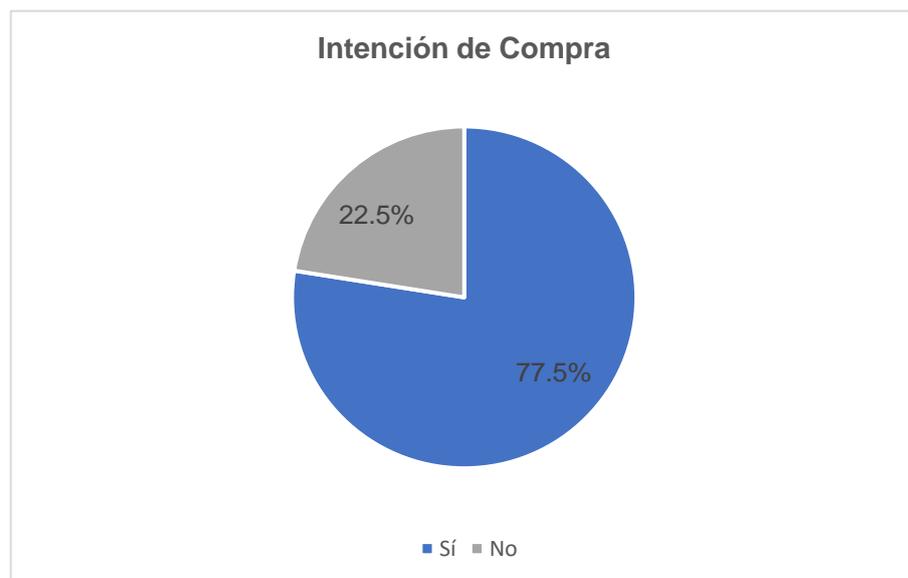


Figura 3.6 Diagrama circular de la intención de compra del producto

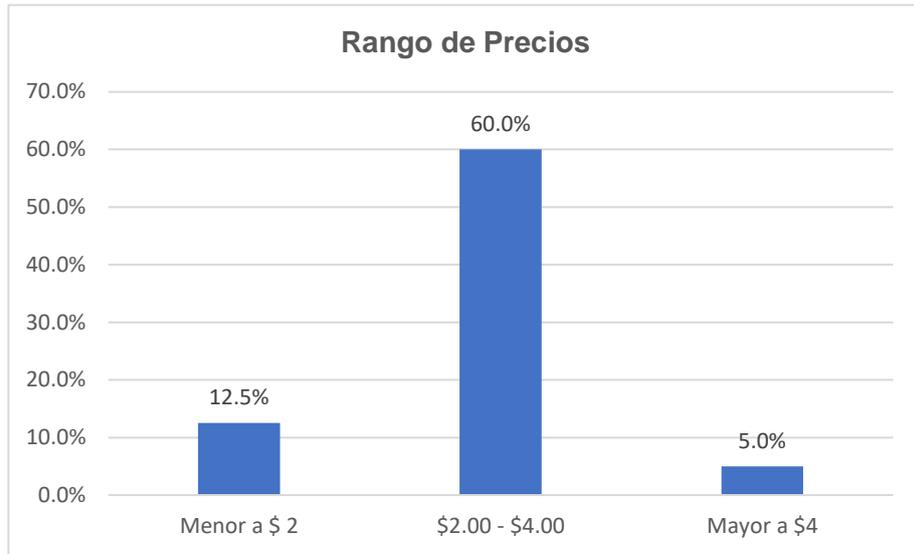


Figura 3.7 Diagrama de barra de rango de precios

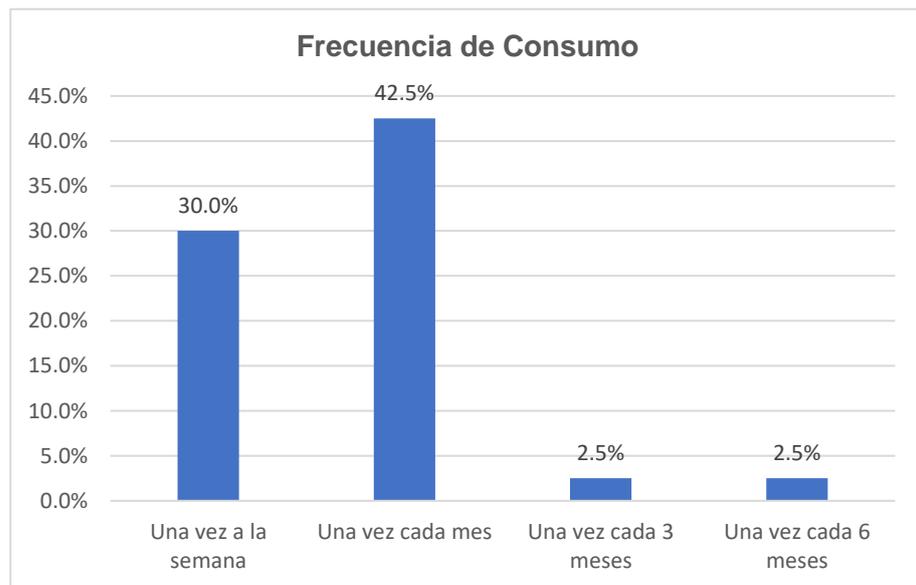


Figura 3.8 Diagrama de barra para frecuencia de consumo del producto

3.3 Distribución de la línea de producción

3.3.1 Diagramas de proceso

3.3.1.1 *Diagramas de flujo de proceso*

La Figura 3.9 muestra el diagrama de flujo de proceso para la producción de harina de banano hawaiano, en el cual se detallan las condiciones de

las operaciones, así como también las salidas de las etapas que generan residuos.

