

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño de la formulación de productos alimenticios a base de almidón de
plátano verde (*Musa paradisiaca*)

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Alimentos

Presentado por:

Delgado Ruiz Yuly Melina

Jaramillo Fajardo Dayana Narcisa

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico sobre todo a Dios, por el don de la vida y de forma especial a mis padres, quienes implantaron en mí el deseo de superación y me mostraron a través de su ejemplo que con esfuerzo y dedicación puedo conseguir todo lo que me proponga. A mi hermana, quién bondadosamente dedicó parte de su tiempo en mí, ayudándome en lo que necesitara. A mis amigos, los cuales a través de risas y días largos de estudio me hicieron partícipe de un gran equipo de trabajo y de una gran amistad. A mi enamorado, por su paciencia y cariño.

Yuly Melina Delgado Ruiz

El presente proyecto lo dedico a mis padres por ser aquel pilar fundamental a lo largo de mi vida, por ser mis mejores maestros y ejemplo a seguir, por cada uno de los esfuerzos realizados, por inculcar en mí, que no existen imposibles. A mi hermana, por alentarme siempre y por brindarme su amor y confianza. A mi enamorado, por su cariño y apoyo incondicional a lo largo de este camino. A mis amigos, aquel equipo de trabajo que logró hacer que esta etapa este llena de experiencias y por aquella amistad sincera. A mi familia, que ha aportado alguna enseñanza durante mi formación personal y profesional.

Dayana Narcisa Jaramillo Fajardo

AGRADECIMIENTOS

Gratitud a Dios por permitirme llegar firme hasta el final de esta etapa de mi vida, a mis padres por su capacidad infinita de amarme y protegerme siempre sin importar las distancias que nos separaban; por siempre acompañarme en mi caminar. A la Ph. D. Sandra Acosta por enseñarme que no todo se aprende dentro de las aulas de clases, y que siempre hay que luchar y esforzarse si se quiere ser mejor.

Yuly Melina Delgado Ruiz

A Dios, por brindarme la vida y por siempre guiar mi camino, poniendo en el a las personas indicadas, en cada momento. A mis padres, por su confianza, por su gran esfuerzo, por cada palabra de aliento y por su amor incondicional. A la Ph. D. Sandra Acosta por haber compartido sus conocimientos y por inculcar en mí, que todo se puede lograr con esfuerzo y perseverancia.

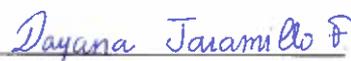
Dayana Narcisa Jaramillo Fajardo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución. Nosotras, Yuly Delgado Ruiz y Dayana Jaramillo Fajardo 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”



Delgado Ruiz
Yuly Melina



Jaramillo Fajardo
Dayana Narcisca

EVALUADORES



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



Ph.D. Sandra Acosta D.
PROFESORA TUTORA

RESUMEN

Actualmente, el plátano verde es uno de los principales productos de exportación no petrolera del Ecuador, con gran acogida en países de Latinoamérica y de la Unión Europea. Es considerado como la cuarta fuente de energía en países en vía de desarrollo, por su contenido de nutrientes y en especial por su almidón. La Industria Alimenticia se inclina por fabricar alimentos nutricionales y funcionales para el desarrollo de nuevos productos. La asociación de productores, ubicada en el cantón El Carmen de la provincia de Manabí, actualmente elabora almidón de plátano con poca participación en el mercado nacional, por lo que aspira fabricar otros productos con esta materia prima. Por esta razón, el presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de dos productos que incluyan en su formulación al almidón de plátano. Se diseñaron dos productos en presentación de pre-mezcla en polvo para elaborar colada y galletas. Además, se caracterizaron ambas pre-mezclas mediante la aplicación de análisis sensoriales y de calidad, ajustados a: la norma nacional “NTE INEN 2085 Galletas, requisitos” y a la Norma Oficial Mexicana “NOM-247-SSA1-2008, Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas” para la pre-mezcla de galletas y colada, respectivamente. Posteriormente, se analizó la viabilidad del proyecto en términos económicos, determinando el precio de venta al público de \$1,41 para la pre-mezcla de galletas en presentación de 500g y \$1,14 para la pre-mezcla de colada en presentación de 250g. También, se establecieron las mismas etapas dentro del flujo de proceso para la elaboración de las pre-mezclas con el uso de los mismos equipos, lo cual beneficia a la Asociación al no incorporar diferentes maquinarias para cada proceso.

Palabras Clave: Pre-mezcla, galletas, colada, análisis sensorial.

ABSTRACT

Currently, green plantains are one of the leading Ecuador non-oil export products, welcoming in Latin American and European Union countries. It is considered to be the fourth source of energy in developing countries, for its nutrient content and especially for its starch. The Food Industry is inclined to manufacture nutritional and functional foods for the development of new products. The producer association, located in the canton “El Carmen” of Manabí province, currently produces plantain starch with little share in the national market, so this is the reason why they want to manufacture other products with this raw material. This work aims at the development of two products that include plantain starch in their formulation. Two products were designed in the presentation of pre-mix powder for making “colada” and cookies. In addition, both pre-mixes were characterized by the application of sensory and quality analyses, adjusted to: the national standards "NTE INEN 2085 Cookies, requirements" and the Official Mexican Standard "NOM-247-SSA1-2008, Foods based on cereals, edible seeds, flours, semolina or semolinas or their mixtures" for the pre-mix of cookies and “colada”, respectively. Subsequently, the feasibility of the project was analyzed in economic terms, determining the retail price of \$1.41 for the pre-mix of cookies in presentation of 500g and \$1.14 for pre-mix of “colada” in presentation of 250g. Also, the same stages were established within the process flow for the elaboration of pre-mixes with the use of the same equipment, which benefits the Association by not incorporating different machines for each process.

Keywords: Pre-mix, cookies, colada, sensory analysis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1	1
1.Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Marco teórico	4
1.4.1 Almidón de plátano	4
1.4.2 Modo de obtención del almidón de plátano	6
1.4.3 Otras fuentes de almidón	6
1.4.4 Uso del almidón en productos alimenticios.....	7
CAPÍTULO 2.....	9
2.Método	9
2.1 Materiales	9
2.1.1 Pre-mezcla de colada.....	9
2.1.2 Pre-mezcla de galletas.....	9

2.2	Diseño experimental	9
2.2.1	Factores variables pre-mezcla de colada y galletas	10
2.3	Pre-mezcla de colada	11
2.4	Pre-mezcla de galletas	12
2.5	Análisis de calidad	13
2.5.1	Humedad	14
2.5.2	pH	14
2.5.3	Grados Brix	14
2.5.4	Densidad	14
2.6	Criterio de selección	15
2.7	Procedimiento de reconstitución	15
2.7.1	Pre-mezcla de colada.....	15
2.7.2	Pre- mezcla de galletas.....	15
2.8	Evaluación sensorial	16
2.9	Análisis estadístico	16
2.9.1	Análisis de varianza (ANOVA).....	16
2.9.2	Análisis de datos de la evaluación sensorial	17
2.10	Análisis nutricional	18
2.11	Diseño de planta	19
2.11.1	Restricciones.....	19
2.11.2	Diagrama de flujo	20
2.11.3	Distribución de la planta	21
2.12	Costos	23
CAPÍTULO 3	24
3.	Resultados y análisis	24
3.1	Pre-mezclas.....	24

3.1.1 Pre-mezcla de colada.....	24
3.1.2 Pre-mezcla de galletas.....	24
3.2 Análisis de calidad	24
3.2.1 Pre-mezcla de colada.....	24
3.2.1.1 Humedad.....	24
3.2.1.2 pH.....	25
3.2.1.3 Densidad	25
3.2.1.4 Grados Brix.....	25
3.2.2 Criterios de selección para la pre-mezcla de colada	26
3.2.3 Pre-mezcla de galletas.....	27
3.2.3.1.Humedad.....	27
3.2.3.2 pH.....	28
3.2.4 Criterios de selección para la pre-mezcla de galletas.....	28
3.3 Análisis estadístico	29
3.3.1 Análisis de varianza	29
3.3.2 Análisis estadístico aplicando el Software Statistica versión 7 ...	29
3.3.2.1 Pre-mezcla de colada	29
3.3.2.2 Pre-mezcla de galletas	30
3.3.3 Análisis de evaluación sensorial.....	30
3.3.3.1 Prueba de aceptación	30
3.3.3.2 Prueba de preferencia	32
3.4 Análisis nutricional	33
3.5 Diseño de planta.....	34
3.6 Costos	35
3.6.1 Costos directos	36
3.6.2 Costos indirectos.....	36

3.6.3 Punto de equilibrio	36
3.6.4 Flujo de caja.....	37
CAPÍTULO 4.....	40
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	40
4.1 Conclusiones	40
4.2 Recomendaciones	42
BIBLIOGRAFÍA	
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

NOM	Norma Oficial Mexicana
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ANOVA	Analysis of Variance
TRA	Tabla Relacional de Actividades
CORELAP	Computerized Relationship Layout Planning
VAN	Valor Actual Neto
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
TIR	Tasa Interna de Retorno
P.V.P	Precio de Venta al Público

SIMBOLOGÍA

% b.s.	Porcentaje en base seca
H ₀	Hipótesis nula
H _a	Hipótesis alterna
kg	Kilogramo
g	Gramo
kg/h	Kilogramo por hora
g/ml	Gramo por mililitro
g/L	Gramo por litro
min	Minutos
pH	Potencial de Hidrógeno
°C	Grados Celsius
°Bx	Grados Brix
ρ	Densidad
m ²	Metros cuadrados

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de flujo de proceso para ambas pre-mezclas.....	20
Figura 2.2 Actividades de flujo y no flujo	22
Figura 3.11 Tabla Relacional de Actividades	34
Figura 3.12 Lay-out de la planta.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición química (% b.s., excepto humedad).....	5
Tabla 1.2 Composición de harina a diferentes estado de madurez (% b.s.).....	5
Tabla 1.3 Porcentaje de almidón, agua, proteínas y lípidos en productos.....	7
Tabla 1.4 Usos del almidón en el área de alimentos.....	8
Tabla 2.1 Valores máximos y mínimos de la pre-mezcla de colada.....	11
Tabla 2.2 Valores máximos y mínimos de la pre-mezcla de galletas.....	11
Tabla 2.3 Formulación preliminar de la pre-mezcla de colada.....	12
Tabla 2.4 Tratamientos de la pre-mezcla de colada.....	12
Tabla 2.5 Formulación preliminar de la pre-mezcla de galletas.....	13
Tabla 2.6 Tratamientos de la pre-mezcla de galletas.....	13
Tabla 2.7 Condiciones del desarrollo de la evaluación sensorial.....	16
Tabla 2.8 Hipótesis planteadas para análisis de aceptación de pre- mezclas.....	17
Tabla 2.9 Hipótesis de pruebas no paramétricas de las pre- mezclas.....	18
Tabla 2.10 Ensayos y métodos en análisis nutricional de pre-mezclas	19
Tabla 2.11 Valoración de la Tabla Relacional de Actividades.....	22
Tabla 2.12 Valoración y motivos para calificar la relación entre actividades.....	22
Tabla 3.1 Análisis estadístico de la pre-mezcla de colada.....	26
Tabla 3.2 Porcentaje de almidón de plátano en pre-mezcla de colada.....	27
Tabla 3.3 Análisis estadístico de la pre-mezcla de galletas.....	28
Tabla 3.4 Porcentaje de almidón de plátano y harina de trigo en base al 100%.....	29
Tabla 3.11 Análisis de Normalidad de la prueba de aceptación de pre-mezclas.....	31
Tabla 3.12 Resultados de la prueba de signos para mediana de pre-mezclas.....	31
Tabla 3.13 Porcentajes (%) de aceptabilidad de las pre-mezclas.....	32
Tabla 3.14 Resultados Prueba Preferencia de pre-mezclas.....	33
Tabla 3.15 Información del semáforo alimenticio de las pre-mezclas.....	33
Tabla 3.24 Costos fijos y variables.....	37
Tabla 3.25 Punto de equilibrio.....	37
Tabla 3.29 Valores de VAN y TIR de flujos de caja de pre-mezclas.....	38
Tabla 3.30 Flujo de caja neto anual y acumulado pre-mezcla de galletas.....	38
Tabla 3.31 Flujo de caja neto anual y acumulado para pre-mezcla de colada.....	39

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El plátano verde (*Musa paradisiaca*) como sus elaborados representan alrededor de un 25,3% de participación en las exportaciones del Ecuador, con una tasa de crecimiento de aproximadamente el 3,1%, según datos reportados por el Banco Central del Ecuador desde enero hasta julio del año 2018 (El Telégrafo, 2018). La producción de plátano verde dentro del Ecuador se encuentra administrada por alrededor de 4000 productores, según datos de Banco Nacional de Fomento, de los cuales más del 75% de ellos pertenecen al cantón “El Carmen” de la provincia de Manabí (El Comercio, 2011). Ecuador posee un clima que brinda condiciones ideales para producir plátano, sin embargo, hoy en día los productos tradicionales se ven encaminados a sufrir cambios por tendencias actuales que obligan a los pequeños y grandes productores a innovar.

El plátano verde es considerado como la cuarta fuente de energía en países que se encuentran en vía de desarrollo, y esto se debe a la concentración representativa de almidón que este posee. Es por ello, que se ha optado por aislar este componente ya que contiene aproximadamente un 70% de almidón en base seca según informes sobre aislamiento y caracterización del almidón de plátano restringido a condiciones de laboratorio (Pelissari, Andrade, Amaral, & Menegalli, 2012).

En cuanto al almidón nativo en estado granular, este influye en las propiedades físicas de algunas materias primas importantes, como harinas y mezclas secas. Según los resultados obtenidos en estudios realizados (Martínez, Pérez, & Ramírez, 2015) al almidón nativo del plátano, este puede ser incorporado en la elaboración de alimentos que requieran características tecnológicas como: agentes espesantes, gelificantes y estabilizantes a temperaturas de gelatinización mayores a 68 °C.

La industria alimentaria ha considerado al almidón como un ingrediente potencial en la elaboración de productos tales como productos de repostería, bebidas instantáneas, snacks, entre otros, brindando propiedades no solo funcionales sino también propiedades mecánicas favorables como la consistencia.

Por estas razones, se considera al plátano verde y a su almidón como una variable positiva dentro del campo del desarrollo de productos, al brindar condiciones idóneas, posibilitando el diseño de nuevas formulaciones que incluyan entre sus ingredientes este componente ideal.

Además, se conoce que una de las nuevas estrategias considerada por algunos productores a nivel económico, es la de procesar el plátano verde en harina seca o almidón e incorporarlos parcialmente en varios productos innovadores para potenciar su consumo (Ovando, Sáyago, Agama, Goñi, & Bello, 2009).

1.1 Descripción del problema

En la provincia de Manabí, específicamente en el cantón “El Carmen” se cuenta con una participación activa de productores en las exportaciones de plátano verde y banano. La asociación de productores forma parte de este grupo de productores.

En la actualidad, esta Asociación manabita elabora almidón de plátano verde de la variedad barraganete (*Musa paradisiaca*) que a pesar de sus múltiples propiedades funcionales y nutricionales, no es considerado como ingrediente en productos que actualmente se ofrecen en el mercado nacional, siendo esta la problemática que enfrenta la Asociación. Posiblemente, una de las razones por la que se genera este problema podría deberse al desconocimiento por parte de sus consumidores, en relación al uso, preparación e inclusión del almidón de plátano en otros alimentos.

El plátano verde no es un producto nuevo dentro del mercado alimenticio. Es bien conocido su uso como harina en diversos productos de presentación en pre-mezcla, pero no como almidón. Es por esta razón, que este grupo de productores buscan innovar e implementar nuevas oportunidades de venta y comercialización del almidón de plátano verde, mediante el desarrollo de productos que lo incluyan como uno de sus principales ingredientes. A su vez, incrementan su producción con la consiguiente generación de empleo y mejora económica para este sector de la producción.

El proyecto se desarrolla bajo restricciones establecidas por la Asociación de productores, siendo éstas:

- Restricciones técnicas: productos que contemplen mayor porcentaje de almidón incluyendo únicamente ingredientes secos.
- Restricción de producción: 6 toneladas mensuales de producción de pre-mezclas de colada y pre-mezcla de galletas en relación (50:50), con 8 horas laborables por día y considerando 20 días en un mes.
- Restricciones comerciales: productos en presentación al por menor.
- Restricciones económicas: producción bajo una misma línea de proceso con la menor inversión de equipos.
- Restricción de espacio para la planta: área disponible de 70m².

1.2 Justificación del problema

La asociación de productores carece de información actualizada que les permita crear propuestas potenciales de desarrollos de productos con base de almidón de plátano verde.

A través de un estudio de mercado, se logró identificar pocos alimentos que contemplaban al almidón de plátano como uno de sus ingredientes. Siguiendo los requerimientos especificados por la asociación de productores, se decide considerar del estudio de mercado aquellos productos de presentación en polvo que no representaban mayores costos en su fabricación en los que se podría incluir al almidón de plátano como ingrediente, siendo éstas las pre-mezclas.

Es así, que se ha considerado el diseño de dos productos de productos en pre-mezcla en polvo a base de almidón de plátano verde de la variedad barraganete, los cuáles brindarían facilidades al consumidor al poder ser reconstituidos con sencillez. Las opciones sugeridas son pre-mezcla para elaborar una colada y una pre-mezcla para elaborar galletas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar dos productos en presentación de pre-mezcla en polvo utilizando como base el almidón de plátano verde de la variedad barraganete para elaborar colada y galletas.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Desarrollar la formulación para la pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas.
2. Diseñar la línea de producción para la elaboración de la pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas.
3. Caracterizar las pre-mezclas aplicando análisis fisicoquímicos, de calidad, sensoriales y nutricionales, para definir su cumplimiento según normas de calidad.
4. Realizar el análisis financiero de la pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas, para analizar la viabilidad económica del proyecto.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Almidón de plátano

El almidón es uno de los carbohidratos más importantes en la nutrición humana y usualmente es aislado de diversas fuentes como cereales, leguminosas y tubérculos (Witczaka, Ziobrob, Juszcakc, & Korus, 2016). Estudios (Blasco & Gómez, 2014) señalan que la incorporación de almidón nativo de plátano aporta fibra dietética y almidón resistente a los alimentos que lo contenga, los cuales benefician a la salud de quienes lo consumen.

El almidón resistente es una de las fibras dietéticas con mayor interés en los últimos años, teniendo un papel clave en la prevención del cáncer colorrectal (Amini, Birch, & Ahmed, 2019). En la Tabla 1.1 se muestran características propias de la harina y el almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*); revelando grandes fracciones de almidón resistente, tanto en la harina como en su almidón, causando interés para su adición en alimentos funcionales, debido a que este componente tiene un efecto positivo en el colon humano (Pelissari, Andrade, Amaral, & Menegalli, 2012).

Tabla 1.1 Composición química (% b.s., excepto humedad) de la harina y almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca*)

Componentes	Harina	Almidón
Humedad	8,00 ± 0,02	9,27 ± 0,07
Cenizas	1,92 ± 0,10	0,03 ± 0,01
Proteína	3,16 ± 0,10	0,97 ± 0,16
Lípidos	0,56 ± 0,03	0,02 ± 0,01
Fibra cruda	1,18 ± 0,07	0,28 ± 0,03
Amilosa	23,1 ± 0,1	35,0 ± 0,3
Almidón resistente	49,5 ± 0,8	50,3 ± 1,0
Almidón total	83,2 ± 0,2	94,8 ± 0,1

Fuente: (Pelissari, Andrade, Amaral, & Menegalli, 2012)

Varios estudios (Chong & Abdul, 2010) concuerdan en que el consumo de plátanos verdes ejerce un efecto beneficioso sobre la salud humana aportando a la dieta componentes no digeribles y antioxidantes. La pulpa de plátano verde es rica en vitaminas A, B6, C y D, brindando beneficios especialmente a huesos y músculos del cuerpo humano.

Otros autores han realizado estudios (Singh, Singh, Kaur, & Singh, 2016) que demuestran que el plátano verde posee un mayor contenido de almidón resistente frente al plátano maduro, como se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Composición de harina de plátano a diferente estado de madurez (% b.s.)

Estado de maduración	Base de la Harina	Almidón total	Almidón resistente	Fibra dietaria	Ceniza	Lípidos	Proteínas
Verde (Estado 1-2)	Pulpa	64,0-75,0	17,5-48,0	7,5-15,0	2,6-4,7	0,4-2,7	6,5-14,3
	Cáscara	10,1-11,7	8,2-8,6	43,0-50,0	1,2-9,6	6,1-9,0	4,1-8,1
Amarillo (Estado 6-7)	Pulpa	56,0-63,0	11,0-17,0	17,0-18,0	3,3-6,9	0,6-1,2	3,76
	Cáscara	3,5-6,3	2,3-2,5	47,0-53,0	9,0-11,0	3,8-11,0	5,0-8,0

Fuente: (Singh, Singh, Kaur, & Singh, 2016)

Frecuentemente, al incorporar nuevos ingredientes en un sistema alimentario algunos atributos de calidad se ven comprometidos. Pero, estudios (Wang, Zhanga, & Mujumdar, 2012) demuestran que una incorporación parcial de almidón de plátano

como ingrediente en productos tradicionales, no causa grandes diferencias en cuanto a sabor y textura, mostrando aceptabilidad por parte de los consumidores y brindando a su vez buenas propiedades de gelatinización en comparación con su harina (Clemente Granados, 2014).

1.4.2 Modo de obtención del almidón de plátano

La manufactura de este componente comprende seis etapas (Hernández, Martínez, Contreras, & y Pérez, 2017):

1. Lavado: para retirar posibles sólidos presentes en la cáscara.
2. Pelado: se retira la cáscara del fruto para hacer uso de la pulpa sin cáscara.
3. Cortado: se cortan en rebanadas los plátanos verdes con espesores de aproximadamente 2-3 mm, retirando las puntas de la fruta.
4. Secado: se colocan las rebanadas cortadas en un desecador y para optimizar su secado se cuida que existan sobreposiciones entre rebanadas.
5. Triturado: luego del secado se trituran las rebanadas de plátano verde secas para obtener harina.
6. Extracción del almidón: Se hace pasar la harina de plátano verde triturada en tamices de número 30, 60, 80 y 100. Pero para lograr una mayor calidad en el almidón se hace pasar por los tamices de número 200 y 325; ya que el tamaño de partícula es considerado un parámetro determinante en la calidad del almidón.

1.4.3 Otras fuentes de almidón

Una gran parte de países desarrollados evidencian un alto consumo de cereales como trigo y arroz, los cuales contienen grandes cantidades de almidón representando buenas fuentes de energía (Aristizábal, Sánchez, & Mejía, 2007). Aunque también, existen tubérculos como la yuca que presenta altos porcentajes de almidón.

En la Tabla 1.3. se muestra un resumen de la composición de algunas fuentes de almidón como son el trigo, maíz, yuca, manteniendo porcentajes de almidón desde el 60% al 80%.

Tabla 1.3 Porcentaje de almidón, agua, proteínas y lípidos en maíz, trigo, yuca y arroz

Fuente	Almidón (%)	Agua (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Referencia
Maíz	60-70	11,00	8-10	4-8	(Aristizábal, Sánchez, & Mejía, 2007).
Trigo	70-75	14,00	10-12	2	
Yuca	80	14,00	7	0,4	
Arroz	80	16,42	2-4	0,11	

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

1.4.4 Uso del almidón en productos alimentarios

El consumo de almidón en contexto global, se destina aproximadamente el 75% al sector industrial y el 25% al sector de alimentos (Aristizábal, Sánchez, & Mejía, 2007). El almidón en la industria alimentaria cumple un papel importante en la textura de varios productos aportando a su palatabilidad y aceptabilidad. La Tabla 1.4 muestra los usos del almidón en el área de los alimentos y sus funcionalidades, siendo usados en la industria de los alimentos como espesantes, aglutinantes, protectores contra la humedad y emulsificantes en diversos productos de confitería y repostería.

Tabla 1.4 Usos del almidón en el área de alimentos

Funcionalidad	Productos	Referencia
Medio de moldeo	Caramelos de frutas, rodajas de naranja y gomas de mascar	(Aristizábal, Sánchez, & Mejía, 2007).
Dador de cuerpo (imparte textura y estabilidad)	Caramelos	
Agente para espolvorear, combinado con azúcar pulverizada	Gomas, caramelos y gomas de mascar.	
Protector contra la humedad	Productos en polvo como azúcares	
Espesante	Sopas, alimentos para infantes, salsas, gelatinas sintéticas	
Aglutinante	Salchichas y embutidos cocidos.	
Emulsificante	Mayonesas y salsas similares.	
Estabilizador	Productos mantecados-helados	

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

CAPÍTULO 2

2. MÉTODO

Se realizó previamente un estudio de mercado, que permitió definir los posibles ingredientes a utilizar en cada una de las pre-mezclas en polvo. Los porcentajes de los ingredientes a utilizar fueron establecidos a través de referencias bibliográficas.

2.1. MATERIALES

2.1.1. Pre-mezcla de colada

Las materias primas utilizadas fueron: almidón de yuca, almidón de plátano de la asociación de productores, harina de trigo fortificada, harina de soya, vainillina, canela en polvo y panela en polvo. Entre los aditivos utilizados se encuentran benzoato de sodio, goma xanthan y ácido cítrico.

2.1.2. Pre-mezcla de galletas

Las materias primas utilizadas fueron: harina de trigo con 13,4% de proteína y 37% de gluten húmedo, almidón de plátano de la asociación de productores, azúcar blanca, vainillina, leche en polvo, polvo de hornear y sal.

2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un Diseño de Mezclas a través del software Statistica Versión 7, para obtener posibles formulaciones considerando los tratamientos generados en el diseño. Este diseño permite caracterizar mediante un análisis de calidad las posibles formulaciones, a través de las variables de respuesta establecidas para cada uno de los productos.

- Para la pre-mezcla de colada se realizó un diseño aleatorizado con tres factores, con grado de polinomio dos, obteniéndose seis tratamientos. Las variables de respuesta a analizar son: humedad, pH, grados Brix y densidad.

- Para la pre-mezcla de galletas se realizó un diseño aleatorizado con dos factores, con grado de polinomio tres, obteniéndose cuatro tratamientos. Las variables de respuesta a analizar son: humedad y pH.

Para ambos casos, en el diseño de mezclas se definieron valores máximos y mínimos, los cuales permiten crear los tratamientos de las posibles formulaciones.

2.2.1. Factores variables de la pre-mezcla de colada y la pre-mezcla de galletas

Se tomó como factores variables dentro del diseño de mezclas de ambas pre-mezclas, aquellos que por fuentes bibliográficas representaban mayor porcentaje dentro los ingredientes.

Para la pre-mezcla de colada, los factores variables definidos fueron: harina de trigo, almidón de plátano y almidón de yuca. Éstos dos últimos factores, contribuyen al proceso de gelatinizado de la premezcla de colada al ser reconstituida. Los tres factores variables representan un 70% dentro de los ingredientes considerados en la formulación preliminar.

Para la pre-mezcla de galletas, los factores variables definidos fueron: harina de trigo y almidón de plátano. Por referencia bibliográfica se establece un requerimiento mínimo de gluten que en este caso es aportado por la harina de trigo, haciéndola un factor limitante en relación a la cantidad de almidón de plátano a incorporar. Por esta razón, considerando que estos dos factores representan un 100%, se establece una relación (80:20) entre la harina de trigo y el almidón de plátano, respectivamente. Los porcentajes de los ingredientes considerados en la formulación preliminar deben ser calculados en base a ese 100%.

Las Tablas 2.1 y 2.2 muestran los valores máximos y mínimos de los factores variables de la pre-mezcla de colada y de la pre-mezcla de galletas, respectivamente. Estos valores fueron definidos al haber realizado

previamente un estudio de mercado de pre-mezclas de productos similares encontrados en supermercados y por referencias científicas (García, Bello, Agama, & Flores, 2018), (Ramos, 2013). El total de la suma de los factores no debe ser menor a la suma de los valores mínimos ni mayor a la suma de los valores máximos.

Tabla 2.1 Valores máximos y mínimos de la pre-mezcla de colada

Factor	Mínimo	Máximo
	(g)	(g)
Almidón de Yuca	50	55
Almidón de Plátano	50	55
Harina de Trigo	75	80
Total	180	

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 2.2 Valores máximos y mínimos de la pre-mezcla de galletas

Factor	Mínimo	Máximo
	(g)	(g)
Harina de trigo	260	265
Almidón de Plátano	65	70
Total	330	

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

2.3. PRE-MEZCLA DE COLADA

En la Tabla 2.3 se muestra la formulación preliminar para la pre-mezcla de colada, con sus respectivos ingredientes y porcentajes para una unidad de presentación de 250g; detallándose los ingredientes considerados factores variables dentro del diseño experimental, y también aquellos que permanecen constantes sin ser considerados en el diseño. Por otro lado, la Tabla 2.4 muestra los tratamientos obtenidos en el diseño de mezcla de la pre-mezcla de colada, considerando los valores mínimos y máximos de los factores variables.

Tabla 2.3 Formulación preliminar de la pre-mezcla de colada

# Ítem	Ingredientes	Porcentaje %	Variable	Constante
1	Almidón de yuca	20,00	✓	
2	Almidón de plátano	20,00	✓	
3	Harina de trigo	30,00	✓	
4	Harina de soya	17,18		✓
5	Benzoato de sodio	0,28		✓
6	Goma Xanthan	2,00		✓
7	Ácido cítrico	0,04		✓
8	Panela en polvo	4,00		✓
9	Vainillina	3,3		✓
10	Canela en polvo	3,20		✓
TOTAL		100%		

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 2.4 Tratamientos de la pre-mezcla de colada

Tratamiento	Réplica	Almidón de Yuca	Almidón de Plátano	Harina de Trigo
1	1	55,00	50,00	75,00
2	1	52,50	52,50	75,00
3	1	50,00	50,00	80,00
4	1	50,00	55,00	75,00
5	1	52,50	50,00	77,50
6	1	50,00	52,50	77,50

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

2.4. PRE-MEZCLA DE GALLETAS

En la Tabla 2.5 se muestra la formulación preliminar para la pre-mezcla de galletas, con sus respectivos ingredientes y porcentajes para una unidad de presentación de 500g; detallándose los ingredientes considerados factores variables dentro del diseño experimental, y también aquellos que permanecen constantes sin ser considerados en el diseño. Por otro lado, la Tabla 2.6 muestra los tratamientos obtenidos en el diseño de mezcla de la pre-mezcla de galletas, considerando los valores mínimos y máximos de los factores variables.

Tabla 2.5 Formulación preliminar de la pre-mezcla de galletas

# Ítem	Ingredientes	Porcentaje %	Porcentaje al 100%	Variable	Constante
1	Harina de trigo	80,00	37,00	✓	
2	Almidón de plátano	20,00	9,20	✓	
TOTAL DE BASE		100%	-		
3	Azúcar	47,38	47,38		✓
4	Vainillina	2,62	2,62		✓
5	Leche en polvo	1,00	1,00		✓
6	Polvo de hornear	2,50	2,50		✓
7	Sal	0,46	0,46		✓
TOTAL		53,96%	100%		

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 2.6 Tratamientos de la pre-mezcla de galletas

Tratamiento	Réplica	Almidón de Plátano	Harina de Trigo
1	1	265,00	65,00
2	1	260,00	70,00
3	1	261,67	68,33
4	1	263,33	66,67

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

2.5. ANÁLISIS DE CALIDAD

Para el caso de la pre-mezcla de colada se midió humedad (%) considerando el límite establecido en la norma oficial mexicana “NOM-247-SSA1-2008, Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas” (Velasco, 2008), también se midió pH y se controlaron los valores de grados brix ($^{\circ}\text{Bx}$) y densidad (ρ) de cada una de las formulaciones, dado que éstos dos últimos brindan un indicativo del contenido de azúcares y de su viscosidad respectivamente.

Para la pre-mezcla de galletas se midió pH y humedad (%) aplicando los valores límites estipulados en la norma “NTE INEN 2085:2005 Galletas, requisitos” (Ecuador, 2005). Estas mediciones se realizaron para caracterizar cada una de las formulaciones posibles de cada uno de los productos a desarrollar.