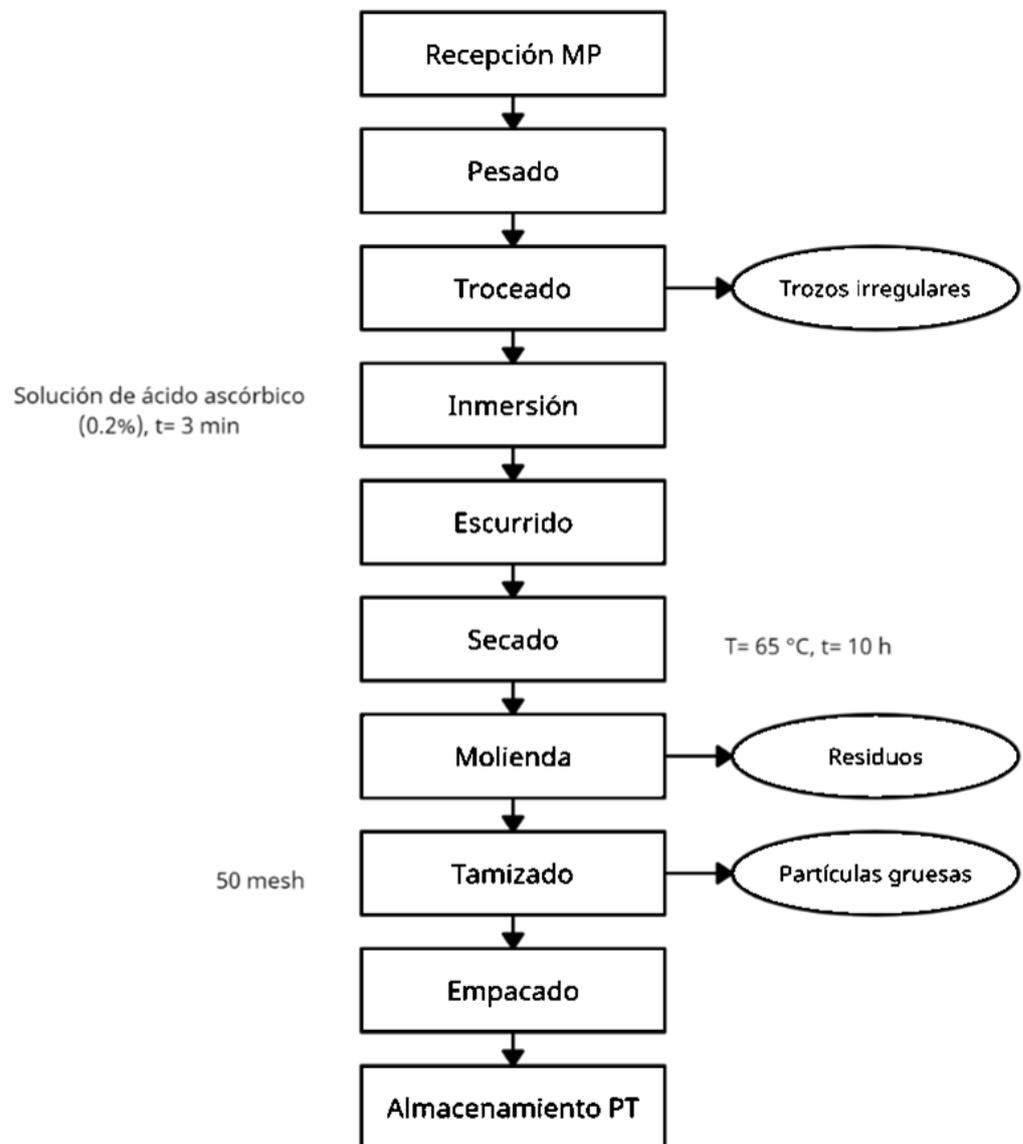


Figura 3.9 Diagrama de flujo de proceso para la producción de harina de banano hawaiano

La propuesta de flujo de proceso para la producción de discos de empanada, empleando como materia prima a la harina de banano hawaiano obtenida preliminarmente, se muestra en la Figura 3.10.

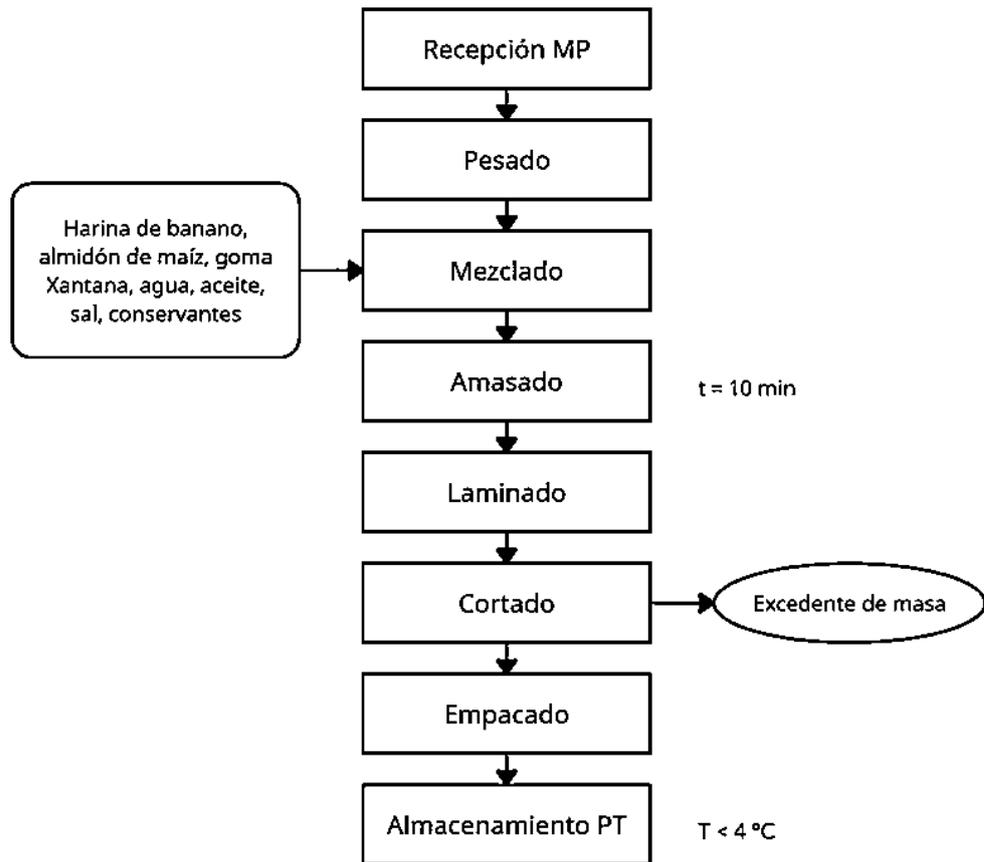


Figura 3.10 Diagrama de flujo de proceso para la producción de discos de empanada de banano hawaiano

Luego de las etapas preliminares de recepción y pesado, el proceso iniciaría con el mezclado y amasado de los ingredientes. El tiempo de amasado para lograr una completa homogenización de los ingredientes es de 10 minutos. La masa obtenida se traslada a la etapa de laminado, de la cual se producen láminas de 2 mm de espesor, las mismas que posteriormente se cortan en discos de 12 cm de diámetro. Por último, los discos se empaican en fundas plásticas de polietileno de alta densidad y se almacenan a temperatura de refrigeración.

3.3.1.2 Diagramas de ingeniería de proceso

En la Figura 3.11 se expone del diagrama de ingeniería de procesos para la tecnología de producción de harina, para lo cual se consideraron las etapas de pesado, cortado, inmersión y escurrido, secado, molienda, tamizado y empacado.

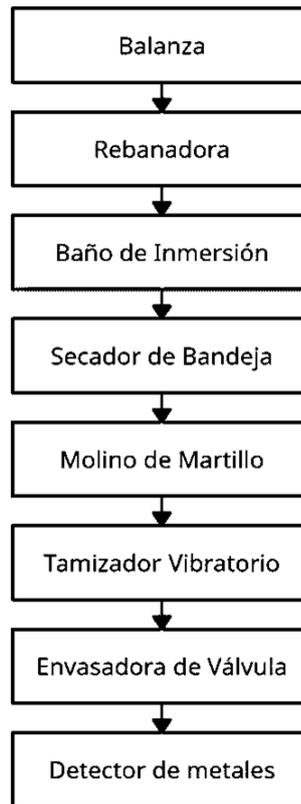


Figura 3.11 Diagrama de ingeniería de proceso para la producción de harina de banano hawaiano

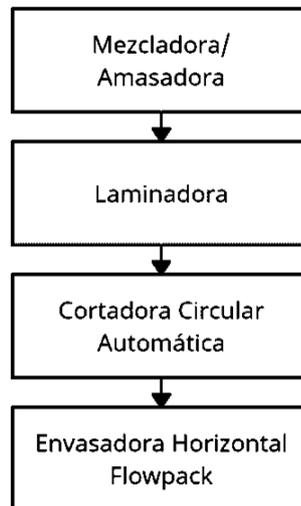


Figura 3.12 Diagrama de ingeniería de proceso para la producción de discos de empanada

Los equipos requeridos para la producción de discos de empanadas libre de gluten se muestran en la Figura 3.12. Las capacidades de los equipos

(Apéndice F) se calcularon a partir de los residuos semanales que presenta la empresa y los rendimientos de cada etapa (Apéndice H).

3.3.2 Lay-out de la línea de producción

3.3.2.1 Evaluación de necesidades de espacio

El dimensionamiento requerido para cada uno de los departamentos se muestra en el apéndice D, siendo necesario un mínimo de 163.63 m² para la distribución de la línea de producción de harina de banano hawaiano y discos de empanada.

3.3.2.2 Tabla de relación de actividades

Se calculó un total de 126 relaciones permitidas, de las cuales 5 presentan una proximidad absolutamente necesaria (A), 9 una proximidad especialmente importante (E), 9 una proximidad importante (I), 30 una proximidad ordinaria (O) y el restante una proximidad rechazable (X) por higiene y seguridad del producto (Figura 3.13).