2.5.1. Humedad

Para la medición de humedad en las formulaciones de las pre-mezclas tanto de colada como de galletas, se utilizó la Termobalanza *Kern MLB 50-3* (Alemania). Se pesaron 6g de muestra para cada medición y se trabajó a 130°C según lo indica el manual del equipo para muestras de harinas. Las mediciones se hicieron con dos repeticiones.

2.5.2. pH

Para la medición de pH en las formulaciones de ambas pre-mezclas se utilizó el pHmetro *Boeco Germany BT-600* (Alemania). Se realizaron diluciones al 10% de cada una de las formulaciones de las pre-mezclas tanto de colada como de galletas, con agua destilada. Las mediciones se hicieron con dos repeticiones.

2.5.3. Grados Brix

Se realizaron las mediciones de grado Brix (°Bx) de las formulaciones de pre-mezcla de coladas diluidas al 10%, utilizando un Refractómetro digital *Sper Scientific 300053* (U.S.A.), se colocó la muestra en el depósito al interior del equipo y luego se procedió a tomar la lectura de los grados Brix (°Bx).

2.5.4. Densidad

Se realizaron mediciones de densidad de las formulaciones de pre-mezcla de coladas pesando en una probeta 20ml de la muestra reconstituida en agua destilada al 10%, y de esta manera se relacionó dicho peso en gramos con el volumen utilizado en mililitros. Para la obtención de los datos de densidad se aplicó la Ecuación 2.1.

$$\rho = \frac{m}{v} \left[\frac{g}{ml} \right] \quad (2.1)$$

2.6. CRITERIO DE SELECCIÓN

Considerando las restricciones establecidas por la Asociación, se procede a discriminar las posibles formulaciones en ambos productos por el mayor contenido de almidón de plátano para obtener solo dos formulaciones por pre-mezcla, a ser analizados en la evaluación sensorial.

2.7. PROCEDIMIENTO DE RECONSTITUCIÓN

Este procedimiento se establece para uso del consumidor durante el reconstituido de las pre-mezclas. Además, esta información fue de utilidad previo al desarrollo de la evaluación sensorial.

2.7.1. Pre- mezcla de colada

La pre-mezcla de colada con presentación de 250g requiere para su reconstituido una dosificación de 34g (3 cucharadas) que serán disueltos en 454g (2 tazas) de agua fría (20°C), simultáneamente se lleva a calentamiento 1 litro de agua hasta ebullición (100°C), se agrega la mezcla reconstituida de la pre-mezcla de colada y se mantiene a fuego lento (75°C) con agitación por aproximadamente 30 minutos hasta conseguir la consistencia deseada o una apariencia homogénea. Se requiere agregar azúcar al gusto.

2.7.2. Pre- mezcla de galletas

La pre-mezcla de galletas con presentación de 500g para su reconstituido requiere usar la totalidad de su contenido con un huevo entero de aproximadamente 50g y 150g de margarina; amasar todo hasta conseguir homogeneidad. La mezcla se deja reposar por 10 minutos para su leudado. Se recomienda dosificar aproximadamente una cucharada (15g) de la masa por cada galleta, posteriormente introducirlas en el horno previamente calentado a 150°C en un molde engrasado por 15 minutos.

2.8. EVALUACIÓN SENSORIAL

Para el desarrollo de la evaluación sensorial de ambas formulaciones de pre-mezcla, se consideró la prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos en cuanto a los atributos sabor y apariencia; también se consideró la prueba de preferencia pareada. Las muestras presentadas a los panelistas fueron de las pre-mezclas reconstituidas. La escala hedónica utilizada en la evaluación sensorial se muestra en el Apéndice 2A, y las condiciones llevadas a cabo en el desarrollo de la evaluación sensorial para ambos productos se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Condiciones del desarrollo de la evaluación sensorial de las pre-mezclas

Condiciones	Pre-mezcla de colada		Pre-mezcla de galletas	
Limpiador de paladar	Agua		Agua	
Códigos	940	623	396	275
Temperatura de servido (°C)	35-36		25	
Cantidad reconstituida	3g/L de agua		15g cada galleta	
Número de panelistas evaluados	40		50	

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.9.1. Análisis de Varianza (ANOVA)

Para este análisis se plantearon las siguientes hipótesis:

- Ho: El factor no influye significativamente sobre la variable respuesta.
- Ha: El factor influye significativamente sobre la variable respuesta.

El análisis de varianza permite visualizar que factores influyen significativamente dentro de las variables de respuesta. Estadísticamente esto es comprobable a través del valor p, el cual al reflejar valores menores a 0,05

permite tener evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (Ho).

2.9.2. Análisis de datos de la evaluación sensorial

Los datos obtenidos de la prueba de aceptación para ambas pre-mezclas, considerando los atributos apariencia y sabor fueron tabulados y analizados estadísticamente utilizando el software Minitab Versión 18. Inicialmente se analizó si los datos siguen una distribución normal planteando las hipótesis que se muestran en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8 Hipótesis planteadas para el análisis de Normalidad de los datos obtenidos en la prueba de aceptación para pre- mezcla de colada y galletas

Tipo de Prueba	Hipótesis planteadas	
	Hipótesis Nula	Hipótesis Alterna
Prueba de normalidad	Los datos de la muestra siguen una distribución normal	Los datos de la muestra no siguen una distribución normal

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Si los datos no cumplen con el criterio de normalidad, son analizados a través de pruebas no paramétricas, comparando las medianas de cada muestra con un valor hipotético o referencia, siendo este igual a 6, correspondiente al grado de la escala hedónica “me gusta ligeramente”. La Tabla 2.9 muestra las hipótesis consideradas en las pruebas no paramétricas.

Tabla 2.9 Hipótesis de pruebas no paramétricas para datos de la pre- mezcla de colada y pre-mezcla de galletas

Tipo de Prueba	Hipótesis planteadas	
	Hipótesis Nula	Hipótesis Alterna
Prueba no paramétrica de signos para medianas	La muestra tiene un grado de aceptabilidad respecto a la apariencia, mayor o igual a un “me gusta ligeramente”	La muestra tiene un grado de aceptabilidad respecto a la apariencia, menor a un “me gusta ligeramente”
	La muestra tiene un grado de aceptabilidad respecto al sabor, mayor o igual a un “me gusta ligeramente”	La muestra tiene un grado de aceptabilidad respecto al sabor, menor a un “me gusta ligeramente”

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Además, se calculó el porcentaje de aceptabilidad por parte de los consumidores hacia las muestras presentadas, tanto para la pre-mezcla de colada como de galletas, siguiendo la Ecuación 2.2:

$$\% \text{ de aceptabilidad} = \frac{A+B}{N} \times 100 \quad (2.2)$$

Donde:

A= Número de respuestas mayores al valor referencia

B= Número de respuestas iguales al valor referencia

N= Número de panelistas

Finalmente, se analizaron los datos obtenidos en la prueba de preferencia para determinar si existe o no preferencia significativa entre las muestras de ambas pre-mezclas, usando la tabla del Libro de Lawless en relación al mínimo valor requerido para una preferencia significativa, la cual se muestra en el Apéndice 2B.

2.10. ANÁLISIS NUTRICIONAL

El desarrollo del análisis nutricional se lo llevó a cabo en laboratorio externo. Este análisis fue realizado en ambas pre-mezclas sin reconstituir. Los ensayos realizados fueron: humedad, proteína, cenizas, grasa, colesterol, sodio, cloruro

de sodio, carbohidratos por diferencia y azúcares totales por inversión. Lo métodos utilizados en cada uno de los ensayos se muestran en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10 Ensayos y métodos realizados en análisis nutricional de pre-mezcla de colada y de pre-mezcla de galletas

Ensayos realizados	Métodos / ref.
Humedad	AOAC 20 TH 925.10 (API-5.8-04-01-00B3)
Proteína	AOAC 20th 920.87 (API-5.8-04-01-00B20)
Cenizas	AOAC 20th 923.03
Grasa	AOAC 20th 922.06
Colesterol	HPLC UV/VIS API-5.8-04-01-02C
Sodio	AOAC 20th 985.35 (API-5.8-04-01-002I)
Cloruro de Sodio	Método Mohr
Carbohidratos por diferencia	Cálculo
Azúcares totales por inversión	Lane & Eynon

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

2.11. DISEÑO DE PLANTA

2.11.1 Restricciones

Se consideran para el diseño de planta las restricciones técnicas: productos que contemplen mayor porcentaje de almidón incluyendo únicamente ingredientes secos, restricción de producción: 6 toneladas mensuales de producción de pre-mezclas de colada y pre-mezcla de galletas en relación (50:50), con 8 horas laborables por día y considerando 20 días en un mes, restricciones comerciales: productos en presentación al por menor, restricciones económicas: producción bajo una misma línea de proceso con la menor inversión de equipos, y restricción de espacio para la planta: área disponible de 70m².

2.11.2 Diagrama de flujo

Considerando las etapas: recepción de materia prima, pesado /dosificado, molienda, mezclado, envasado/etiquetado, detección de metales y almacenamiento; se establece un mismo diagrama de flujo para ambas pre-mezclas, el cual se muestra en la figura 2.1.

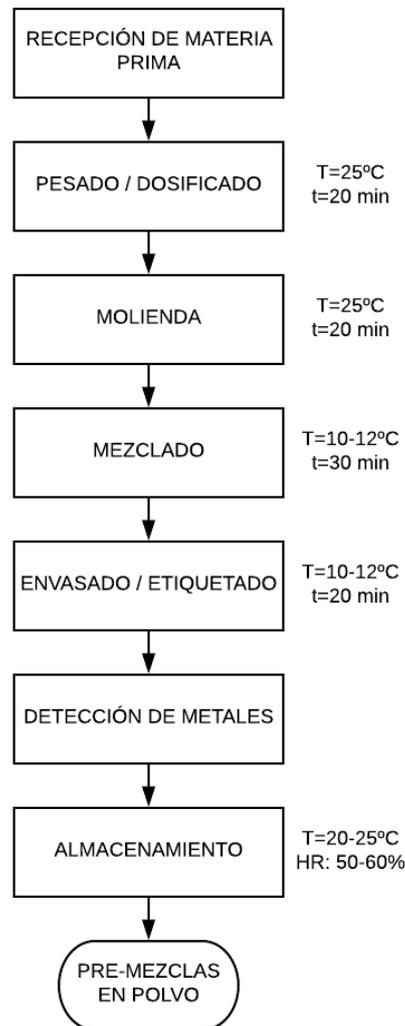


Figura 2.1 Diagrama de flujo de proceso para pre-mezcla de colada y galletas

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

El flujo de proceso contempla temperaturas de proceso para ambas pre-mezclas, consideradas según referencias bibliográficas (B.I. Juárez-Flores, 2010). Los tiempos establecidos en las etapas de proceso se definieron según la capacidad operativa de los equipos respecto a la cantidad de producto final a producir (150kg/batch). Para estimar la producción máxima de lotes por día

se realizó un análisis considerando el tiempo que toma cada una de estas etapas, a través del uso del diagrama de Gantt. Dentro del flujo de proceso se considera a la etapa de detección de metales y de envasado/etiquetado como puntos críticos de control en el proceso.

2.11.3 Distribución de planta

Se realizó un análisis basado en la metodología de la tabla relacional de actividades, con la cual se identificó la relación de proximidad entre áreas o departamento correspondientes a las actividades de flujo y considerando además áreas de laboratorios, limpieza, mantenimiento, sanitarios y vestidores. La Figura 2.2 muestra las actividades involucradas en el análisis, exceptuando la etapa de mezclado debido a que se consideró el principio de espacio cúbico en el diseño de la planta. Este principio consiste en utilizar de modo efectivo el espacio disponible, aprovechando que el producto de la mezcladora caiga por gravedad hacia la tolva de envasado, reduciendo tiempo y recursos. La Tabla 2.11 y 2.12 muestran los criterios utilizados para establecer la relación de proximidad que existe entre las actividades para la elaboración de la Tabla Relacional de Actividades. Para conocer la posible distribución de áreas, se aplicó el algoritmo del software Corelap Versión 1.0, incluyendo las calificaciones otorgadas en la tabla relacional de actividades.

Actividades	
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA
2	DOSIFICADO
3	MOLIENDA
4	ENVASADO/ETIQUETADO
5	DETECTOR DE METALES
6	ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO
7	LAB. CONTROL DE CALIDAD Y MICROBIOLOGÍA
8	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO
9	BODEGA DE MATERIAL DE EMPAQUE
10	ÁREA DE VESTIDORES Y SANITARIOS

Figura 2.2 Actividades de flujo y no flujo

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 2.11 Escala de valoración de la Tabla Relacional de Actividades (TRA)

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

Elaborado por: (Vanaclocha, 2005)

Tabla 2.12 Valoración y motivos para calificar la relación entre actividades

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

Elaborado por: (Vanaclocha, 2005)

2.12. COSTOS

Para la estimación de costos se tuvo como consideración la restricción de producción: 6 toneladas mensuales de producción de pre-mezclas de colada y pre-mezcla de galletas en relación (50:50), con 8 horas laborables por día y considerando 20 días en un mes. Se determinaron los costos que involucran materia prima, mano de obra directa e indirecta, equipos y su depreciación anual, consumo de energía, servicios y suministros. Además, se determinó el punto de equilibrio para conocer el mínimo de unidades a vender para cubrir los costos fijos y los costos variables. Finalmente, se analizó la viabilidad económica del proyecto a través de los indicadores financieros correspondientes al valor actual neto (VAN), la tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR) y la tasa interna de retorno (TIR) de ambas pre-mezclas.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Pre-mezclas

3.1.1 Pre-mezcla de colada

Los tratamientos obtenidos en el diseño de mezcla para la pre-mezcla de colada se detallan en la Tabla 2.4 del Capítulo 2, de la misma manera se muestran los valores mínimos y máximos de sus factores variables: almidón de yuca, almidón de plátano y harina de trigo en la Tabla 2.1 del Capítulo 2.

3.1.1.1 Pre-mezcla de galletas

Los tratamientos obtenidos en el diseño de mezcla para la pre-mezcla de galletas se detallan en la Tabla 2.5 del Capítulo 2, de la misma manera se muestran los valores mínimos y máximos de sus factores variables: almidón de yuca, almidón de plátano y harina de trigo en la Tabla 2.2 del Capítulo 2.

3.2 Análisis de calidad

3.2.1 Pre-mezcla de colada

3.2.1.1 Humedad

Los datos de humedad obtenidos de las pre-mezclas de coladas de todas las formulaciones se observan en la Figura 3.1 del APÉNDICE 3A, los cuales fueron medidos por duplicado, y sus graficas muestran la desviación estándar de la distribución muestral de cada una de las formulaciones, obteniéndose que no existió mayor desviación entre sus datos. Adicionalmente, el análisis estadístico mediante una Prueba de Tukey confirma que no existe diferencia significativas con respecto al parámetro de control analizado agrupando las mediciones y otorgando una misma letra para aquellas que estadísticamente son iguales, como se muestra en la Tabla 3.1.

3.2.1.2 pH

Los datos de pH obtenidos de las pre-mezclas de coladas de todas las formulaciones se observan en la Figura 3.2 del APÉNDICE 3A, los cuales fueron medidos por duplicado, y sus graficas muestran la desviación estándar de la distribución muestral de cada una de las formulaciones, obteniéndose que no existió mayor desviación entre sus datos. Adicionalmente, el análisis estadístico mediante una Prueba de Tukey confirma que no existe diferencia significativas con respecto al parámetro de control analizado agrupando las mediciones y otorgando una misma letra para aquellas que estadísticamente son iguales, como se muestra en la Tabla 3.1.

3.2.1.3 Densidad

Los datos de densidad obtenidos de las pre-mezclas de coladas de todas las formulaciones se observan en la Figura 3.3 del APÉNDICE 3A, los cuales fueron medidos por duplicado, y sus gráficas muestran la desviación estándar de la distribución muestral de cada una de las formulaciones, obteniéndose que no existió mayor desviación entre sus datos. Adicionalmente, el análisis estadístico mediante una Prueba de Tukey confirma que no existe diferencia significativas con respecto al parámetro de control analizado agrupando las mediciones y otorgando una misma letra para aquellas que estadísticamente son iguales, como se muestra en la Tabla 3.1.

3.2.1.4 Grados Brix

Los datos de grados Brix obtenidos de las pre-mezclas de coladas de todas las formulaciones se observan en la Figura 3.4 del APÉNDICE 3A, los cuales fueron medidos por duplicado, y sus graficas muestran la desviación estándar de la distribución muestral de cada una de las formulaciones, obteniéndose que no existió mayor desviación entre sus datos. Adicionalmente, el análisis estadístico mediante una Prueba de Tukey confirma que no existe diferencia significativas con respecto al parámetro de

control analizado agrupando las mediciones y otorgando una misma letra para aquellas que estadísticamente son iguales, como se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Análisis estadístico de la pre-mezcla de colada

Hipótesis $\alpha = 0,05$	Ho: Todas las medias son iguales			
	Ha: No todas las medias son iguales			
Parámetro	ANOVA	Comparación en parejas de Tukey*		
	Valor p	Repetición	Media	Agrupación
Humedad	0,406	1	10,46	A
		2	10,37	A
		3	10,59	A
		4	10,58	A
		5	10,61	A
		6	10,53	A
pH	0,140	1	5,66	B
		2	5,83	B
		3	5,62	B
		4	5,82	B
		5	5,74	B
		6	5,71	B
Densidad	0,093	1	0,95	B
		2	0,86	C
		3	0,91	C
		4	0,95	C
		5	0,90	C
		6	0,90	C
°Brix	0,153	1	40,10	D
		2	39,50	D
		3	38,80	D
		4	39,15	D
		5	39,15	D
		6	38,55	D

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

3.2.2 Criterios de selección para la pre-mezcla de colada

Las mediciones del parámetro humedad de las pre-mezclas de coladas están dentro de los límites establecidos en la norma oficial mexicana “NOM-247-SSA1-2008, Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas”. Además, todos los parámetros de calidad analizados: humedad, pH, densidad y °Brix no presentan diferencias significativas entre ellos,

como se puede observar en la Tabla 3.1. Por lo consiguiente, las restricciones técnicas del proyecto en relación al uso del almidón de plátano en las formulaciones, se escogieron las formulaciones #2, #4. Estas formulaciones contiene los niveles más altos de almidones, los cuáles aportan tecnológicamente en la gelatinización durante la cocción de la pre-mezcla de colada, esto es verificable según estudios realizados en plátano verde por Clemente Granados de la Universidad de Cartagena (Clemente Granados, 2014), los cuales detallan que los gránulos de almidón al mantener contacto con agua caliente se gelatinizan modificando su estructura. La Tabla 3.2 detalla los porcentajes de los factores variables utilizados en cada formulación.

Tabla 3.2 Porcentaje de almidón de plátano en base al 100% en pre-mezcla de colada

Factores Variables	# formulación					
	1	2	3	4	5	6
	Cantidad en porcentaje					
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Almidón de plátano	20	21	20	22	20	21
Almidón de yuca	22	21	20	20	21	20
Harina de trigo	30	30	32	30	31	31

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

3.2.3 Pre-mezcla de galletas

3.2.3.1 Humedad

Los datos de humedad obtenidos de las pre-mezclas de galletas de todas las formulaciones se observan en la Figura 3.5 del APÉNDICE 3B, los cuales fueron medidos por duplicado, y sus graficas muestran la desviación estándar de la distribución muestral de cada una de las formulaciones, obteniéndose que no existió mayor desviación entre sus datos. Adicionalmente, el análisis estadístico mediante una Prueba de Tukey confirma que no existe diferencia significativas con respecto al parámetro de control analizado agrupando las mediciones y otorgando una misma letra para aquellas que estadísticamente son iguales, como se muestra en la Tabla 3.3.

3.2.3.2 pH

Los datos de pH obtenidos de las pre-mezclas de coladas de todas las formulaciones se observan en la Figura 3.6 del APÉNDICE 3B, los cuales fueron medidos por duplicado, y sus graficas muestran la desviación estándar de la distribución muestral de cada una de las formulaciones, obteniéndose que no existió mayor desviación entre sus datos. Adicionalmente, el análisis estadístico mediante una Prueba de Tukey confirma que no existe diferencia significativas con respecto al parámetro de control analizado agrupando las mediciones y otorgando una misma letra para aquellas que estadísticamente son iguales, como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Análisis estadístico de la pre-mezcla de galletas

Hipótesis $\alpha= 0,05$	Ho: Todas las medias son iguales			
	Ha: No todas las medias son iguales			
Parámetro	ANOVA	Comparación en parejas de Tukey*		
	Valor p	Formulación	Media	Agrupación
Humedad	0,567	1	8,870	A
		2	8,500	A
		3	8,555	A
		4	8,625	A
pH	0,235	1	6,559	B
		2	6,540	B
		3	6,525	B
		4	6,494	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

3.2.4 Criterios de selección para la pre-mezcla de galletas

Las mediciones de los parámetros de humedad y pH de las pre-mezclas de galletas están dentro de los límites establecidos en la norma de calidad “NTE INEN 2085 Galletas, requisitos”. La pre-mezcla al ser reconstituida, durante su preparación requiere durante el proceso de amasado un comportamiento viscoelástico, siendo este el factor que restringe a todas las formulaciones a una relación (80:20) con respecto a la cantidad incorporada de harina de trigo y

almidón de plátano, respectivamente. Por ello, las formulaciones #2 y #3 fueron las escogidas, ya que incorporaban los más bajos porcentajes de harina de trigo y los más altos porcentajes de almidón de plátano, cumpliendo con la restricción técnica del proyecto, al considerar en las formulaciones escogidas el máximo permisible de almidón de plátano. Adicionalmente, en la Tabla 3.4 se muestran los porcentajes de almidón de plátano y harina de trigo incorporados en cada formulación.

Tabla 3.4 Porcentaje de almidón de plátano y harina de trigo en base al 100% de pre-mezcla de galletas

Factores Variables	# formulación			
	1	2	3	4
	Cantidad (%)	Cantidad (%)	Cantidad (%)	Cantidad (%)
Almidón de plátano	19,70	21,21	20,71	20,20
Harina de Trigo	80,30	78,79	79,29	79,80

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

3.3 Análisis estadístico

3.3.1 Análisis de varianza

El análisis de varianza permitió visualizar que todos los factores variables de la pre-mezcla de colada: almidón de yuca, almidón de plátano y harina de trigo influyen significativamente dentro de las variables de respuesta pH, humedad, °Brix y densidad obteniéndose valores $p < 0,05$. De igual forma, se analizaron los factores variables de la pre-mezcla de galletas: harina de trigo y almidón de plátano, los cuales resultaron influyentes significativamente en las variables respuestas humedad y pH obteniéndose valores $p < 0,05$. Los valores obtenidos se detallan en el Apéndice 3C.

3.3.2 Análisis estadístico aplicando el software Statistica Versión 7

3.3.2.1 Pre-mezcla de colada

Se analizaron las formulaciones de pre-mezcla de colada con sus respectivas variables de respuesta mediante gráficas de contorno, las que

se muestran en el Apéndice 3D, permitiendo visualizar las formulaciones más adecuadas, siendo estas las formulaciones #2 (940) y #4 (623).

3.3.2.2 Pre-mezcla de galletas

La pre-mezcla de galletas al poseer solo dos factores variables no fue posible analizar sus datos mediante gráficas de contorno, ya que para este análisis se necesitan de al menos tres factores variables. Por lo tanto, las formulaciones fueron determinadas únicamente por los criterios detallados en el literal 3.2.4 siendo estas las formulaciones #2 (396) y #4 (275).

Las formulaciones escogidas, tanto para la pre-mezcla de colada como para la pre-mezcla de galletas fueron analizadas en la evaluación sensorial.

3.3.3 Análisis de evaluación sensorial

3.3.3.1 Prueba de Aceptación para pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas

El formulario presentado a los panelistas en la evaluación sensorial se muestra en el Apéndice 3.E. Las muestras de pre-mezcla de colada de las formulaciones #2 y #4 fueron codificadas como 940 y 623, respectivamente. Para las muestras de pre-mezcla de galletas los códigos de las formulaciones #2 y #3 fueron 396 y 275, respectivamente.

Considerando las hipótesis planteadas en la Tabla 2.8 del Capítulo 2 con respecto a la distribución de datos, las formulaciones de la pre-mezcla de colada como de la pre-mezcla de galletas se evaluaron en los atributos apariencia y sabor, reflejando un valor $p < 0,05$ por lo cual se rechazó la hipótesis nula, indicando que los datos no siguen una distribución normal como se observa en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Análisis de Normalidad de los datos obtenidos en la prueba de aceptación para pre- mezclas de colada y galletas

Producto	Atributo	Código de formulación	Valor p
Pre- mezcla de Colada	Apariencia	940	0,012
		623	<0,005
	Sabor	940	<0,005
		623	<0,005
Pre- mezcla de Galletas	Apariencia	396	<0,005
		275	<0,005
	Sabor	396	<0,005
		275	<0,005

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Posteriormente, se realizó la Prueba de signos para medianas con los datos obtenidos en la evaluación sensorial, cuyo resultado se muestra en la Tabla 3.12 que indica que los valores p de las formulaciones presentadas, tanto de pre-mezcla de colada como de pre-mezcla de galletas, son mayores a 0,05 por lo tanto no se rechazan las hipótesis nulas planteadas, las cuales se detallan en la Tabla 2.9 del Capítulo 2.

Tabla 3.12 Resultados de la prueba de signos para mediana de las pre-mezclas de colada y galletas

Producto	Atributo	Código de muestra	Mediana	Número de respuestas <6	Número de respuestas =6	Número de respuestas >6	Valor p
Pre- mezcla de Colada	Apariencia	940	7,0	9	10	21	0,992
		623	7,0	10	7	23	0,993
	Sabor	940	7,0	6	6	28	1,000
		623	7,0	8	11	21	0,996
Pre- mezcla de Galletas	Apariencia	396	8,0	5	6	39	1,000
		275	7,0	6	9	35	1,000
	Sabor	396	7,5	2	5	43	1,000
		275	8,0	2	5	43	1,000

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

A través de los datos obtenidos de la evaluación sensorial que se muestran en los Apéndices 3F y 3G, se calculó el grado de aceptabilidad de cada formulación con el número de respuestas obtenidas, mayores, iguales y menores al valor referencia establecido, en la Prueba de signos, cuyos resultados se detallan en la Tabla 3.13. Según estos resultados la formulación #2 (940) de la pre-mezcla de colada presenta mayor aceptabilidad por parte de los panelistas. Por otro lado, las formulaciones #2(396) y #3(275) de la pre-mezcla de galletas, no presentaron diferencias significativas en cuanto al sabor, sin embargo la formulación #2 (396) respecto a la apariencia presentó mayor aceptabilidad.

Tabla 3.13 Porcentajes (%) de aceptabilidad de la pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas

Producto	Atributo	Código de muestra	Aceptabilidad (%)
Pre- mezcla de Colada	Apariencia	940	77,5
		623	75,0
	Sabor	940	85,0
		623	80,0
Pre- mezcla de Galletas	Apariencia	396	90,0
		275	88,0
	Sabor	396	96,0
		275	96,0

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

3.3.3.2 Prueba de Preferencia para pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas

Los datos obtenidos en la evaluación sensorial respecto a la prueba de preferencia fueron contabilizados como se muestra en la Tabla 3.14, determinándose el número de respuestas en relación a la preferencia de cada una de las formulaciones en cada pre-mezcla reconstituida.

Tabla 3.14 Resultados de la Prueba de Preferencia para pre-mezclas de colada y galletas

Producto	Código de muestra	Total de respuestas	Número de panelistas	Valor mínimo
Pre- mezcla de Colada	940	23	40	27
	623	17		
Pre- mezcla de Galletas	396	24	50	33
	275	26		

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Dichos valores son comparados con el valor mínimo de respuestas requerido para una preferencia significativa entre las formulaciones, obtenido de la Tabla Lawless que se muestra en el Apéndice 2B, donde se observó que ninguna de las muestras de pre-mezclas de colada como de galletas presentan una preferencia significativa como se muestra en la Tabla 3.14 los valores mínimos requeridos que no son alcanzados por el número de respuestas entre cada formulación evaluada.

3.4 Análisis nutricional

Los resultados obtenidos en el análisis nutricional de la pre-mezcla de galletas y de la pre-mezcla de colada sin reconstituir se muestran en el Apéndice 3I. Aplicando estos valores en el cálculo del semáforo para el etiquetado de los productos alimenticios, se obtuvo la información que se muestra en la Tabla 3.15 cuyos valores no reflejan componentes con niveles de contenido alto para el caso de la pre-mezcla de galletas.

Tabla 3.15 Información del semáforo alimenticio de las pre-mezclas

CONTENIDO EN	COLOR		NIVEL DE CONTENIDO		TOTALES (%)	
	Galletas	Colada	Galletas	Colada	Galletas	Colada
AZÚCARES	Amarillo	Amarillo	Medio	Medio	8,00	9,00
GRASAS	Verde	Rojo	Bajo	Alto	1,00	4,00
SAL (SODIO)	Amarillo	Rojo	Medio	Alto	0,21	0,73

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

3.5 Diseño de planta

Al realizar el diagrama de Gantt se definió que es posible procesar 2 lotes diarios con 150kg de producto final cada uno. Existiendo diferencia de tiempo en la etapa de envasado/etiquetado y limpieza debido a la cantidad de unidades a producir por pre-mezcla ya que sus presentaciones varían en peso, pero finalmente ambas pre-mezclas involucran un tiempo de producción por lote de 200 minutos.

La Figura 3.11 muestra la “Tabla relacional de actividades” en la cual se detallan las actividades que se involucran en el proceso de elaboración de las pre- mezclas que fueron descritas en la Figura 2.2 del Capítulo 2. Los valores de relación de proximidad considerados entre cada actividad fueron ingresados en el software Corelap del cual se obtuvo una posible distribución de áreas para el diseño de planta como se muestra en la Figura 3.12.

Actividades										
1	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	DOSIFICADO	E 1	I 7							
3	MOLIENDA	E 1	E 1	O 2						
4	ENVASADO/ETIQUETADO	E 1	E 4	O 3	U 1	X 8				
5	DETECTOR DE METALES	A 1	O 1	O 6	U 1	U 1	A 6			
6	ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO	A 1	O 1	U 1	U 1	O 3	U 1	U 2		
7	LAB. CONTROL DE CALIDAD Y MICROBIOLOGÍA	I 1	O 1	U 1	U 1	O 2	I 1	X 1		
8	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	I 3	I 3	O 1	X 2	I 7	X 1			
9	BODEGA DE MATERIAL DE EMPAQUE	X 8	O 2	O 1	U 1					
10	ÁREA DE VESTIDORES Y SANITARIOS	X 5	O 3							

Figura 3.11 Tabla Relacional de Actividades

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

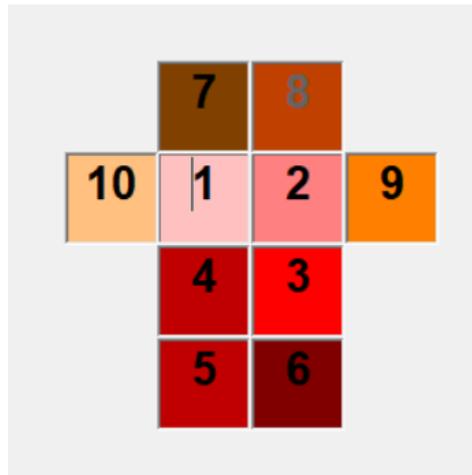


Figura 3.12 Lay-out de la planta

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Las numeraciones que se muestran en la Figura 3.12 corresponde a las actividades detalladas en la tabla relacional de actividades que se indican en la Figura 3.11 cumpliendo con el criterio de flujo hacia adelante en el área productiva. El lay-out sugerido de la planta se muestra en el Apéndice 3H.

3.6 Costos

Considerando una producción de 6 ton mensuales las cuales corresponde a 72 toneladas anuales entre pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas (50:50), se obtienen 600 unidades de pre- mezcla de colada con una presentación de 250g y 300 unidades producidas de pre-mezcla de galletas con una presentación de 500g por lote de producción.