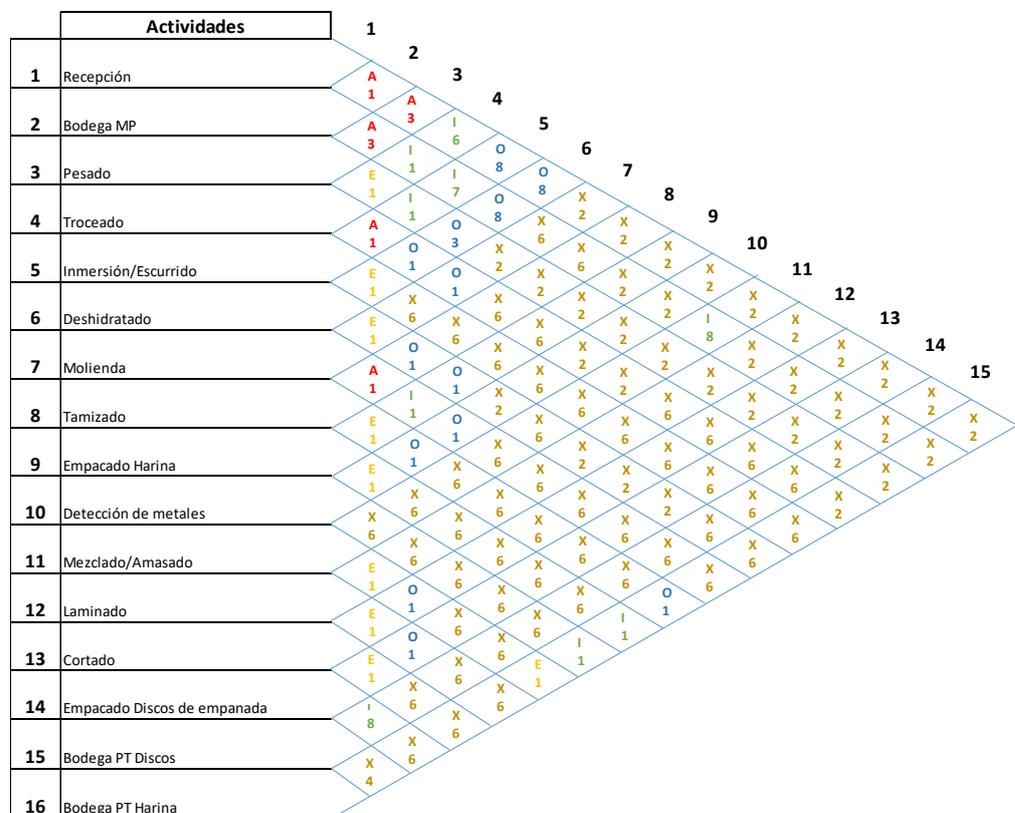


Figura 3.13 Diagrama de relación de actividades

Una vez establecida la necesidad de proximidad entre los departamentos, se obtuvo la estimación de la distribución de la planta (Figura 3.14). En la Figura 3.15 se muestra la interpretación de los números otorgados por el algoritmo a cada uno de los departamentos.



Figura 3.14 Distribución de la línea de producción mediante el software CORELAP

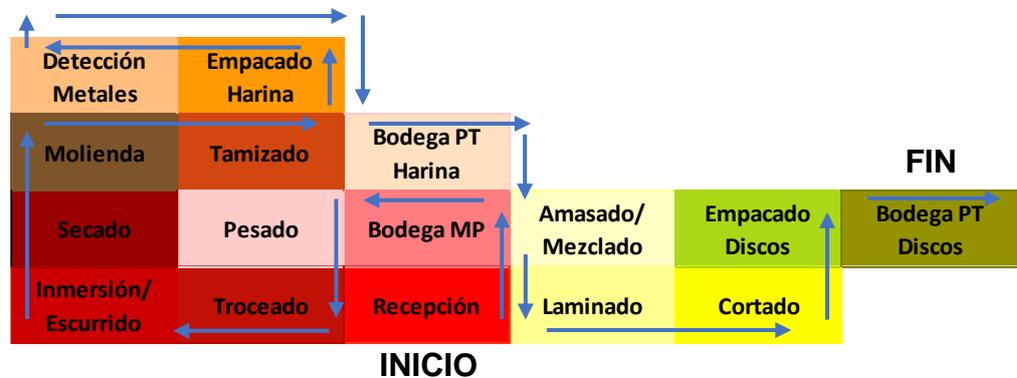


Figura 3.15 Interpretación de la numeración de la distribución de CORELAP

No obstante, por motivos de flujo de proceso y para evitar largos traslados innecesarios, se propone la distribución mostrada en la Figura 3.16, donde la etapa de detección de metales se encuentra posterior al empacado de harina y previo al área de bodega de producto terminado, cumpliendo así con el requisito del flujo hacia delante de la normativa ARCSA-DE-067-2015-GGG.

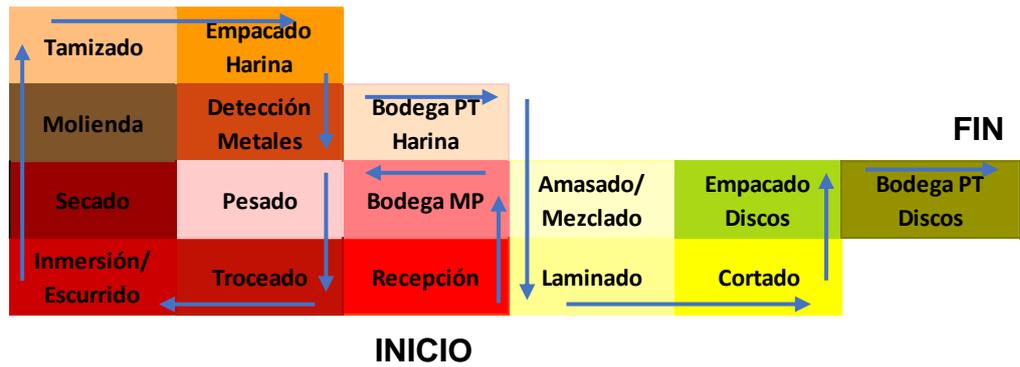


Figura 3.16 Interpretación de la distribución mejorada de CORELAP

3.4 Estimación de costos

3.4.1 Producción estimada

Partiendo de los 4,000 Kg de residuos que se generan a la semana, se estableció la producción semanal de 2 lotes de harina de 453.5 Kg cada uno. Teniendo en consideración que un ciclo del proceso de discos de empanada dura 80 minutos y se trabajan 2 turnos de 6 horas laborales, se estima una producción de 40 lotes de discos de empanadas semanales, que equivale a 1,640 paquetes.

3.4.2 Estimación de costos de inversión

Los costos de inversión por equipos estiman un total de \$39,610.00 para la harina y \$5,440.00 para los discos de empanadas (Apéndice G).

3.4.3 Estimación de costos de producción

El detalle de los costos variables y fijos se encuentra en el Apéndice I y Apéndice J, respectivamente. Con estos datos, se obtuvo un P.V.P de \$ 3.33 para el paquete de discos de empanadas (Tabla 3.6).

Tabla 3.5 Costos de producción

Detalle	Valor
Costos Variables	\$158,188.96
Costos Fijos	\$31,042.05
Precio Unitario	\$2.22
P.V. P	\$3.33
Costo Variable Unitario	\$1.85

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Punto de equilibrio

Se estableció que se deberían vender al menos 21,067 paquetes de discos de empanadas, con un ingreso de \$70,120.56, para cubrir los costos de producción, considerando un margen de ganancia del 50%.

3.4.5 Análisis financiero

El proyecto resultó rentable con \$68,469.34 para el valor actual neto VAN, y una tasa interna de retorno TIR (70%), superando a la tasa mínima admitida de 10% (Apéndice K). El tiempo de recuperación estimado fue de 1 año 4 meses y 28 días.

$$\textit{Tiempo de recuperaci33n de inversi33n} = 1 + \frac{90,560.00 - 63,077.88}{67,790.04}$$

$$\textit{Tiempo de recuperaci33n de inversi33n} = 1.41$$

$$\textit{meses} = 0.41 \times 12 = 4.92$$

$$\textit{días} = 0.92 \times 30 = 28$$

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- De las 3 mezclas que tuvieron un buen desempeño en el Análisis de Perfil de Textura, la mezcla 4, con un contenido de 44% de harina de banano, 31% de agua y 7% almidón, se seleccionó como la formulación óptima debido a que, en comparación con las referencias comerciales, no presentó diferencias significativas en cuanto a las propiedades de dureza y elasticidad.
- Con un 95% de confianza, la prueba de aceptación sensorial demostró que los parámetros de aceptación general, sabor, olor del producto alcanzaron un nivel de agrado equivalente a “Me gusta bastante”. El color fue el único atributo que gustó ligeramente ($p < 0.005$). Adicionalmente, la encuesta de intención de compra reveló que el 77.5% de los panelistas se encontraron interesados en adquirir el producto, lo que sugeriría una buena aceptación.
- Se determinó un precio de venta sugerido de \$3.33, valor que se encuentra dentro del rango de precios que los panelistas indicaron que estarían dispuestos a cancelar por el producto. El proyecto resultó viable con un valor del VAN de \$68,469.34 y un TIR de 70%.

4.2 Recomendaciones

- Debido a que el color es un atributo sensorial importante para la aceptación de los consumidores, se recomienda considerar la incorporación de aditivos antioxidantes en la formulación para reducir el oscurecimiento de los discos de empanadas.
- Evaluar el uso de diferentes hidrocoloides y emulsificantes dentro de la formulación y analizar su efecto en la cohesividad y adhesividad de las masas con la finalidad de optimizar estas propiedades de textura.
- Realizar un análisis para determinar la vida útil de los discos de empanadas de harina de banano hawaiano.

- Realizar un análisis de composición centesimal a los discos de empanada para determinar su aporte nutricional.
- Debido a que en esta experimentación la etapa de amasado se realizó de manera manual, se recomienda evaluar si el amasado mecánico aumenta la homogeneidad de las masas y mejora los resultados de textura obtenidos en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adegunwa, M., Adelekan, E., Adebowale, A., Bakare, H., y Alamu, E. (2017). Evaluation of nutritional and functional properties of plantain (*Musa paradisiaca L.*) and tigernut (*Cyperus esculentus L.*) flour blends for food formulations. *Cogent Chemistry*, 3(1), 1383707. <https://doi.org/10.1080/23312009.2017.1383707>
- Adegunwa, M., Adelekan, E., Adebowale, A., Bakare, H., y Alamu, E. (2017). Evaluation of nutritional and functional properties of plantain (*Musa paradisiaca L.*) and tigernut (*Cyperus esculentus L.*) flour blends for food formulations. *Cogent Chemistry*, 3(1), 1383707. <https://doi.org/10.1080/23312009.2017.1383707>
- Ahmed, Z., Taha, E., Abdelkareem, N. y Mohamed, W. (2020). Postharvest Properties of Unripe Bananas and the Potential of Producing Economic Nutritious Products. *International Journal of Fruit Science*, 20, 995-1014. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1774469>
- Arisa, U., Adelekan, O., Alamu, E. y Ogunfowora, E. (2013). The Effect of Pretreatment of Plantain (*Musa Parasidiaca*) Flour on The Pasting and Sensory Characteristics of Biscuit 1. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 2, 10–24. <https://docplayer.net/36465989-The-effect-of-pretreatment-of-plantain-musa-parasidiaca-flour-on-the-pasting-and-sensory-characteristics-of-biscuit.html>
- Aurica, C. (2015). *OBTENCIÓN DE PANES LIBRES DE GLUTEN: EFECTO ESTRUCTURAL DE DISTINTOS HIDROCOLOIDES SOBRE MASAS PANARIAS DE MAÍZ* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/56732>
- Aurore, G., Parfait, B. y Fahrasmane, L. (2009). Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science & Technology*, 20(2), 78–91. [10.1016/j.tifs.2008.10.003](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.10.003)
- Beltrão, R., Nunes, M., Ferreira, L., Peres, J., Barros, A., y Raymundo, A. (2020). Impact of corn flour on gluten-free dough rheology properties. *Foods*, 9(5), 560. <https://doi.org/10.3390/foods9050560>

- Blandón, S. (2019). Desarrollo y Formulación de Pasta libre de Gluten. [Tesis de Grado, Universidad Zamorano].
- Bourekoua, H., Różyło, R., Benatallah, L., Wójtowicz, A., Łysiak, G., Zidoune, M. N., y Sujak, A. (2018). Characteristics of gluten-free bread: quality improvement by the addition of starches/hydrocolloids and their combinations using a definitive screening design. *European Food Research and Technology*, 244(2), 345-354. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-017-2960-9>
- Calle, J., Benavent, Y. y Rosell, C. (2020). Development of gluten free breads from *Colocasia esculenta* flour blended with hydrocolloids and enzymes. *Food Hydrocolloids*, 98, 105243. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105243>
- Calle, N. y Jarrin, L. (2010). *Estandarización y optimización del proceso de elaboración de masas base para empanadas para la comercialización de “empanadas company”* [Tesis de Grado, Universidad San Francisco de Quito]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/964/1/98012.pdf>
- Cappelli, A., Oliva, N., y Cini, E. (2020). A systematic review of gluten-free dough and bread: Dough rheology, bread characteristics, and improvement strategies. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(18), 1–19. <https://doi.org/10.3390/APP10186559>
- Carbay, E. (2014). *Valoración de la harina de banano (Musa sapientum) según sus grados de cosecha en las variedades Valery, Cavendish gigante y Filipino*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1034>
- Carter, B. P., Galloway, M. T., Morris, C. F., Weaver, G. L., y Carter, A. H. (2015). The case for water activity as a specification for wheat tempering and flour production. *Cereal Foods World*, 60(4), 166–170. <https://doi.org/10.1094/CFW-60-4-0166>
- Casp, A. (2005). *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.
- Casp, A. (2014). *Tecnología de los Alimentos de Origen Vegetal*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.

- Castro, C., Rivera, D. y Velásquez, J. (2017). *Evaluación del efecto de la harina de plátano verde (Musa paradisiaca) sobre las características organolépticas de cuatro formulaciones para empanizador de pollo*. [Tesis de Grado, Universidad de El Salvador]. <http://ri.ues.edu.sv/14638/>
- Crane, J., Balerdi, C. y Maguire, I. (1998). *Cultivo del Plátano en los Jardines de Florida. University of Florida. IFAS Extension*. <https://www.seminolecountyfl.gov/core/fileparse.php/3357/urlt/Cultivo-del-platano-en-los-jardines-de-Florida.pdf>
- Dehury, S., Dehery, S., y Das, A. (2021). Karyotype Variation in Eight Cultivars of Indian Dessert Banana (*Musa acuminata* L.) of Section Eumusa From Odisha, India. *Caryologia*, 74(1), 23-31. <https://doi.org/10.36253/caryologia-597>
- Di Cairano, M., Caruso, M. C., Galgano, F., Favati, F., Ekere, N. y Tchuenbou, F. (2021). Effect of sucrose replacement and resistant starch addition on textural properties of gluten-free doughs and biscuits. *European Food Research and Technology*, 247(3), 707-718. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-020-03659-w>
- DIGESA-MINSA. (30 de diciembre de 2010). *Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería*. RM N° 1020-2010/MINSA. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>
- Domínguez, P., García, I., Güemes, N., Totosaus, A., y Pássaro Carvalho, C. (2019). Textura, color y aceptación sensorial de tortillas y pan producidos con harina de ramón (*Brosimum alicastrum*) para incrementar la fibra dietética total. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 699-719. <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art:1590>
- Dufour, D., Giraldo, A., Gibert, O., Sánchez, T., Reynes M., González, A., Fernández, A. y Díaz, A. (2009). Propiedades fisicoquímicas y funcionales de los bananos de postres, plátanos de cocción y FHIA híbridos: preferencia varietal de los