Para la estimación de los costos se consideró una producción de 10 lotes semanales entre pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas (50:50), con un peso aproximado de 150kg por lote de pre-mezcla. Tanto para la pre-mezcla de colada como de galletas se considera un margen de contribución del 13% y el P.V.P. por unidad, con una ganancia del 20% es de \$1,14 y \$1,41, respectivamente.

3.6.1 Costos directos

Para estimar los costos directos se consideró los costos de materia prima y los de mano de obra directa considerando que el valor de salario a pagar es de \$394,00 con una jornada laboral de 5 días a la semana, cumpliendo las 8 horas laborables al día. Los costos tanto de materia prima como de mano obra directa se muestran en el Apéndice 3J.

Los costos anuales de materia prima tanto para pre-mezcla de colada como para pre-mezcla de galletas, corresponden a \$127.532,52, considerando una producción de 72 toneladas anuales entre pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas (50:50), con 144.000 y 72.000 unidades de pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas, respectivamente. La mano de obra directa tiene un valor anual de \$18.912,00.

3.6.2 Costos indirectos

Para la estimación de costos indirectos de ambos productos se consideraron los costos de materiales indirectos, mano de obra indirecta, suministros y otros gastos que incluyen gastos administrativos y de ventas como se muestra en el Apéndice 3K.

3.6.3 Punto de equilibrio

Para estimar la cantidad de unidades a vender anualmente para recuperar la inversión se utiliza la ecuación 3.1, los datos referente a los costos fijos y variables se muestran en la Tabla 3.24. La Tabla 3.25 muestra el punto de equilibrio para ambos productos de pre-mezcla en unidades y en valor monetario.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costo fijo}}{(\text{P.V.P.} - \text{Costo variable})} \quad (3.1)$$

Tabla 3.24 Costos fijos y variables

Producto	Costos anuales	Total (\$)
Pre-mezcla de colada	Fijo	27.848,60
	Variable unitario	0,95
Pre-mezcla de galletas	Fijo	27.848,60
	Variable unitario	1,18

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.25 Punto de equilibrio

Producto	P.V.P. (\$)	Unidades	Valor (\$)
Pre-mezcla de colada	1,14	25.260	28.681,08
Pre-mezcla de galletas	1,41	20.669	29.210,95

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

3.6.4 Flujo de caja

Para el Flujo de caja neto anual, se realizó un balance de equipos que permitió el cálculo de ingreso neto por venta de activos fijos considerando su depreciación en 10 años, considerando que la Asociación cuenta actualmente con equipo como molino, montacarga y un depósito de almacenamiento. El balance de equipos se muestra en la Tabla 3.26 del Apéndice 3L.

En las Tablas 3.27 y 3.28 del Apéndice 3M se muestran los flujos de caja anuales netos con proyecciones de 5 años y considerando un aumento anual de demanda del 5%, tanto para pre-mezcla de galletas como para pre-mezcla de colada, respectivamente. Así mismo, se detallan valores correspondientes al valor actual neto (VAN), la tasa mínima de retorno (TMAR) y la tasa interna de retorno (TIR) de ambas pre-mezclas; dichos valores permiten determinar si el proyecto se muestra o no viable. Analizando los datos obtenidos, los cuales se detallan en la Tabla 3.29, se logró observar valores positivos de VAN y que la TIR es mayor a la TMAR, condiciones que propiciaron a determinar que el proyecto es económicamente viable.

Tabla 3.29 Valores de VAN y TIR de flujos de caja de pre-mezcla de colada y pre-mezcla de galletas

PRE-MEZCLA	VAN (\$)	TMAR (%)	TIR (%)
Galletas	11.596	13	18
Colada	63.548	13	37

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Los datos que se muestran en las Tablas 3.30 y 3.31 permitieron estimar el periodo de recuperación de la inversión por cada producto. El valor de plazo estimado de recuperación (Payback) se lo calculó a partir de la Ecuación 3.2, obteniéndose como estimación un periodo de aproximadamente 2 años y 10 meses para la pre-mezcla de colada y 4 años y 3 meses para la pre-mezcla de galletas.

$$\text{Payback real} = \text{Último año con valor negativo} \times \frac{|\text{valor desc. del año con valor negativo}|}{\text{F.C.N del año positivo}} \quad (3.2)$$

Payback real_{colada} = 2 años y 10 meses

Payback real_{galletas} = 4 años y 3 meses

Tabla 3.30 Flujo de caja neto anual y acumulado para pre-mezcla de galletas

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de Caja Neto	\$-62.853,00	\$10.370,00	\$11.050,00	\$12.521,00	\$14.139,00	\$72.350,00
Descontado (13%)	\$-62.853,40	\$10.371,10	\$11.052,37	\$12.524,06	\$214.142,81	\$72.355,14
Flujo Acumulado	\$-62.853,40	\$-52.482,30	\$-41.429,93	\$-28.905,87	\$-14.763,06	\$57.592,07

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.31 Flujo de caja neto anual y acumulado para pre-mezcla de colada

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo de Caja Neto	\$-71.205,00	\$20.573,00	\$26.652,00	\$29.683,00	\$33.017,00	\$101.061,00
Descontado (13%)	\$-71.205,40	\$20.573,08	\$26.652,47	\$29.683,36	\$33.017,34	\$101.061,34
Flujo Acumulado	\$-71.205,40	\$-50.632,32	\$-23.979,85	\$5.703,51	\$38.720,85	\$139.782,19

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se diseñaron dos productos en presentación de pre-mezcla en polvo para elaborar colada y pre-mezcla en polvo para elaborar galletas, utilizando como base el almidón de plátano verde de la variedad barraganete, fabricado por la asociación de productores, quienes buscan presentar al mercado nacional productos que contengan al almidón de plátano como uno de sus ingredientes. Las restricciones técnicas, comerciales, de producción y de espacio establecidas por la Asociación.

- ✓ Durante el análisis de calidad de la pre-mezcla de colada los parámetros humedad, pH, densidad y grados Brix no presentaron estadísticamente diferencias significativas entre las formulaciones analizadas. Por lo tanto, acogiéndonos a la restricción de incorporar la mayor cantidad de almidón de plátano verde en la pre-mezcla se consideraron las formulaciones #2 y #4.
- ✓ Para discriminar las dos formulaciones de pre-mezcla para colada se aplicó un análisis sensorial, el mismo que comprendía una prueba de aceptación en cuanto a los atributos apariencia y sabor, y una de prueba de preferencia al producto reconstituido, realizada a 40 panelistas. Los datos se analizaron estadísticamente considerando un 5% de intervalo de confianza, demostrando que la formulación #2 (almidón de yuca, almidón de plátano, harina de trigo, harina de avena, harina de soya, sal, benzoato de sodio, goma xanthan, ácido cítrico, leche en polvo, vainillina, panela en polvo y canela en polvo), fue la que obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los consumidores, sin presentar diferencias significativas en cuanto a su preferencia en ninguna de las dos formulaciones.
- ✓ En la pre-mezcla de galletas los parámetros de control, humedad y pH no presentaron estadísticamente diferencias significativas entre las formulaciones analizadas. Por lo tanto, basados en el factor de proceso de reconstituido de la pre-mezcla de galletas y cumpliendo la relación (80:20)

de harina de trigo y almidón de plátano se escogieron las formulaciones #2 y #3.

- ✓ Las dos formulaciones de pre-mezcla para galletas fueron sometidas a evaluación sensorial, realizando una prueba de aceptación en cuanto a apariencia y sabor, además de una prueba de preferencia, a 50 panelistas. Posteriormente los datos se analizaron estadísticamente considerando un 5% de intervalo de confianza, demostrando así que la formulación #2 (harina de trigo, almidón de plátano, azúcar morena, azúcar, esencia de vainilla, leche en polvo, polvo de hornear y sal), obtuvo una mayor aceptabilidad en el atributo apariencia por parte de los consumidores, pero sin presentar diferencias significativas en cuanto al sabor en ninguna de las dos formulaciones.
- ✓ Bajo las restricciones establecidas en cuanto a disponibilidad del área, se determina el uso de una misma línea de proceso de los dos productos (pre-mezclas de colada y pre-mezcla de galletas), considerando como maquinaria el uso de: molino, balanza digital, mezcladora en v, dosificadores, montacargas, envasadora/etiquetadora, tanque de almacenamiento y detector de metales.
- ✓ Se estableció un flujo de proceso que comprende 7 etapas: recepción de materia prima, pesado/dosificado, molienda, mezclado, envasado/etiquetado, detección de metales y almacenamiento, en las cuales se consideró la definición de parámetros (tiempos y temperaturas). Respecto al tiempo se usa el diagrama de Gantt, obteniendo adicionalmente que se producirán 2 lotes diarios con un peso de 150kg de producto final.
- ✓ Con la realización de la Tabla relacional de actividades se logró obtener a través del algoritmo del software Corelap una posible distribución de la planta, que al considerar el principio de espacio cúbico esta distribución

sigue la distribución con flujo hacia adelante, tal como se especifica en normas.

- ✓ Se estimaron los costos fijos y variables considerando el periodo de un año, manteniendo un costo fijo de \$ 27.848,60 para ambas pre-mezclas y un costo valor unitario \$0,7528 y \$0,7910 para pre-mezcla de colada y galletas, respectivamente. Esto se debe a la diferencia de materia prima que incluye cada formulación.
- ✓ Para estimar la viabilidad económica del proyecto, se consideró realizar un flujo de caja neto con una proyección de 5 años, el mismo que reflejó un VAN de \$ 63.548,00 considerando una TMAR del 13% indicando con estos valores que el proyecto es rentable con un punto de equilibrio de 72769 unidades por vender a un P.V.P de \$1,14 para recuperar la inversión en un periodo de 2 años 10 meses, correspondiente a las pre-mezclas de colada.
- ✓ El flujo de caja neto de las pre-mezclas de galletas reflejó un VAN de \$11.596,00 considerando una TMAR del 13%, indicando con estos valores que el proyecto es rentable, con un punto de equilibrio de 44.990 unidades por vender a un P.V.P de \$1,41 y para recuperar la inversión en un periodo de 4 años 3 meses.

4.2 Recomendaciones

- ✓ Realizar un estudio del proceso de fabricación del almidón de plátano verde de la variedad barraganete en la asociación de productores, que actualmente se elabora de manera artesanal, con la finalidad de mantener un control que permita estandarizar la materia prima en el proceso con procedimientos reproducibles.
- ✓ Incorporar a los nuevos productos desarrollados otras materias primas como chispas de chocolate o frutos secos, en el caso de las pre-mezclas de galletas,

y concentrados de pulpas de frutas en el caso de las pre-mezclas de coladas que permitan crear valor agregado en los nuevos desarrollos, diversificando su línea de producción y brindándoles a los consumidores nuevas alternativas de productos.

- ✓ Realizar un estudio que involucre el aumento del porcentaje de almidón de plátano en las pre-mezclas de modo que se reduzca en lo más mínimo el contenido de harina de trigo, analizando su comportamiento con las mismas u otras variables respuestas a las consideradas en este proyecto.

- ✓ Realizar un estudio de estimación de tiempo de vida útil de los productos planteados en este proyecto, a diferentes parámetros de control con respecto al tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Amini, A., Birch, J., & Ahmed, A. (2019). Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. *Journal of Food Science and Technology*, 548-559.
- Amini, K., Birch, J., & Ahmed, B. (2019). Resistant Starch Preparation Methods. *Encyclopedia of Food Chemistry*, 390–394.
- Aristizábal, J., Sánchez, T., & Mejía, D. (2007). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Obtenido de Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca: <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Bienvenido, J., & Hick, A. (2009). Rice functional properties and rice food products. *Food Reviews International*, 71-103.
- Blasco & Gómez. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). *Mediagraphic*, 22-26.
- Chong, L. C., & Abdul, N. (2010). Effects of banana flour and β -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. *Food Chemistry*, 34-40.
- Clemente Granados, D. A. (2014). Análisis de Perfil de Textura en Plátanos Pelipita, Hartón y Topocho. Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos.
- Ecuador, R. d. (2005). Norma NTE INEN 2085:2005 Galletas, requisitos. Obtenido de Quito-Ecuador: <https://archive.org/details/ec.nte.2085.2005/page/n1>
- El Comercio. (25 de Junio de 2011). Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/mana-exportan-platano-a-paises.html>
- El Telégrafo. (26 de Diciembre de 2018). Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/el-plátano-encabeza-las-exportaciones-en-2017>
- Falade, K., & Akingbala, J. (2010). Utilization of Cassava for Food. *Food Reviews International*, 51-83.
- García, S., Bello, L., Agama, E., & Flores, P. (2018). Plantain flour: A potential nutraceutical ingredient to increase fiber and reduce starch digestibility of gluten-free cookies. *Starch-Stärke Vol. 70*, 1-2.

- Hanna, R. C. (2000). Relationship between amylose content and extrusion-expansion properties of Corn Starches. American Association of Cereal Chemists , https://www.aaccnet.org/publications/cc/backissues/1988/Documents/65_138.pdf
- Hernández, I., Martínez, M., Contreras, R., & y Pérez, R. (2017). Extracción de almidón por el método seco en plátano macho, cuadrado y castilla. Revista de Simulación y Laboratorio Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas Zona Poza Rica –Tuxpán, Ver. México.
- Ingrid Mera, J. C. (2005). Obtención de Glucosa a partir de Almidón de Yuca *Manihot sculenta*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/viewFile/20/13>.
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: principles and practices. Springer Science & Business Media.
- Martínez, O., Pérez, J., & Ramírez, E. (2015). Estudio del mecanismo de gelatinización del almidón nativo de plátano exportable del Ecuador. I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología UTMACH.
- Osborne, E. (2009). Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. . Temas de Ciencia y Tecnología, 27-32.
- Ovando, M., Sáyago, S., Agama, E., Goñi, I., & Bello, L. (2009). Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. Food Chemistry, 121-126.
- Pelissari, F., Andrade, M., Amaral, P., & Menegalli, F. (2012). Isolation and characterization of the flour and starch of plantain bananas (*Musa paradisiaca*). Starch Biosynthesis Nutrition Biomedical, 382-391.
- Ramos, S. G. (2013). García Ramos, S. C. (2013). Determinación de parámetros técnicos para elaborar colado de plátano *Musa alisanaya* (plátano pildorita) para consumo humano. Iquitos-Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana .
- Silva, G., Lagunes, A., & Rodríguez, J. (2003). Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. Ciencia e Investigación Agraria, 30(3), 153-160.
- Singh, B., Singh, J., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – a review . Food Chemistry, 1-11.
- Vanaclocha, A. C. (2005). Diseño de Industria Agroalimentarias. México: Mundi-Prensa.

- Velasco, M. A. (2008). NOM-247-SSA1-2008, Alimentos a base de cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas.
- Wang, Y., Zhanga, M., & Mujumdar, A. (2012). Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *LWT - Food Science and Technology*, 175-182.
- Witczaka, M., Ziobrob, R., Juszcza, L., & Korus, J. (2016). Starch and starch derivatives in gluten-free systems. A review. *Journal of Cereal Science*, 46-57.
- Xinzi Lu, J. S. (2017). Quantitative determination of rice starch based on hyperspectral imaging technology. *International Journal of Food Properties*, <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1326058>.