- consumidores en Colombia. *Agricultural Research for Development*, 33. https://agritrop.cirad.fr/547229/1/document_547229.pdf
- El Khoury, D., Balfour-Ducharme, S., y Joye, I. J. (2018). A review on the gluten-free diet: Technological and nutritional challenges. *Nutrients*, 10(10), 1–27. <https://doi.org/10.3390/nu10101410>
- Encina, C., Cadavez, V., Monteiro, F., Teixeira, J., y Gonzales, U. (2018). Combined effect of xanthan gum and water content on physicochemical and textural properties of gluten-free batter and bread. *Food Research International*, 111, 544–555. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.070>
- Encina, C., Cadavez, V., Monteiro, F., Teixeira, J., y Gonzales-Barron, U. (2019). Physicochemical and textural quality attributes of gluten-free bread formulated with guar gum. *European Food Research and Technology*, 245(2), 443–458. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3176-3>
- Evans, E., Ballen, F. y Siddiq, M. (2020). Banana Production, Global Trade, Consumption Trends, Postharvest Handling, and Processing. *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition*, 1-18. <https://doi.org/10.1002/9781119528265.ch1>
- FAO. (Noviembre de 2019). *Análisis del mercado del banano. Panorama general de febrero de 2020* <http://www.fao.org/3/ca9212es/ca9212es.pdf>
- Flores, P., Berrios, J., Pan, J., Agama, E., Monsalve, A. y Bello, L. (2015). Gluten-free spaghetti with unripe plantain, chickpea and maize: Physicochemical, texture and sensory properties. *CYTA - Journal of Food*, 13(2), 159–166. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.929178>
- Franco, L. y Moreano, S. (2019). *Diseño de una línea para láminas de empanadas sin gluten*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/48457>
- García, M., Zaritzky, N., y Califano, A. (2005). *Effect of composition on rheological properties of gluten-free dough disks for “empanadas”*. Congreso Argentino de ciencia y tecnología de Alimentos. https://www.researchgate.net/publication/242211206_EFFECT_OF_COMPOSITI

ON ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF GLUTEN-
FREE DOUGH DISKS FOR EMPANADAS

- Giraldo, G., Rodríguez, S., y Sanabria, N. (2019). Preparation of instant green banana flour powders by an extrusion process. *Powder Technology*, 353, 437-443. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.05.050>
- Guerrero, A. B., Aguado, P. L., Sánchez, J., y Curt, M. D. (2016). GIS-Based Assessment of Banana Residual Biomass Potential for Ethanol Production and Power Generation: A Case Study. *Waste and Biomass Valorization*, 7(2), 405–415. <https://doi.org/10.1007/s12649-015-9455-3>
- Guerrero, D., Chong, A., Guzmán, P., Silva, M., Vittoria, G. y Yarleque, I. (16 de noviembre de 2012). *Diseño de la línea de producción de harina, puré y deshidratado a base de banano orgánico*. Universidad de Piura. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1557/PYT%2C Informe Final %2C BANANO%2C v1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1557/PYT%2C%20Informe%20Final%20BANANO%2C%20v1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Horstmann, S. W., Lynch, K. M., y Arendt, E. K. (2017). Starch characteristics linked to gluten-free products. *Foods*, 6(4), 29. [10.3390/foods6040029](https://doi.org/10.3390/foods6040029)
- Hosseini, S., Soltanizadeh, N., Mirmoghtadaee, P., Banavand, P., Mirmoghtadaie, L., y Shojaee-Aliabadi, S. (2018). Gluten-free products in celiac disease: Nutritional and technological challenges and solutions. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 23. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6327684/>
- Huete, K., Montoya, A., y Rodríguez, N. (2019). *Evaluación de tres métodos de conservación del plátano mediante: escaldado, inmersión en salmuera y la combinación de ambos métodos, para la producción de tostones pre-fritos a escala de laboratorio* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://ribuni.uni.edu.ni/2366/1/AGRO21.pdf>
- Ibarra, A., Ordóñez, R. y Landines, E. (2020). Ecuadorian banana industry and food import companies in Spain: a joint venture. Economic and financial feasibility analysis. *Revista Espacios*, 41 (40).

ICONTEC. (17 de abril de 1991). *Norma Técnica Colombiana. Industrias Alimentarias. Harina de Plátano. NTC 2799.* <https://dokumen.tips/documents/ntc-2799-industrias-alimentarias-harina-de-platano.html>

Jaramillo, D. (2012). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE LA CÁSCARA DE Musa Paradisiaca (BANANO) PARA ELABORACIÓN DE BALANCEADOS EN SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS.* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2619>

Jaramillo, D. (2013). *Estudio para crear una microempresa de empanadas argentinas en la ciudad de Cuenca* [Tesis de Grado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1610>

Khoozani, A. A., Bekhit, A. E. D. A., & Birch, J. (2019). Effects of different drying conditions on the starch content, thermal properties and some of the physicochemical parameters of whole green banana flour. *International Journal of Biological Macromolecules*, 130, 938-946. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.010>

Lojas, J. (2015). *“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (Triticum spp) POR LA HARINA DE BANANO (Musa Cavendish), Y SU INFLUENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DE LA MASA (ELASTICIDAD Y TENACIDAD) PARA LA ELABORACIÓN DE PAN COMÚN”.* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2870>

Loong, C. y Wong, C. (2018). Chinese steamed bread fortified with green banana flour. *Food research*, 2(4), 320-330. https://www.researchgate.net/profile/Carolyn-Loong/publication/324564759_Chinese_steamed_bread_fortified_with_green_banana_flour/links/5dc3d73c4585151435ef77e7/Chinese-steamed-bread-fortified-with-green-banana-flour.pdf

Lorenzo, G., Ranalli, N., Andrés, S., Zaritzky, N. y Califano, A. (2020). Textural Characteristics and Viscoelastic Behavior of Traditional Argentinian Foods. *Textural Characteristics of World Foods*, 89–106. [10.1002/9781119430902.ch7](https://doi.org/10.1002/9781119430902.ch7)

- Lorenzo, G., Zaritzky, N., y 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(1), 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.09.003>
- Lupano, C. E. (2003). Discs for "Empanadas" with whey protein concentrate. *Journal of Food Technology*, 1 (4), 182 – 186. <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jftech/2003/182-186.pdf>
- MCE. (Diciembre de 2017). *Informe Sector Bananero Ecuatoriano*. Ministerio del Comercio Exterior. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-espa%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- Medranda, J. y Soledispa, P. (2019). Producción de Harina de Banano Orgánico y Comercialización hacia España. [Tesis de Grado, Universidad Católica Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12324/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-511.pdf>
- Mindiolaza, A. (2020). *Obtención de harina de banano como componente en el desarrollo de un suplemento alimenticio*. [Tesis de Grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MINDIOLAZA%20ALVARADO%20GILBERT%20JOEL.pdf>
- Mohapatra, D., Mishra, S., y Sutar, N. (2010). Banana and its by-product utilisation: an overview. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 69(5):323-329. <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/8581>
- Montoya, J. (2020). *Formulación de Una Matriz Alimentaria a Base de Harina de Plátano Dominic Hartón (Musa paradisiaca L.) Para el Diseño de Alimentos Funcionales Libres de Gluten*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78569/7563112.2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Munteanu, M. G., Voicu, G., Ştefan, E. M., y Constantin, G. A. (2019). Determination of extensibility for certain types of pretzels dough en *E3S Web of Conferences* (Vol. 112, p. 03029). EDP Sciences. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2019/38/e3sconf_te-re-rd18_03029.pdf