APÉNDICES

APÉNDICE 2A

Valores de la escala hedónica utilizada en el desarrollo de la evaluación sensorial

Valor	Escala del grado de aceptabilidad
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 2B

Tabla Lawless. Valor mínimo (X) requerido para una preferencia significativa

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

*N= Número de panelistas

Elaborado por: (Lawless & Heymann, 2010)

APÉNDICE 3A

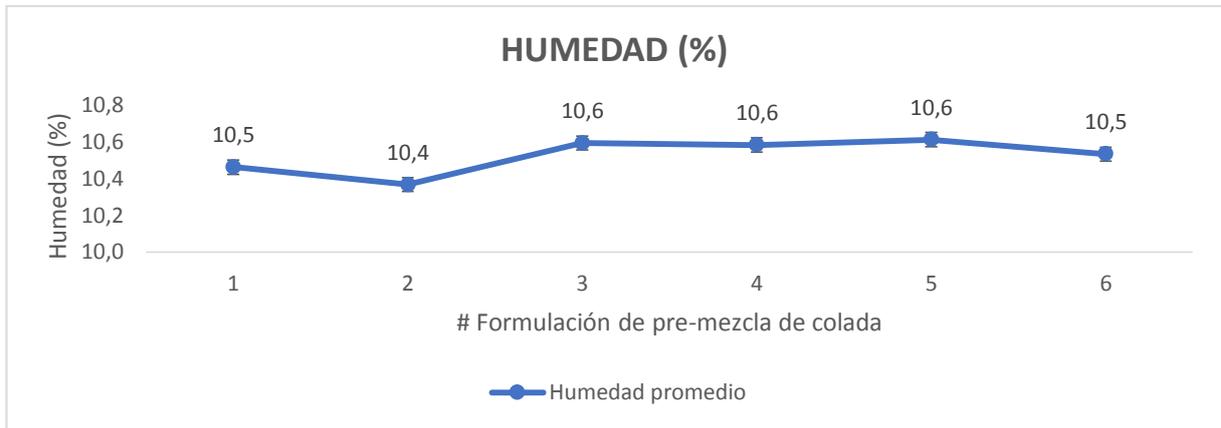


Figura 3.1 Datos promedios del parámetro de Humedad de la pre-mezcla de colada

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

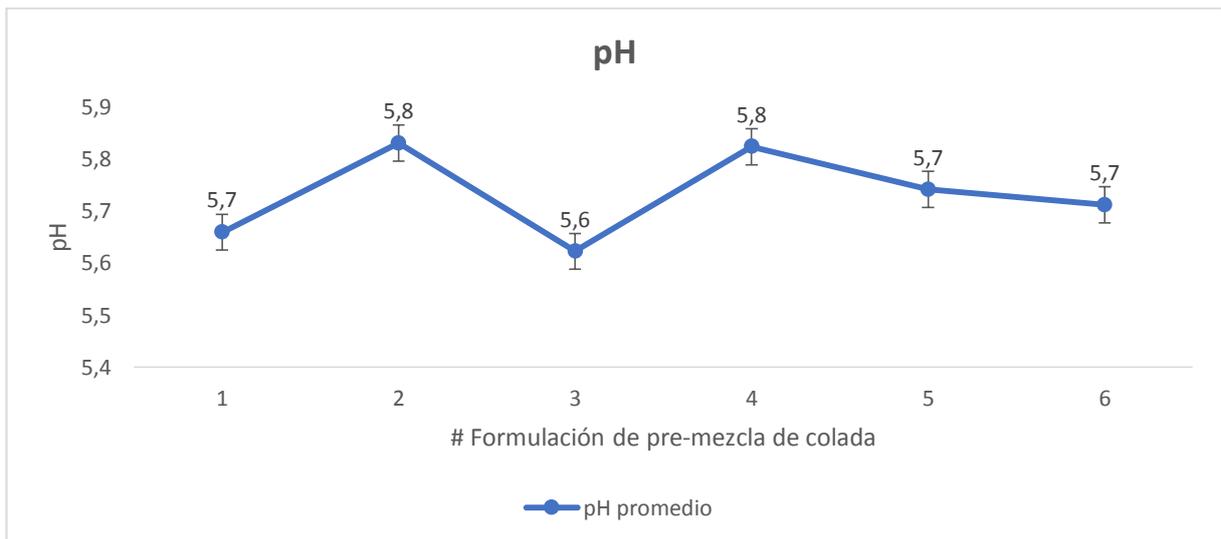


Figura 3.2 Datos promedios del parámetro de pH de la pre-mezcla de colada

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

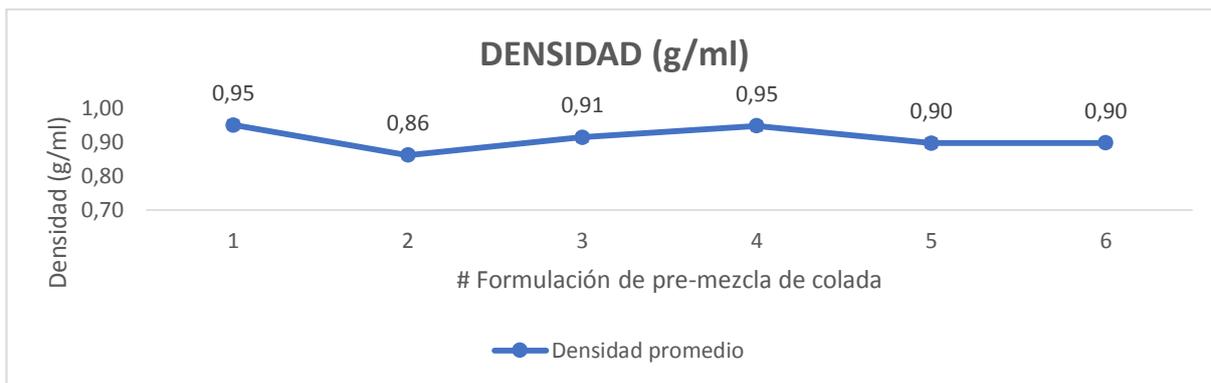


Figura 3.3 Datos promedios del parámetro de densidad de la pre-mezcla de colada

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

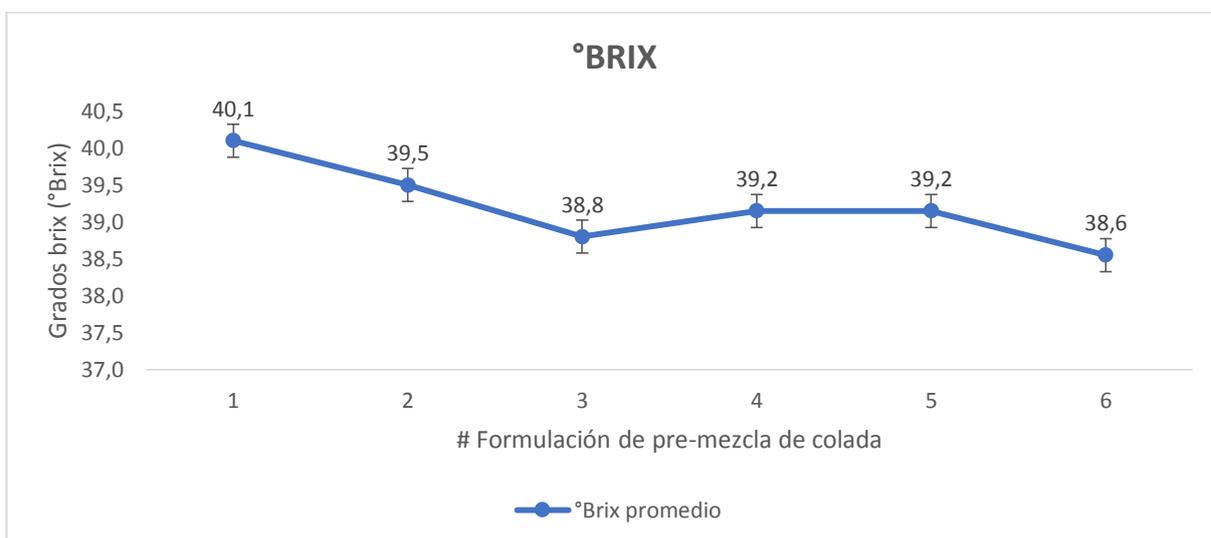


Figura 3.4 Datos promedios del parámetro de °Brix de la pre-mezcla de colada

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3B

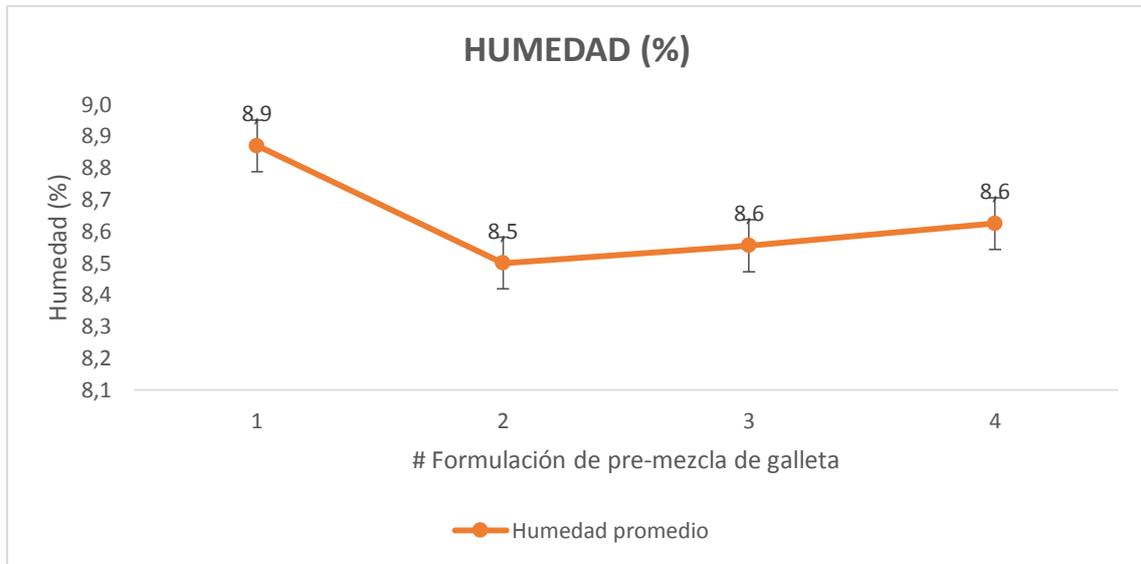


Figura 3.5 Datos promedios del parámetro de Humedad de la pre-mezcla de galletas

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

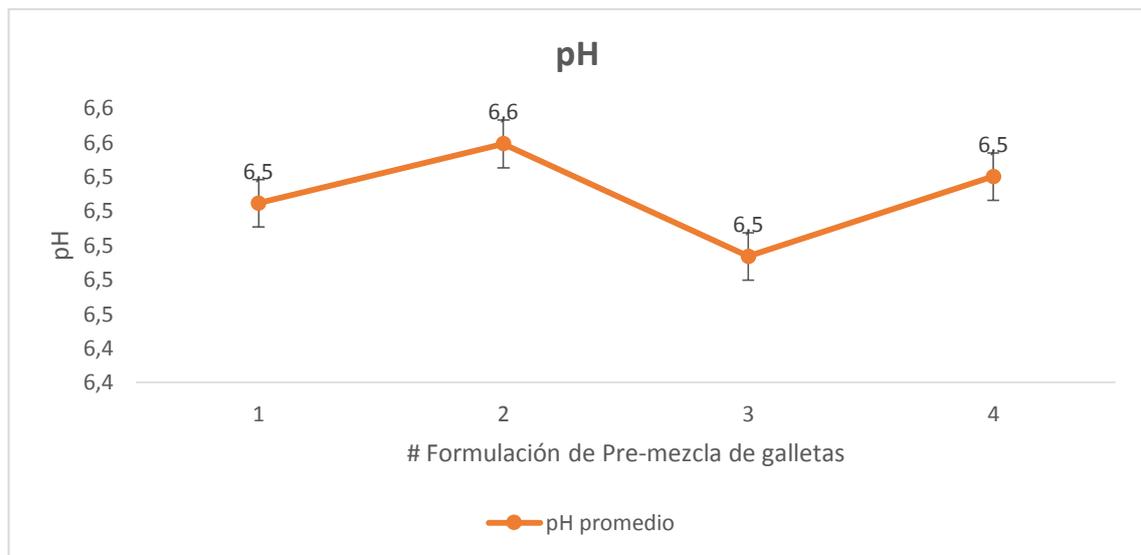


Figura 3.6 Datos promedios del parámetro de pH de la pre-mezcla de galletas

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3C

Análisis de Varianza de pre-mezcla de colada

Tabla 3.5 Análisis de Varianza de la variable de respuesta pH

Factor	Coeffs (recoded comps); Var.:pH; R-sqr=,6832; Adj:,472 (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=165,, 6 Runs		
	Coeff.	Std.Err.	Valor p
Almidón de Yuca	5,716900	0,051371	0,000002
Almidón de Plátano	5,836300	0,051371	0,000002
Harina de Trigo	5,640300	0,051371	0,000002

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.6 Análisis de Varianza de la variable de respuesta Humedad (%)

Factor	Coeffs (recoded comps); Var.:Humedad; R-sqr=,4503; Adj:,0838 (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=165,, 6 Runs		
	Coeff.	Std.Err.	Valor p
Almidón de Yuca	10,35895	0,302762	0,000055
Almidón de Plátano	10,79835	0,302762	0,000048
Harina de Trigo	11,06995	0,302762	0,000045

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.7 Análisis de Varianza de la variable de respuesta °Brix

Factor	Coeffs (recoded comps); Var.:Grados Brix; R-sqr=,9618; Adj:,9363 (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=165,, 6 Runs		
	Coeff.	Std.Err.	Valor p
Almidón de Yuca	40,00000	0,108012	0,000000
Almidón de Plátano	39,10000	0,108012	0,000000
Harina de Trigo	38,60000	0,108012	0,000000

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.8 Análisis de Varianza de la variable de respuesta Densidad (g/ml)

Factor	Coeffs (recoded comps); Var.:Densidad; R-sqr=,0287; Adj:0, (Spreadsheet1) 3 Factor mixture design; Mixture total=165,, 6 Runs		
	Coeff.	Std.Err.	Valor p
Almidón de Yuca	0,916573	0,035835	0,000131
Almidón de Plátano	0,915122	0,035835	0,000132
Harina de Trigo	0,901942	0,035835	0,000138

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Análisis de Varianza de pre-mezcla de galletas**Tabla 3.9 Análisis de Varianza de la variable de respuesta Humedad (%)**

Factor	Coeffs (recoded comps); Var.:Humedad; R-sqr=,6856; Adj:,5284 (Spreadsheet1_(Recovered)) 2 Factor mixture design; Mixture total=330,, 4 Runs		
	Coeff.	Std.Err.	Valor p
Harina de Trigo	8,771229	0,139986	0,000255
Almidón de Plátano	8,300991	0,141052	0,000289

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.10 Análisis de Varianza de la variable de respuesta pH

Factor	Coeffs (recoded comps); Var.:pH; R-sqr=,121; Adj:0, (Spreadsheet1) 2 Factor mixture design; Mixture total=330,, 8 Runs		
	Coeff.	Std.Err.	Valor p
Harina de Trigo	6,499576	0,033060	0,000026
Almidón de Plátano	6,529099	0,033312	0,000026

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3D

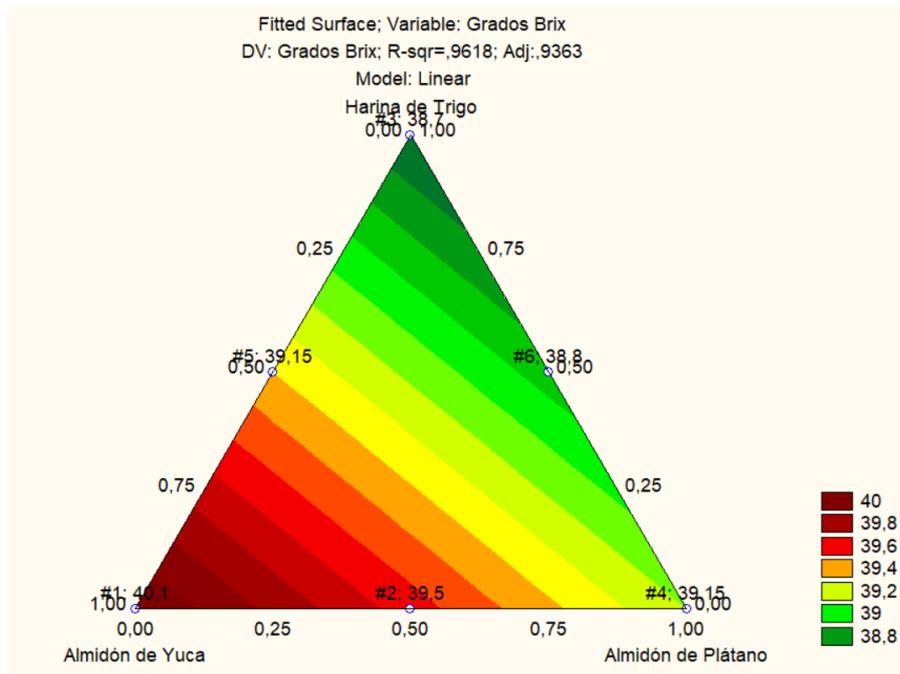


Figura 3.7 Gráfica de contorno de la variable respuesta Grados brix
 Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