- Nasir, S., Allai, F. M., Gani, M., Ganaie, S., Gul, K., Jabeen, A., y Majeed, D. (2020). Physical, Textural, Rheological, and Sensory Characteristics of Amaranth-Based Wheat Flour Bread. *International Journal of Food Science*, 2020, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/8874872>
- Olivares, G. (2016). Efecto del tipo de lípido (aceite de soya, aceite de maravilla alto oleico, y manteca de palma) sobre la microestructura y textura de masas. [Tesis de Grado, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fao.48e/doc/fao.48e.pdf>
- Ortega, J. (2016). *Estudio de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de banano (Musa acuminata AAA) de rechazo en el desarrollo de películas biodegradables*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/22874>
- Oupathumpanont, O. y Wisansakkul, S. (2021). Gluten-free Pasta Products with Improved Nutritional Profile by Using Banana Flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 9(6), 313–320. <https://doi.org/10.12691/jfnr-9-6-7>
- Oupathumpanont, O., y Wisansakkul, S. (2021). Gluten-free Pasta Products with Improved Nutritional Profile by Using Banana Flour. *Journal of Food and Nutrition Research*, 9(6), 313-320. <http://www.sciepub.com/JFNR/abstract/13508>
- Padam, B., Tin, H., Chye, F. y Abdullah, M. (2014). Banana by-products: an under-utilized renewable food biomass with great potential. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12), 3527–3545. [10.1007/s13197-012-0861-2](https://doi.org/10.1007/s13197-012-0861-2)
- Park, J., Choi, I., y Kim, Y. (2015). Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 660-666. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.110>
- Patel, M. J., y Chakrabarti-Bell, S. (2013). Flour quality and dough elasticity: Dough sheetability. *Journal of Food Engineering*, 115(3), 371–383. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.10.038>

Ploetz, R. (2005). Panama Disease: An Old Nemesis Rears its Ugly Head Part 2. The Cavendish Era and Beyond. *Plant Health Progress*, 7. <https://doi.org/10.1094/PHP-2006-0308-01-RV>

Ploetz, R., Kepler, A., Daniells, J. y Nelson, S. (2007). Banana and plantain—an overview with emphasis on Pacific island cultivars. *Species profiles for Pacific island agroforestry*, 1, 21-32. <http://www.bananenzeug.ch/wp-content/uploads/2018/06/banana-plantain-overview.pdf>

Prado, V. (2020). Estudio de localización de una planta para la revalorización por pirólisis de los residuos generados en plantaciones de banano. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala]. http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16323/1/E-11730_PRADO%20CABRERA%20VANESSA%20LISSETH.pdf

Rachman, L. (2020). The Technological and Nutritional Challenges of Producing Gluten-Free Pasta from Cassava and Banana Flours. [Tesis de Doctorado, Lincoln University]. http://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/handle/10182/13212/Rachman_PhD.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Raza, L. (2019). *Efecto de la incorporación de harina (pulpa-cáscara y cáscara) de banano (Musa cavendish) de rechazo en las propiedades tecno-funcionales y nutricionales de un embutido tipo chorizo*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29414>

Rodrigues, A. (2010). DESENVOLVIMENTO DE UMA MASSA SEM GLÚTEN PARA RISSÓIS. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico de Viana do Castelo].

Rodrigues, A., Cerdeira, C., Brito, A., Salles, B., Ravazi, G., Moraes, G. y Santos, G. (2016). Green banana pasta diet prevents oxidative damage in liver and kidney and improves biochemical parameters in type 1 diabetic rats. *Archives of endocrinology and metabolism*, 60, 355-366. <https://doi.org/10.1590/2359-3997000000152>

- Salehi, F. (2019). Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. *Food science & nutrition*, 7(11), 3391-3402. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1245>
- Singh, R., Gosewade, S., y Kaushik, R. (2018). Bananas as underutilized fruit having huge potential as raw materials for food and non-food processing industries: A brief review. *The Pharma Journal*, 7(6), 574–580. www.thepharmajournal.com
- Torres, C., Ramírez, N., Londoño, L., Martínez, G., Herrera, R., Navarro, V., Álvarez, O., Picazo, B., Villarreal, M., Ascacio, J. y Aguilar, C. (2018). Food Waste and Byproducts: An opportunity to minimize malnutrition and hunger developing countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 52. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00052>
- Torres, M., Jiménez, M. y Bárcenas, M. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos*, 8(1), 94-102. <https://www.academia.edu/download/49157928/TSIA-81-Torres-Gonzalez-et-al-2014.pdf>
- Vargas, M., Figueroa, H., Tamayo, J., Toledo, V. y Moo, V. (2018). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis y compuestos bioactivos. *Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 26, 2. <https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>
- Vieira da Mota, R., Lajolo, F., Cordenunsi, B. y Ciacco, C. (2000). Composition and Functional Properties of Banana Flour from Different Varieties. *Starch/Stärke*, 52, 68-73. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-379X\(200004\)52:2/3<63::AID-STAR63>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-379X(200004)52:2/3<63::AID-STAR63>3.0.CO;2-V)
- Vieira, C., da Cruz, A., Amante, E. y Meller, L. (2013). Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (4). <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400025>
- Viejó, H. (2020). *Manejo integrado del virus del rayado (Banana streak virus - BSV) en plantaciones comerciales*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7964>
- Yu, A., Phoon, P., Ng, G., y Henry, C. (2020). Physicochemical characteristics of green banana flour and its use in the development of konjac-green banana

noodles. *Journal of Food Science*, 85(10), 3026-3033.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.15458>

Zandonadi, R., Botelho, R., Gandolfi, L., Ginani, J., Montenegro, F., y Pratesi, R. (2012).
Green banana pasta: an alternative for gluten-free diets. *Journal of the Academy
of Nutrition and Dietetics*, 112(7), 1068-1072.
<https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.04.002>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Matriz de Diseño Experimental de Mezclas

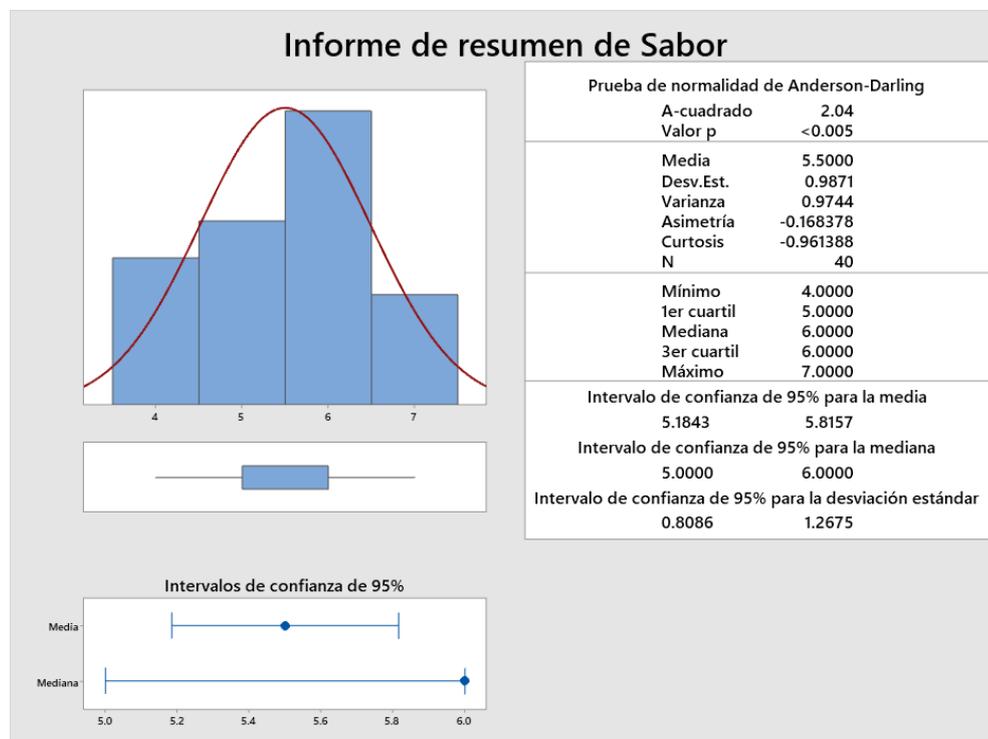
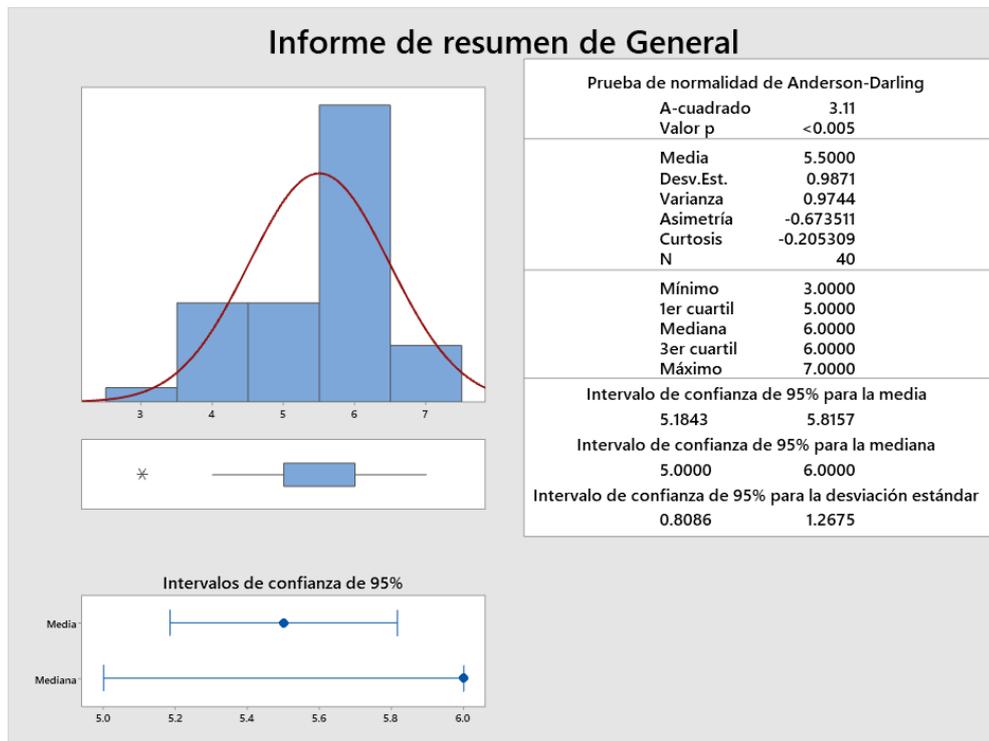
Tratamiento	Réplica	Factor A (Harina)	Factor B (Agua)	Factor C (Almidón)
1	1	52.00	23.00	7.00
2	1	40.00	35.00	7.00
3	1	40.00	23.00	19.00
4	1	44.00	31.00	7.00
5	1	44.00	23.00	15.00
6	1	40.00	27.00	15.00
7	1	48.00	27.00	7.00
8	1	48.00	23.00	11.00
9	1	40.00	31.00	11.00
10	1	44.00	27.00	11.00
11	2	52.00	23.00	7.00
12	2	40.00	35.00	7.00
13	2	40.00	23.00	19.00
14	2	44.00	31.00	7.00
15	2	44.00	23.00	15.00
16	2	40.00	27.00	15.00
17	2	48.00	27.00	7.00
18	2	48.00	23.00	11.00
19	2	40.00	31.00	11.00
20	2	44.00	27.00	11.00
21	3	52.00	23.00	7.00
22	3	40.00	35.00	7.00
23	3	40.00	23.00	19.00
24	3	44.00	31.00	7.00
25	3	44.00	23.00	15.00
26	3	40.00	27.00	15.00
27	3	48.00	27.00	7.00
28	3	48.00	23.00	11.00
29	3	40.00	31.00	11.00
30	3	44.00	27.00	11.00

APÉNDICE B
Hoja Maestra para el Panel Sensorial

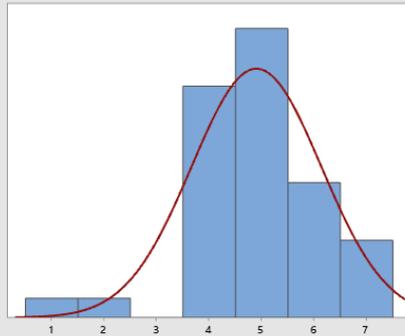
HOJA MAESTRA	
Fecha:	Código de la prueba: 31097
Condiciones: <ul style="list-style-type: none">• Preparar la muestra siguiendo las indicaciones del empaque del producto• Temperatura de la muestra antes de servirse: 40-50°C• Tamaño de la muestra: (40 gramos)• Limpieza del paladar: vaso plástico con agua a temperatura ambiente	
Tipo de muestra: Disco de empanada de banano hawaiano Tipo de prueba: Prueba afectiva	
Instrucciones: <ol style="list-style-type: none">1. Colocar las muestras en el recipiente para la prueba.2. Rotular la muestra.3. Servir la muestra con el vaso con agua y los cubiertos.4. Colocar los formularios junto a la muestra.5. Dar a conocer las instrucciones de la prueba a los panelistas.6. Una vez terminada la prueba, retirar los formularios y entregar incentivos	

APÉNDICE D

Pruebas de Distribución Normal “Anderson Darling”



Informe de resumen de Color



Prueba de normalidad de Anderson-Darling

A-cuadrado 1.69
Valor p <0.005

Media 4.9000
Desv.Est. 1.2362
Varianza 1.5282
Asimetría -0.65834
Curtosis 1.85146
N 40

Mínimo 1.0000
1er cuartil 4.0000
Mediana 5.0000
3er cuartil 6.0000
Máximo 7.0000

Intervalo de confianza de 95% para la media

4.5046 5.2954

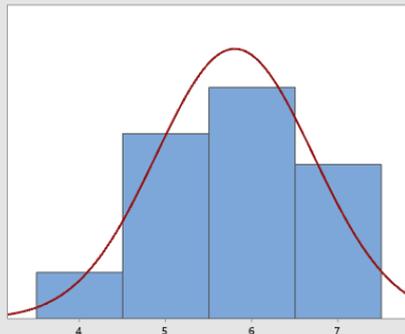
Intervalo de confianza de 95% para la mediana

4.4108 5.0000

Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar

1.0127 1.5873

Informe de resumen de Olor



Prueba de normalidad de Anderson-Darling

A-cuadrado 2.10
Valor p <0.005

Media 5.8000
Desv.Est. 0.9115
Varianza 0.8308
Asimetría -0.222421
Curtosis -0.768034
N 40

Mínimo 4.0000
1er cuartil 5.0000
Mediana 6.0000
3er cuartil 6.7500
Máximo 7.0000

Intervalo de confianza de 95% para la media

5.5085 6.0915

Intervalo de confianza de 95% para la mediana

5.0000 6.0000

Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar

0.7466 1.1704

APÉNDICE E

Pruebas de Signos para 1 Muestra

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
General	40	6

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 6$

Hipótesis alterna $H_1: \eta < 6$

Muestra	Número < 6	Número = 6	Número > 6	Valor p
General	15	21	4	0.010

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
Sabor	40	6

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 6$

Hipótesis alterna $H_1: \eta < 6$

Muestra	Número < 6	Número = 6	Número > 6	Valor p
Sabor	18	16	6	0.011

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
Color	40	5

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 6$

Hipótesis alterna $H_1: \eta < 6$

Muestra	Número < 6	Número = 6	Número > 6	Valor p
Color	29	7	4	0.000

Estadísticas descriptivas

<u>Muestra</u>	<u>N</u>	<u>Mediana</u>
Olor	40	6

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 6$

Hipótesis alterna $H_1: \eta < 6$

<u>Muestra</u>	<u>Número < 6</u>	<u>Número = 6</u>	<u>Número > 6</u>	<u>Valor p</u>
Olor	15	15	10	0.212