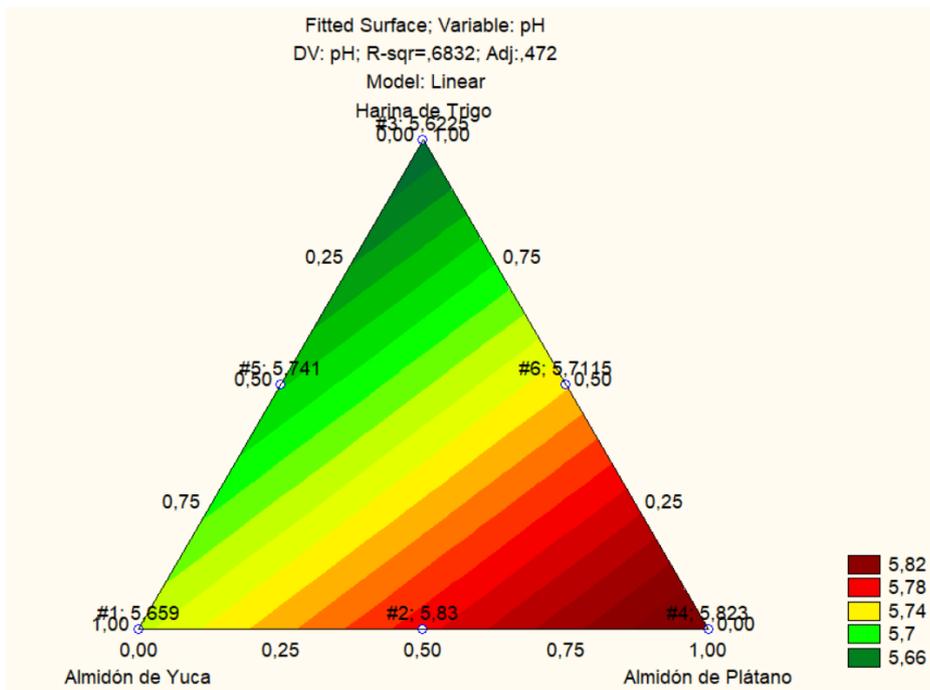


Figura 3.8 Gráfica de contorno de la variable respuesta pH
 Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

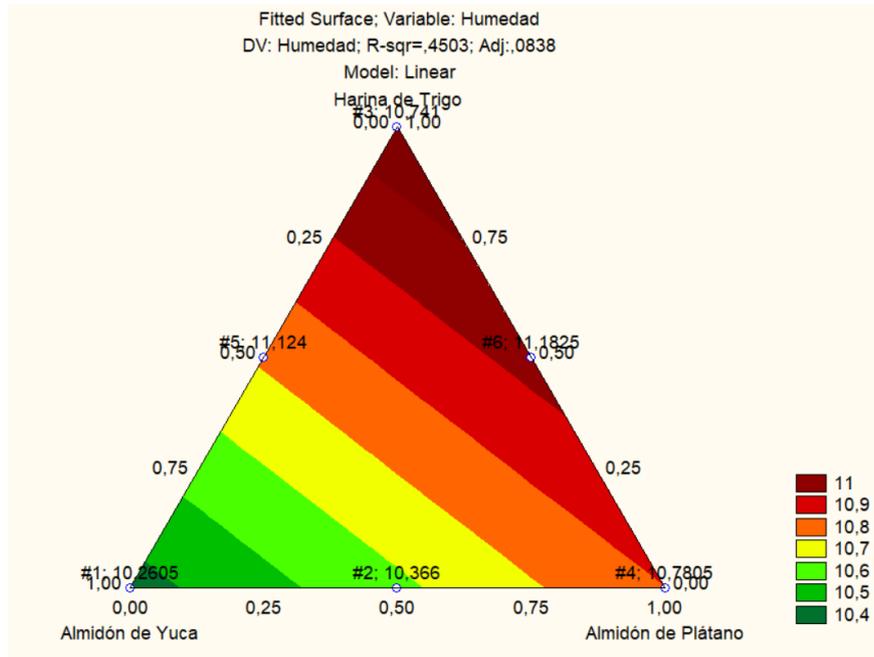


Figura 3.9 Gráfica de contorno de la variable respuesta Humedad
 Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

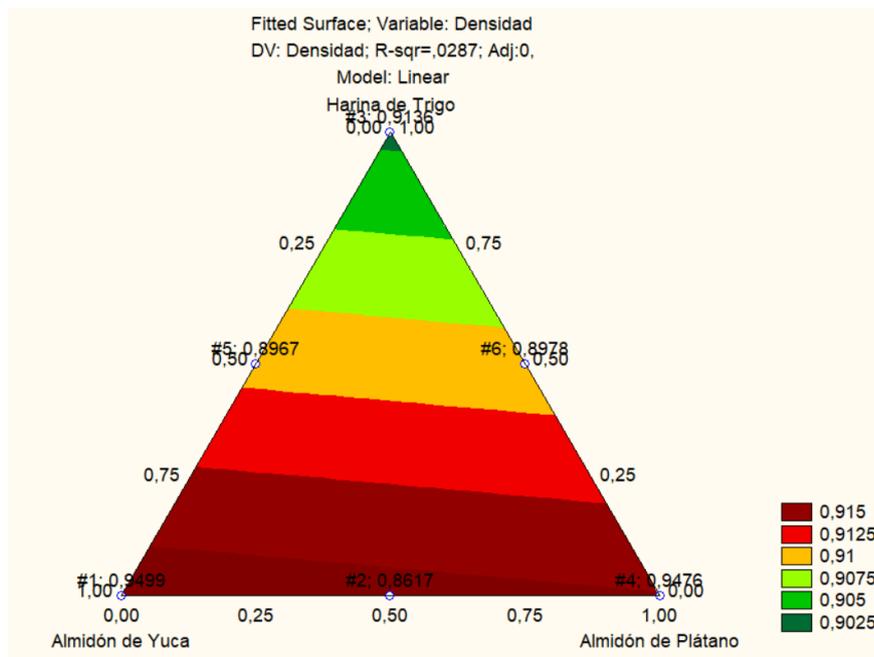


Figura 3.10 Gráfica de contorno de la variable respuesta Densidad
 Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3E

Formulario usado en evaluación sensorial – pre-mezcla de galletas

PANEL SENSORIAL - GALLETA																																																										
Tipo de prueba: Aceptación y Preferencia			Fecha: 26/06/2019																																																							
Nombre del panelista:																																																										
Instrucciones: Limpie su paladar con un sorbo de agua. Frente a usted hay dos muestras de galleta. Pruebe las muestras, de izquierda a derecha, y por favor marque con una X la frase que describe mejor su opinión con respecto al producto.			Recomendaciones: -No escupa en los lavaderos -No lleve las muestras fuera del laboratorio -No converse con las personas de los costados -Cuando termine, deje la hoja sobre el escritorio -Si tiene alguna pregunta por favor levantar la mano.																																																							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Muestra 623</th> <th colspan="2">Muestra 940</th> </tr> <tr> <th>Apariencia</th> <th>Sabor</th> <th>Apariencia</th> <th>Sabor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Me gusta extremadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me gusta mucho</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me gusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me gusta ligeramente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ni me gusta ni me disgusta</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta ligeramente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta mucho</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta extremadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Muestra 623		Muestra 940		Apariencia	Sabor	Apariencia	Sabor	Me gusta extremadamente					Me gusta mucho					Me gusta moderadamente					Me gusta ligeramente					Ni me gusta ni me disgusta					Me disgusta ligeramente					Me disgusta moderadamente					Me disgusta mucho					Me disgusta extremadamente				
	Muestra 623		Muestra 940																																																							
	Apariencia	Sabor	Apariencia	Sabor																																																						
Me gusta extremadamente																																																										
Me gusta mucho																																																										
Me gusta moderadamente																																																										
Me gusta ligeramente																																																										
Ni me gusta ni me disgusta																																																										
Me disgusta ligeramente																																																										
Me disgusta moderadamente																																																										
Me disgusta mucho																																																										
Me disgusta extremadamente																																																										
De las muestras antes presentadas, ¿cuál es de su preferencia?																																																										
<input type="radio"/> 623 <input type="radio"/> 940																																																										
Observaciones:																																																										
¡Gracias por su colaboración!																																																										

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Formulario usado en evaluación sensorial – pre-mezcla de colada

PANEL SENSORIAL - COLADA																																																										
Tipo de prueba: Aceptación y Preferencia			Fecha: 25/06/2019																																																							
Nombre del panelista:																																																										
Instrucciones: Limpie su paladar con un sorbo de agua. Frente a usted hay dos muestras de colada. Pruebe las muestras, de izquierda a derecha, y por favor marque con una X la frase que describe mejor su opinión con respecto al producto.			Recomendaciones: -No escupa en los lavaderos -No lleve las muestras fuera del laboratorio -No converse con las personas de los costados -Cuando termine, deje la hoja sobre el escritorio -Si tiene alguna pregunta por favor levantar la mano.																																																							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Muestra 275</th> <th colspan="2">Muestra 396</th> </tr> <tr> <th>Apariencia</th> <th>Sabor</th> <th>Apariencia</th> <th>Sabor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Me gusta extremadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me gusta mucho</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me gusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me gusta ligeramente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ni me gusta ni me disgusta</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta ligeramente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta moderadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta mucho</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Me disgusta extremadamente</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Muestra 275		Muestra 396		Apariencia	Sabor	Apariencia	Sabor	Me gusta extremadamente					Me gusta mucho					Me gusta moderadamente					Me gusta ligeramente					Ni me gusta ni me disgusta					Me disgusta ligeramente					Me disgusta moderadamente					Me disgusta mucho					Me disgusta extremadamente				
	Muestra 275		Muestra 396																																																							
	Apariencia	Sabor	Apariencia	Sabor																																																						
Me gusta extremadamente																																																										
Me gusta mucho																																																										
Me gusta moderadamente																																																										
Me gusta ligeramente																																																										
Ni me gusta ni me disgusta																																																										
Me disgusta ligeramente																																																										
Me disgusta moderadamente																																																										
Me disgusta mucho																																																										
Me disgusta extremadamente																																																										
De las muestras antes presentadas, ¿cuál es de su preferencia?																																																										
<input type="radio"/> 275 <input type="radio"/> 396																																																										
Observaciones:																																																										
¡Gracias por su colaboración!																																																										

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3F

Datos tabulados – Pre-mezcla de colada

Coladas – Aceptación con escala hedónica (Apariencia)			Coladas – Aceptación con escala hedónica (Sabor)		
Panelista	Muestra 940	Muestra 623	Panelista	Muestra 940	Muestra 623
1	6	7	1	6	4
2	6	6	2	6	5
3	7	7	3	7	6
4	8	7	4	8	6
5	7	8	5	8	7
6	8	8	6	7	8
7	9	6	7	9	6
8	8	7	8	8	4
9	8	8	9	9	7
10	5	6	10	7	6
11	4	4	11	2	5
12	2	2	12	6	5
13	7	8	13	7	8
14	6	5	14	5	3
15	9	9	15	8	8
16	5	5	16	6	7
17	8	8	17	9	8
18	7	6	18	7	6
19	4	4	19	7	6
20	6	7	20	7	6
21	6	5	21	7	5
22	7	8	22	8	7
23	7	7	23	5	8
24	5	5	24	7	7
25	7	6	25	8	6
26	6	8	26	7	8
27	4	7	27	4	7
28	6	6	28	7	6
29	4	5	29	3	5
30	6	6	30	6	7
31	7	9	31	9	8
32	6	5	32	8	6
33	6	8	33	7	8
34	4	5	34	3	6
35	7	7	35	8	7
36	8	7	36	6	8
37	8	8	37	8	7
38	8	8	38	7	9
39	7	8	39	9	7
40	9	7	40	9	8

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3G

Datos tabulados – Pre-mezcla de galletas

Galletas – Aceptación con escala hedónica (Apariencia)			Galletas – Aceptación con escala hedónica (Sabor)		
Panelista	Muestra 396	Muestra 275	Panelista	Muestra 396	Muestra 275
1	6	6	1	7	4
2	8	8	2	7	9
3	8	8	3	8	9
4	8	8	4	7	8
5	9	6	5	9	6
6	8	7	6	8	8
7	5	8	7	7	8
8	7	7	8	7	8
9	7	8	9	8	9
10	6	6	10	8	7
11	8	3	11	7	5
12	8	7	12	8	8
13	7	7	13	8	9
14	7	8	14	7	8
15	8	8	15	7	8
16	8	8	16	7	6
17	8	5	17	8	7
18	8	7	18	7	8
19	4	4	19	7	7
20	5	5	20	5	8
21	8	8	21	7	7
22	8	9	22	8	9
23	8	8	23	9	7
24	5	5	24	7	8
25	7	7	25	6	8
26	8	8	26	8	7
27	7	6	27	7	7
28	6	6	28	6	8
29	8	7	29	8	8
30	7	8	30	8	7
31	9	8	31	9	8
32	8	7	32	9	8
33	6	6	33	6	7
34	8	7	34	8	9
35	7	8	35	9	9
36	7	7	36	8	8
37	6	8	37	6	8
38	7	7	38	7	6
39	7	7	39	9	9
40	5	7	40	7	8
41	6	8	41	5	7
42	8	8	42	8	7
43	8	7	43	6	9
44	8	8	44	7	8
45	9	5	45	8	7
46	8	6	46	8	6
47	5	6	47	8	8
48	7	6	48	7	6
49	7	8	49	8	9
50	6	8	50	8	8

APÉNDICE 3H

Diagrama de Gantt

PROCESO: ELABORACIÓN DE PRE-MEZCLA PARA GALLETAS

ACTIVIDAD		TIEMPO (MIN)																						
No.	DESCRIPCIÓN	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
1	Recepción de materia prima	[Barra amarilla]																						
2	Pesado / Dosificado				[Barra amarilla]	[Barra amarilla]																		
3	Molienda*					[Barra amarilla]	[Barra amarilla]																	
4	Mezclado							[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]													
5	Envasado / Etiquetado											[Barra amarilla]	[Barra amarilla]											
6	Detección de metales													[Barra amarilla]										
7	Almacenamiento															[Barra amarilla]	[Barra amarilla]							
8	Limpieza																	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]			

Total de tiempo por batch (min)	200
Total de tiempo por batch (hora)	3,3
No. Batch/día	2