APÉNDICE F

Cálculo de Necesidades de Espacio

	Actividad	Equipo	Capacidad (Kg/h)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ss (ESTÁTICA)				Sg (GRAVITACION)		Se (EVOLUCION)		Total Ss+Sg+Se	
							Medidas			Volumen m ³	Área m ²	# Lados usados	Área m ²	Coeficiente K		Área m ²
							Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)							
1	Recepción			2	2	3	2	2	3	12	4	4	16	0.05	1	15
2	Bodega MP			2	2	3	2	2	3	12	4	4	16	0.05	1	21.00
3	Pesado	Balanza	30	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.25	0.25	1	0.25	0.05	0.025	0.53
4	Troceado	Rebanadora	1000	0.8	0.65	1.1	0.8	0.65	1.1	0.572	0.52	4	2.08	0.15	0.39	2.99
5	Inmersión/Escurreido	Baño de Inmersión	1000	2	1	1.6	2	1	1.6	3.2	2	4	8	0.15	1.5	11.50
6	Deshidratado	Secador de Bandejas	1400	1.5	1.5	2.3	1.5	1.5	2.3	5.175	2.25	1	2.25	0.15	0.675	5.18
7	Molienda	Molino de Martillo	500	0.62	0.48	0.58	0.62	0.48	0.58	0.172608	0.2976	4	1.1904	0.15	0.2232	1.71
8	Tamizado	Tamizador Vibratorio	500	0.49	0.49	0.81	0.49	0.49	0.81	0.194481	0.2401	4	0.9604	0.15	0.180075	1.38
9	Empacado Harina	Envasadora de Válvula	500	2.455	2.455	2.9	2.455	2.455	2.9	17.47837	6.027025	3	18.081075	0.15	3.616215	27.72
10	Detección de Metales	Detector de metales	50	0.275	0.275	0.065	0.275	0.275	0.065	0.004916	0.075625	4	0.3025	0.15	0.056719	0.43
11	Mezclado/Amasado	Mezcladora y Amasador	60	1.6	0.75	1	1.6	0.75	1	1.2	1.2	3	3.6	0.15	0.72	5.52
12	Laminado	Laminadora Industrial	60	2.55	0.88	1.18	2.55	0.88	1.18	2.64732	2.244	4	8.976	0.15	1.683	12.903
13	Cortado	Cortadora Circular Automática	1500	2.45	0.752	1.89	2.45	0.752	1.89	3.482136	1.8424	4	7.3696	0.15	1.3818	10.5338
14	Empacado Discos de empanada	Envasadora Horizontal Flow Pack	1500	2.95	0.8	1.52	2.95	0.8	1.52	3.5872	2.36	4	9.44	0.15	1.77	13.57
15	Bodega PT Discos			2	2	3	2	2	3	12	4	4	16	0.05	1	21
16	Bodega PT Harina			2	2	3	2	2	3	12	4	2	8	0.05	0.6	12.6
Área Total Requerida																163.63

APÉNDICE G

Tabla de Rendimientos

Rendimientos de proceso de producción de harina de banano hawaiano

Operación	Rendimiento
Troceado	99%
Inmersión/Escurredo	100%
Deshidratado	25%
Molienda	99%
Tamizado	92%
Empacado	100%

Rendimientos de proceso de producción de discos de empanada

Operación	Rendimiento
Mezclado/Amasado	100%
Laminado	100%
Cortado	89%
Empacado	100%

APÉNDICE H
Costos de Inversión

Harina de Banano Hawaiano					
Detalle	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	Vida útil	Depreciación Anual
Rebanadora	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	10	\$ 150.00
Baño de inmersión	1	\$ 2,000.00	\$ 1,500.00	10	\$ 200.00
Secador de Bandejas	1	\$ 30,000.00	\$ 2,000.00	10	\$ 3,000.00
Molino de Martillo	1	\$ 550.00	\$ 550.00	10	\$ 55.00
Tamizador Vibratorio	1	\$ 760.00	\$ 760.00	10	\$ 76.00
Envasadora de Válvula	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	10	\$ 250.00
Detector de Metales	1	\$ 2,300.00	\$ 2,300.00	10	\$ 230.00
Total de Costo de Equipos			\$ 39,610.00	Total Depreciación	\$ 3,961.00
Insumos					
Detalle	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	Vida útil	Depreciación Anual
Pallets	15	\$ 10.00	\$ 150.00	5	\$ 30.00
Suministros de Limpieza	1	\$ 35.00	\$ 35.00	5	\$ 7.00
Total Costo de Insumos			\$ 185.00	Total Depreciación	\$ 37.00
Discos de Empanadas					
Detalle	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	Vida útil	Depreciación Anual
Mesas de Trabajo acero inoxidable	1	\$ 182.90	\$ 182.90	5	\$ 36.58
Balanza	2	\$ 120.00	\$ 240.00	10	\$ 24.00
Mezcladora/Amasadora	1	\$ 800.00	\$ 800.00	10	\$ 80.00
Laminadora Industrial	1	\$ 1,700.00	\$ 1,700.00	10	\$ 170.00
Cortadora Circular	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	10	\$ 180.00
Envasadora Horizontal Flow Pack	1	\$ 900.00	\$ 900.00	10	\$ 90.00
Total Costo de Equipos			\$ 5,440.00	Total Depreciación	\$ 544.00

APÉNDICE I
Costos Variables

Materia Prima					
Detalle	Costo Unitario/Kg	Cantidad	Unidades	Costo por lote	Costo Anual
Harina	\$ 1.51	15	kg	\$22.70	\$ 47,215.56
Almidón de maíz	\$ 2.73	2.625	kg	\$7.17	\$ 14,905.80
Agua	\$ 0.33	13.125	kg	\$4.33	\$ 9,009.00
Sal	\$ 0.57	0.1875	kg	\$0.11	\$ 222.30
Aceite	\$ 2.50	3.1875	kg	\$7.97	\$ 16,575.00
Goma Xantana	\$ 33.00	0.1875	kg	\$6.19	\$ 12,870.00
Huevo	\$ 2.17	3.1875	kg	\$6.92	\$ 14,387.10
Total Materia Prima					\$ 115,184.76

Material de Empaque					
Detalle	Costo Unitario/unidad	Cantidad	Unidades	Costo por lote	Costo Anual
Funda de Polietileno	\$ 0.14	41.00	unidades	\$ 5.74	\$ 11,939.20
Total Material Empaque					\$ 11,939.20

Mano de Obra Directa					
Detalle	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Mensual	Aportaciones	Costo Anual
Operadores	5	\$400.00	\$ 2,000.00	\$ 7,065.00	\$ 31,065.00
Total Mano de Obra Directa					\$ 31,065.00

APÉNDICE J
Costos Fijos

Costos Fijos	
Descripción	Valor
Depreciación	\$ 544.00
Mano de Obra Indirecta	\$ 27,306.00
Servicios	\$ 3,192.05
Total	\$ 31,042.05

APÉNDICE K

Flujo de Caja

Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		\$91,156.72	\$100,272.40	\$115,313.26	\$138,375.91	\$172,969.88
Cantidad de producto		85280	89544	94021.2	98722.26	103658.373
Precio		\$3.33	\$3.33	\$3.33	\$3.33	\$3.33
Costo variable unitario		\$1.85	\$1.85	\$1.85	\$1.85	\$1.85
Ingresos Ventas		\$283,846.51	\$298,038.83	\$312,940.78	\$328,587.82	\$345,017.21
Costos Fijos		\$31,042.05	\$31,042.05	\$31,042.05	\$31,042.05	\$31,042.05
Costos Variables		\$158,188.96	\$166,098.40	\$174,403.32	\$183,123.49	\$192,279.66
Depreciación		\$4,505.00	\$4,505.00	\$4,505.00	\$4,505.00	\$4,505.00
Utilidad previo impuestos		\$90,110.50	\$96,393.38	\$102,990.40	\$109,917.27	\$117,190.49
Tasa Impuestos (25%)		\$22,527.63	\$24,098.35	\$25,747.60	\$27,479.32	\$29,297.62
Utilidad Neta		\$67,582.88	\$72,295.04	\$77,242.80	\$82,437.96	\$87,892.87
Depreciación		\$4,505.00	\$4,505.00	\$4,505.00	\$4,505.00	\$4,505.00
Inversión de Equipos	-\$45,235.00					
Capital de Trabajo	-\$45,325.00					
Flujo de Caja Neto	-\$90,560.00	\$63,077.88	\$67,790.04	\$72,737.80	\$77,932.96	\$83,387.87
Flujo de Caja Acumulado	-\$90,560.00	-\$27,482.12	\$40,307.91	\$113,045.71	\$190,978.67	\$274,366.54
Tasa de Descuento(10%)	10%					
VAN	\$68,469.34					
TIR	70%					