* Equipo dotado de cribas
Capacidad estimada por batch: 150Kg/día

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

PROCESO: ELABORACIÓN DE PRE-MEZCLA PARA COLADA

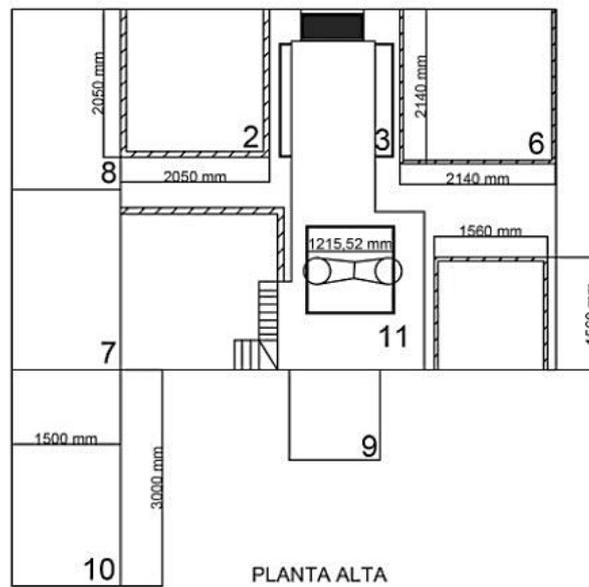
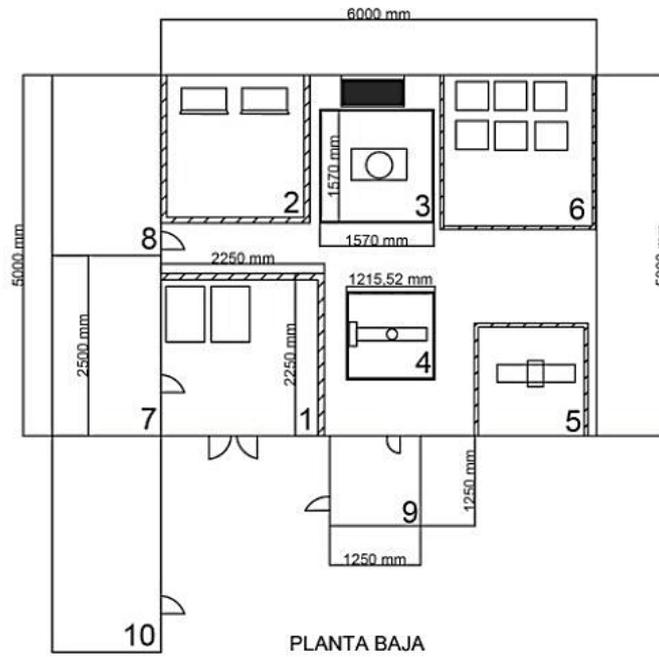
ACTIVIDAD		TIEMPO (MIN)																						
No.	DESCRIPCIÓN	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
1	Recepción de materia prima	[Barra amarilla]																						
2	Pesado / Dosificado				[Barra amarilla]	[Barra amarilla]																		
3	Molienda*					[Barra amarilla]	[Barra amarilla]																	
4	Mezclado							[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]													
5	Envasado / Etiquetado											[Barra amarilla]	[Barra amarilla]											
6	Detección de metales															[Barra amarilla]								
7	Almacenamiento																[Barra amarilla]	[Barra amarilla]						
8	Limpieza																		[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]	[Barra amarilla]		

Total de tiempo por batch (min)	200
Total de tiempo por batch (hora)	3,33
No. Batch/día	2

* Equipo dotado de cribas
Capacidad estimada por batch: 150Kg/día

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Diseño de planta



- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Recepción de materia prima | 7. Lab. Control de Calidad / Microbiología |
| 2. Pesado/Dosificado | 8. Limpieza y Mantenimiento |
| 3. Molienda | 9. Bodega de material de empaque |
| 4. Envasado/Etiquetado | 10. Vestidores y sanitarios |
| 5. Detector de metales | 11. Mezclado |
| 6. Almacenamiento | |

APÉNDICE 3I

ANÁLISIS NUTRICIONAL – Pre-mezcla de galleta

R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 19-07/0080-M001

Datos del Cliente

Nombre:	EMPRESA PUBLICA DE SERVICIOS ESPOLTECH E.P.	Teléfono:	2269739
Dirección:	GUAYAS / GUAYAQUIL / KM 30.5 VIA PERIMETRAL		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla para galletas	Código muestra:	19-07/0080-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Referencia:	Productos de panadería	Fecha elaboración:	24/07/2019
Envase:	Fundas Ziploc / Funda BOPP	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	19/07/2019
Fecha análisis:	19/07/2019	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	500 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C± Y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Humedad	%	9.66 ± 0.10	-	AOAC 20 TH 925.10 (API-5.8-04-01-00B3)
Proteína *	%	8.70		AOAC 20th 920.87 (API-5.8-04-01-00B20) *
Cenizas *	%	1.28		AOAC 20th 923.03 *
Grasa *	%	2.15		AOAC 20th 922.06 *
Colesterol *	mg/100g	<1.00	-----	HPLC UV/VIS API-5.8-04-01-02C *
Sodio	mg/100g	336.28 ± 43.72	-----	AOAC 20th 985.35 (API-5.8-04-01-002I)
Sodio *	%	0.34		Calculo *
Cloruro de sodio *	%	0.74		Método Mohr *
Carbohidratos por diferencia *	%	78.21		Calculo *
Azúcares totales por inversión *	%	27.93		Lane & Eynon *

Datos del Cliente

Nombre:	EMPRESA PUBLICA DE SERVICIOS ESPOLTECH E.P.	Teléfono:	2289739
Dirección:	GUAYAS / GUAYAQUIL / KM 30.5 VIA PERIMETRAL		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla para galletas	Código muestra:	19-07/0080-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Referencia:	Productos de panadería	Fecha elaboración:	24/07/2019
Envase:	Fundas Ziploc / Funda BOPP	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	19/07/2019
Fecha análisis:	19/07/2019	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	500 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C ± Y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Información Nutricional

Tamaño de la porción: 30 g

Porciones por envase: 17 Aprox.

Cantidad por porción	* % VDR	
Energía (Calorías)	503 kJ (120 kcal)	6
Energía de grasa (Calorías de grasa)	42 kJ (10 kcal)	
	* % VDR	
Grasa total	1 g	2 %
Colesterol	0 mg	0 %
Sodio	105 mg	4 %
Carbohidratos totales	23 g	8 %
Azúcares	8 g	
Proteína	3 g	6 %

*Los Porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).

ANALISIS NUTRICIONAL – Pre-mezcla de colada

R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 19-05/0037-M001

Datos del Cliente

Nombre:	CORPORACION DE PRODUCTORES, INDUSTRIALIZADORES AGRICOLAS SUBITA PALMITA CORPISUPAL	Teléfono:	009666454
Dirección:	MANABI / EL CARMEN / EL CARMEN / SN		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Pre-mezcla de colada	Código muestra:	19-05/0037-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	001
Referencia:	Comidas preparadas	Fecha elaboración:	07/08/2019
Envase:	Funda de Polietileno de baja densidad	Fecha exploración:	07/02/2020
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	13/08/2019
Fecha análisis:	13/08/2019	Vida útil:	184 Días
Contenido neto declarado:	1000 g		
Presentaciones:	N/A		
Condi. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Información Nutricional

Tamaño de la porción:	100 g		
Porciones por envase:	10		
Cantidad por porción			* % VDR
Energía (Calorías)	1550 kJ	(370 kcal)	19
Energía de grasa (Calorías de grasa)	168 kJ	(40 kcal)	
			* % VDR
Grasa total	4 g		6 %
Colesterol	6 mg		2 %
Sodio	520 mg		22 %
Carbohidratos totales	72 g		24 %
Azúcares	9 g		
Proteína	10 g		20 %
* Los Porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).			

APÉNDICE 3J

Costos directos

Tabla 3.16 Costos de materias primas – pre-mezcla de galletas

Pre-mezcla de galletas					
Formulación 2	Porcentaje		cantidad/unidad (g)	Precio/g	precio*cantidad
Harina de trigo	78,79	%	260,00	0,00176	0,45760
Almidón de plátano	21,21	%	70,00	0,00160	0,11200
	100,00	%	330,00		
Azúcar	47,38	%	154,00	0,00088	0,13552
Vainillina	2,62	%	13,10	0,00970	0,12707
Leche en polvo	1,00	%	5	0,00025	0,00125
Polvo de hornear	2,50	%	12,50	0,00620	0,0775
Sal	0,46	%	2,3	0,00050	0,00115
Total	53,96	%	175,45	Total	0,91577

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.17 Costos de materias primas – pre-mezcla de colada

Pre-mezcla de colada					
Formulación 2	Porcentaje		Cantidad/unidad (g)	Precio/g	precio*cantidad
Almidón de yuca	20,00	%	52,50	0,00276	0,14490
Almidón de plátano	20,00	%	52,50	0,00160	0,08400
Harina de trigo	30,00	%	75,00	0,00176	0,13200
Harina de soya	17,18	%	42,95	0,00730	0,31354
Benzoato de sodio	0,28	%	0,70	0,00038	0,00030
Goma xanthan	2,00	%	5,00	0,00091	0,00455
Ácido cítrico	0,04	%	0,10	0,03600	0,00360
Panela en polvo	4,00	%	10,00	0,00228	0,02280
Vainillina	3,30	%	8,25	0,00970	0,08003
Canela en polvo	3,20	%	8,00	0,02267	0,18136
Total	100	%	255,00	Total	0,96750

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.18 Costos de mano de obra directa

Costos de mano de obra directa				
Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor mensual	Valor anual
Obreros	\$ 394.00	4	\$1,576.00	\$18,912.00
TOTAL				\$18,912.00

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3K

Costos indirectos

Tabla 3.19 Costos de mano de obra indirecta

Mano de obra indirecta				
Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor mensual	Valor anual
Control de Calidad y Microbiología	\$ 394,00	1	\$ 394,00	\$4.728,00
Jefe de Producción /Calidad	\$ 394,00	1	\$ 394,00	\$4.728,00
TOTAL				\$9.456,00

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.20 Costos de materiales indirectos

Materiales indirectos				
Material indirecto	Unidad	Cantidad (unidades)	Valor unitario	Valor anual
Fundas de BOOP	Rollo x 100	36000	\$0,02	\$720,00
Cartón - galletas	unidad	12000	\$0,03	\$360,00
Cartones de empaque	Unidad	2000	\$0,34	\$680,00
Cinta de embalaje	Unidad	100	\$0,28	\$28,00
TOTAL				\$1.788,00

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.21 Costos de suministros

Suministros de Producción				
Suministros	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor anual
Energía Eléctrica	20580	Kw-Hr	\$0,05	\$1.029,00
Agua	3000	m3	\$0,22	\$660,00
Aire comprimido	800	m3	\$1,06	\$848,00
Total				\$2.537,00
Otros suministros				
Otros suministros	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor anual
Cloro líquido	6	Galón	\$1,64	\$9,84
Botiquín / remedios	1	Unidad	\$37,53	\$37,53
Escobas	3	Unidad	\$2,41	\$2,41
Cofias	6	Paquete	\$5,50	\$33,00
Total				\$87,60
Suministros de Fabricación				
Denominación				Valor total
Suministros de producción				\$2.537,00
Otros suministros				\$87,60
TOTAL				\$2.624,60

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.22 Gastos administrativos

Sueldos al personal administrativo					
Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor mensual	Valor anual	
Gerente general	\$800,00	1	\$800,00	\$9.600,00	
Total				\$9.600,00	
Gastos generales					
Activos	Costos	Vida útil (años)	Valor residual	Valor a depreciar	Depreciación anual
Servicio de contaduría	\$74,00	-	-	-	\$888,00
Suministros de oficina	\$30,00	-	-	-	\$360,00
Total					\$1.248,00
Gastos administrativos					
Descripción					Valor Total
Sueldos al personal administrativo					\$9.600,00
Gastos generales					\$1.248,00
TOTAL					\$10.848,00

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.23 Gastos de ventas

Sueldos al personal de ventas				
Concepto	Pago por colaborador	Cantidad de obreros	Valor mensual	Valor anual
Transporte	\$250,00	1	\$250,00	\$3.000,00
Total				\$3.000,00
Gastos por concepto de publicidad y promoción				
Descripción	Cantidad		Costo unitario	Valor anual
Publicidad de radio	12		\$11,00	\$132,00
Total				\$132,00
Gastos de ventas				
Descripción				Valor Total
Sueldos al personal de ventas				\$3.000,00
Gastos generales				\$132,00
TOTAL				\$3.132,00

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3L

Tabla 3.26 Balance de Equipos

Balance de Equipos						
Ítem	Cantidad (Unidades)	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)	Vida útil (años)	Valor liquidación (\$)	Ingreso Total (\$)
Molino	-	1			10	
Balanza digital	2	2	\$440	\$880	10	\$440
Mezcladora en V	1	1	\$1.800	\$1.800	10	\$900
Dosificadores	2	2	\$765	\$1.530	10	\$765
Elevador	1	1			10	
Montacarga	-	1	\$1.570	\$1.570	10	\$785
Envasadora/ Etiquetadora	1	1			10	
Depósito almacenamiento	-	1	\$1.500	\$1.500	10	\$750
Detector de metales	1	1			10	
Inversión Inicial Equipos			\$ 7.280			\$ 4.410

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

APÉNDICE 3M

Tabla 3.27 Flujo de caja neto para pre-mezcla de galletas – caso Ecuador

Años	0	1	2	3	4	5
	Precio de Venta	\$ 1,4133	\$ 1,3502	\$ 1,3502	\$ 1,3502	\$ 1,3502
	Producción	\$ 33.048,00	\$ 36.352,80	\$ 39.988,08	\$ 43.986,89	\$ 47.436,84
	Ingresos por Venta	\$ 46.707	\$ 49.085	\$ 53.993	\$ 59.392	\$ 64.051
\$ 0,07	Costos Operacionales	\$ 2.178	\$ 2.396	\$ 2.636	\$ 2.899	\$ 3.127
\$ 9.600,00	Sueldos Administrativos	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600
\$ 4.268,16	Seguros	\$ 4.268	\$ 4.268	\$ 4.268	\$ 4.268	\$ 4.268
\$ 1.039	Depreciación	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039
	Utilidad antes de Participación de Trabajadores	\$ 29.621	\$ 31.781	\$ 36.450	\$ 41.585	\$ 46.016
55%	Participación de Trabajadores	\$ 16.292	\$ 17.479	\$ 20.047	\$ 22.872	\$ 25.309
	Utilidad antes de Impuestos	\$ 13.330	\$ 14.301	\$ 16.402	\$ 18.713	\$ 20.707
30%	Impuestos	\$ 3.999	\$ 4.290	\$ 4.921	\$ 5.614	\$ 6.212
	Utilidad Neta	\$ 9.331	\$ 10.011	\$ 11.482	\$ 13.099	\$ 14.495
	(+) Depreciación	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039
	(-) Inversiones	\$ 13.508				
	(-) Inversión por capital de trabajo	\$ 49.345				
	(+) Recuperación de Capital de trabajo					\$ 49.345
	(+) Ingreso neto por venta de A.F.					\$ 7.470
	Flujo de caja neto	\$ -62.853	\$ 10.370	\$ 11.050	\$ 12.521	\$ 14.139
	Tasa de descuento (TMAR)	13%				
	VAN	\$ 11.596				
	TIR	18%				

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 2019

Tabla 3.28 Flujo de caja neto para pre-mezcla de colada – caso Ecuador

Años		0	1	2	3	4	5
	Precio de Venta		\$ 1,14	\$ 1,29	\$ 1,29	\$ 1,29	\$ 1,29
	Producción		\$69.768,00	76745	\$84.419,28	\$92.861,21	\$100.144,44
	Ingresos por Venta		\$ 79.219	\$ 98.748	\$ 108.623	\$ 119.485	\$ 128.857
\$ 0,01	Costos Operacionales		\$ 2.299	\$ 2.529	\$ 2.782	\$ 3.060	\$ 3.300
\$ 9.600,00	Sueldos Administrativos		\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600
\$ 4.268,16	Seguros		\$ 4.268	\$ 4.268	\$ 4.268	\$ 4.268	\$ 4.268
\$ 1.039	Depreciación		\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039
	Utilidad antes de Participación de Trabajadores		\$ 62.012	\$ 81.311	\$ 90.933	\$ 101.517	\$ 110.649
55%	Participación de Trabajadores		\$ 34.106	\$ 44.721	\$ 50.013	\$ 55.835	\$ 60.857
	Utilidad antes de Impuestos		\$ 27.905	\$ 36.590	\$ 40.920	\$ 45.683	\$ 49.792
30%	Impuestos		\$ 8.372	\$ 10.977	\$ 12.276	\$ 13.705	\$ 14.938
	Utilidad Neta		\$ 19.534	\$ 25.613	\$ 28.644	\$ 31.978	\$ 34.854
	(+) Depreciación		\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039	\$ 1.039
	(-) Inversiones	\$ 13.508					
	(-) Inversión por capital de trabajo	\$ 57.697					
	(+) Recuperación de Capital de trabajo						\$ 57.697
	(+) Ingreso neto por venta de A.F.						\$ 7.470
	Flujo de caja neto	\$ -71.205	\$ 20.573	\$ 26.652	\$ 29.683	\$ 33.017	\$ 101.061
	Tasa de descuento (TMAR)	13%					
	VAN	\$ 63.548					
	TIR	37%					

Elaborado por: Delgado y Jaramillo, 201